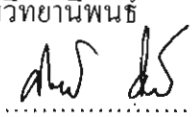
ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รณชัย กลิ่นกล้า

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤษภาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ รณชัย กลิ่นกล้า ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



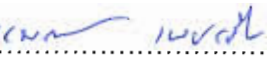
.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

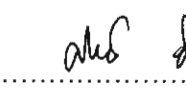
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณ์ เพชรชื่น)



.....กรรมการ

(ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์)

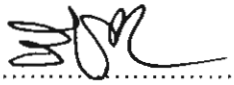
.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์)

.....กรรมการ

(ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยบูรพา



.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 6 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณ์ เพชรชื่น ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตรวจแก้ไขและวิจารณ์ผลงาน ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ตลอดจนคณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จึงขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อราตรี คุณแม่อุตม กลิ่นกล้า สมาชิกทุกคนในครอบครัว พี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

รณชัย กลิ่นกล้า

56910195: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
คำสำคัญ: การสืบเสาะหาความรู้/ วิธีการแบบเปิด/ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

รณชัย กลิ่นกล้า: ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (THE EFFECTS OF INQUIRY LEARNING AND OPEN APPROACH ON ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING IN STOICHIOMETRY CHEMISTRY FOR GRADE 11 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ศรัณย์ ภิบาลชนม์, Ph.D., สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์, ศษ.ด., 163 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่มและสุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .96 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .71 ดำเนินการวิจัยโดยใช้แผนการวิจัยแบบ Pretest-posttest, nonequivalent control group design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ *t-test*

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

56910195: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)
KEYWORD: INQUIRY/ OPEN APPROACH/ ANALYTICAL THINKING

RONNACHAI KLINKLA: THE EFFECTS OF INQUIRY LEARNING AND OPEN APPROACH ON ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING IN STOICHIOMETRY CHEMISTRY FOR GRADE 11 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: SARUN PHIBANCHON, Ph.D., SAPONNAPAT SRISANYONG, Ed.D. 163 P. 2015.

The purpose of this research was to study the effects of inquiry learning combined with open approach learning method to develop learning achievement and analytical thinking ability of grade 11 students. The sample of the study were two classes of grade 11 students at Benchamaracharungsarit School, academic year of 2014. The two classes were randomly assigned to experimental group and control group. The instruments for the study were: 1) lesson plan on the inquiry learning and the open approach learning method, 2) learning assessment test (with the reliability of .96) and 3) analytical thinking skill ability assessment test (with the reliability of .71). The experimental research design was a Pretest-posttest non-equivalent control group design. *T-test* was used for data analysis.

The research results were;

1) The inquiry learning and open approach learning method enabled students with higher posttest scores compared with the regular learning method at the .05 significant level.

2) The experimental group possessed higher posttest scores than the pretest at .05 significant level.

3) The experimental group possessed the posttest score higher than the set standard of 65 percentile at the .05 significant level.

4) The experimental group possessed higher analytical thinking ability as compared with the control group at the .05 significant level.

5) The experimental group possessed higher analytical thinking ability of the posttest as compared to the pretest at .05 significant level.

6) The experimental group possessed the analytical thinking skill at the posttest higher than the set standard of 65 percentile at the .05 significant level.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

สมมติฐานของการวิจัย 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย 7

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 7

ขอบเขตของการวิจัย 7

นิยามศัพท์เฉพาะ 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 11

หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 15

ปริมาณสารสัมพันธ์ 17

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 24

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 24

หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 26

คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ 27

ประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ 28

กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	วิธีการแบบเปิด	32
	ความหมายของวิธีการแบบเปิด	32
	แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด	33
	กระบวนการของวิธีการแบบเปิด	35
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	37
	ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	37
	การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	38
	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40
	การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	41
	ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	42
	ความหมายของการคิดวิเคราะห์	42
	การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	43
	การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	45
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	48
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	48
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด	50
3	วิธีดำเนินการวิจัย	53
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	53
	รูปแบบการวิจัย	53
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	54
	การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	54
	วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	73
	การวิเคราะห์ข้อมูล	73
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	74
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	77

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	78
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	83
	สรุปผลการวิจัย	84
	อภิปรายผลการวิจัย	85
	ข้อเสนอแนะ	88
บรรณานุกรม		90
ภาคผนวก		95
ภาคผนวก ก		96
ภาคผนวก ข		100
ภาคผนวก ค		118
ประวัติย่อของผู้วิจัย		163

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แบบแผนการทดลองแบบ Pretest-posttest, nonequivalent control group design.....	54
2	การกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด.....	55
3	การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย.....	60
4	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	66
5	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิดกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	78
6	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด.....	79
7	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65 (19.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	79
8	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	80
9	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด.....	81
10	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65 (9.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน).....	81
11	การประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง สารละลายและความเข้มข้นของสารละลาย.....	101

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

12 การประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย 102

13 การประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง จุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย 103

14 การประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง จุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย 104

15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 105

16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 108

17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 109

18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 110

19 ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) 111

20 ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) 112

21 ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) 113

22 ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) 114

23 ผลคะแนนการประเมินใบงานนักเรียน 115

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดของการวิจัย	7
2	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส	20
3	วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	31
4	สถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด	34
5	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	65
6	ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	70
7	ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	72

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาการด้านต่าง ๆ ของโลกยุคปัจจุบัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้างสังคมและเศรษฐกิจของทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย จึงมีความจำเป็นที่ต้องปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาของชาติ ซึ่งถือว่าเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศ เพื่อสร้างคนไทยให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพพร้อมที่จะแข่งขันและร่วมมือสร้างสรรค์ในเวทีโลก อีกทั้งในปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่ง เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งในด้านการให้เหตุผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 92)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษามาตรา 22 กำหนดไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญสูงสุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2547, หน้า 12) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้สนับสนุนให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น มีหลักการของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจะต้องใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ที่แท้จริง ซึ่งการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวควรอยู่บนพื้นฐานของการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและมีอิสระในการนำเสนอความคิด ฝึกการคิดวิเคราะห์ โดยที่ครูไม่จำกัดความคิดของนักเรียน

ให้ไปในแนวทางที่ครูวางไว้ แต่ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเสนอความคิดที่หลากหลาย ควรตระหนักถึงอิสระและความแตกต่างในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ซึ่งจะส่งผลทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้

การคิดวิเคราะห์ เป็นคุณลักษณะสำคัญประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความสามารถของบุคคลในการแยกแยะ พิจารณารายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีส่วนใดสำคัญที่สุด ส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่ร่วมกันได้ หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด คุณลักษณะด้านการคิดวิเคราะห์จัดเป็นความคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นความสามารถทางสติปัญญาที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่นักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียน เพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวคิดในวิชาต่าง ๆ ที่ทำให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างตรงประเด็น สมเหตุสมผล สามารถแยกแยะถูก-ผิด หรือคิดได้อย่างมีวิจารณญาณ ไม่หลงเชื่องมงายหรือคล้อยตามผู้อื่นอย่างปราศจากเหตุผล การคิดวิเคราะห์จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของบุคคลที่มีจึงเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของสังคมในยุคปัจจุบัน และเป็นทักษะที่สำคัญที่นักเรียนพึงมีในศตวรรษที่ 21 แต่อย่างไรก็ตามความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของแต่ละบุคคลจะมีมากน้อยเพียงใด หรือบุคคลใดจะคิดเป็นหรือไม่ ย่อมขึ้นกับประสบการณ์และโอกาสที่ได้รับการฝึกเป็นสำคัญ ดังนั้นในการพัฒนาศักยภาพด้านนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเริ่มฝึกกับบุคคลที่อยู่ในวัยเรียนเพื่อให้มีโอกาสสร้างสมประสบการณ์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งตาม พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาในมาตรา 24 ที่เน้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2547, หน้า 13-14)

นอกจากนั้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้ให้ความสำคัญกับความสามารถด้านการคิด หรือคิดวิเคราะห์ โดยกำหนดให้นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิด และในโครงสร้างหลักสูตรที่จะต้องจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิด และสร้างศักยภาพในการคิด และได้กำหนดในแนวการประเมินผลที่นักเรียนจะต้องผ่านการประเมิน 4 ด้าน คือ 1) การเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ 2) การอ่าน คิดเชิงวิเคราะห์ และเขียน 3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน และ 4) กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3-33) จากแนวคิดของ พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติ และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ดังที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ให้ความสำคัญกับความสามารถด้านการคิดหรือ

การคิดวิเคราะห์เป็นอย่างยิ่ง และจัดได้ว่าเป็นคุณลักษณะที่มุ่งเน้นให้เกิดกับนักเรียนทุกระดับ ดังนั้นในการประเมินคุณภาพภายนอกของสำนักรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา จึงกำหนดเป็นมาตรฐานคุณภาพด้านหนึ่งของนักเรียน โดยมีการประเมินผู้เรียนเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีความคิดสร้างสรรค์อย่างมีวิจารณญาณ คิดเป็นระบบ และสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมได้ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2555)

จากการศึกษาสถิติการวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ และผลการประเมินคุณภาพในระดับนานาชาติ พบว่าคุณภาพการศึกษาอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ เมื่อดูจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555 ในวิชาวิทยาศาสตร์พบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556, หน้า 1) ผลการทดสอบจาก PISA (Program for International Student Assessment) ด้านการอ่าน วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2555 คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยคือ 444 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556 หน้า 18) เป็นผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่โดยส่วนใหญ่เน้นแบบท่องจำ มุ่งเน้นการให้ความรู้แก่นักเรียน ไม่ใช่การส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาที่ครูถ่ายทอดให้เท่านั้น ไม่เกิดการสร้างความรู้ ไม่ได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ ทำให้เมื่อนักเรียนเจอสถานการณ์ที่แตกต่างออกไป นักเรียนไม่สามารถคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับสถานการณ์ที่แตกต่างได้ สอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในห้องเรียนและการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี ในโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าปัญหาของการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์และเชื่อมโยงความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา แต่พบว่านักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่นักเรียนมีอยู่มาใช้ในการอธิบายสถานการณ์ปัญหา และหาคำตอบของปัญหานั้นได้ สอดคล้องกับผลการพิจารณาคะแนนสอบวิชา เคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ย้อนหลังในช่วงที่ผ่านมา พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ค่อนข้างต่ำ อันเป็นผลเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครูยังใช้รูปแบบและวิธีการสอนแบบบรรยายให้ความรู้เป็นส่วนใหญ่ ครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางเน้นการถ่ายทอดความรู้และเนื้อหามากกว่าการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (วราภรณ์ สินศิริ, สัมภาษณ์, 29 ธันวาคม พ.ศ. 2556)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการเรียนรู้

ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้และพัฒนาการตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกถาม-ตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกการนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้กำกับ ควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น 2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุป และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ 5) ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่ามีความรู้อะไร อย่างไร มากน้อยเพียงใด และนำไปประยุกต์ใช้อย่างไร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 219-220) นอกจากนั้นแล้ว ทิศนา แขมมณี (2553, หน้า 141) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการ ซึ่งพัฒนาส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเองและมีการพัฒนาในด้านการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะมาศ อาจหาญ (2554, หน้า 111) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สุพัชยา ปาทา (2554, หน้า 82) ทำการวิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางทางสถิติที่ระดับ .01

วิธีการแบบเปิด เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย สร้างโอกาสให้นักเรียนที่มีความสามารถและความต้องการต่างกันได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนในชั้นเรียนได้ โดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน ปัญหาแบบปลายเปิดจะเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ดึงหรือเลือกเอาวิธีการที่ตนเองถนัดออกมาใช้แต่ละคนสามารถใช้ความรู้ที่ตนเองมีมาช่วยแก้ปัญหานั้น ๆ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2549, หน้า 1)

ซึ่งตามแนวคิดของอินประสิทธิ์ (Inprasitha, 2010, pp. 47-66) การจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้กับนักเรียน และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง 2) ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมถึงการใช้วิธีการต่าง ๆ ในการคิดเพื่อหาคำตอบและสร้างแนวคิดที่แก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมาย 3) ขั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน 4) ขั้นสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด เป็นขั้นที่ครูเป็นผู้สรุปบทเรียนในชั่วโมงและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนทบทวนแนวคิดที่เกิดขึ้น โนห์ดะ (Nohda, 2000 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนแบบเปิดว่าเป็นวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสื่อในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะการคิดของนักเรียน โดยมุ่งให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้ด้วยพลังและความสามารถของตนเอง เช่นเดียวกับ นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ (2552, หน้า 76-80) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด คือทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดหาคำตอบด้วยตนเอง เกิดทักษะกระบวนการคิด มีความคิดที่หลากหลายคิดเป็นระบบ คิดสร้างสรรค์ และคิดวิเคราะห์ อย่างมีเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหา มีระบบการทำงานกลุ่ม ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความสุขในการทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับจิตติมา ชอบเอียด (2551, หน้า 91) ทำการศึกษาการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การใช้ปัญหาแบบปลายเปิดช่วยส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้สูงขึ้นกว่าก่อนใช้ปัญหาแบบปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ไพรจิดร บ้านเหล่า (2551, หน้า 137) ทำการวิจัยศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด โดยใช้วิธีการแบบเปิดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดหลังเรียนด้วยวิธีการแบบเปิดผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 76.67 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีแบบเปิด เป็นวิธีการสอนที่มีลักษณะเด่น ช่วยเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอนหลายประการ ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงศักยภาพที่นักเรียนมี ใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ตามความสามารถของตนเอง มีการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย คนที่เรียนเก่งจะเรียนรู้ความคิด และกระบวนการคิดวิเคราะห์ของคนที่เรียนอ่อนกว่า

และคนที่เรียนอ่อนกว่าจะได้เรียนรู้สิ่งเหล่านี้จากคนที่เรียนเก่งเช่นเดียวกัน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ความคิด และกระบวนการคิดวิเคราะห์ซึ่งกันและกัน เป็นการพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้และรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิดมาใช้ในการพัฒนาผลสมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ในวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

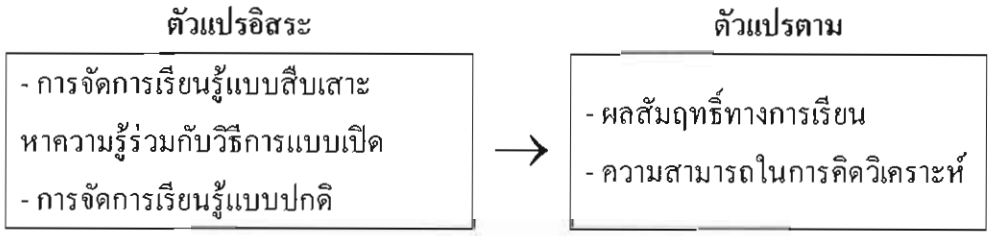
4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

ได้แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ที่ครูผู้สอนนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวน 488 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ

2.1.1 การจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

2.1.2 การจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลอง 16 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการวิจัยเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย โดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ผลักดันให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในสาระสำคัญที่ได้จากปัญหา และใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ของนักเรียนเอง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ: เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อให้เกิดการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

1.2 ขั้นนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด: เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้กับนักเรียน และให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเอง โดยการวิเคราะห์ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อหาประเด็นที่สำคัญที่จะเป็นจุดที่ใช้ในคิดเพื่อหาคำตอบปัญหานั้น โดยครูพยายามช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหานั้นให้ชัดเจน ซึ่งอาจทำได้โดยการให้กำลังใจผู้เรียน นำเสนอตัวอย่างประเด็นปัญหาที่คล้ายกัน ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของผู้เรียน แนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลายหรือการแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรม และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ประเด็นที่สำคัญของปัญหานั้นได้

1.3 ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน: เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ด้วยตนเองจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาในขั้นแรก ใช้ความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้เดิมของนักเรียนในการหาคำตอบอย่างมีเหตุผล

1.4 ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม: เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดและคำตอบของตนเองกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม เพื่อให้เพื่อนในกลุ่มได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนแต่ละคนก็จะทำการบันทึกแนวคำตอบของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีคิดหาคำตอบของเพื่อนในกลุ่ม

1.5 ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด: เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีคิดหน้าชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้น โดยครูให้นักเรียนในห้องเรียนนำเสนอแนวคิดในการตอบปัญหา โดยครูอาจเลือกให้นักเรียนนำเสนอแนวความคิดในการตอบปัญหาที่มีความแตกต่างกันให้ครอบคลุมทั้งหมด และเป็นผู้สรุปบทเรียนในชั่วโมงเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญจากปัญหานั้น

1.6 ขั้นขยายความรู้: เป็นขั้นที่นักเรียนสืบเสาะค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากสาระสำคัญที่ได้จากการตอบปัญหาแบบปลายเปิด เป็นการนำความรู้ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ซึ่งจะช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับเรื่องต่าง ๆ ได้ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

1.7 ขั้นประเมิน: เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร มากน้อยเพียงใด และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่ใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งจะนำมาใช้วัดก่อนและหลังเรียน เนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ พิจารณารายละเอียดของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่ามีส่วนใดสำคัญที่สุด ส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และส่วนเหล่านั้นอยู่ร่วมกันได้ หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุมแนวทางการประเมิน 3 ด้าน คือ

5.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณา จำแนก แยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล

5.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ ว่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

5.3 การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูส่วนย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือยึดกันได้หรือคงสภาพเช่นนั้นได้ โดยใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง

6. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสถานที่ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน จำนวน 15 ข้อ ซึ่งครอบคลุมการประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน คือ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการวิเคราะห์หลักการ

7. เกณฑ์ หมายถึง เป้าหมายคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยกำหนดตามคำแนะนำของครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 3 ท่าน โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ คือร้อยละ 65 ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์
3. ปริมาณสารสัมพันธ์
2. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. วิธีการแบบเปิด
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และคุณภาพผู้เรียน ไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3-15)

1. ความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์

เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2. สาระและมาตรการเรียนรู้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

3. คุณภาพผู้เรียน

เมื่อเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้วนักเรียนต้องมีทักษะและความรู้ดังนี้

3.1 เข้าใจการรักษาดุลยภาพของเซลล์และกลไกการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต

3.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอด

ของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

3.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญ และผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

3.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

3.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์ และสารชีวโมเลกุล

3.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์ และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

3.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

3.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

3.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลอง จากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

3.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

3.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

3.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

3.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

3.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

3.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

3.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดขอบเขตของการทำวิจัย และการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมคุณภาพของนักเรียนตามหลักสูตรแกนกลาง

หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์

หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ได้กล่าวถึงเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในวิชาเพิ่มเติม 2 ไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมล จำนวนโมลกับมวลของสาร ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส สารละลาย ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย สมบัติบางประการของสารละลาย มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี กฎของเกย์-ลุสแซก กฎของอาโวกาโดร การคำนวณเกี่ยวกับสูตรและสมการเคมี การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร สมการเคมี ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ พลังงานกับ

การเปลี่ยนสถานะ สมบัติของของแข็ง การเปลี่ยนสถานะของของแข็ง การจัดเรียงอนุภาค ของของแข็ง สมบัติของของเหลว การระเหย จุดเดือดกับความดันไอของของเหลว สมบัติของแก๊ส ปริมาตรของแก๊ส การแพร่ของแก๊ส เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับสมบัติของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การสำรวจตรวจสอบ การทำนายและการทดลอง เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2. ผลการเรียนรู้

2.1 สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายความหมาย และคำนวณหามวลอะตอมของธาตุ และมวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

2.2 สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายความหมายและคำนวณหามวลโมเลกุล และมวลของสาร 1 โมเลกุล

2.3 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาค มวลของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวในการคำนวณ

2.4 อภิปราย อธิบายความหมายของหน่วยต่าง ๆ ที่ใช้แสดงความเข้มข้น ของสารละลาย

2.5 คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น และปริมาตรตามต้องการ และทดลองเตรียมสารละลาย

2.6 ทดลอง สำรวจตรวจสอบ สืบค้น เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวหรือ จุดเยือกแข็งระหว่างสารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน สารละลาย ที่มีตัวถูกละลายต่างชนิดกันแต่มีความเข้มข้นเท่ากัน

2.7 สำรวจ สืบค้นข้อมูล คำนวณโดยใช้ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f) คำนวณหามวลโมเลกุลของตัวละลาย จุดเดือด จุดเยือกแข็งของสารละลาย

2.8 สืบค้น สำรวจตรวจสอบ อภิปราย อธิบาย เกี่ยวกับระบบปิด ระบบเปิด ของปฏิกิริยาเคมี

2.9 คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาที่เป็นไปตามกฎทรงมวล

2.10 คำนวณหาอัตราส่วนโมลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบ ตามกฎสัดส่วนคงที่

2.11 สืบค้น อภิปราย อธิบายเกี่ยวกับกฎเกย์-ลุสแซก และกฎอาโวกาโดร

2.12 คำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสารหรือของแก๊ส รวมทั้งคำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบจากสูตร

2.13 เขียนและดุลสมการเคมีเมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์

2.14 คำนวณหาจำนวนโมล มวลของสาร ปริมาตรของแก๊สและจำนวนอนุภาคของสารจากสมการเคมี

2.15 คำนวณหาร้อยละของผลได้ของสารจากการทดลอง

2.16 สืบค้น สำรวจตรวจสอบ อภิปราย อธิบาย ผลการเปลี่ยนแปลงพลังงานต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

2.17 สืบค้น อภิปราย อธิบาย สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

2.18 สืบค้น สำรวจตรวจสอบ อภิปราย อธิบาย เหตุผลที่ธาตุบางชนิดปรากฏเป็นรูปต่าง ๆ

2.19 สืบค้น สำรวจตรวจสอบ อภิปราย อธิบาย สมบัติของของเหลวเกี่ยวกับการระเหยและการเกิดความดันไอ

2.20 คำนวณหาปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สโดยใช้กฎต่าง ๆ ของแก๊ส

2.21 ทดลอง สำรวจตรวจสอบ เปรียบเทียบ ความดันไอของของเหลว สมบัติของแก๊สและการแพร่ของแก๊ส

จากการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดขอบเขตของการทำวิจัย ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ สาระสำคัญ และออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนในขอบเขตของการวิจัย อีกทั้งยังนำมาใช้ในการกำหนดเกณฑ์สำหรับการวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียน

ปริมาณสารสัมพันธ์

ในบทเรียนนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ของสาร โดยเริ่มจากการศึกษาความแตกต่างระหว่างมวลอะตอมกับมวลของธาตุ 1 อะตอม มวลโมเลกุลกับมวลของสาร 1 โมเลกุล การหามวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตรเมื่อทราบมวลอะตอมของธาตุและจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ศึกษาความหมายของโมล เลขอาโวกาโดร รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ต่อจากนั้นศึกษาการเตรียมสารละลาย การคำนวณหาความเข้มข้นในสารละลายต่าง ๆ สมบัติบางประการของสารละลายเกี่ยวกับจุดเดือดและจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งโดยเปรียบเทียบ

กับตัวทำละลายบริสุทธิ์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกับการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลาย ศึกษาการหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบในสารประกอบ การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล ศึกษา จำนวนโมลของสารที่ทำปฏิกิริยากันพอดีเพื่อนำไปสู่การเขียนสมการเคมี ต่อจากนั้นศึกษาอัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยากันพอดีและที่เกิดจากปฏิกิริยา เพื่อสรุปเป็นกฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร ตลอดจนคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของสารจากปฏิกิริยาเคมี ศึกษาเกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณในปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งการหาค่าผลได้ร้อยละจากการทดลองที่กำหนดให้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, หน้า 16, 2554 หน้า 1-97)

1. มวลอะตอม

อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่สามารถทำปฏิกิริยาเคมีได้ มีรัศมีของอะตอมยาวประมาณ 10^{-10} เมตร อะตอมที่เบาที่สุดมีมวลประมาณ 1.6×10^{-24} กรัม อะตอมที่หนักที่สุดมีมวลประมาณ 250 เท่า ซึ่งมีค่าน้อยมาก (เป็นผลคูณของ 10^{-24}) มวลอะตอมเหล่านี้จะต้องรวมกันต่อไปเป็นมวลโมเลกุล ซึ่งทำให้ยุ่งยากในการคำนวณ จึงนิยมใช้มวลเปรียบเทียบที่เรียกว่า "มวลอะตอมหรือน้ำหนักอะตอม" ซึ่งก็คือมวลขององค์ประกอบทั้งหมดในอะตอมรวมกัน ได้แก่ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน ซึ่งมวลของโปรตอนและนิวตรอนนั้นใกล้เคียงกันมาก แต่ไม่เท่ากัน และสูงกว่าอิเล็กตรอนนับพันเท่า ลักษณะสำคัญของมวลอะตอม มีดังนี้

1.1 มวลอะตอมของธาตุไม่มีหน่วย

1.2 มวลอะตอมเป็นค่าเปรียบเทียบ ส่วนมวลของธาตุ 1 อะตอมเป็นมวลที่แท้จริง มีหน่วยเป็นกรัม

1.3 มวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม ที่ใช้เป็นตัวถูกเปรียบเทียบของมวลอะตอมมีค่าเท่ากันหมดในทุก ๆ ธาตุ

1.4 คำนวณได้จากสูตรเมื่อทราบมวลของธาตุนั้น 1 อะตอม และคำนวณได้จากไอโซโทปของธาตุนั้น ๆ

2. มวลโมเลกุล

เนื่องจากโมเลกุลมีขนาดเล็กมากเช่นเดียวกับอะตอม ดังนั้น มวลของโมเลกุลจึงนิยมบอกเป็นค่าเปรียบเทียบเช่นกัน หรือหาได้จากผลรวมมวลอะตอมของธาตุสารโมเลกุลนั้น ๆ ลักษณะสำคัญของมวลโมเลกุล คือ

2.1 มวลโมเลกุลไม่มีหน่วย เพราะเป็นค่าเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

2.2 มวลของสาร 1 โมเลกุล คือมวลที่แท้จริงของโมเลกุลนั้น ๆ 1 โมเลกุล

2.3 มวลโมเลกุลคำนวณได้จากมวลอะตอมรวมกัน เพราะโมเลกุลเกิดจากอะตอมรวมกัน หรือได้จากมวลของสาร 1 โมเลกุล เปรียบเทียบค่ามาตรฐาน

2.4 มวลมาตรฐานที่ถูกเปรียบเทียบต้องมีค่าเท่ากันหมดในทุก ๆ โมเลกุล

3. โมล

โมล คือ หน่วยของปริมาณสารหน่วยหนึ่งที่มีความหมายเช่นเดียวกับกรัมโมเลกุล กรัมอะตอมหรือกรัมไอออน มีวิธีหาได้ 4 แบบ ดังต่อไปนี้

3.1 จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร

สสารทุกชนิด 1 โมล มีจำนวน 6.02×10^{23} อนุภาค หรือเรียกว่าเลขอาโวกาโดรโตยอนุภาค คือ อะตอม โมเลกุล ไอออน อิเล็กตรอน เป็นต้น

3.2 จำนวนโมลกับมวลของสาร

สารใด ๆ จำนวน 6.02×10^{23} อนุภาคหรือ 1 โมล จะมีมวลเท่ากับมวลโมเลกุล (ถ้าเป็นโมเลกุล) หรือเท่ากับมวลอะตอม (ถ้าเป็นอะตอม) หรือเป็นมวลไอออน (ถ้าเป็นไอออน) ที่มีหน่วยเป็นกรัม เช่น O_2 1 โมล หนัก 32 กรัม เป็นต้น

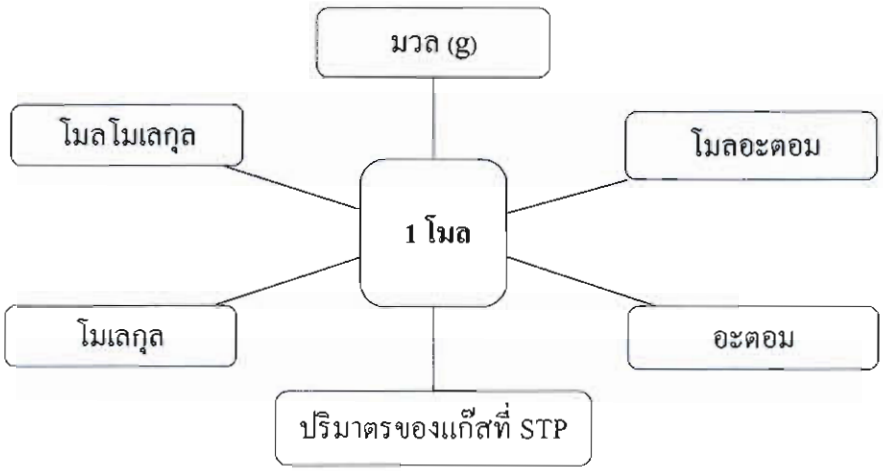
3.3 ปริมาตรต่อโมลของก๊าซ

แก๊สใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร (dm^3) ที่ STP. หรือปริมาตรต่อโมล ของแก๊สใด ๆ เท่ากับ 22.4 dm^3 ที่ STP

STP (Standard temperature and pressure) เป็นภาวะมาตรฐาน เรียกว่า อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้กำหนดให้ใช้อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (273 เคลวิน) และความดัน 1 บรรยากาศ (760 มิลลิเมตรปรอท)

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

สารใด ๆ 1 โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค มีมวลเท่ากับมวลอะตอม (ถ้าเป็นอะตอม) หรือมวลโมเลกุล (ถ้าเป็นโมเลกุล) มีหน่วยเป็นกรัม และมีปริมาตร (แก๊สหรือไอเท่านั้น) เท่ากับ 22.4 dm^3 ที่ STP.



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

4. สารละลาย

สารละลาย คือ สารผสมเนื้อเดียวกันทุกส่วนเสมอ ซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวละลาย หรือมีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) องค์ประกอบที่มีปริมาณมากที่สุด เรียกว่า ตัวทำละลาย (Solvent) ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีปริมาณน้อยกว่า เรียกว่า ตัวละลาย (Solute) สารละลายแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

สารละลายอิ่มตัว บอกถึงปริมาณมากที่สุดของตัวละลายที่ละลายได้ในปริมาณค่าหนึ่งของตัวทำละลาย เราสามารถหาปริมาณมากที่สุดของตัวละลายในสารละลายอิ่มตัวด้วยค่าสภาพการละลายได้ ณ อุณหภูมิที่กำหนดให้ในหน่วยของมวลตัวละลาย (กรัม) ต่อมวลตัวทำละลาย 100 กรัม

สารละลายไม่อิ่มตัว บอกถึงอัตราส่วนของปริมาณตัวละลายต่อปริมาณตัวทำละลาย หรือบอกถึงอัตราส่วนของปริมาณตัวละลายต่อปริมาณของสารละลาย ซึ่งเราเรียกว่า ความเข้มข้นของสารละลาย ดังนั้นหน่วยความเข้มข้นของสารละลายจึงใช้กับสารละลายที่ไม่อิ่มตัว

4.1 ความเข้มข้นของสารละลาย

4.1.1 ร้อยละ

4.1.1.1 ร้อยละโดยมวลต่อมวล หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ร้อยละโดยมวล เป็นหน่วยที่บอกมวลของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยมวล

4.1.1.2 ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ร้อยละโดยปริมาตร เป็นหน่วยที่บอกปริมาตรของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน

4.1.1.3 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร เป็นหน่วยที่บอกมวลของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร

4.1.2 โมลาริตี หรือเรียกย่อ ๆ ว่า โมลาร์ ใช้สัญลักษณ์เป็น M หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 1 ลิตร จึงมีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (mol/ dm^3) หรือโมลต่อลิตร (mol/ L)

4.1.3 โมแลลิตี หรือเรียกย่อ ๆ ว่า โมแลล ใช้สัญลักษณ์ m หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม มีหน่วยเป็นโมลต่อกิโลกรัม (mol/ kg)

4.1.4 ส่วนในล้านส่วน (Parts per million ใช้อักษรย่อว่า ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (Parts per billion ใช้อักษรย่อว่า ppb) เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในตัวทำละลาย 1 ล้านหน่วย และ 1 พันล้านหน่วย ตามลำดับ

4.1.5 เศษส่วนโมล ใช้สัญลักษณ์ X โดยเศษส่วนโมลของสารใดในสารละลาย หมายถึง อัตราส่วนจำนวนโมลของสารนั้นต่อจำนวนโมลของสารทั้งหมดในสารละลาย

4.2 การเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลายนั้นสามารถทำได้เป็น 2 วิธีใหญ่ คือ การเตรียมจากการละลายของสารบริสุทธิ์ และเตรียมจากสารละลายเดิม ซึ่งจะมีกรรมวิธีในการเตรียมที่แตกต่างกันไป ถ้าเตรียมอย่างถูกต้องก็จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นตามต้องการได้แม่นยำ

4.3 สมบัติบางประการของสารละลาย

4.3.1 สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือดของสารละลาย

จุดเดือด คือ อุณหภูมิที่ทำให้ความดันไอของของเหลวเท่ากับความดันบรรยากาศ โดยสารบริสุทธิ์ จะมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่ ส่วนสารละลายจะมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ เพราะในขณะเดือดสัดส่วนของตัวทำละลายกับตัวถูกละลายเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์ และจุดเดือดของสารละลายจะสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น

4.3.2 จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลาย

จุดหลอมเหลว คือ อุณหภูมิที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

จุดเยือกแข็ง คือ อุณหภูมิที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง

สำหรับสารหนึ่ง ๆ จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งเท่ากัน เช่น จุดเยือกแข็งของน้ำและจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 0 °C ที่ความดัน 1 บรรยากาศ โดยสารบริสุทธิ์

จะมีจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวคงที่ หรือช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวแคบ ส่วนสารละลายจะมีจุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวไม่คงที่ และมีค่าต่ำกว่าของตัวทำละลายบริสุทธิ์หรือช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้าง

5 การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

สูตรเคมี (Chemical formula) หมายถึง กลุ่มที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงองค์ประกอบของสารเคมี สูตรเคมีแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

สูตรโมเลกุล (Molecular formula) คือ กลุ่มสัญลักษณ์ที่เขียนแทน 1 โมเลกุลของธาตุหรือสารประกอบว่า ประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง อย่างละกี่อะตอม

สูตรอย่างง่ายหรือสูตรเอมพิริคัล (Simple formula or Empirical formula) คือสูตรเคมีที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงว่า 1 โมเลกุลของสาร ประกอบด้วยธาตุใดบ้าง และอัตราส่วนอย่างต่ำโดยอะตอมของธาตุในสูตรเป็นเท่าไร

สูตรโครงสร้าง (Structural formula) คือ สูตรเคมีที่บอกให้เราทราบว่า 1 โมเลกุลของสารนั้นประกอบด้วยธาตุใดบ้าง อย่างละกี่อะตอม และอะตอมของธาตุแต่ละตัวมีตำแหน่งอย่างไร

5.1 การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร

สูตรโมเลกุลของสาร ซึ่งแสดงถึงชนิดและจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบสามารถนำมาใช้คำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบ และมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบได้ดังนี้

$$\text{มวลร้อยละ} = \frac{\text{มวลของธาตุในสารประกอบ}}{\text{มวลโมเลกุลของสารประกอบ}} \times 100$$

5.2 การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล

สารเคมีแต่ละชนิดประกอบด้วยธาตุและจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน การที่จะทราบว่าสารเคมีชนิดนั้นประกอบด้วยธาตุใดบ้าง มีอัตราส่วนของสารประกอบเป็นเท่าใดหรือมีสูตรเคมีอย่างไร ทำได้โดยการวิเคราะห์หาองค์ระกอบของธาตุชนิดนั้น เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวแล้วสามารถนำไปใช้คำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล

6. สมการเคมี

สมการเคมีเป็นการแสดงสูตรหรือสัญลักษณ์เพื่อแสดงว่า สารใดทำปฏิกิริยากันบ้างและสารใดเป็นสารที่ได้จากปฏิกิริยานั้น ๆ สารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน เรียกว่า สารตั้งต้น (Reactant) ส่วนสารที่ได้จากปฏิกิริยา เรียกว่า สารผลิตภัณฑ์ (Product) สมการเคมี มี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

6.1 สมการไอออนิก คือ สมการที่เขียนสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์เฉพาะที่มีการเปลี่ยนแปลงประจุของไอออน

6.2 สมการโมเลกุล คือ สมการที่เขียนโดยใช้สูตรโมเลกุลของสารนั้น ๆ ในสมการ

7. การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี

7.1 มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี

ระบบ คือ ส่วนที่อยู่ภายในเขตการศึกษาซึ่งรวมทั้งก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลง

สิ่งแวดล้อม คือ ส่วนที่อยู่นอกขอบเขตการศึกษา เช่น ภาชนะ อุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดต่าง ๆ

นอกจากนี้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารจำเป็นต้องระบุสมบัติต่าง ๆ ของระบบ เช่น มวล อุณหภูมิ ปริมาตร ความดัน ถ้าตรวจสอบได้ว่าสมบัติใดของระบบมีการเปลี่ยนแปลงก็ถือได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในระบบ

ภาวะของระบบ คือ สมบัติของสารและปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของระบบ

7.1.1 กฎทรงมวล เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2317 โดย อองตวน โลรอง ลาวัวซิเอ ได้ทดลองเผาสารในหลอดที่ปิดสนิท พบว่ามวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา

7.1.2 กฎสัดส่วนคงที่ ตั้งขึ้นโดย โจเซฟ เพราสต์ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ศึกษาการเตรียมสารประกอบบางชนิด พบว่า สารประกอบชนิดหนึ่งที่เตรียมด้วยวิธีที่แตกต่างกันจะมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบคงที่เสมอ จึงตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎสัดส่วนคงที่

7.2 ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี

7.2.1 กฎของเกย์-ลูสแซก ตั้งขึ้นโดย โชแซฟ-ลุย เก-ลูซัก นักเคมีชาวฝรั่งเศส สรุปได้ว่า ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ

7.2.2 กฎอาโวกาโดร ตั้งขึ้นโดย อาเมเดโอ อาโวกาโด นักฟิสิกส์ชาวอิตาลี สรุปได้ว่า ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แก๊สใด ๆ ที่มีปริมาตรเท่ากัน จะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน

7.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี

สมการเคมีนอกจากจะแสดงให้ทราบว่ามีสารใดเกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีแล้ว สมการเคมีที่ดุลแล้วยังแสดงให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของสารในปฏิกิริยาเคมีด้วย

7.4 สารกำหนดปริมาณ

สารที่เข้าทำปฏิกิริยามีปริมาณไม่พอดีกัน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะสิ้นสุดเมื่อสารใดสารหนึ่งหมด สารที่หมดก่อนจะเป็นตัวกำหนดปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ

7.5 การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

สมการเคมีหลายสมการ อาจมีความเกี่ยวข้องกัน ถ้าทราบปริมาณของสารใดสารหนึ่งในสมการหนึ่ง จะสามารถหาปริมาณของสารในอีกสมการหนึ่งได้

7.6 ผลได้ร้อยละ

ในการคำนวณหาปริมาณของผลิตภัณฑ์สมการเคมีนั้น ค่าที่ได้เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี (Theoretical yleld) แต่ในทางปฏิบัติจะได้ผลลัพธ์น้อยกว่าตามทฤษฎี แต่จะได้มากหรือน้อยแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับวิธีการและสารเคมีที่ใช้ เรียกผลที่ได้นี้ว่า ผลได้จริง (Actual yield) สำหรับการรายงานผลการทดลองนั้นจะเปรียบเทียบค่าที่ได้ตามทฤษฎีในรูปร้อยละ ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ร้อยละของผลได้} = \frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100$$

จากการศึกษาเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นการศึกษาเพื่อนำองค์ความรู้มาใช้ในการกำหนดเนื้อหาสาระ และสร้างเครื่องมือในการวิจัย เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีความถูกต้องและครอบคลุมเนื้อหาที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ตามหลักสูตร

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5Es หรือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycles) มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลายดังนี้

ชาตรี เกิดธรรม (2545, หน้า 36) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล ทำให้ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิด หาวิธีการแก้ปัญหาได้เองและสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ทิศนา แขมมณี (2553, หน้า 141) ได้ให้นิยามการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะว่าหมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียน

เกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 54) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219-220) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ และพัฒนาการตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

กูด (Good, 1973) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิด การสังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์ คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาด สามารถทดสอบได้ และสรุปอย่างมีเหตุผล

ซัน และโทรวบริดจ์ (Sun & Trowbridge, 1973 อ้างถึงใน สรรฤดี ดีปู่, 2554, หน้า 8) สรุปลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง สร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิธีการ ทักษะทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งต้องให้อิสระและให้นักเรียนมีโอกาสคิด เป็นการเรียนที่เน้นการทดลอง เพื่อให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ และพัฒนาการตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

2. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) ได้กล่าวถึงหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ดังนี้

2.1 ปรัชญาวิทยาศาสตร์ดั้งเดิม ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความจริงหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ ซึ่งได้จากการตรวจสอบ การค้นคว้าทดลองอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เกิดจากการสรรค์สร้างของแต่ละบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลมาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของสังคมของแต่ละคน

2.3 แนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) (ศิริบูรณ์ สายโกสุน, 2542) เป็นแนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิดและการปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (Adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (Organization) การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการคือ

2.3.1 กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่เกิดจากการซึมซับประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2.3.2 กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซับเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้ว ถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซับเข้ามาเข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

2.3 ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) (ทิศนา แขมมณี, 2553) เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากก็น้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้ เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้

เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎี Constructivism เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย

3. คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้

อาจถือว่าการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหรือแนวทาง (Approach) ที่จะทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ด้วย โดยผ่านการสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการสังเกต การสำรวจ หรือการทดลอง แล้วแต่สถานการณ์ ไม่ว่าจะใช้กิจกรรมรูปแบบใดจะต้องมีคุณลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ 5 ประการดังต่อไปนี้ปรากฏอยู่ (ประมวล ศิริผันแก้ว, 2557, หน้า 1-2)

3.1 การตั้งคำถาม เมื่อคนเราสังเกตสิ่งใดก็มักจะมีคำถามหรือข้อสงสัยเกิดขึ้นเสมอ เช่น อะไร ทำไม เมื่อไร อย่างไร และเมื่อมีคำถามก็จะนำไปสู่การสำรวจ เพื่อหาคำตอบ การตั้งคำถามจึงเป็นหัวใจของการสืบเสาะหาความรู้

3.2 การให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยาน ในการตอบคำถามหรือสร้างคำอธิบายต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเป็นหลักฐานหรือประจักษ์พยานอ้างอิง จึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลที่ครบถ้วน และแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลจากการสังเกตการสำรวจหรือการทดลอง

3.3 การสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหรือหลักฐานที่มี คำอธิบายจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่มี ทั้งนี้จะต้องผ่านการคิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างระมัดระวังและมีเหตุผล คำอธิบายเป็นส่วนประกอบที่สำคัญขององค์ความรู้

3.4 การเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คำอธิบายหรือคำตอบของคำถามต่าง ๆ เมื่อนำมาสังเคราะห์หรือหลอมรวมกันอย่างมีเหตุผลก็จะเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแนวความคิดหลัก หลักการ กฎ หรือทฤษฎี

3.5 การสื่อสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นอย่างมีเหตุผล เป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องสื่อสารองค์ความร์ไปยังผู้อื่นเพื่อการวิพากษ์หรือโต้แย้งอย่างมีตรรกะ ทั้งนี้องค์ความรู้ที่สร้างขึ้นอาจมีความไม่สมบูรณ์ในบางส่วน ข้อคิดเห็นจากผู้อื่นจะเป็นแนวทางมาตรวจสอบหรือหาข้อมูลเพิ่มเติม

ในการจัดการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ จะต้องคำนึงถึงคุณลักษณะดังกล่าวนี้ โดยนำไปสอดแทรกในขั้นตอนต่าง ๆ ของรูปแบบการสอน (Instructional models) หรือกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning activities) ต่าง ๆ ทั้งนี้ความเข้มข้นของแต่ละคุณลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ที่จะเกิดกับนักเรียน ขึ้นอยู่กับการมีส่วนร่วมของนักเรียน และบทบาทของครู ถ้าครูมีส่วนชี้นำมากในแต่ละคุณลักษณะ นักเรียนก็จะมีส่วนร่วมด้วยตนเองน้อย อย่างไรก็ตามในบางคุณลักษณะและในบางสถานการณ์ที่ซับซ้อน ครูอาจมีส่วนชี้นำเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้นต่อไป แม้แต่การตั้งคำถาม ในบางสถานการณ์ครูอาจเริ่มต้นก่อนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนถามต่อไป ครูอาจแนะนำวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางลงข้อสรุป หรือสร้างคำอธิบาย ดังนั้นครูจึงมีบทบาทสำคัญมากในการจัดการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้โดยครูต้องแสดงบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

4. ประเภทของการสืบเสาะหาความรู้

ประมวล ศิริผันแก้ว (2558, หน้า 3) กล่าวว่า เมื่อพิจารณาบทบาทของนักเรียนในการออกแบบกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นเกณฑ์ อาจแบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้ตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured inquiry) นักเรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถาม หรือประเด็นที่ถูกกำหนดไว้แล้ว การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะการสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

2. การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อแนะนำให้ (Guided inquiry) นักเรียนสามารถดัดแปลงข้อแนะนำในการดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามที่เห็นสมควร และเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่ก็มีการกำหนดคำถามหรือหัวข้อเรื่องในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ให้

3. การสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากนักเรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป ตัวอย่างของการสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระรูปแบบหนึ่งก็คือการส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั่นเอง การจัดให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระที่มีประสิทธิผลควรให้นักเรียนได้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อแนะนำไว้ให้ก่อน เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียน

กมลวรรณ คล้ายวงษ์ (2558, หน้า 4-5) กล่าวว่า โดยทั่วไปการจัดประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ จะพิจารณาได้จากระดับของบทบาทและการมีส่วนร่วมของครูผู้สอนและระดับของบทบาทและความท้าทายของกิจกรรมที่จัดให้แก่นักเรียน ในที่นี้จะแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Structure inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้ ครูผู้สอนมีบทบาทในระดับสูง โดยเป็นผู้แนะนำนักเรียนในตลอดขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง มีการให้ปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้แนวคิดและขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง โดยนักเรียนจะมีบทบาทในการหาคำตอบ ซึ่งการสืบเสาะประเภท Structure inquiry นี้จะเหมาะกับห้องเรียนขนาดใหญ่ หรือนักเรียนที่ยังมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับเริ่มต้น

2. Guided inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ครูผู้สอนจะลดระดับบทบาทของการมีส่วนร่วมลงและนักเรียนมีบทบาทในการเรียนเพิ่มขึ้น กล่าวคือมีการกำหนดปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ให้ แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง

3. Collaborative inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ทั้งครูผู้สอนและนักเรียนมีบทบาทร่วมกัน ในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ในทุกขั้นตอน วิธีการนี้เหมาะสำหรับกลุ่มนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการสืบเสาะมากขึ้น

4. Open inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนสร้างคำถามด้วยตนเอง ออกแบบวิธีการ และนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนมีบทบาทในด้านการให้คำปรึกษา และจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับนักเรียนในระดับสูง

อย่างไรก็ตามหาพิจารณาประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ที่นำเสนอ จะพบว่ามีความคล้ายคลึงกัน คือ แบบที่ครูมีบทบาทมากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบที่ครูและนักเรียนร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบที่นักเรียนมีบทบาทมากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ของครูควรพิจารณาว่าเมื่อใด และเรื่องใดควรส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้แบบใด เช่น ในระดับชั้นประถมศึกษา ควรเริ่มต้นจากการสืบเสาะหาความรู้ตามแบบที่กำหนดไว้ให้แล้วพัฒนาไปสู่การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อแนะนำให้ และเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์และทักษะเพียงพอแล้ว จึงส่งเสริมให้ทำกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ ในระดับมัธยมศึกษาอาจเริ่มต้นจากการสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อแนะนำให้ แล้วให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ

5. กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สมจิตร สวธนไพบูย์ (2541, หน้า 58) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab discussion) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือเป็นการแนะแนวทางการทดลอง ออกแบบการทดลอง เพื่อที่จะตอบคำถามตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การปฏิบัติการทดลอง (Experiment period) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยครูผู้สอนคอยควบคุม ดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab discussion) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นความรู้รวมทั้งการอภิปรายถึงข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลองด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219-220) ได้กล่าวถึงรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น

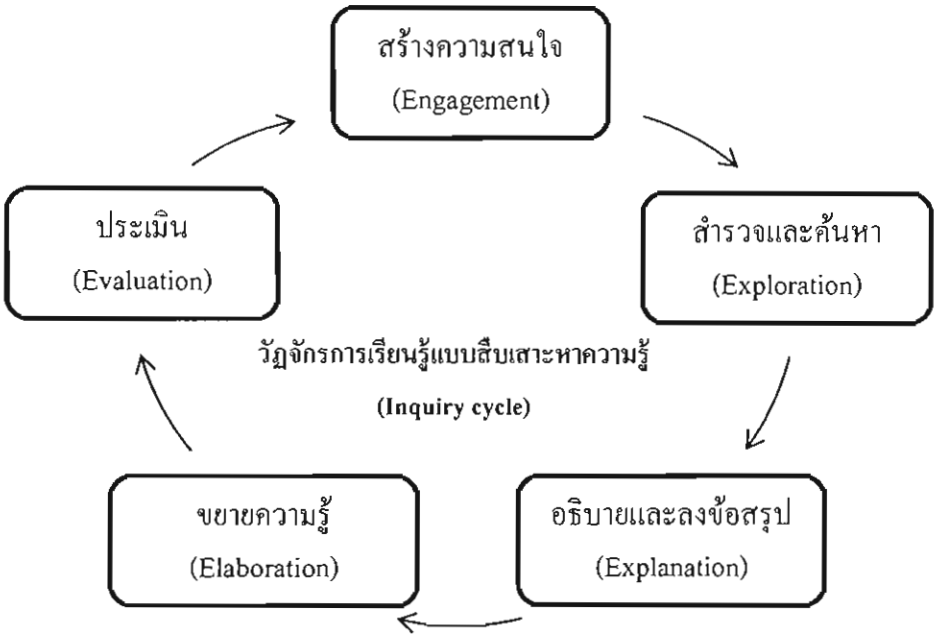
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจที่จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไรและมากน้อยเพียงใด นำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องราวอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อง ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการและทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพที่ 3 วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

จากการศึกษาความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ ประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ และกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังที่กล่าวข้างต้น เพื่อผู้วิจัยจะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

วิธีการแบบเปิด

1. ความหมายของวิธีการแบบเปิด

ได้มีผู้ให้ความหมายของวิธีการแบบเปิดไว้ดังนี้

ณิศรา สุทธิสังข์, ไมตรี อินประสิทธิ์ และเกียรติ แสงอรุณ (2555) ได้กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดเป็นลำดับการสอนของครู ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามความสามารถของนักเรียน และสร้างแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหา เป็นเครื่องมือสำหรับการเปลี่ยนแปลงการจัดการชั้นเรียนใหม่ การสอนด้วยวิธีการแบบเปิดผลักดันให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง และนำไปสู่ความเข้าใจสาระสำคัญที่ได้จากการแก้ปัญหา เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเหมาะสม

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2549) กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นได้

ลัดดา ศิลาน้อย (2548, หน้า 25) ได้กล่าวถึงความหมายของวิธีการแบบเปิดไว้ว่า เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มีลักษณะที่เป็นปัญหาปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด โดยกำหนดสถานการณ์ไว้ 3 แนวทาง คือ สถานการณ์ A เป็นเรื่องของการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา สถานการณ์ B เป็นช่วงของการสืบเสาะหาข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองโดยอาศัยประสบการณ์ที่มีอยู่ และสถานการณ์ C เป็นการเน้นสถานการณ์ใหม่ที่พัฒนามากกว่าที่มีอยู่เดิม

เอื้อจิตร พัฒนจักร, ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และนฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2554) ได้ให้นิยามวิธีการแบบเปิดไว้ว่า เป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่ง ที่นักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับนักเรียน และเกิดแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

จากความหมายของวิธีการแบบเปิดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า วิธีการแบบเปิดหมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย สร้างโอกาสให้นักเรียนที่มีความสามารถและความต้องการต่างกัน ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนในชั้นเรียนได้ โดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน และผลักดันให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะมีคำตอบของประเด็นปัญหาอย่างกว้างขวาง และนำไปสู่ความเข้าใจสาระสำคัญที่ได้จากการแก้ปัญหา เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเหมาะสม

2. แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด

2.1 การเปิดใจของนักเรียน

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2549, หน้า 1-9) กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขา ควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นได้ หรือกล่าวว่าครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการสอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำให้แนวคิดของนักเรียนขึ้นไปอยู่ในระดับที่สูงขึ้น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่น โดยอาศัยการชี้แนะของครู นอกจากนี้ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดต้องพยายามสนับสนุนให้นักเรียนได้มีการบริหารจัดการตนเองเพื่อขยายต่อกิจกรรม การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดมุ่งเน้นที่จะเปิดใจของนักเรียนที่มีการเรียนมากกว่าเน้นการสอนเนื้อหาให้ครบ การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลัก 3 ประการ ดังนี้

2.2.1 มีความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระของกิจกรรมนักเรียน นั่นคือ เราจะต้องตระหนักในคุณค่าของกิจกรรมของนักเรียน โดยที่จะพยายามไม่เข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น

2.1.2 มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการและเชิงบูรณาการ

2.1.3 มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่มีประโยชน์ของครูในห้องเรียน ในห้องเรียนนั้นมีบ่อยครั้งที่ครูต้องเผชิญกับแนวคิดของนักเรียนที่ครูไม่ได้คาดมาก่อน ในลักษณะนี้ครูจะต้องมีลักษณะสำคัญในการที่จะทำให้แนวคิดเหล่านั้นได้มีบทบาทอย่างเต็มที่ในชั้นเรียน และพยายามอย่างจริงจังว่าทำอย่างไรนักเรียนคนอื่นจะสามารถเข้าใจได้แท้จริงเกี่ยวกับแนวคิดที่ไม่ได้คาดมาก่อนนั้น

โดยทั่วไปการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 3 สถานการณ์ ดังนี้

สถานการณ์ A กำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาสถานการณ์หนึ่ง

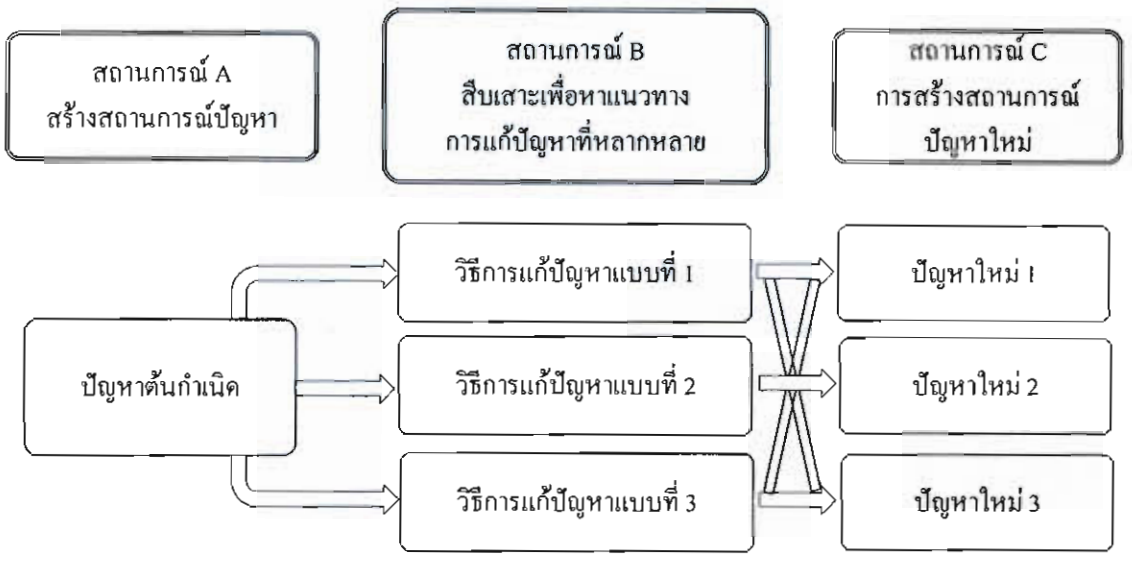
สถานการณ์ B สืบเสาะเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

สถานการณ์ C สร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม

ในสถานการณ์ A ซึ่งเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้นมานั้น บทบาทของครูคือนำสถานการณ์ปัญหาหรือปัญหาต้นกำเนิดปัญหาหนึ่งมานำเสนอกับนักเรียน บทบาทของนักเรียนคือนำสถานการณ์ปัญหาหรือปัญหาต้นกำเนิดนั้นที่ตอบสนองต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง

ในสถานการณ์ B ซึ่งเป็นช่วงของการสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายนั้น นักเรียนถูกคาดหวังที่จะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเอง ส่วนครูพยายามชี้แนะให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางคำตอบที่ดูเหมือนจะไม่เกี่ยวข้องกันเลยในตอนแรกให้สามารถรวมกันเป็นความรู้ในระดับสูงขึ้นในระยะต่อมา

ในสถานการณ์ C ซึ่งเป็นการสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม นักเรียนต้องพยายามสร้างปัญหาที่มีความเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) มากขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เขาเกี่ยวข้องในสถานการณ์ B และจากการที่ได้แก้ปัญหาเหล่านี้ นักเรียนได้รับการคาดหวังว่าจะสามารถค้นพบแนวทางคำตอบที่มีลักษณะเป็นกรณีทั่วไปได้มากขึ้น



ภาพที่ 4 สถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, หน้า 5)

2.2 การเปิดและชนิดของปัญหา

ในวิธีการแบบปลายเปิด (Open-ended approach) จะเน้นว่าปัญหาไม่ได้สิ้นสุดที่คำตอบ ๆ เดียว แต่ในวิธีการแบบเปิด (Open approach method) ความหมายของการเปิดได้รับการพิจารณาในมุมมองที่กว้างกว่าวิธีการแบบปลายเปิด กล่าวคือวิธีการแบบเปิดยอมรับทั้งกรณีที่ปัญหาเป็นแบบปลายเปิด คือมีคำตอบได้หลากหลายแล้วยังยอมรับกับเรื่องการที่ปัญหาหนึ่ง ๆ มีปัญหาอีกหลายปัญหารวมอยู่ในปัญหานั้นด้วย จากการขยายแง่มุมเหล่านี้ทำให้แก้ปัญหาเรื่องความยากของการสร้างปัญหาแบบปลายเปิดได้ ยิ่งไปกว่านั้นการเปิดตามแบบ

ของวิธีการแบบเปิดนั้น ยังทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะสร้างโอกาสได้มากขึ้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน และมีความต้องการแตกต่างกันในการเข้าร่วมในชั้นเรียน การที่ได้มาซึ่งแนวทางคำตอบด้วยตัวเองอย่างหลากหลายทำให้นักเรียนต้องสรุปคำตอบต่าง ๆ จากมุมมองที่แตกต่าง (Nohda, 1983 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2549, หน้า 6)

ปัญหาที่ใช้ในวิธีการแบบเปิดเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยมีประสบมาก่อน (Non-routine problems) ดังนั้น โดยอาศัยความหมายของการเปิดตังที่อธิบายไว้ข้างต้น ทำให้สามารถจำแนกปัญหาแบบปลายเปิดออกได้เป็น 3 ชนิด คือ กระบวนการเปิด (Process is open) ผลลัพธ์เปิด (End product are open) แนวทางพัฒนาปัญหาเปิด (Ways to develop are open) ซึ่งแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 กระบวนการเปิด ปัญหาชนิดนี้มีแนวทางในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นปัญหาต้นกำเนิดที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลาย แน่นอนว่าปัญหาที่นำมาให้ในการเรียนต่างก็เป็นปัญหาแบบปลายเปิดโดยนัยนี้ อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่าสนใจก็คือ โดยทั่วไปปัญหาที่ใช้ในโรงเรียนจะเน้นการพิจารณาคำตอบเพียงคำตอบเดียว รวมทั้งไม่ได้เน้นแง่มุมเชิงกระบวนการของปัญหา

2.2.2 ผลลัพธ์เปิด ปัญหาแบบปลายเปิดชนิดนี้มีคำดอบที่ถูกต้องหลากหลาย โดยชิมะตะและเพื่อนร่วมงานของเขาได้พัฒนารูปแบบของปัญหานี้ขึ้น (Shimada อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2549, หน้า 7)

2.2.3 แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้ซึ่งเรียกว่า "จากปัญหาสู่ปัญหา" (Takeuchi & Sawada, 1984 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2549, หน้า 7) ถือได้ว่าเป็นแนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด

2.3 การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน

การประเมินกิจกรรมของนักเรียนในการสอนที่ใช้วิธีการแบบเปิดเป็นสิ่งที่มีคุณค่าที่จะกล่าวถึงเพราะว่า เป้าหมายของวิธีการแบบเปิดไม่ใช่เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว แต่เพื่อส่งเสริมแนวทางในการคิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

3. กระบวนการของวิธีการแบบเปิด

อินทร์ประสิทธิ์ (Inprasitha, 2010, pp. 47-66) ได้กล่าวถึงวิธีการแบบเปิดตามการสอนแบบเปิดที่ได้ปรับให้ใช้ควบคู่กับการศึกษาชั้นเรียนว่า วิธีการแบบเปิดตามการสอนแบบเปิดบรรจุอยู่ในขั้นตอนที่ 2 (การร่วมกันสังเกตชั้นเรียน) ของการศึกษาชั้นเรียน โดยวิธีการแบบเปิดตามการสอนแบบเปิดแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในขั้นนี้ครูเป็นผู้นำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้กับนักเรียน และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบของปัญหา เพราะเมื่อตั้งปัญหาปลายเปิดอยู่ในชั้นเรียน นักเรียนก็เกิดข้อสงสัยในปัญหาดังกล่าว เช่น กฎ สูตรต่าง ๆ ดังนั้นคำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในตอนแรก ซึ่งปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ทั้งกฎ สูตร วิธีการและอื่น ๆ ของการตอบปัญหา และยิ่งไปกว่านั้นก็ไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่นักเรียนจะกระทำ ซึ่งการที่จะช่วยเหลือให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหาอย่างมีประสิทธิผลคือ

3.1.1 ให้กำลังใจนักเรียนโดยมุ่งไปที่ประเด็นปัญหาที่คล้ายกัน ด้วยการฉายโปรเจคเตอร์ให้ดู

3.1.2 เปลี่ยนข้อมูลให้เป็นแบบทั่วไป ตัวอย่างเช่น การแนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือการแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมที่มากกว่าการให้ปัญหาที่เป็นคำพูด

3.1.3 ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของนักเรียน

3.1.4 หารูปแบบที่ดีที่สุดในการใช้เนื้อหาที่เป็นรูปธรรม

3.2 ขั้นเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน ในขั้นนี้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมถึงการใช้วิธีการต่าง ๆ ในการคิดเพื่อหาคำตอบและสร้างแนวคิดที่แก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมาย นักเรียนใช้การปฏิบัติกับสื่ออุปกรณ์และการคิดในเชิงสัญลักษณ์เพื่อการคำนวณและนำไปสู่การสร้างแนวคิดของตนเองอย่างสำคัญ เพราะปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นพิเศษในการคิดของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งครูไม่ควรไปกำหนดปัญหาให้กับนักเรียนทั้งหมด สิ่งที่ครูควรทำคือการปรับความคิดเห็นของนักเรียนให้เข้ากัน การสอนในรูปแบบนี้ก็คล้ายกับการสอนแบบทั่ว ๆ ไป โดยได้รวบรวมเอาองค์ประกอบทั้ง 2 อย่างคือ ผลงานส่วนบุคคลและการอภิปรายบทเรียนทั้งชั้นเรียน แต่ถึงอย่างไรก็ดาม เราไม่สามารถค้นหาการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนได้ เราจึงหามุมมองใหม่ที่ไม่เกิดขึ้นกับนักเรียน แต่จะปรากฏในช่วงดำเนินการเรียนรู้ของแต่ละคนเพื่อนำมาอภิปรายบทเรียน ซึ่งความคิดของนักเรียนในรายบุคคลมีความสำคัญมากในการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

3.3 ขั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในขั้นนี้นักเรียนมีการนำเสนอวิธีการคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งในช่วงนี้มีความสำคัญมากในการจดบันทึกคำตอบ วิธีการหรือการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำในกลุ่ม ดังนั้นการใช้สมุดบันทึกหรือใบงานทำการจดบันทึกวิธีการคิดหรือการให้ข้อมูล

ข่าวสารของนักเรียน โดยทำการบันทึกแบบย่อ ๆ ในใบงานหลังจากจบบทเรียน ซึ่งครูสามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลก็ได้ เพราะกิจกรรมของนักเรียนในช่วงนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาบทเรียน ครูก็พยายามแนะนำนักเรียนคนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างหรือเสนอแนะเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้คิดเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวซึ่งเรื่องนี้อาจเกิดขึ้นในขณะที่ครูเดินรอบ ๆ เพื่อตรวจดูการทำงานของนักเรียน

3.4 ขั้นสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยง ในขั้นนี้ครูเป็นผู้สรุปบทเรียนในคาบและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนทบทวนแนวคิดที่เกิดขึ้น ซึ่งในช่วงนี้ครูหรือนักเรียนก็จะเขียนงานของตนเองหรืองานของกลุ่มใส่กระดานเพื่อแสดงให้คนอื่นเห็น ซึ่งครูก็จะรวบรวมความคิดที่คล้ายกันของนักเรียนที่ได้นำเสนอ หรือบันทึกความคิดเห็นและอื่น ๆ ของนักเรียน นักเรียนก็จะยืนยันความคิดของตนเองโดยมองว่างานของตนเองมีส่วนที่คล้ายกับงานของคนอื่นหรือไม่อย่างไร เมื่อนักเรียนนำเสนอคล้ายกันก็ทำการสรุปแบบย่อ ๆ โดยที่ครูให้ความสนใจไปที่ประเด็นใดประเด็นหนึ่งแล้วก็สรุป ครูจะรวบรวมความคิดที่นักเรียนนำเสนอมาและรวมกับสิ่งที่ครูได้เตรียมการมาล่วงหน้านำมาสรุปรวมกันให้มีความลงตัวพอดี และมีการเชื่อมโยงไปในบทเรียนถัดไป

จากการศึกษาความหมายของวิธีการแบบเปิด แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดและกระบวนการของวิธีการแบบเปิดดังที่กล่าวข้างต้น เพื่อผู้วิจัยจะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 387-389) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 ก, หน้า 15) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งที่ต้องให้เกิดกับตัวนักเรียนหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สามารถวัดได้จากการพัฒนาการด้านสติปัญญา ความรู้สึกและทักษะกลไกของตัวผู้เรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 109) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน โดยการวัด หมายถึง การตรวจสอบสิ่งที่ต้องเรียนรู้นั้นมีปริมาณและคุณภาพหรือไม่อย่างไรและมากน้อยเพียงใด

กูด (Good, 1973, pp. 6-7) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นการเข้าถึงความรู้ (Knowledge attained) หรือการพัฒนาทักษะทางการเรียน ซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนด คะแนนที่ได้จากงานที่ครูผู้สอนมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

บลูม (Bloom, 1956, p. 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์หรือพุทธิพิสัย เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา การรู้คิด ความสามารถในการคิดเรื่องราวต่าง ๆ

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า หมายถึง พัฒนาการที่เกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการกระทำใด ๆ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา การรู้คิด และความสามารถในการคิดเรื่องราวต่าง ๆ

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2536, หน้า 89) ได้กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือการสอบ สามารถวัดได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติโดยทักษะของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนแสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปของการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน การวัดต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหา ซึ่งเป็นประสบการณ์เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์

แนวทางการวัดผลสมฤทธิ์ทางการเรียนตามคู่มือ Taxonomy of educational objecttives ของบลูม (Bloom, 1956) กล่าวถึงพฤติกรรมที่ต้องการทำการวัดและประเมินผู้เรียนไว้ 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้ จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละยี่สิบของข้อสอบทั้งหมด

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การแปลความ การตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนมีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ การอธิบายชี้แนะ การจำแนกเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความเห็น อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้ โดยพฤติกรรมความเข้าใจ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.1 ความสามารถอธิบายความเข้าใจต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

2.2 ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปสถานการณ์ใหม่

2.3 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

การวัดพฤติกรรมความเข้าใจ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตัวหรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

3. ด้านการนำไปใช้ เป็นการวัดความสามารถด้านการนำเอาความรู้ความเข้าใจมาประยุกต์ใช้ หรือแก้ปัญหาในเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม การเขียนคำถามในระดับนี้อาจเขียนคำถามความสอดคล้องระหว่างวิชาและการปฏิบัติ ถามให้อธิบายหลักวิชา ถามให้แก้ปัญหา ถามเหตุผลของภาคปฏิบัติ

4. ด้านการวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะหรือแจกแจงรายละเอียดของเรื่องราว ความคิด การปฏิบัติออกเป็นระดับย่อย ๆ โดยอาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อค้นพบข้อเท็จจริงและคุณสมบัติบางประการ คำถามระดับการวิเคราะห์ แบ่งออก 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5. ด้านการสังเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการรวบรวมและผสมผสานในด้านรายละเอียดหรือเรื่องราวปลีกย่อยของข้อมูลสร้างเป็นสิ่งใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ความสามารถดังกล่าวเป็นพื้นฐานของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คำถามระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. ด้านการประเมินค่า เป็นการวัดความสามารถในด้านการสรุปค่าหรือตีราคา เกี่ยวกับเรื่องราว ความคิด พฤติกรรมว่าดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม เพื่อหาจุดประสงค์บางประการมาอ้างโดยใช้เกณฑ์ภายในและการประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก

จากแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาเบื้องต้น ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางการวัดตามแนวทางของบลูม คือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ

ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เนื่องจากการวัดในแนวทางนี้สามารถวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 78-82) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้างและมีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ลักษณะทั่วไปของข้อสอบประเภทนี้ถือได้ว่าเป็นข้อสอบแบบกาถูก-ผิด คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ลักษณะทั่วไปของข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ ลักษณะทั่วไปของข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม กับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 171) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว มักจะเป็น

ข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น เป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน เป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องในส่วนใดจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนมีคุณภาพดี จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้หลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะวัดอัตราความงอกงาม

จากลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเบื้องต้น ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบที่สร้างโดยผู้วิจัย เนื่องจากข้อสอบแบบเลือกตอบนั้นสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ครอบคลุม 4 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

4. การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการสร้างเพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956) สามารถใช้แบบทดสอบทั้งประเภทอัตนัยหรือปรนัยก็ได้ ข้อสำคัญอยู่ที่คำถาม ซึ่งข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรมีลักษณะดังนี้

4.1 ข้อคำถามวัดความรู้-ความจำ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถที่ระลึกออกมาได้หรือจำได้ เช่น ถามคำศัพท์ นิยาม สถานที่ เวลา ขนาด ปริมาณ บุคคล ระเบียบ ลำดับขั้นของการทำอย่างใดอย่างหนึ่ง สิ่งเหล่านี้ถ้าสอนมาแล้วจึงนำมาถามและถือว่าเป็นการวัดความจำเท่านั้น

4.2 ข้อคำถามวัดความเข้าใจ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการจับใจความสำคัญจากเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการจับใจความ การแปลความหมาย การตีความหมาย และการขยายความของข้อความ คำ เรื่องราว ภาพ ฯลฯ

4.3 ข้อคำถามวัดการนำไปใช้ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

4.4 ข้อคำถามวัดการวิเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว เนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือ

ความประสงค์สิ่งใดนอกจากนั้นยังบอกถึงว่าส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกัน โดยอาศัยหลักการใดจะเห็นได้ว่าความสามารถในด้านการวิเคราะห์จะมากไปด้วยการหาเหตุผลมาเกี่ยวข้องอยู่เสมอและพยายามมองให้ลึกลงไปถึงแก่นแท้ของเนื้อหา และเหตุการณ์นั้น ๆ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา

4.5 ข้อคำถามวัดการสังเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการผสมส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เป็นการวัดว่านักเรียนจะสามารถนำเอาความรู้แต่ละหน่วยมารวมกันจัดเป็นหน่วยใหม่หรือโครงสร้างใหม่ที่ต่างจากเดิมได้หรือไม่ ลักษณะคำถามประเภทนี้จะถามเกี่ยวกับการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นคำถามที่จะดึงดูดว่าใครมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มากเพียงใด

4.6 ข้อคำถามวัดการประเมินค่า เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการวินิจฉัยตีราคา โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ สิ่งที่มีค่าอาจเป็นวัตถุ สิ่งของ ผลงานต่างๆ หรือเป็นความคิดเห็นก็ได้ การประเมินค่านั้นอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานไปประกอบการวินิจฉัยชี้ขาดเสมอว่า สิ่งนั้นดีไม่ดี และเพราะเหตุใดจึงดี หรือไม่ดี ข้อคำถามอาจจะอยู่ในรูปของการประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน หรือการประเมินค่าที่อาศัยเกณฑ์ภายนอกตัดสินก็ได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยนำเสนอและสรุปเพื่อเป็นหลักในการพัฒนาและสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับใช้ในการวิจัย ซึ่งใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากพัฒนาการที่เกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการกระทำใด ๆ เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา การรู้คิด และความสามารถในการคิดเรื่องราวต่าง ๆ มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ครอบคลุมพฤติกรรมเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นพื้นฐานของการคิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตของมนุษย์ และเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาได้ โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553, หน้า 24) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกองค์ประกอบต่าง ๆ ของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น ๆ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 70-71) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดและจำแนก แยกแยะข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ ความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยง และบอกได้ว่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นยึดหลักการใด เพื่อนำไปสู่การสรุป และการประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง

สุวิทย์ มูลคำ (2553, หน้า 9) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

กูด (Good, 1973, p. 680) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

บลูม (Bloom, 1956, p. 145) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะ เหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ได้ว่ามีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล มีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวพันกันอย่างไร และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ พิจารณารายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีส่วนใดสำคัญที่สุด ส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่ร่วมกันได้ หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด

2. การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

มาร์ซาโน (Marzano, 2001 อ้างถึงใน ประพันธศิริ สุเสารัจ, 2551, หน้า 58) ได้จำแนกลักษณะพฤติกรรมที่บอกถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไว้ 5 ด้าน คือ

1. การจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ ทั้งเหตุการณ์ เรื่องราว สิ่งของออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ได้

2. การจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

4. การสรุปความ เป็นความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้

5. การประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการและทฤษฎีมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถคาดการณ์ กะประมาณ พยากรณ์ ขยายความ คาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 144-147) กล่าวว่า การวัดการคิดวิเคราะห์เป็นการใช้วิจารณญาณ เพื่อไตร่ตรอง การแยกแยะพิจารณาดูรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้อย่างไร หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือ จำแนกว่าชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใด สำคัญที่สุด

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของสิ่งต่าง ๆ ว่าของชิ้ส่วนใดสัมพันธ์กัน

3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การพิจารณาดูชิ้นส่วนหรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงาน หรือยึดกันได้ โดยใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง

บลูม (Bloom, 1956, pp. 145-148) การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะ พิจารณารายละเอียดของสิ่งด่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีส่วนใดสำคัญที่สุด ส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่ร่วมกันได้ หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณา จำแนก แยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ ว่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูชิ้นส่วนหรือส่วนปลีกย่อยด่าง ๆ ว่าทำงานหรือยึดกันได้หรือคงสภาพเช่นนั้นได้ว่าใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง

จากแนวทางในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม ซึ่งครอบคลุมการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน คือ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการวิเคราะห์หลักการ

3. การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การสร้างข้อคำถามวัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูม ต้องมีสิ่งสำเร็จรูป เป็นต้นเรื่องในการถาม เช่น ข้อความที่เกี่ยวกับคติและคำสอน บทความที่เกี่ยวกับความคิดความเห็น ข้อความที่เกี่ยวกับสูตร กฎ และหลักวิชา ภาพ กราฟ แผนที่ แผนผังและตารางตัวเลข หรือใช้วัตถุของจริงหุ่นจำลองของตัวอย่างสิ่งของ เป็นต้น ซึ่งเมื่อกำหนดสิ่งที่เป็นต้นเรื่องดังกล่าวมาข้างต้นนำมาสร้างข้อคำถามวัดการวิเคราะห์แต่ละแบบดังนี้ (สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ, 2556, หน้า 4-13)

3.1 วิเคราะห์ความสำคัญ คือความสามารถในการค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราวในแง่มุมต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์ ที่กำหนดให้จำแนกเป็น

3.1.1 วิเคราะห์ชนิด หมายถึง ความสามารถในการจำแนก บอกชนิด ลักษณะประเภท ของบรรดาข้อความ เรื่องราว วัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ และการกระทำต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์และหลักการใหม่ที่เรากำหนดให้ โดยมีลักษณะการถาม 3 ลักษณะ คือ ถามจากเรื่องราวทั้งหมด เช่น ผลการทดลองนี้มีลักษณะเช่นไร การคำนวณนี้ผิดพลาดตรงไหน เป็นต้น ถามจากบางส่วนบางตอน บางวรรค เช่น วรรคที่สามของข้อความนี้กล่าวถึงอะไร เป็นต้น และถามกลับไปหาวรรคที่ตอนที่ ส่วนที่ เช่น ข้อความตอนใดที่เป็นข้อเท็จจริง การทดลองครั้งใดที่เชื่อถือได้ เป็นต้น

3.1.2 การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่มีความหมายนัยสำคัญของเรื่องราว ในแง่มุมต่าง ๆ เช่น ให้จับความสำคัญที่เป็นเนื้อหาสาระและแก่นสารของเรื่องราว วิเคราะห์หาผลลัพธ์ผลสรุป ความเด่นที่มีคุณค่า และความด้อยที่ไร้สาระหรือสิ่งที่มีอิทธิพลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อเรื่องราวนั้นในทางใดทางหนึ่ง มีลักษณะคำถาม 3 ลักษณะเช่นเดียวกัน คือ ถามให้วิเคราะห์จากเรื่องราวทั้งหมด เช่น ข้อความนี้กล่าวว่าสิ่งใดสำคัญที่สุด สิ่งสำคัญมากของการทดลองนี้คืออะไร สิ่งใดมีความจำเป็นต่อการทดลองนี้มากที่สุด เป็นต้น ถามให้วิเคราะห์เฉพาะตอน เฉพาะวรรค เช่น สิ่งใดของกราฟนี้ (แผนภูมินี้) ที่มีความสำคัญน้อยที่สุด จุดมุ่งหมายที่สำคัญของเรื่องนี้ คืออะไร เป็นต้น และถามให้วิเคราะห์แบบกลับ เช่น การทดลองใดมีความสำคัญที่สุด

3.1.3 การวิเคราะห์เลศนัย หมายถึง ความสามารถในการแยะแยะ ค้นหาเจตนาความคิดที่ซ่อนแฝงอยู่ในข้อความ เรื่องราว วัตถุสิ่งของ เหตุการณ์ และการกระทำ หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง มีลักษณะคำถาม 2 ลักษณะ คือ ถามให้วิเคราะห์จากเรื่องราวทั้งหมด เช่น ข้อความนี้กล่าวพาดพิงถึงใคร คำพูดนี้มีความหมายเป็นนัยทำนองใด เป็นต้น และถามให้วิเคราะห์เฉพาะตอนเฉพาะวรรค เช่น คำพูดตอนใดที่ส่อว่าผู้พูดกล่าวเท็จ เป็นต้น

3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันระหว่างคุณลักษณะสำคัญใด ๆ ของบรรดาเรื่องราว และสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมใด

การถามความสัมพันธ์จะต้องเกี่ยวข้องกับของสองสิ่งหรือสองเรื่องใด ๆ เป็นอย่างน้อย โดยที่สิ่งเหล่านั้นอาจอยู่ในเรื่องเดียวกันหรือมาจากหลายเรื่องก็ได้ สิ่งที่จะนำมาหาความสัมพันธ์จะต้องเป็นสิ่งที่มีความหมายนัยสำคัญ หรือมีอิทธิพลเด่นชัดของเรื่องเหล่านั้นเสมอ และสิ่งเหล่านั้นจะต้องมีคุณลักษณะบางอย่างพาดพิงเกี่ยวเนื่องกันจนมีเหตุผลเพียงพอที่น่าจะนำมาหาความสัมพันธ์กันได้ด้วย สามารถสร้างข้อคำถามโดยพิจารณาจากลักษณะความสัมพันธ์กันดังนี้

3.2.1 สัมพันธ์ตามกัน ได้แก่ของสองสิ่งหรือหลายสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ขึ้นลงตามกัน ลักษณะคำถาม เช่น คำกล่าวใดสอดคล้องกับเนื้อเรื่องนี้ สิ่งใดเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นโดยตรง เรื่องนี้สนับสนุนอะไร สิ่งใดจะเกิดตามมา หมายถึงอะไรอีกอย่างหนึ่ง เป็นต้น

3.2.2 สัมพันธ์กลับกัน ได้แก่ สิ่งที่เปลี่ยนแปลงจำนวนและขนาดตรงกันข้าม ลักษณะคำถาม เช่น สิ่งใดขัดแย้งกับกฎนี้ ความเห็นใดตรงข้ามกับผลข้างต้น คำกล่าวใดสรุปผิดข้อเท็จจริงใดไม่สมเหตุผล เป็นต้น

3.2.3 ไม่มีความสัมพันธ์กัน คือสิ่งที่ไม่มีคุณลักษณะใดเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันเลย เช่น ความสวยกับความฉลาด ลักษณะคำถาม เช่น สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกัน สิ่งใดไม่สอดคล้องกับเรื่องนั้น เป็นต้น

3.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยกับส่วนย่อย ให้หาความเกี่ยวข้องระหว่างส่วนย่อย ๆ ด้วยกันเอง ในแง่มุมต่าง ๆ ลักษณะคำถาม เช่น ข้อความวรรคนี้มีลักษณะเป็นเช่นไรกับวรรคนั้น (สนับสนุน) ตอนนี้เกี่ยวข้องเช่นไรกับตอนที่ 2 และ 3 (สอดคล้องกับตอนที่ 2 และขัดแย้งกับตอน 3) เป็นต้น

ในการถามความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยกับย่อยนี้ อาจถามระหว่างหนึ่งย่อยกับหนึ่งย่อย หรือระหว่างหนึ่งกับสองหรือสามย่อยก็ได้ และจะถามในแง่สัมพันธ์ตามกัน กลับกัน ไม่สัมพันธ์ หรือจะผสมทั้งตามและกลับก็ได้ เช่น ถามว่า วรรคใดสนับสนุนหรือขัดแย้งกับวรรคนั้น สองตอนใดที่สนับสนุนตอนนั้น หรือสองตอนใดที่ตอนแรกสนับสนุน ส่วนตอนหลังขัดแย้งกับเรื่องนั้น

3.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยกับเรื่องทั้งหมด ได้แก่ การถามความสัมพันธ์ระหว่างตอนใดตอนหนึ่งของเรื่องนั้นกับเนื้อความทั้งหมด คำถามชนิดนี้เขียนได้ง่ายและใช้กันมาก แต่ต้องระวังแง่มุมของการถาม ให้มีลักษณะไปในทางหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ ไม่ใช่บอกชนิดหรืออธิบายความหมาย

3.2.6 หาความสัมพันธ์ระหว่างหลาย ๆ ส่วนย่อยกับเรื่องทั้งหมด เป็นการถามที่ต้องการให้ค้นหาว่ามีส่วนย่อยใดบ้างและกี่สิ่งที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ลักษณะ

คำถามแบบนี้ให้หาความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องใดเรื่องหนึ่งกับหลาย ๆ ตัวการย่อย ๆ ที่ช่วยกันส่งอิทธิพลให้เรื่องนั้นสำเร็จ หรือเข้ามามีส่วนร่วมในการเสริมสร้างให้เรื่องนั้นสมบูรณ์ขึ้น ถ้าลำพังแต่เพียงตัวการใดตัวเดียวจะไม่สามารถทำให้เรื่องนั้นสำเร็จขึ้นได้เลย

3.2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องกับเรื่อง ได้แก่ คำถามที่ให้ค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างเรื่องราวทั้งหมดสองเรื่องหรือมากกว่า โดยถามให้พิจารณาในแง่ของความสอดคล้องขัดแย้ง หรือไม่เกี่ยวข้องกัน ลักษณะการถามแบบนี้ถามได้น้อยข้อ เพราะต้องถามรวบยอดหมดทั้งเรื่องนั้น เนื้อหาที่เหมาะกับการถามแบบนี้ได้แก่ นิทานอีสปหรือเรื่องสั้น ๆ เช่น ถามว่าใจความของเรื่อสุนัขกับเงาคล้าย (หรือดรงข้าม) กับนิทานเรื่องใด

3.2.8 ถามแบบกลับ ได้แก่ คำถามที่ให้บอก ตำแหน่ง ของความสัมพันธ์ทั้งหมดที่กล่าวไปข้างต้น ว่าอยู่ดรงส่วนไหนของเรื่องนั้น เช่น ตอนใดที่กล่าวถึงสาเหตุของเรื่องนั้น ความสองตอนใตที่ขัดแย้งกัน ความตอนใดสนับสนุนผลสรุปนี้

3.3 วิเคราะห์หลักการ คือการค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่าการที่สิ่งเหล่านั้นสามารถรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้ก็เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลักแกนกลาง หรือมีสิ่งใดมาเป็นตัวเชื่อมโยง ตัวคำตอบที่เราค้นได้นี้คือหลักการของเรื่องนั้น ๆ

3.3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง ได้แก่ การถามถึงลักษณะของวิธีรวมตัวของส่วนประกอบย่อย ๆ ที่เชื่อมโยงยึดเหนี่ยวเข้าเป็นเอกรูปเดียวกัน ไม่ใช่การถามถึงรูปพรรณสัณฐาน หรือสีสันภายนอกของวัตถุนั้น ในการถามให้วิเคราะห์โครงสร้างนี้อาจให้วิเคราะห์บางตอน ตลอดทั้งเรื่องหรือจะถามแบบกลับ

3.3.2 วิเคราะห์หลักการ ซึ่งหลักการคือความจริงแม่บท ที่บรรดาเรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ยึดถือเป็นพื้นฐานและเป็นแนวทางในการปฏิบัติ เช่น หลักการของเครื่องยนต์เป็นต้น ตัวหลักการมิใช่หมายถึงสูตร กฎ หรือวิธีปฏิบัติของเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ แต่เป็นความจริงทั่วไปที่สามารถใช้ได้กับสิ่งต่าง ๆ หลายเรื่องในสกุลนั้น และเป็นความจริงพื้นฐานที่บรรดาสูตรหรือกฎของแต่ละเรื่องย่อย ๆ เหล่านั้นยึดถือ หรือที่เป็นต้นกำเนิดของสูตรกฎเหล่านั้น ซึ่งแง่มุมที่ควรถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์หลักการ ได้แก่ ถามถึงหลักวิชา และเทคนิคที่ใช้กับเรื่องเหล่านั้น ถามถึงคติ ทัศนะ และลัทธิที่เรื่องนั้นยึดถือ วิธีและหลักการที่ใช้ในการดำเนินงานให้วิจารณ์ผลสรุป วัตถุประสงค์ เหตุผล และความคิดเห็นที่มีต่อสิ่งเหล่านั้น เช่น ยกข้อความและการกระทำใต ๆ มาให้พิจารณาแล้วถามว่า ข้อความนั้นมีอะไรเป็นหลักการสำคัญ ยึดหลักหรือวิธีการใดในการประพันธ์ ใช้กลวิธีลีลาในการปฏิบัติเช่นไร มีเจตนาและทัศนะต่อเรื่องนั้นอย่างไร

มีความโน้มเอียง หรือเชื่อถือสนับสนุน ในคดีลัทธิใด ยึดเหตุผลหรือหลักการใด จึงได้ดำเนินการไปเช่นนั้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยนำเสนอและสรุปเพื่อเป็นหลักในการพัฒนาและสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับใช้ในการวิจัย ความสามารถในการแยกแยะ พิจารณารายละเอียดของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่ามีส่วนใดสำคัญที่สุด ส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และส่วนเหล่านั้นอยู่ร่วมกันได้ หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุมแนวทางการประเมิน 3 ด้าน คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณา จำแนก แยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ ว่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูส่วนย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือยึดกันได้หรือคงสภาพเช่นนั้นได้ โดยใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ปิยะมาศ อาจหาญ (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิชาฟิสิกส์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยะฉัตร์ ชัยมาลา (2550) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจำนวนร้อยละ 77.14 มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจำนวนร้อยละ 82.86 มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ราตรี ประสาทเขตการ (2554) ทำวิจัยเรื่องผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es ที่เน้นพหุปัญญาที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดดูหาสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es ที่เน้นพหุปัญญามีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es ที่เน้นพหุปัญญามีความสามารถด้านการคิดสังเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550) ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการวิจัยพบว่า ด้านการคิดวิเคราะห์นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีววิทยา มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของนักเรียนทั้งหมดผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สุพัชยา ปาทา (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

คอลลินส์ (Collins, 1990) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์ เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย 4 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที เนื้อหาที่ใช้ในการอภิปรายนั้นเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซตทั้งสองกลุ่ม ใช้การสืบเสาะตลอดเวลา ประสบการณ์ด้านต่าง ๆ เช่น จัดภาพยนตร์และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองได้ คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จอห์น (John, 1986) ได้ศึกษาผลในระยะยาวของการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ เชาว์ปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่างคัดเลือกจากนักเรียนเกรด 6 ซึ่งมีเชาว์ปัญญาเท่ากัน (ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Posttest only experimental design) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่สอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ระหว่างวิธีการสอนและระหว่างเพศมีความแตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันจากการสอนทั้งสองวิธี นอกจากนี้ยังพบว่าความคงทนทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันโดยนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ (2554) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระที่ 2 เรื่อง การชั่ง การวัด การตวง ประถมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นวิธีการแบบเปิด (Open approach) ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) ผลปรากฏว่า

1. ด้านนักเรียน นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี อีกทั้งสามารถนำเสนอแนวคิดของตนเองได้อย่างเหมาะสมและมีความถูกต้องชัดเจน นักเรียนมีการทำงานเป็นระบบ มีการวางแผนและกติกา ในด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น เคารพความคิดของคนอื่น นักเรียนมีความภาคภูมิใจในผลงานของกลุ่มและนักเรียนเปิดโอกาสให้เพื่อนแสดงความสามารถ กล้าแสดงออกตัดสินใจในการทำงานของกลุ่ม มีอิสระในการคิดแสวงหาคำตอบ คิดนอกกรอบ

2. ด้านครูผู้สอน ครูสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง มีการเชื่อมโยง มีความพร้อมทั้งการเตรียมการสอน ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดอย่างเต็มที่ มีการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้เกิดพลังความคิดและใช้คำอธิบายในแนวทางที่ถูกต้องได้ดี การพัฒนาบทเรียนที่ต่อเนื่อง รวมทั้งการนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาปรับแก้ไข เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป อีกทั้งเป็นการพัฒนาตนเองให้มีความพร้อมอยู่เสมอ

3. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน กิจกรรมที่ครูและผู้ร่วมวิจัยได้คิดร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ครูต้องเตรียมหาสื่อและอุปกรณ์ แหล่งการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมกลุ่มได้ฝึกให้นักเรียนมีความรักความสามัคคีในหมู่คณะ ยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนและเสนอความคิดของตนเองเพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จตามคำสั่งแต่ละกิจกรรม

นันทิพัฒน์ ปันแสน (2554) ศึกษาผลของลักษณะการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) และวิธีการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ อำเภอซำสูง จังหวัดขอนแก่น พบว่า ลักษณะการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ภาพ ลักษณะการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยใช้เกม และลักษณะการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยแจกกระดาษคำสั่งโดยภาพรวม เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 3 ลักษณะ พบว่านักเรียนสามารถคิดได้อย่างหลากหลายมีอิสระในการคิด และแสดงความคิดเห็นของตนเองมากที่สุดแต่เมื่อใช้การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ภาพ แต่เมื่อนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยใช้เกมแล้ว นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกคน นักเรียนช่วยกันทำงานและแบ่งหน้าที่กันชัดเจน โดยอย่างอัตโนมัติ ส่วนการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยแจกกระดาษคำสั่งจะไม่มีจุดเด่นที่ชัดเจน

ประดิษฐ์ มูลสาร (2554) ทำการวิจัยสำรวจอารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด พบว่า อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดในขั้นที่ 1, 2 และ 3 พบกลุ่มอารมณ์กระตือรือร้นมากที่สุด โดยเฉลี่ยทั้ง 3 สถานการณ์ คิดเป็นร้อยละ 41.17 ร้อยละ 31.67 และร้อยละ 33.33 ตามลำดับ ส่วนขั้นที่ 4 พบกลุ่มอารมณ์มีความสุขมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.00 นักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด มีความตั้งใจและพยายามในแต่ละครั้งของการเรียนอย่างต่อเนื่องและสิ้นสุดคาบเรียนด้วยความสุข ดังนั้นนักเรียนจะชอบและสนุกกับการเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด

ไพรจิตร บ้านเหล่า (2551) ทำการวิจัยพัฒนาทักษะการคิดโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ในด้านทักษะการคิด นักเรียนมีทักษะการคิดผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 76.67 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด ในด้านผลสัมฤทธิ์พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 77.55 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 85.00 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด

วนัญชนา เชิงดี (2555) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมีความเหมาะสมมากที่สุด นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เอื้อจิตร พัฒนจักร (2554) การวิจัยศึกษาและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open approach) เพื่อพัฒนาระบบฝึกหัดครูแบบใหม่ พบว่า จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชากระบวนการแก้ปัญหา ที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 9 กิจกรรมดังกล่าว ส่งผลให้นักศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมายมีการเปลี่ยนแปลงจากคุณลักษณะในช่วงแรกที่มีพฤติกรรมมุ่งเน้นการเรียนรู้เพียงลำพัง ไปสู่การมีจุดเริ่มต้นในการมีความตระหนักถึงความรับผิดชอบของตนเองต่อกลุ่ม สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสุดท้ายนักเรียนมีลักษณะช่างสังเกต ช่างคิดและใช้กระบวนการแก้ปัญหา และกล้าแสดงออก ครูผู้สอนในบริบทการวิจัยมีการพัฒนาจากบทบาท พฤติกรรมที่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Teacher center) ไปสู่การยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student center)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด มีจุดเด่นหลายประการที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น อีกทั้งยังมีจุดเด่นที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะในด้านต่าง ๆ ทั้งความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด และความสามารถในการแก้ปัญหา

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวน 488 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากนั้นทำการสุ่มเข้ากลุ่ม (Random assignment) ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 50 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Pretest-posttest, nonequivalent control group design (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 55) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ Pretest-posttest, nonequivalent control group design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
G_1	O_1	X_1	O_2
G_2	O_1	-	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

G_1 แทน กลุ่มทดลอง

G_2 แทน กลุ่มควบคุม

O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียน

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีแบบเปิด

\- แทน การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	วิธีการแบบเปิด	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
1. ขั้นสร้างความสนใจ - ครูสร้างความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้หรือแนวคิดหรือเนื้อหาสาระ		1. ขั้นสร้างความสนใจ - ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อให้เกิดการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว	- ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ - เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม
2. ขั้นสำรวจและค้นหา - ครูกระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน สังเกตและฟังเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ถามนำเพื่อให้นักเรียนสืบค้นเมื่อจำเป็นและให้คำปรึกษา	1. ขั้นนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด - ครูเป็นผู้นำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้กับนักเรียนและให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง	2. ขั้นนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด - ครูนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้กับนักเรียนและให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเองด้วยการวิเคราะห์ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อหาประเด็นที่สำคัญที่จะเป็นจุดที่ใช้ในการคิด	- ครูนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด - นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาแบบปลายเปิดที่ครูนำเสนอ - ครูคอยสังเกตและช่วยเหลือนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจความหมาย

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	วิธีการแบบเปิด	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
		เพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น โดยครูพยายามช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหานั้นให้ชัดเจน ซึ่งอาจทำได้โดยการให้กำลังใจนักเรียน นำเสนอตัวอย่างประเด็นปัญหาที่คล้ายกัน ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของผู้เรียน แนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลายหรือการแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรม และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ประเด็นที่สำคัญของปัญหานั้นได้	ของปัญหานั้นให้ชัดเจน โดยวิธีการต่าง ๆ
	2. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน - นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมถึงการใช้วิธีการ	3. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน - นักเรียนคิดหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ด้วยตนเองจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง - ครูสังเกตและคอยกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	วิธีการแบบเปิด	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
	ต่าง ๆ ในการคิดเพื่อหาคำตอบและสร้างแนวคิดที่แก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมาย	ปัญหาในขั้นแรกและใช้ความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้เดิมของนักเรียนมาใช้ในการหาคำตอบอย่างมีเหตุผล	- ครูซักถามเพื่อนำไปสู่การได้แนวคำตอบของนักเรียนเองและเพื่อให้เกิดการคิดหาคำตอบที่หลากหลาย
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป - ครูผู้สอนควรกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายความคิดรวบยอด โดยใช้คำพูดของนักเรียนเอง ถามเพื่อให้ทราบถึงเหตุการณ์และการอธิบายความเข้าใจของนักเรียน	3. ขั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน - ในขั้นนี้นักเรียนมีการนำเสนอวิธีการคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน	4. ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม - นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดและคำตอบของตนเองกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม เพื่อให้เพื่อนในกลุ่มได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนแต่ละคนก็จะทำการบันทึกแนวคำตอบของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีคิดหาคำตอบของเพื่อนในกลุ่ม	- นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดของตนเองในกลุ่ม และร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน - นักเรียนบันทึกแนวคำตอบของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม - ครูคอยสังเกตและคอยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	วิธีการแบบเปิด	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
	4. ขั้นสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด - ในขั้นนี้ครูเป็นผู้สรุปบทเรียนในชั่วโมง และเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนได้ทบทวนแนวคิดที่เกิดขึ้น	5. ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด - ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีคิดหน้าชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้น โดยครูให้นักเรียนในห้องเรียนนำเสนอแนวคิดในการตอบปัญหา โดยครูอาจเลือกให้นักเรียนนำเสนอแนวความคิดในการตอบปัญหาที่มีความแตกต่างกันให้ครอบคลุมทั้งหมด และเป็นผู้สรุปบทเรียนในชั่วโมงเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญจากปัญหานั้น	- นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน - ครูสรุปบทเรียนในชั่วโมงเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น
4. ขั้นขยายความรู้ - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียน		6. ขั้นขยายความรู้ - นักเรียนสืบเสาะค้นหาความรู้เพิ่มเติม	- นักเรียนสืบเสาะค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากสาระสำคัญ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	วิธีการแบบเปิด	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่		จากสาระสำคัญที่ได้จากการตอบปัญหาแบบปลายเปิด ซึ่งเป็นการนำความรู้ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ซึ่งจะช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับเรื่องต่าง ๆ ได้	ที่ได้จากการตอบปัญหาแบบปลายเปิดจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ - เน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลในขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ - ครูอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่ครอบคลุม
5. ขั้นประเมินผล - ครูผู้สอนควรประเมินความรู้หรือทักษะการประยุกต์ความคิดรวบยอดและการเปลี่ยนแปลงทางความคิดของนักเรียนจากประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งหมดของนักเรียน		7. ขั้นประเมินผล - เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร มากน้อยเพียงใด และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างไร	- ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัด - ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน - นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยด้วยตนเอง

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และผลการเรียนรู้ วิชาเคมี จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ โดยกำหนดเนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 คาบ คาบละ 50 นาที ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้สารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
1	- อภิปราย อธิบาย ความหมายของหน่วยต่าง ๆ ที่ใช้แสดงความเข้มข้นของสารละลาย - คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามต้องการ และทดลองเตรียมสารละลาย	สารละลายและความเข้มข้นของสารละลาย	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมลได้ 2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมลได้	4
2	- คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามต้องการ และทดลองเตรียมสารละลาย	การเตรียมสารละลาย	3. อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ 4. เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้	4

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
3	- ทดลอง สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น เปรียบเทียบจุดเดือด และจุดหลอมเหลว หรือจุดเยือกแข็ง ระหว่างสารละลาย กับตัวทำละลาย สารละลายที่มี ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน สารละลายที่มีตัวละลาย ต่างชนิดกัน แต่มีความ เข้มข้นเท่ากัน - สำรวจ สืบค้นข้อมูล คำนวณโดยใช้ค่าคงที่ ของการเพิ่มขึ้น ของจุดเดือด (K_b) ค่าคงที่ของการลดลง ของจุดเยือกแข็ง (K_f) คำนวณหามวลโมเลกุล ของตัวละลาย จุดเดือด จุดเยือกแข็ง ของสารละลาย	การหาจุดเดือด ของสารบริสุทธิ์ และสารละลาย	5. เปรียบเทียบจุดเดือด ของสารบริสุทธิ์ กับสารละลายได้ 6. เปรียบเทียบจุดเดือด ของสารละลาย ที่มีตัวละลายต่างชนิดกัน ในตัวทำละลายชนิด เดียวกันและมีความเข้มข้น เท่ากันได้ 7. เปรียบเทียบจุดเดือด ของสารละลายชนิด เดียวกันที่มีความเข้มข้น ต่างกันได้ 8. บอกความหมาย ของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้น ของจุดเดือด (K_b) 9. คำนวณหาค่าคงที่ ของการเพิ่มจุดเดือด (K_b) คำนวณหามวลโมเลกุล ของตัวละลาย จุดเดือด ของสารละลาย	4

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
4	- ทดลอง สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น เปรียบเทียบจุดเดือด และจุดหลอมเหลว หรือจุดเยือกแข็ง ระหว่างสารละลาย กับตัวทำละลาย สารละลาย ที่มีความเข้มข้น ต่าง ๆ กัน สารละลาย ที่มีตัวละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน - สำรวจ สืบค้นข้อมูล คำนวณโดยใช้ค่าคงที่ ของการเพิ่มขึ้น ของจุดเดือด (K_b) ค่าคงที่ของการลดลง ของจุดเยือกแข็ง (K_f) คำนวณหามวลโมเลกุล ของตัวละลาย จุดเดือด จุดเยือกแข็ง ของสารละลาย	การหาจุดเยือกแข็ง หรือ จุดหลอมเหลว ของสาร บริสุทธิ์และ สารละลาย	10. เปรียบเทียบจุดเยือกแข็ง หรือจุดหลอมเหลว ของสารบริสุทธิ์ กับสารละลาย 11. เปรียบเทียบจุดเยือกแข็ง หรือจุดหลอมเหลว ของสารละลาย ที่มีตัวละลายต่างชนิดกัน ละลายในตัวทำละลายชนิด เดียวกันและมีความเข้มข้น เท่ากันได้ 12. เปรียบเทียบจุดเยือกแข็ง หรือจุดหลอมเหลว ของสารละลายชนิดเดียวกัน ที่มีความเข้มข้นต่างกันได้ 13. บอกความหมาย ของค่าคงที่ของการลดลง ของจุดเยือกแข็ง (K_f) 14. คำนวณหาค่าคงที่ ของการลดลง ของจุดเยือกแข็ง (K_f) คำนวณหามวลโมเลกุล ของตัวละลาย จุดเยือกแข็ง ของสารละลาย	4
		รวม		16

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 4 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้

1.4.2 สาระสำคัญ

1.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.3 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.4.4 สมรรถนะของผู้เรียน

1.4.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นดอน ดังนี้

1.4.5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.4.5.2 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด

1.4.5.3 ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

1.4.5.4 ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม

1.4.5.5 ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด

1.4.5.6 ขั้นขยายความรู้

1.4.5.7 ขั้นประเมินผล

1.4.6 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.4.7 การวัดและประเมินผล

1.4.8 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

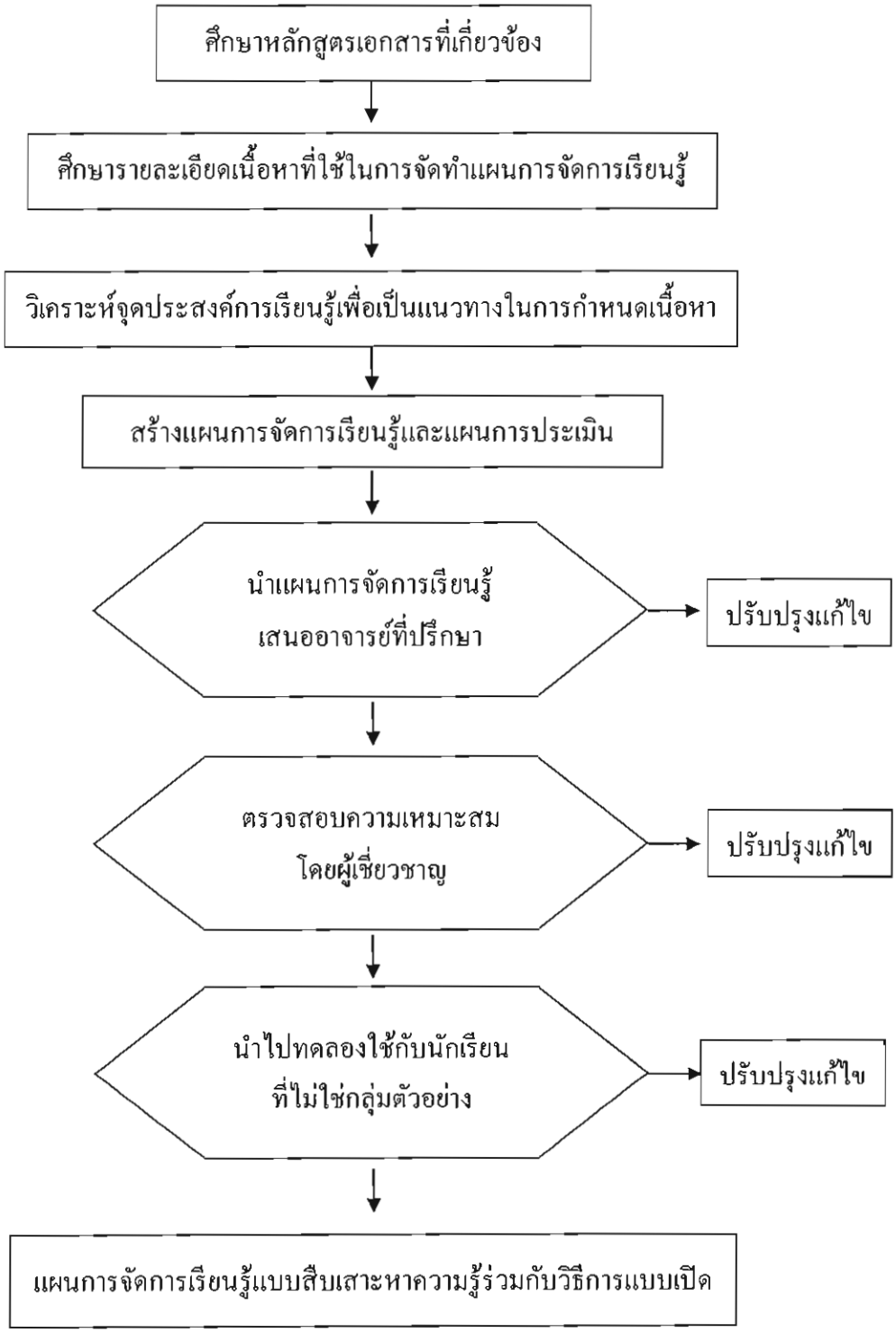
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมากกว่า 3.50

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มย่อย 5 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยผ่านการเรียนเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ให้รัดกุมและกระชับ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่ไม่เคยผ่านการเรียนเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ และปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการจัดการเรียนรูที่สมบูรณ์

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม	ต้องการจริง
สารละลายและความเข้มข้นของสารละลาย	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมลได้		(2) 1		(2) 1	4	2
	2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมลได้		(4) 2	(4) 2	(4) 2	12	6
การเตรียมสารละลาย	3. อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้		(4) 2		(6) 3	10	5
การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	5. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารบริสุทธิ์กับสารละลายได้				(2) 1	2	1
	6. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายที่มีตัวละลายต่างชนิดกัน ในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความเข้มข้นเท่ากันได้				(2) 1	2	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ				รวม	ต้องการจริง
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
	7. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกันได้				(6) 3	6	3
	8. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b)	(2) 1				2	1
	9. คำนวณหาค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) คำนวณหามวลโมเลกุลของตัวละลายจุดเดือดของสารละลาย		(6) 3			6	3
การหาจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	10. เปรียบเทียบจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์กับสารละลายได้		(2) 1		(2) 1	4	2
	11. เปรียบเทียบจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวละลายต่างชนิดกันในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความเข้มข้นเท่ากันได้				(2) 1	2	1
	12. เปรียบเทียบจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกันได้				(2) 1	2	1
	13. บอกความหมายของค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f)	(2) 1				2	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ				รวม	ต้องการจริง
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
	14. คำนวณหาค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f) คำนวณหามวลโมเลกุลของตัวละลายจุดเยือกแข็งของสารละลาย		(2) 1	(4) 2		6	3
	รวม	(4) 2	(20) 10	(8) 4	(28) 14	60	30

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ,

2543 ข, หน้า 248-249) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้อง (*IOC*) เท่ากับ .91 และมีแบบทดสอบจำนวน 2 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า .50 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน จากโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ ที่ผ่านการเรียนเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลายมาแล้ว

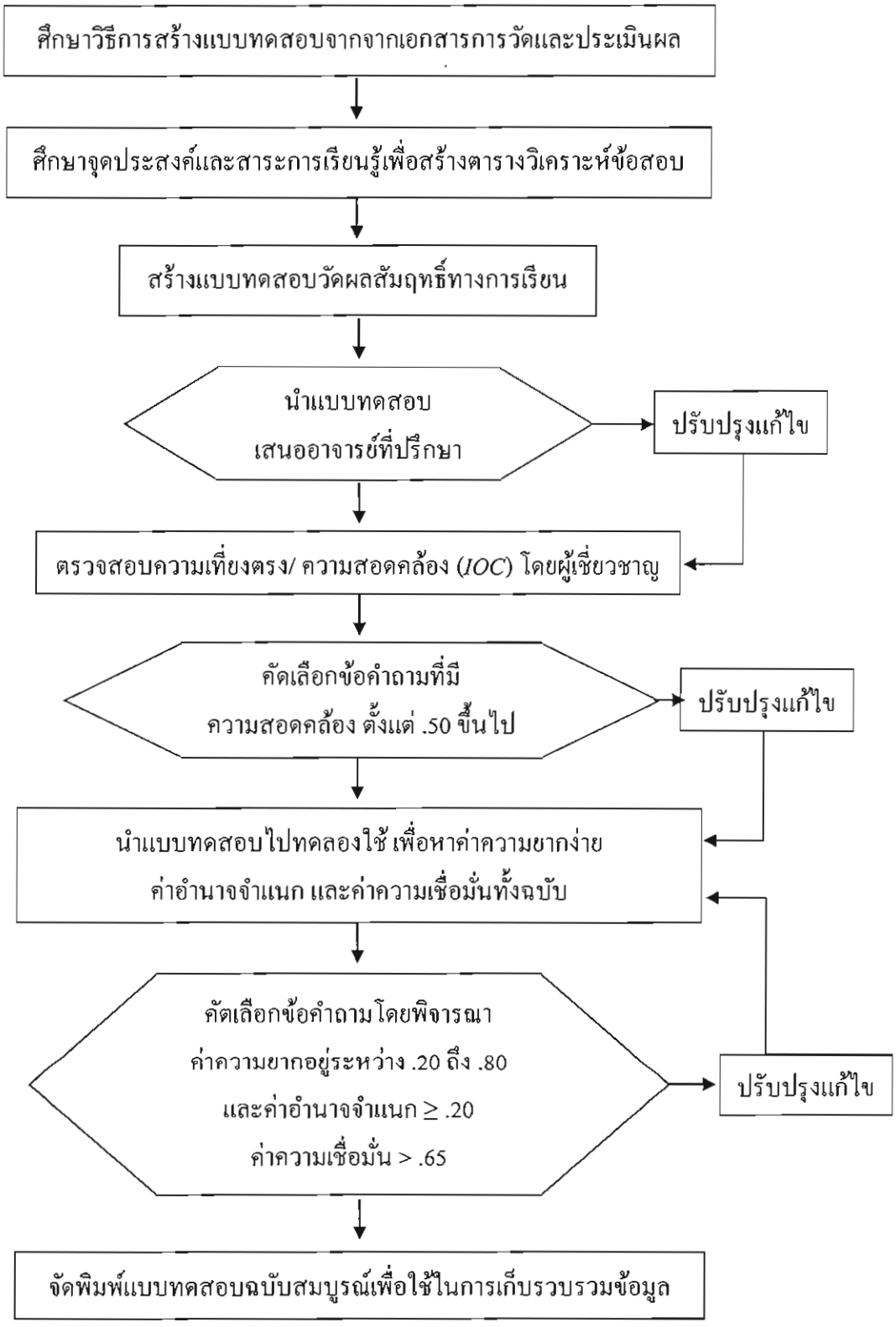
2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (D) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พิจารณาข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .20 ถึง .80 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 210) และค่าอำนาจจำแนกมากกว่าหรือเท่ากับ .20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 218)

2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด โดยได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยาก (P_E) ระหว่าง .24 ถึง .77 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง .25 ถึง .91

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยพิจารณาค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .65 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 119) พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .96

2.11 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมี ประกอบด้วยครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ คือ ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม หรือ 19.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน

2.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบทดสอบวัดความสามารในการคิดวิเคราะห์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสถานที่ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน จำนวน 15 ข้อ เป็นคำถามชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จากสถานการณ์ 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ครอบคลุม ความสามารถของผู้เรียน 3 ด้าน คือ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการวิเคราะห์หลักการ

3.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสถานการณ์ กับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไปให้ผู้เชียวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้อง (*IOC*) โดยพิจารณาค่าความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 248-249) พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้อง (*IOC*) เท่ากับ 1.00

3.5 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน จากโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์

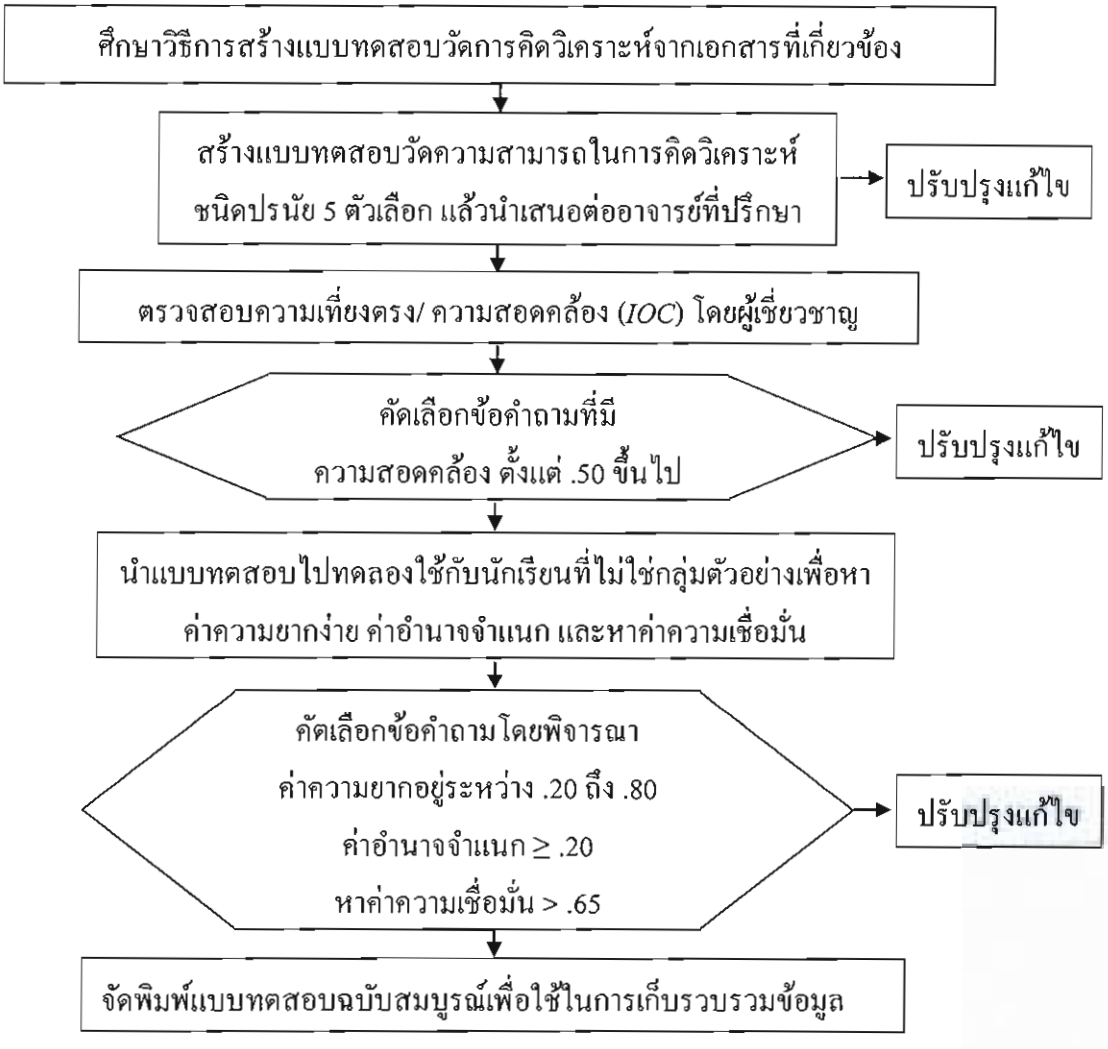
3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (D) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พิจารณาข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .20 ถึง .80 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 210) และค่าอำนาจจำแนกมากกว่าหรือเท่ากับ .20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 218) จากการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีค่าความยาก (P_E) ระหว่าง .28 ถึง .76 และค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง .23 ถึง .80

3.7 นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยพิจารณาค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .65 ขึ้นไป

(สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 119) พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .71

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ เสนอผู้เชี่ยวด้านการสอนวิชาเคมี ประกอบด้วย ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ คือ ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม หรือ 9.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 15 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว

3. ดำเนินการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิดกับกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย ด้วยการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มควบคุม เป็นเวลาสอน 16 คาบ

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ *t-test* Independent sample ในรูป Difference score เนื่องจากต้องการขจัดตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรร่วมที่อาจเกิดขึ้นจากความแตกต่างของนักเรียนก่อนเข้าร่วมการทดลอง

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด โดยใช้ *t-test* Dependent sample

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้ One sample *t-test*

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ *t-test* Independent sample ในรูป Difference score เนื่องจากต้องการขจัดตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรร่วมที่อาจเกิดขึ้นจากความแตกต่างของนักเรียนก่อนเข้าร่วมการทดลอง

5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด โดยใช้ *t-test* Dependent sample

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้ One sample *t-test*

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{X}$) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 306)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 307)

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้ค่าความสอดคล้องของข้อสอบ (*IOC*) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 248-249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 197-198)

$$R_n = \frac{n}{n-1}\left[1-\frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ R_n แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนของเครื่องมือทั้งหมด

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือสัดส่วนคนทำถูกกับคนทั้งหมด

q แทน สัดส่วนผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ ($1-p$)

S^2 แทน ความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ *t-test* Independent sample ในรูป Difference score เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 4 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 101)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S^2}{n_1}+\frac{S^2}{n_2}}} \qquad \text{และ } df = n_1 + n_2 - 2$$

โดย $$S^2 = \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1+n_2-2}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ ในการพิจารณา t

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม

S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

3.2 ใช้สถิติ *t-test* Dependent sample เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 2 และ 5 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 104)

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.3 ใช้สถิติ One sample *t-test* เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 3 และ 6 (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2553, หน้า 356)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} \quad \text{และ} \quad df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร

SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

n แทน จำนวนคนในกลุ่มทดลอง

$\bar{X}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t

p แทน ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน

* แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

6. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	*n*	ก่อนเรียน		หลังเรียน		*df*	*t*	*p*
		$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	*SD*			
G_1	50	12.02	3.04	21.72	3.51	98	7.58*	.000
G_2	50	11.08	2.54	16.40	2.21			

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

กลุ่มทดลอง	*n*	$\bar{X}$	*SD*	*df*	*t*	*p*
ก่อนเรียน	50	12.02	3.04			
				49	21.59*	.000
หลังเรียน	50	21.72	3.51			

* $p < .05$

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65 ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65 (19.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	*n*	เกณฑ์	$\bar{X}$	*SD*	*df*	*t*	*p*
หลังเรียน	50	19.50	21.72	3.51	49	4.471*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 7 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	*n*	ก่อนเรียน		หลังเรียน		*df*	*t*	*p*
		$\bar{X}$	*SD*	$\bar{X}$	*SD*			
G_1	50	8.74	1.95	11.96	1.40			
						98	4.195*	.000
G_2	50	8.62	2.47	10.06	1.79			

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

5. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

กลุ่มทดลอง	*n*	$\overline{X}$	*SD*	*df*	*t*	*p*
ก่อนเรียน	50	8.74	1.95			
				49	15.59*	.000
หลังเรียน	50	11.96	1.40			

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

6. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65 ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 65 (9.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	*n*	เกณฑ์	$\overline{X}$	*SD*	*df*	*t*	*p*
หลังเรียน	50	9.75	11.96	1.40	49	11.169*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิดหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากนั้นทำการสุ่มเข้ากลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 50 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย แบ่งเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 16 คาบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) เท่ากับ .91 ค่าความยาก (P_E) มีค่าระหว่าง .24 ถึง .77 ค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าระหว่าง .25 ถึง .91 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .96 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ มีค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) เท่ากับ 1.00 ค่าความยาก (P_E) มีค่าระหว่าง .28 ถึง .76 ค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าระหว่าง .23 ถึง .80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .71 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Pretest-posttest, nonequivalent control group design วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร *t-test* แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้สูตร *t-test* แบบ Dependent Sample และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์กับเกณฑ์ที่กำหนดของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้สูตร *t-test* แบบ One Sample

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 2 และ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย โดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ผลักดันให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในสาระสำคัญที่ได้จากปัญหา

และใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ของนักเรียนเอง โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิดนั้น เริ่มต้นด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเรียน จากนั้นตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อให้เกิดการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ทำให้นักเรียนเปิดใจที่จะเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่และมีความรู้ที่พร้อมจะเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่จะเรียน เมื่อนักเรียนถูกกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและเปิดใจในการเรียนแล้ว ครูก็นำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้กับนักเรียน เมื่อนักเรียนได้ปัญหาก็ทำการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อทำความเข้าใจ และลงมือหาคำตอบของปัญหานั้นด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนมาใช้ในการหาคำตอบ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับ ทาคาฮาชิ (Takahashi, 2004 อ้างถึงใน สาลินี เรื่อยจุ้ย, 2554, หน้า 59) ได้กล่าวว่า ปัญหาแบบปลายเปิดทำให้นักเรียนได้เข้าร่วมอย่างกระตือรือร้นและสามารถนำเสนอความคิดของตนเองได้อย่างอิสระ เพราะว่ามีวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีโอกาสในการหาคำตอบของตนเองได้โดยไม่เหมือนใคร เมื่อนักเรียนคิดแนวทางในการหาคำตอบและคำตอบได้เป็นของตนเองแล้ว ก็ร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนทั้งในกลุ่ม และหน้าชั้นเรียน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันของนักเรียน ซึ่งจะเป็นการเรียนรู้ข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากคนอื่น ๆ และร่วมกันสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นการเชื่อมโยงแนวคำตอบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ เกิดการเรียนรู้สาระสำคัญที่ได้จากปัญหา และสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิตร สวธนไพบูลย์ (2535, หน้า 34) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและตัดสินใจด้วยตนเอง เป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้โดยการกระทำที่นอกเหนือไปจากสถานการณ์ในชั้นเรียนปกติอยู่เป็นประจำ นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ยังมีการจัดกิจกรรมเพื่อขยายความรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการสืบเสาะค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากสาระสำคัญที่นักเรียนได้จากการร่วมกันตอบปัญหาแบบปลายเปิด ส่งผลทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่ครอบคลุมตามจุดประสงค์ และนอกจากนั้นในขั้นการประเมินที่มีในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ยังเป็นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องที่เรียน เป็นการค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียน และช่วยเติมเต็มการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 5 และ 6 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย โดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ผลักดันให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในสาระสำคัญที่ได้จากปัญหา และใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ของนักเรียนเอง ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยความเข้าใจ การใช้สถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิดมาให้นักเรียนคิดหาคำตอบนั้น จะทำให้นักเรียนได้เปิดความคิดออกมา การตอบปัญหาแบบปลายเปิดนั้นนักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบอย่างสมเหตุสมผล เป็นการดึงเอากระบวนการคิดของนักเรียนแต่ละคนออกมา ทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ และเมื่อนักเรียนได้คำตอบของตนเองแล้วจึงนำเสนอคำตอบเพื่อให้เกิดอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน จากนั้นร่วมกันสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดในการตอบคำถามที่เกิดขึ้น นักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการคิดของเพื่อน ทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคำตอบของตนเองและเพื่อนว่ามีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันอย่างไร ก่อนที่จะร่วมกันสรุปเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคำตอบที่ได้ ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ เช่น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่อง การเตรียมสารละลาย ผู้วิจัยได้นำสถานการณ์ “ถ้าในการทดลองนักเรียนต้องการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยในห้องปฏิบัติการมีสารโซเดียมไฮดรอกไซด์หลายประเภท คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เป็นของแข็ง และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 5, 0.5, 0.075 และ 0.025 โมลาร์ นักเรียนจะสามารถเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการได้อย่างไร” และให้นักเรียนคิดหาคำตอบและร่วมกันอภิปราย จะพบว่า ในการหาคำดอบในสถานการณ์ปัญหานี้ นักเรียนจะต้องพิจารณาเพื่อให้เข้าใจปัญหาอย่างชัดเจน นั่นคือ บอกได้ว่าปัญหาที่กำหนดให้นี้ต้องการคำตอบที่เป็นวิธีการทำให้สารละลายมีความเข้มข้นดามที่ต้องการ จากนั้นจึงวิเคราะห์ต่อเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่จะมาใช้ในการดอบคำถามประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ความเข้มของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้องการคือ 0.1 โมลาร์ และ

สารตั้งต้นที่มี คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เป็นของแข็ง และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 5, 0.5, 0.075 และ 0.025 โมลาร์ และต้องบอกหลักการที่เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบของปัญหานี้ว่า ความเข้มข้น คือ การบอกถึงอัตราส่วนระหว่างปริมาณของตัวละลายกับปริมาณของตัวทำละลายในสารละลายนั้น ๆ ซึ่งเมื่อนักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างชัดเจนแล้ว จึงวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีอยู่หลายประเภทนั้นอันไหนที่จะสามารถนำมาทำให้มีความเข้มข้นที่ต้องการได้ เมื่อนักเรียนคิดหาคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการคิดวิเคราะห์ดังที่กล่าวมาแล้ว นักเรียนได้นำเสนอคำตอบนั้นเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ทำให้ได้เห็นว่าในคำตอบที่นักเรียนแต่ละคนนำเสนอมานั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาการในด้านการคิดวิเคราะห์ ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของวรวุฒิ บ่อคำ (2555, หน้า 157-167) ที่พบว่าการใช้คำถามปลายเปิดร่วมกับร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เกิดขึ้น และยังสอดคล้องกับลัดดา ศิลาน้อย (2548, หน้า 30-31) ที่กล่าวว่า ผลของการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีปัญหาแบบปลายเปิดจะเกิดการบูรณาการในเรื่องอื่น ๆ ตามมาโดยที่ครูไม่ได้กำหนดให้เกิดแต่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ที่จัดขึ้น เป็นการบูรณาการที่ได้ทั้งเนื้อหาความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ อีกทั้งการขยายความรู้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ซึ่งเป็นการอธิบายความรู้เพิ่มเติมให้กับนักเรียน และให้นักเรียนนำความรู้ที่เกิดขึ้นจากการตอบคำถามแบบปลายเปิดและความรู้ที่ถูกเพิ่มเติมมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย เป็นการส่งเสริมการคิดของนักเรียนในการที่แก้ปัญหาที่ต่างออกไป สอดคล้องกับผลการประเมินใบงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการประเมินความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาและการตอบปัญหาอย่างสมเหตุสมผลของนักเรียน พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ด้วยตนเองมากขึ้น โดยที่ได้รับการแนะนำหรือกระตุ้นจากครูน้อยลงด้วยเช่นเดียวกัน นั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ปัญหาแบบปลายเปิดที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด เป็นสิ่งที่สำคัญซึ่งจะต้องตั้งคำถามที่ส่งเสริมให้เกิดการคิดเพื่อหาคำตอบที่หลากหลายเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ในขั้นนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด การเข้าใจความหมายของปัญหาอย่างชัดเจนเป็นสิ่งทีสำคัญที่จะทำให้นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบได้ดีขึ้น ดังนั้นครูจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในขั้นแรกเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้มากที่สุด

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ในขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้คิดหาคำตอบด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยอาจกระตุ้นด้วยการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด ในเนื้อวิชาเคมีเรื่องอื่น ๆ ด้วย เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้เพิ่มเติมที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปปรับใช้เพื่อพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีในเรื่องอื่น ๆ

2.2 ควรมีการศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิดสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะความสามารถในด้านอื่นหรือไม่ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นต้น เนื่องจากระหว่างการจัดกิจกรรมพบว่า ในการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนนั้น นักเรียนจะต้องมีการอภิปรายและให้เหตุผลในการเลือกคำดอบนั้น ๆ ของนักเรียนให้เพื่อนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีการแสดงออกถึงการมีความสามารถในการให้เหตุผล

บรรณานุกรม

กมลวรรณ คล้ายวงษ์. (2558). *5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry)*. เข้าถึงได้จาก www.jokedarunee.com/ master/quest/005.doc

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

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2553). *การคิดเชิงวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

จิตติมา ชอบละเอียด. (2544). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชาตรี เกิดธรรม. (2545). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ดิสคัฟเวอร์.

ณิศรา สุทธิสังข์, ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และเกียรติ แสงอรุณ. (2555). กระบวนการนามธรรมของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดด้วยวิธีการแยกและสร้างจำนวนเพื่อเตรียมเครื่องมือในการสร้างความคิดรวบยอดเรื่องจำนวน. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 13*(1), 46-64.

ทิศนา แขมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์. (2552). การศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีแบบเปิด (Open approach): กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 32*(4), 76-80.

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์. (2554). การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระที่ 2 เรื่อง การชั่ง การวัด การตวง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการเปิด (Open approach) ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study). *ในการประชุมทางวิชาการประจำปีของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี พ.ศ. 2554* (หน้า 218-224). ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นันทิพัฒน์ ป้นแสน. (2554). ผลของลักษณะการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) และวิธีการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ อำเภอซำสูง. *ในการประชุมทางวิชาการประจำปีของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี พ.ศ. 2554* (หน้า 62-74). ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประดิษฐ มูลสาร และคณะ. (2554). อารมณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในวิธีการแบบเปิด. *ในการประชุมทางวิชาการประจำปีของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี พ.ศ. 2554* (หน้า 82-90). ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 5 ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

ประมวล ศิริผันแก้ว. (2558). *การจัดการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based teaching/ learning)*. เข้าถึงได้จาก http://sciteaching.com/A3/A1.pdf

ปิยะฉัตร์ ชัยมาลา. (2550). *ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปิยะมาศ อาจหาญ. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงลดา วรสาร. (2548). *ผลการใช้แผนผังมโนมติในกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้น.

ไพรจิตร บ้านเหล่า. (2551). *การพัฒนาทักษะกระบวนการคิดโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพศาล หวังพานิช. (2536). *วิธีการวิจัย*. กรุงเทพฯ: งานส่งเสริมวิจัยและตำรากองบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 4 ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น. *วารสารคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1*(1), 1-17.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2549). *โครงการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาด้วยยุทธวิธีปัญหาปลายเปิด*. ขอนแก่น: ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ราตรี ประสาทเขตการ. (2554). *ผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es ที่เน้นพหุปัญญา ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดคูหาสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร*. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิควิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543 ก). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543 ข). *สถิติวิทยาทางการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

ลัดดา ศิลาน้อย. (2548). ปัญหาปลายเปิด Open approach ในนวัตกรรมการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 29*(1), 24-34.

วนัญชนา เชิงดี. (2555). *พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการแบบเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วรวุฒิ บ่อคำ. (2555). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับคำถามแบบปลายเปิด เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ต่อการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และผลงานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 6*(2), 157-167.

วราภรณ์ สินศิริ. (2556, 29 ธันวาคม). ครูชำนาญการ. สัมภาษณ์.

ศิริบูรณ์ สายโกสุม. (2542). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3 ปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2556). *ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546 ก). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1-3 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546 ข). *คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมจิตร สวธนไพบูลย์. (2541). *การประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (2553). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). อุดรธานี: อักษรศิลป์การพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สรรฤดี ดีปู่. (2554). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ในรายวิชา 4000101 วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ระดับปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์*. เพชรบูรณ์: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. เข้าถึงได้จาก http://biology.ipst.ac.th/index.php/article-year-2545/121-2009-12-21-10-23-38.html

สาลินี เรืองจุ้ย. (2554). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2547). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. สมุทรปราการ: ออฟเซ็ท พลัส.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2555). *คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับสถานศึกษา (แก้ไขเพิ่มเติม พฤศจิกายน พ.ศ. 2554)*. สมุทรปราการ: ออฟเซ็ท พลัส.

สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ. (2556). *การเขียนข้อสอบวัด "การคิดวิเคราะห์"*. เข้าถึงได้จาก http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/analytic.pdf

สุธารพิงค์ โนนศรีชัย. (2550). *การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุพัชยา ปาทา. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุวิทย์ มูลคำ. (2553). *กลยุทธ์-การสอนคิดวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

เอื้อจิตร พัฒนจักร, ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และนฤมล อินทร์ประสิทธิ์. (2554). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเรื่อง วิธีการแบบเปิด (Open approach) เพื่อพัฒนาระบบฝึกหัดครูคณิตศาสตร์แบบใหม่. *ในการประชุมทางวิชาการประจำปีของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี พ.ศ. 2554* (หน้า 169-178). ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Bloom. (1956). *Taxonomy of educational objectives handbook 1: Cognitive domain*. New York: David Mckay Company.

Collins, W. O. (1990). The Tm pact of computer assisted instruction upon student achievement in Magnet school. *Dissertation Abstracts International*, *50*, 2783-A.

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

Inprasitha, M. (2010). *One feature of adaptive lesson study in Thailand designing learning unit.* Proceedings of the 45th National Meeting of Mathematics Education, pp. 193-206. Gyeongju: Korea.

John, E. L. (1986). Longitudinal study on an classroom test of formal reasoning, Correlations among cognitive development, intelligence, and achievement. *Dissertation Abstracts International*, *46*, 2178-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์	อาจารย์ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์วราภรณ์ สินศิริ	รองหัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ฝ่ายวิชาการ และอาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์
3. อาจารย์ธงชัย สร้างความคิด	อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมี ครูชำนาญการ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์
4. อาจารย์ชูเชิด พุทธเจริญ	อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์
5. อาจารย์ละม้าย จันทร์เขียว	อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา อุบลราชธานี เขต 5

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ 1129

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

13 มิถุนายน 2557

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายรณชัย กลิ่นกล้า นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 19 มิถุนายน พ.ศ. 2557 ถึง 25 มิถุนายน พ.ศ. 2557 อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ดร. เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาการแทน

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 08-9794-4304

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ 1134

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

13 มิถุนายน 2557

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายรณชัย กลิ่นกล้า นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 ถึง 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย ของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ดร. เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาการแทน

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 08-9794-4304

ภาคผนวก ข

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

2. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

3. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น

4. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

5. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น

6. ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

7. ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

8. ผลการประเมินการทำใบงานของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

ตารางที่ 11 การประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง สารละลายและความเข้มข้นของสารละลาย

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	4	4	4.40	0.54	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	3	4	4	4.00	0.71	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	3	4	5	4.20	0.84	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	3	5	4	4.00	0.71	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ 12 การประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	3	4	4	4.00	0.71	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	3	4	5	4.40	0.89	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	3	5	4	4.40	0.89	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	3	5	4	4.40	0.89	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ 13 การประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง จุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	3	4	4	4.00	0.71	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	3	4	5	4.40	0.89	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	3	5	4	4.40	0.89	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	3	5	4	4.40	0.89	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ 14 การประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง จุดเยือกแข็ง หรือจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	3	4	4	4.00	0.71	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	3	4	5	4.40	0.89	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	3	5	4	4.40	0.89	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	3	5	4	4.40	0.89	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	*IOC* ($\Sigma R/n$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	0	0	1	1	3	.60
	2	1	0	1	1	1	4	.80
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	1	1	1	5	1.00
2	5	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	1	5	1.00
	7	1	-1	0	1	1	2	.40*
	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	0	1	1	1	4	.80
	13	1	0	1	1	1	4	.80
	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	17	1	1	1	1	1	5	1.00
	18	1	1	1	1	1	5	1.00
	19	1	1	1	1	1	5	1.00
	20	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*R*	*IOC*
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		*($\Sigma R/n$)*
	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
4	27	1	0	0	1	1	3	.60
	28	1	0	1	1	1	4	.80
5	29	1	-1	0	1	1	2	.40*
	30	1	1	1	1	1	5	1.00
6	31	1	1	1	0	1	4	.80
	32	1	1	1	0	1	4	.80
	33	1	-1	1	1	1	3	.60
	34	1	1	1	1	1	5	1.00
	35	1	0	1	1	1	4	.80
	36	1	1	1	1	1	5	1.00
7	37	1	1	1	1	1	5	1.00
	38	1	1	1	1	1	5	1.00
8	39	1	1	1	1	1	5	1.00
	40	1	1	1	1	1	5	1.00
	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

ตารางที่ 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*R*	*IOC*
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		*(ΣR/n)*
9	45	1	0	1	0	1	3	.60
	46	1	0	1	0	1	3	.60
	47	1	1	1	0	1	4	.80
	48	1	1	1	1	1	5	1.00
10	49	1	0	1	1	1	4	.80
	50	1	-1	1	1	1	3	.60
11	51	1	1	1	1	1	5	1.00
	52	1	1	1	1	1	5	1.00
12	53	1	1	1	1	1	5	1.00
	54	1	1	1	0	1	4	.80
13	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
							ค่าเฉลี่ย	.91

* ดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

จากตารางที่ 15 ได้ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้องต่ำกว่า .50 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D	ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D	ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D
1	.85	.16	**21***	.56	.51	**41***	.53	.85
2*	.75	.78	**22**	.47	.65	**42**	.59	.56
3	.95	.41	**23***	.37	.40	**43**	.50	.61
4*	.77	.76	**24**	.05	.39	**44***	.50	.81
5	.87	.63	**25***	.59	.31	**45**	.66	.74
6*	.52	.58	**26**	.63	.09	**46***	.28	.57
7	.50	.55	**27***	.54	.62	**47**	.82	.71
8*	.65	.56	**28**	.65	.56	**48***	.55	.91
9*	.63	.55	**29**	.24	.14	**49**	.63	.69
10	.18	.40	**30***	.63	.69	**50***	.33	.25
11	.47	.79	**31**	.46	.34	**51**	.46	.34
12*	.35	.66	**32***	.74	.79	**52***	.37	.69
13*	.24	.62	**33**	.65	.66	**53***	.57	.59
14	.58	.34	**34***	.60	.39	**54**	.62	.78
15	.43	.59	**35**	.66	.74	**55***	.34	.65
16*	.37	.59	**36***	.63	.69	**56**	.78	.75
17	.13	.24	**37**	.59	.64	**57***	.50	.75
18*	.62	.42	**38***	.50	.55	**58**	.50	.40
19	.27	.32	**39***	.36	.76	**59***	.52	.58
20*	.68	.41	**40**	.70	.82	**60**	.31	.22

* คือข้อทั้งเลือกทั้งหมด 30 ข้อ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .96

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

จุดประสงค์	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*R*	*IOC* ($\Sigma R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
วิเคราะห์ความสำคัญ	**1**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์ความสัมพันธ์	**2**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์หลักการ	**3**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์ความสำคัญ	**4**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์ความสัมพันธ์	**5**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์หลักการ	**6**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์ความสำคัญ	**7**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์ความสัมพันธ์	**8**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์หลักการ	**9**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์ความสำคัญ	**10**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์ความสัมพันธ์	**11**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์หลักการ	**12**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์ความสำคัญ	**13**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์ความสัมพันธ์	**14**	1	1	1	1	1	5	1.00
วิเคราะห์หลักการ	**15**	1	1	1	1	1	5	1.00
							ค่าเฉลี่ย	1.00

จากตารางที่ 17 ได้ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D	ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D	ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D
1	.46	.34	**6**	.53	.76	**11**	.72	.80
2	.45	.69	**7**	.56	.79	**12**	.50	.48
3	.41	.23	**8**	.62	.78	**13**	.56	.30
4	.35	.29	**9**	.73	.66	**14**	.53	.65
5	.62	.50	**10**	.76	.62	**15**	.28	.57

* เลือกทั้งหมด 15 ข้อ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .71

ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

ตารางที่ 19 ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	13	15	**18**	14	15	**35**	10	15
2	12	15	**19**	13	20	**36**	13	22
3	13	17	**20**	10	15	**37**	11	15
4	14	15	**21**	13	15	**38**	10	15
5	12	16	**22**	8	15	**39**	10	15
6	9	15	**23**	13	19	**40**	8	15
7	12	17	**24**	15	23	**41**	9	15
8	14	20	**25**	7	16	**42**	9	15
9	13	17	**26**	12	19	**43**	8	15
10	10	16	**27**	12	11	**44**	13	17
11	9	15	**28**	16	15	**45**	7	17
12	8	15	**29**	13	19	**46**	8	18
13	14	19	**30**	7	15	**47**	9	15
14	10	15	**31**	15	15	**48**	11	15
15	9	15	**32**	16	15	**49**	13	15
16	10	15	**33**	8	15	**50**	11	15
17	13	16	**34**	7	15			

จากตารางที่ 19 นักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 11.08 คะแนน และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 16.40 คะแนน

ตารางที่ 20 ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คน	คะแนน		คน	คะแนน		คน	คะแนน	
ที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	15	22	**18**	13	21	**35**	13	24
2	13	27	**19**	11	20	**36**	13	25
3	14	18	**20**	15	25	**37**	18	26
4	8	15	**21**	10	23	**38**	6	15
5	12	16	**22**	10	15	**39**	13	24
6	8	16	**23**	8	21	**40**	12	22
7	15	25	**24**	12	16	**41**	12	18
8	19	24	**25**	13	20	**42**	16	22
9	9	26	**26**	15	23	**43**	21	28
10	9	17	**27**	7	22	44	9	22
11	10	25	**28**	14	22	**45**	8	18
12	14	21	**29**	11	16	**46**	10	19
13	14	25	**30**	9	24	**47**	12	25
14	13	23	**31**	14	25	**48**	10	22
15	14	23	**32**	14	26	**49**	12	23
16	13	22	**33**	14	25	**50**	12	20
17	14	25	**34**	9	19			

จากตารางที่ 20 นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 12.20 คะแนน และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 21.72 คะแนน

ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตารางที่ 21 ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

คน	คะแนน		คน	คะแนน		คน	คะแนน	
ที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	11	**18**	12	11	**35**	8	7
2	10	10	**19**	10	12	**36**	9	6
3	7	10	**20**	9	11	**37**	11	10
4	9	10	**21**	8	11	**38**	11	11
5	9	11	**22**	8	8	**39**	9	9
6	1	9	**23**	6	11	**40**	9	10
7	11	9	**24**	9	11	**41**	10	12
8	9	11	**25**	9	10	**42**	10	13
9	7	10	**26**	8	13	**43**	8	8
10	11	10	**27**	5	8	**44**	11	10
11	8	8	**28**	11	10	**45**	8	7
12	5	6	**29**	8	10	**46**	10	11
13	9	10	**30**	5	8	**47**	10	11
14	11	8	**31**	11	11	**48**	8	11
15	11	12	**32**	11	12	**49**	10	11
16	10	13	**33**	11	13	**50**	10	9
17	6	7	**34**	2	12			

จากตารางที่ 21 นักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 8.62 คะแนน และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 10.06 คะแนน

ตารางที่ 22 ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	7	11	**18**	11	12	**35**	11	14
2	9	12	**19**	7	12	**36**	9	12
3	6	9	**20**	10	11	**37**	10	13
4	9	11	**21**	9	12	**38**	6	12
5	9	12	**22**	4	9	**39**	5	9
6	6	10	**23**	11	14	**40**	10	**14**
7	10	13	**24**	11	14	**41**	10	14
8	10	13	**25**	10	11	**42**	12	13
9	11	14	**26**	9	12	**43**	8	12
10	9	10	**27**	8	10	**44**	8	10
11	10	14	**28**	8	12	**45**	6	10
12	9	13	**29**	8	13	**46**	12	14
13	9	11	**30**	5	12	**47**	10	13
14	4	12	**31**	8	12	**48**	9	12
15	9	11	**32**	10	13	**49**	9	13
16	9	12	**33**	10	12	**50**	9	11
17	11	12	**34**	7	11			

จากตารางที่ 22 นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 8.74 คะแนน และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 11.96 คะแนน

ผลการประเมินการทำใบงานของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

ตารางที่ 23 ผลคะแนนการประเมินการทำใบงานของนักเรียน

เลขที่	รายการประเมิน															
	การวิเคราะห์แนวคำตอบที่โจทย์ต้องการ				การวิเคราะห์ข้อมูลที่จะใช้ในการตอบปัญหา				การวิเคราะห์หลักการที่จะใช้เป็นพื้นฐานความรู้ในการตอบปัญหา				แสดงคำตอบอย่างมีเหตุผล			
ใบงาน	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	2	2	0	2	1	2	0	1	2	2	1	2	2	3
2	1	2	3	2	1	2	2	3	2	2	3	3	1	2	3	3
3	0	1	2	3	0	1	2	2	0	2	2	2	0	1	2	2
4	1	2	2	3	1	2	2	2	1	3	2	2	2	2	3	3
5	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3
6	0	1	1	2	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1	2	2
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3
9	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3
10	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3
11	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3
12	2	2	2	3	1	2	2	2	1	3	2	2	2	2	3	3
13	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3
14	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1	2	2
15	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3
16	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
17	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3
18	1	2	2	3	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	3
19	1	2	2	2	0	2	1	2	0	1	2	2	1	1	2	3

ตารางที่ 23 (ต่อ)

เลขที่	รายการประเมิน															
	การวิเคราะห์แนวคำตอบที่โจทย์ต้องการ				การวิเคราะห์ข้อมูลที่จะใช้ในการตอบปัญหา				การวิเคราะห์หลักการที่จะใช้เป็นพื้นฐานความรู้ในการตอบปัญหา				แสดงคำตอบอย่างมีเหตุผล			
ใบงาน	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
20	2	2	2	3	1	2	2	2	1	2	3	3	2	3	3	3
21	1	2	2	3	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	3
22	0	1	1	2	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1	2	2
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3
25	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
26	1	2	2	3	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	3
27	1	3	2	3	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	3
28	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
29	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3
30	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1	3	2	0	1	2	3
31	1	2	2	3	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	3
32	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3
33	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
34	1	2	2	2	0	2	1	2	0	1	2	2	1	2	2	3
35	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3
36	1	2	2	3	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	3
37	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3
38	1	2	2	2	1	2	1	2	0	1	2	2	1	2	2	3
39	0	1	1	2	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1	2	2
40	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3

ตารางที่ 23 (ต่อ)

เลขที่	รายการประเมิน															
	การวิเคราะห์แนวคำตอบที่โจทย์ต้องการ				การวิเคราะห์ข้อมูลที่จะใช้ในการตอบปัญหา				การวิเคราะห์หลักการที่จะใช้เป็นพื้นฐานความรู้ในการตอบปัญหา				แสดงคำตอบอย่างมีเหตุผล			
ใบงาน	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
41	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3
42	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3
43	1	2	2	3	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	3
44	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
45	1	2	2	2	0	2	1	2	0	1	2	2	1	2	2	3
46	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
47	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
48	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3
49	1	2	2	3	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	3
50	3	3	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3

ภาคผนวก ค

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 2 **รหัสวิชา ว 30222**

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย: การเตรียมสารละลาย **เวลา 4 คาบ**

ผลการเรียนรู้

คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามต้องการ และทดลองเตรียมสารละลาย

สาระสำคัญ

สารเคมีส่วนใหญ่ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะมีลักษณะเป็นของแข็งและเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ หลากหลาย แต่ในการทดลองนั้นเราจำเป็นต้องใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นตามที่เราต้องการ ด้วยเหตุนี้เราจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการเพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้ในการทำการทดลองต่าง ๆ โดยการเตรียมสารละลายสามารถเตรียมได้หลากหลายวิธี เช่น การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ การเตรียมจากสารละลายที่มีความเข้มข้นมาก การเตรียมจากสารละลายเจือจางชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกัน เป็นต้น แต่ทุกวิธีล้วนแต่สามารถเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการได้ โดยการเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสารละลายที่ต้องการเตรียม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (Knowledge: K)
   1.1 อธิบายความหมายและวิธีการเตรียมสาระลายได้
2. ด้านทักษะกระบวนการ (Process: P)
   2.1 คำนวณหาปริมาณสารที่จะใช้ในการเตรียมสารตามความเข้มข้นที่ต้องการได้
   2.2 เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้
3. ด้านคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ (Attitude: A)
   3.1 มีความสนใจใฝ่รู้
   3.2 มีความรอบคอบ
   3.3 ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
   3.4 มีเหตุผล
   3.5 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

สารเคมีส่วนใหญ่ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะมีลักษณะเป็นของแข็งและเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ หลากหลาย แต่ในการทดลองนั้นเราจำเป็นต้องใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นตามที่เราต้องการ ด้วยเหตุนี้เราจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการเพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้ในการทำการทดลองต่าง ๆ โดยการเตรียมสารละลายสามารถเตรียมได้หลากหลายวิธี ดังนี้

1. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์หรือการเตรียมสารละลายที่ตัวละลายเป็นของแข็งละลายในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว ก่อนเตรียมสารละลายจะต้องทราบความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการเตรียม ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการเตรียม และมวลโมเลกุลหรือสูตรโมเลกุลของตัวละลาย

2. การเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น เป็นการแบ่งสารละลายที่เข้มข้นมาเติมน้ำทำให้ความเข้มข้นเจือจางลง

3. การเตรียมสารละลายโดยการนำสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกันมาผสมกัน เป็นการเตรียมสารละลายที่ได้จากการผสมสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกันและในปริมาณที่ต่างกัน

สมรรถนะของผู้เรียน

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบตามแผนนักเรียนจะมีสมรรถนะเกิดขึ้นดังต่อไปนี้ คือ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อ	เวลา (นาที)
1. ขั้นสร้างความสนใจ	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเรื่องที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียน 2. ครูตั้งคำถามกับนักเรียน	- คำถามในการอภิปราย	10

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อ	เวลา (นาที)
	"สารชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกัน เป็นผลมาจากอะไร" นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายคำตอบที่ได้จากคำถามนี้เพื่อทบทวนความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารละลาย		
2. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด	1. ครูนำเสนอปัญหาและชี้แจงการทำกิจกรรม โดยปัญหาที่นำเสนอ คือ "ถ้าในการทดลองนักเรียนต้องการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยในห้องปฏิบัติการมีสารโซเดียมไฮดรอกไซด์หลายประเภท คือ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เป็นของแข็ง และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 5, 0.5, 0.075 และ 0.025 โมลาร์ นักเรียนจะสามารถเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการได้อย่างไร" 2. นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนในใบงานที่ครูแจกให้ คือ นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยตอบคำถามในใบงาน คือ 2.1 อะไรคือคำตอบที่ปัญหานี้ต้องการ 2.2 จากปัญหาที่กำหนดมีข้อมูลใดบ้างที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการหาคำตอบตามข้อ 2.1 2.3 จากปัญหาที่กำหนด มีหลักการใดที่จะนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบของปัญหานี้ 3. ในช่วงที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจปัญหา ครูคอยเดินสังเกตและให้ข้อมูลเพิ่มเติมกับนักเรียน	- ใบงานที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย	15

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อ	เวลา (นาที)
	ที่ยังไม่สามารถตอบคำถามดังกล่าวได้ หรือตอบได้แต่ไม่ครอบคลุมชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหา อย่างชัดเจน		
3. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	1. นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาในข้างตนมาใช้ในการตอบปัญหา โดยครูคอยเดินสังเกต แนะนำ และพยายามส่งเสริมให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตัวเอง เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และได้ฝึกกระบวนกระบวนการคิด	- ใบงานที่ เรื่อง การเตรียมสารละลาย	10
4. ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม	1. นักเรียนนำเสนอคำตอบต่อเพื่อนในกลุ่มและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดในการตอบคำถามของกันและกัน โดยเมื่อมีเพื่อนนำเสนอนักเรียนคนอื่น ๆ ก็ทำการบันทึกแนวคำตอบของเพื่อนพร้อมเหตุผล โดยครูคอยเดินกระตุ้นให้ในแต่ละกลุ่มเกิดการตั้งคำถามเพื่อให้เพื่อนได้แสดงเหตุผลของแนวคิดในการตอบคำถามนั้น ๆ	- ใบงานที่ เรื่อง การเตรียมสารละลาย	15
5. ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด	1. ครูให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคำตอบที่แตกต่าง โดยอาจเลือกสุ่มเฉพาะคำตอบที่มีความแตกต่างกันเพื่อให้เกิดความหลากหลายของแนวคิดในการตอบปัญหานี้ 2. เมื่อมีการนำเสนอแนวทางที่หลากหลายมากขึ้น ครูก็ตั้งคำถามว่า “วิธีที่เลือกมีความแตกต่างจากวิธีอื่นอย่างไร”	- ใบงาน เรื่อง การเตรียมสารละลาย	15

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อ	เวลา (นาที)
	3. ครูนำนักเรียนเชื่อมโยงแนวคำตอบ เพื่อสรุปสาระสำคัญในเรื่อง การเตรียมสารละลาย		
6. ขั้นขยายความรู้	1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม จากสาระสำคัญที่ได้จากการตอบปัญหา และทำการทดลองเตรียมสารละลาย 2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสำคัญ ของการเตรียมสารละลาย วิธีคำนวณ ในการเตรียมสารละลาย ความสัมพันธ์ระหว่าง การเตรียมสารในวิธีต่าง ๆ และสารที่ใช้ ในการทดสอบความเข้มข้นของสารละลาย	- ใบความรู้ เรื่อง การเตรียมสารละลาย - หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี 2 - ใบกิจกรรม เรื่อง การเตรียมสารละลาย	75
7. **ขั้นประเมินผล**	1. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง การเตรียมสารละลาย พร้อมเฉลย และอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ 2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง การเตรียมสารละลาย	- แบบฝึกหัด เรื่อง การเตรียมสารละลาย - แบบทดสอบ เรื่อง การเตรียมสารละลาย	60

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สสวท.
2. ใบความรู้ เรื่อง การเตรียมสารละลาย
3. อื่น ๆ

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ด้านความรู้ (Knowledge: K) 1.1 อธิบายความหมายและวิธีการเตรียมสาระลายได้	- ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบเรื่อง การเตรียมสารละลายของนักเรียน - ตรวจให้คะแนนใบงาน เรื่อง การเตรียมสารละลาย	- แบบทดสอบที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย - แบบประเมินผลการทำใบงาน	- ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 65
2. ด้านทักษะกระบวนการ (Process: P) 2.1 คำนวณหาปริมาณสารที่จะใช้ในการเตรียมสารตามความเข้มข้นที่ต้องการได้ 2.2 เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้	- ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบเรื่อง การเตรียมสารละลายของนักเรียน - ประเมินการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน	- แบบทดสอบที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 65
3. ด้านคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ (Attitude: A) 3.1 มีความสนใจใฝ่รู้ 3.2 มีความรอบคอบ 3.3 ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 3.4 ความมีเหตุผล 3.5 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	- ครูให้คะแนนคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์	- แบบประเมินคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์	- ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 65

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. การวัดผลประเมินผล

ในการจัดการเรียนการสอนครั้งนี้ ครอบคลุมพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวัดผลและประเมินผลสรุปได้ ดังนี้

2.1 ด้านความรู้ (Knowledge: K)

นักเรียนที่ผ่านจุดประสงค์ตามเกณฑ์ร้อยละ.....คิดเป็นร้อยละ.....

นักเรียนที่ไม่ผ่านจุดประสงค์ตามเกณฑ์ร้อยละ.....คิดเป็นร้อยละ.....

และได้ดำเนินการแก้ปัญหา คือ.....

.....

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

นักเรียนที่ผ่านทักษะกระบวนการตามเกณฑ์ร้อยละ.....คิดเป็นร้อยละ.....

นักเรียนที่ไม่ผ่านทักษะกระบวนการตามเกณฑ์ร้อยละ.....คิดเป็นร้อยละ.....

และได้ดำเนินการแก้ปัญหา คือ.....

.....

2.3 ด้านคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ (Attitude: A)

นักเรียนที่มีคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ ตามเกณฑ์ร้อยละ.....

คิดเป็นร้อยละ.....

นักเรียนที่มีคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ ไม่เป็นตามเกณฑ์ร้อยละ.....

คิดเป็นร้อยละ.....

3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้จัดทำ

ใบความรู้

เรื่อง การเตรียมสารละลาย **ภาคเรียนที่ 1/ 2557**

วิชา เคมีเพิ่มเติม 2 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5** **รหัสวิชา ว 30222**

การเตรียมสารละลาย

สารเคมีส่วนใหญ่ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะมีลักษณะเป็นของแข็งและเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ หลากหลาย แต่ในการทดลองนั้นเราจำเป็นต้องใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นตามที่เราต้องการ ด้วยเหตุนี้เราจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการเพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้ในการทำการทดลองต่าง ๆ โดยการเตรียมสารละลายสามารถเตรียมได้หลากหลายวิธี เช่น การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ การเตรียมจากสารละลายที่มีความเข้มข้นมาก การเตรียมจากสารละลายเจือจางชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกัน เป็นต้น แต่ทุกวิธีล้วนแต่สามารถเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการได้ โดยการเลือกใช้วิธีใดนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของสารละลายที่ต้องการเตรียม

การเตรียมสารละลายสามารถเตรียมได้หลายวิธี ดังนี้

1. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

การเตรียมจากสารบริสุทธิ์ หรือการเตรียมสารละลายที่ตัวละลายเป็นของแข็งละลายในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว ก่อนเตรียมสารละลายจะต้องทราบความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการเตรียม ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการเตรียม และมวลโมเลกุลหรือสูตรโมเลกุลของตัวละลาย โดยมีวิธีการเตรียม ดังนี้

1.1 คำนวณหามวลเป็นกรัมของตัวละลายที่ต้องใช้ในสารละลายตามปริมาตรที่ต้องการ โดยอาศัยความสัมพันธ์

จำนวนโมลก่อนเติมน้ำ = จำนวนโมลหลังเติมน้ำ

หรืออาจใช้สูตร $\frac{CV}{1000} = \frac{g}{M}$

เมื่อ C = ความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อลิตร

V = ปริมาตรของสารละลายหน่วยเป็น cm^3

g = มวลของตัวถูกละลาย

M = มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

1.2 ชั่งมวลของสารตามที่คำนวณได้ในข้อ 1.1 ด้วยเครื่องชั่งละเอียด ในบีกเกอร์ จากนั้นละลายด้วยน้ำกลั่นพอประมาณ

1.3 รินสารละลายที่ได้จากข้อ 1.2 ผ่านกรวยลงในขวดวัดปริมาตร

1.4 ใช้น้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อยกลั้วสารละลายในบีกเกอร์ แล้วเทผ่านกรวยลงในขวดวัดปริมาตร จากนั้นใช้น้ำกลั่นฉีดล้างรอบ ๆ กรวย จนสารละลายถูกชะล้างลงหมด ปริมาตรสารละลายในขวดวัดปริมาตรตอนนี้ไม่ควรเกิน 2 ใน 3 ของปริมาตรทั้งหมด

1.5 ปิดฝาจุกขวดวัดปริมาตร เขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

1.6 ตั้งสารละลายที่ได้ทิ้งไว้จนสารละลายมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง (เพราะว่าการละลายของสารบางชนิด เมื่อละลายน้ำแล้วมีอุณหภูมิสูงขึ้นและบางชนิดมีอุณหภูมิลดลง ความร้อนที่ถ่ายเทระหว่างขวดวัดปริมาตรกับสารละลาย มีผลทำให้ขวดวัดปริมาตรมีปริมาตรคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ในขณะเตรียมสารละลายจึงต้องเติมน้ำลงในขวดบอกปริมาตรให้ต่ำกว่าขีดบอกปริมาตรเล็กน้อย)

1.7 เติมน้ำกลั่นลงในสารละลายที่ได้จากข้อ 1.6 จนโค้งล่างต่ำสุดของสารละลายอยู่ตรงกับขีดบอกปริมาตรที่คอขวด โดยใช้หลอดหยดช่วย

1.8 ปิดจุกขวดวัดปริมาตรให้แน่น แล้วกลับขวดขึ้นลงจนสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ในที่สุดจะได้สารละลายความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการ

1.9 เมื่อเตรียมเสร็จแล้ว ถ่ายใส่ขวดที่เหมาะสม พร้อมทั้งปิดฝาขวด ปิดฉลากบอกชื่อสารละลาย สูตรเคมี ความเข้มข้น พร้อมทั้งวัน เดือน ปีที่เตรียมสารละลายด้วย

2. การเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น

การเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น เป็นการแบ่งสารละลายที่เข้มข้นมาเติมน้ำทำให้ความเข้มข้นเจือจางลง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 คำนวณหาปริมาณของตัวละลายหรือคำนวณหาปริมาตรของสารละลายตามความเข้มข้นที่ต้องการนำมาเตรียมสารละลายใหม่ โดยอาศัยความสัมพันธ์ คือ

จำนวนโมลก่อนเติมน้ำ = จำนวนโมลหลังเติมน้ำ

หรือใช้สูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

เมื่อ C_1 คือ ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ (mol/ dm^3) ของสารละลายเดิม ($C_1 > C_2$)

V_1 คือ ปริมาตรของสารละลายเดิมทั้งหมดหรือปริมาตรของสารละลายเดิมที่ต้องแบ่งมา

C_2 คือ ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ (mol/ dm^3) ของสารละลายใหม่

V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายใหม่

เมื่อคำนวณหา V_1 ได้แล้วจึงคำนวณหาปริมาตรของน้ำกลั่นที่ใช้เติม คือ ปริมาตรน้ำกลั่นที่เติมเท่ากับ $V_2 - V_1$

2.2 ใช้ปิเปตดูดแบ่งสารละลายเข้มข้นตามที่คำนวณได้ในข้อ 2.1

2.3 ถ่ายสารละลายในข้อ 2.2 ลงในขวดวัดปริมาตรที่ต้องการเตรียมสารละลายเจือจาง แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปให้ต่ำกว่าขีดบอกปริมาตรเล็กน้อย จากนั้นใช้หลอดหยดช่วยในการปรับระดับของสารละลายจนถึงขีดบอกปริมาตร ปิดจุกแล้วกลับขวดขึ้นลงจนสารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

2.4 เมื่อเตรียมสารละลายที่เจือจางได้แล้ว ปิดฉลากบอกชื่อสารละลาย สูตรเคมี ความเข้มข้น พร้อมทั้งวัน เดือน ปีที่เตรียมสารละลายด้วย

เพิ่มเติม

สารละลายใด ๆ เมื่อแบ่งให้มีปริมาตรน้อยลง สารละลายที่แบ่งมานั้นจะมีความเข้มข้นเท่าเดิมแต่มีจำนวนโมลของตัวละลายลดลง

สารละลายใด ๆ เมื่อเติมน้ำกลั่นลงไป สารละลายใหม่จะมีความเข้มข้นน้อยกว่าเดิม แต่จำนวนโมลของตัวละลายก่อนเติมน้ำกลั่นเท่ากับจำนวนโมลหลังเติมน้ำกลั่น

3. การเตรียมสารละลายโดยการนำสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกันมาผสมกัน

การเตรียมสารละลายที่ได้จากการผสมสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกันและในปริมาณที่ต่างกัน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.1 คำนวณหาคำนวณหาปริมาตรของสารละลายที่ต้องการนำมาผสมเพื่อเตรียมสารละลายใหม่ โดยอาศัยความสัมพันธ์ คือ

จำนวนโมล 1 + จำนวนโมล 2 = จำนวนโมลผสม

หรือใช้สูตร $C_1V_1 + C_2V_2 = C_{รวม}V_{รวม}$

เมื่อ C_1, C_2 คือ ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ (mol/ dm^3) ของสารละลายเดิม

V_1, V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายเดิมที่ต้องแบ่งมา

$C_{รวม}$ คือ ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ (mol/ dm^3) ของสารละลายใหม่

$V_{รวม}$ คือ ปริมาตรของสารละลายใหม่

3.2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายที่นำมาผสมตามที่คำนวณได้ในข้อ 2.1

3.3 ถ่ายสารละลายในข้อ 2.2 ลงในขวดวัดปริมาตรที่ต้องการเตรียมสารละลาย ปิดจุกแล้วกลับขวดขึ้นลงจนสารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

3.4 เมื่อเตรียมสารละลายได้แล้ว ปิดฉลากบอกชื่อสารละลาย สูตรเคมี ความเข้มข้น พร้อมทั้งวัน เดือน ปีที่เตรียมสารละลายด้วย

ในการปฏิบัติการทางเคมี การเตรียมสารละลายนั้นจะต้องมีความละเอียดรอบคอบทุกขั้นตอน เนื่องจากการวัดปริมาณของสารไม่ว่าจะเป็นมวลหรือปริมาตรผิดพลาดเพียงเล็กน้อย จะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายที่ได้ไม่ถูกต้อง ดังนั้น เครื่องมือวัดที่ใช้ในการเตรียมสารละลายจึงต้องเป็นเครื่องมือวัดที่สามารถวัดค่าของปริมาณได้อย่างละเอียด เช่น เครื่องชั่งควรเป็นเครื่องชั่งที่สามารถอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม การวัดปริมาตรต้องใช้ขวดวัดปริมาตรและปิเปต เป็นต้น

การทำปฏิบัติการทางเคมีบางเรื่องจำเป็นต้องใช้สารละลายที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน เรียกว่า **สารละลายมาตรฐาน** สามารถเตรียมได้โดยวิธีการเตรียมสารละลายข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว แต่มีสารบางชนิดที่อาจชั่งให้แม่นยำทำได้ยาก เนื่องจากสารเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือทำปฏิกิริยากับสารในอากาศ เมื่อนำมาเตรียมสารละลายจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นที่ไม่ถูกต้อง การเตรียมสารละลายของสารชนิดนี้ทำได้โดยนำสารละลายของสารชนิดนี้ที่ทราบปริมาตรแน่นอนทำปฏิกิริยากับสารละลายมาตรฐานชนิดหนึ่ง เรียกว่า **สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ** เมื่อทราบความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิแล้วสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของ สารละลายที่เตรียมขึ้นได้จากกระบวนการเตรียมสารละลายดังกล่าว เรียกว่า **การเทียบมาตรฐาน** สารละลายที่ผ่านการเทียบมาตรฐานแล้ว เรียกว่า **สารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ**

เอกสารอ้างอิง

จตุภรณ์ สวัสดิ์รักษา. (มปป.). *เอกสารประกอบการเรียน เรื่องปริมาณสัมพันธ์*. นครปฐม: โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์.

สสวท. (2554). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา ลาดพร้าว.

ใบงาน

เรื่อง การเตรียมสารละลาย **ภาคเรียนที่ 1/ 2557**

วิชา เคมีเพิ่มเติม 2 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5** **รหัสวิชา ว30222**

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้

"ถ้าในการทดลองนักเรียนต้องการใช้สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยในห้องปฏิบัติการมี NaOH หลายประเภท คือ NaOH ที่เป็นของแข็ง และสารละลาย NaOH ที่มีความเข้มข้น 5, 0.5, 0.075 และ 0.025 โมลาร์ นักเรียนจะสามารถเตรียมสารละลาย NaOH ให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการได้อย่างไร" (Na = 23, O = 16, H = 1)

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหาที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 อะไรคือลักษณะของคำตอบที่ปัญหาข้างต้นต้องการ

.....

.....

.....

1.2 จากปัญหาที่กำหนดให้ข้างต้น มีข้อมูลใดบ้างที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการหาคำตอบตามข้อ 1.1

.....

.....

.....

1.3 จากปัญหาที่กำหนดข้าง มีหลักการใดที่จะนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบของปัญหา

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนแสดงคำตอบของปัญหาข้างต้น โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาในข้อที่ 1 ตามแนวคิดของนักเรียน พร้อมแสดงเหตุผล

.....

.....

.....

.....

3. รวบรวมแนวคิดในการตอบปัญหาที่ได้จากการอภิปรายในกลุ่ม

1) .....

เหตุผล.....

.....

2) .....

เหตุผล.....

.....

3) .....

เหตุผล.....

.....

4) .....

เหตุผล.....

.....

5) .....

เหตุผล.....

.....

4. สรุปแนวคำตอบที่ได้จากการอภิปรายหน้าห้องเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรม

เรื่อง การเตรียมสารละลาย **ภาคเรียนที่ 1/ 2557**

วิชา เคมีเพิ่มเติม 2 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5** **รหัสวิชา ว30222**

วันที่ทำการทดลอง.....

ชื่อผู้ร่วมทำการทดลอง 1) ..... เลขที่ .....

2) ..... เลขที่ .....

3) ..... เลขที่ .....

4) ..... เลขที่ .....

5) ..... เลขที่ .....

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งอย่างละเอียด
2. ขวดวัดปริมาตร
3. บีกเกอร์
4. กรวยกรอง
5. ปิเปตต์
6. ขวดน้ำกลั่น

สารเคมี

1. น้ำกลั่น
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์
3. ไฮโดรคลอริก

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 mol/ dm^3 จากสารบริสุทธิ์ของโซเดียมไฮดรอกไซด์

1. ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 0.4 กรัม ลงในบีกเกอร์และเติมน้ำกลั่นประมาณ 30 cm^3 คนจนโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายหมด แล้วเทสารละลายที่ได้ผ่านกรวยลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 cm^3

2. ล้างบีกเกอร์จากข้อ 1 ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วเทลงในขวดวัดปริมาตร และทำซ้ำอีก 2-3 ครั้ง

3. เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรอย่างช้า ๆ ปิดจุกและเขย่าขวด แล้วเติมน้ำกลั่นจนสารละลายถึงขีดบอกปริมาตร ปิดจุกแล้วคว่ำขวดเขย่าเบา ๆ จนสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

ตอนที่ 2

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 mol/ dm^3 โดยเจือจางจากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น

1. ใช้ปิเปตต์ขนาด 10 cm^3 ดูดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.5 mol/ dm^3 จำนวน 20 cm^3 ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 cm^3

2. เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตร ปิดจุกและเขย่าขวด แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตรปิดจุกแล้วคว่ำขวดเขย่าเบา ๆ จนสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

ตอนที่ 3

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 mol/ dm^3 จากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นต่างกันนำมาผสมกัน

1. ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายโซเตียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.025 mol/ dm^3 ปริมาตร 40 cm^3 ดูดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.2 mol/ dm^3 จำนวน 20 cm^3 และดูดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 mol/ dm^3 จำนวน 10 cm^3 ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 cm^3

2. เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตร ปิดจุกและเขย่าขวด แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตรปิดจุกแล้วคว่ำขวดเขย่าเบา ๆ จนสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

ตอนที่ 4

การทดสอบความเข้มข้นของสารละลายที่เตรียมได้

1. นำสารละลายที่เตรียมได้ในตอนที่ 1 2 และ 3 ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 3 หลอด ตามลำดับ ชนิดละ 5 หยด

2. นำหลอดทดลองทั้งสามหลอดที่มีสารละลายจากตอนที่ 1 2 และ 3 มาเติมฟีนอลทาลีนจำนวน 1 หยด จะเห็นสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูทั้งสามหลอด

3. จากนั้นนำมาเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 mol/ dm^3 โดยค่อย ๆ หยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลงในหลอดทดลองทั้งหลอดจนกระทั่งสีของสารละลายหายไป บันทึกจำนวนของกรดไฮโดรคลอริกที่เติมลงไป (ถ้าสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทั้งสามดอนมีความเข้มข้นเท่ากันจะต้องใช้ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกเท่ากัน)

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด

เรื่อง การเตรียมสารละลาย **ภาคเรียนที่ 1/ 2557**

วิชา เคมีเพิ่มเติม 2 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5** **รหัสวิชา ว 30222**

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ถ้ามีเลด (II) ไนเตรต 3.31 กรัม ต้องการเตรียมให้เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.5 mol/ dm^3 จะได้สารละลายที่มีปริมาตรเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักศึกษาผู้หนึ่งต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ที่มีความเข้มข้น 0.1 mol/ dm^3 เขาชั่ง $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ มา 1.43 กรัม นำมาละลายในน้ำกลั่น สารละลายที่ได้จะมีปริมาตรเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ต้องการเตรียมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 400 cm^3 โดยให้สารละลายมี NH_4^+ อยู่ปริมาณ 9% โดยมวล/ ปริมาตร จะต้องชั่งแอมโมเนียมคลอไรด์กี่กรัม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย Na_2SO_4 500 cm^3 โดยให้สารละลายมี Na^+ 2.3% โดยมวล/ ปริมาตร จะต้องใช้ Na_2SO_4 กี่กรัม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. สารละลายชนิดหนึ่งจำนวน 100 cm^3 มีความเข้มข้น 3 mol/ dm^3 ต้องการเตรียมให้มีความเข้มข้นเป็น 1 mol/ dm^3 จะต้องเติมน้ำจนมีปริมาตรเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

6. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 mol/ dm^3 จำนวน 50 cm^3 จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เข้มข้น 4 mol/ dm^3 จะต้องเติมน้ำกี่ cm^3

.....

.....

.....

.....

.....

7. สารละลายชนิดหนึ่งเข้มข้น 1 mol/ dm^3 ปริมาตร 0.3 dm^3 เมื่อเติมน้ำลงไป 0.5 dm^3 ความเข้มข้นจะเปลี่ยนเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. มีสารละลาย NaOH 1 mol/ dm^3 อยู่ 500 cm^3 แบ่งมา 100 cm^3 ทำให้เจือจางเป็น 1 dm^3 สารละลายนี้จะมีความเข้มข้นเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

9. มีสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.2 mol/ dm^3 อยู่ 500 cm^3 ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริกให้มีความเข้มข้นเป็น 0.02 mol/ dm^3 จำนวน 200 cm^3 จะต้องใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกปริมาตรเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

10. จะต้องเติมน้ำกี่กรัมลงใน $CuSO_4$ ที่มีความเข้มข้น 16 g/ dm^3 จำนวน 200 cm^3 เพื่อให้ได้สารละลาย $CuSO_4$ ที่มีความเข้มข้นเป็น 0.01 mol/ dm^3

.....

.....

.....

.....

.....

11. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นของ Cu^{2+} เท่ากับ 5 mg/ dm^3 จำนวน 100 cm^3 จากสารละลาย 0.8 mol/ dm^3 ของ $Cu(NO_3)_2$ อยากทราบว่าจะต้องใช้ $Cu(NO_3)_2$ ปริมาตรเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12. ต้องการใช้กรดไนตริกเข้มข้น 70% โดยมวล (ความหนาแน่น 1.4 g/ cm^3)
เพื่อเตรียมสารละลายกรดไนตริกให้มีความเข้มข้น 2 mol/ dm^3 จำนวน 250 cm^3

.....

.....

.....

.....

.....

13. เมื่อผสม NaOH 1 mol/ dm^3 จำนวน 100 cm^3 กับ NaOH 2 mol/ dm^3 จำนวน 50 cm^3
และ NaOH 4 mol/ dm^3 จำนวน 200 cm^3 แล้วเติมน้ำลงไปอีก 100 cm^3 จงหาความเข้มข้น
ของสารละลาย NaOH ที่เกิดขึ้นใหม่

.....

.....

.....

.....

.....

14. เมื่อผสม NaCl 2 mol/ dm^3 จำนวน 10 cm^3 กับ NaCl 4 mol/ dm^3 จำนวน 100 cm^3
แล้วเติม NaCl อีก 175.5 g แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรเป็น 500 cm^3 จงหาความเข้มข้น
ในหน่วยของ mol/ dm^3 และ % โดยมวลต่อปริมาตรของสารละลายใหม่ที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

15. จะต้องนำสารละลาย NaCl ที่มีความเข้มข้น 0.1 M จำนวน 200 cm^3 มาผสมกับสารละลาย
NaCl ที่มีความเข้มข้น 0.05 M กี่ cm^3 จึงจะได้สารละลาย NaCl ที่มีความเข้มข้น 0.07 M

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบ

เรื่อง การเตรียมสารละลาย **ภาคเรียนที่ 1/ 2557**

วิชา เคมีเพิ่มเติม 2 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5** **รหัสวิชา ว 30222**

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ถ้ามี $BaCl_2$ 2.08 g ต้องการเตรียมสารละลายเข้มข้น 0.05 mol/ dm^3 จำนวน 400 cm^3

1.1 จะทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

1.2 ถ้าจะเตรียมสารละลายเข้มข้น 0.05 mol/ dm^3 ได้ปริมาตรมากที่สุดเท่าใด พร้อมอธิบายวิธีการเตรียม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 ถ้าจะเตรียมสารละลายเข้มข้น 0.01 mol/ dm^3 จากสารละลายในข้อ 2 จะต้องทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ถ้านำสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 mol/ dm^3 ปริมาตร 100 cm^3 และ NaOH เข้มข้น 0.2 mol/ dm^3 ปริมาตร 250 cm^3 และ NaOH เข้มข้น 0.5 mol/ dm^3 มาผสมกัน เพื่อเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.33 mol/ dm^3 ปริมาตร 2 dm^3 นักเรียนจะต้องใช้สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.5 mol/ dm^3 ปริมาตรเท่าใดเพื่อเตรียมสารละลายความเข้มข้นดังกล่าว พร้อมทั้งอธิบายการเตรียม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้ามีสารละลาย NaCl 0.1, 0.2 และ 0.5 mol/ dm^3 ปริมาตร 100, 250 และ 100 cm^3 ตามลำดับ จะสามารถเตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.2 mol/ dm^3 ปริมาตรสูงสุดเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลการทำใบงาน

เรื่อง .....

วิชา..... ชั้น .....

<u>คำชี้แจง</u> ให้ผู้สอนตรวจให้คะแนนใบงาน ตามเกณฑ์การให้คะแนน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน				รวม (12 คะแนน)	สรุปผลการประเมิน	
		การวิเคราะห์แนวคำตอบที่โจทย์ต้องการ	การวิเคราะห์ข้อมูลที่จะใช้ในการตอบปัญหา	การวิเคราะห์หลักการที่จะใช้เป็นพื้นฐานความรู้ในการตอบปัญหา	แสดงการคำตอบอย่างมีเหตุผล		ผ่าน	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนมีคะแนนตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมินผลการทำใบงาน

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
1. การวิเคราะห์แนวคำตอบที่โจทย์ต้องการ	- สามารถบอกได้ชัดเจน โดยที่ครูไม่ต้องให้ข้อมูลเพิ่มเติม	- สามารถบอกได้ชัดเจน โดยที่ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติม	- สามารถบอกได้แต่ไม่ชัดเจน ถึงแม้ครูจะให้ข้อมูลเพิ่มเติม	- ไม่สามารถบอกได้
2. การวิเคราะห์ข้อมูลที่จะใช้ในการตอบปัญหา	- สามารถบอกได้ชัดเจน และครอบคลุม โดยที่ครูไม่ต้องให้ข้อมูลเพิ่มเติม	- สามารถบอกได้ชัดเจน และครอบคลุม โดยที่ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติม	- สามารถบอกได้แต่ไม่ครอบคลุม ถึงแม้ครูจะให้ข้อมูลเพิ่มเติม	- ไม่สามารถบอกได้
3. การวิเคราะห์หลักการที่จะใช้เป็นพื้นฐานความรู้ในการตอบปัญหา	- สามารถบอกได้ถูกต้อง โดยที่ครูไม่ต้องให้ข้อมูลเพิ่มเติม	- สามารถบอกได้ถูกต้อง โดยที่ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติม	- สามารถบอกได้แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด ถึงแม้ครูจะให้ข้อมูลเพิ่มเติม	- ไม่สามารถบอกได้
4. ตอบปัญหาอย่างมีเหตุผล	- ตอบปัญหาได้ตามหลักการที่วิเคราะห์ได้จากปัญหา และมีเหตุผลที่ชัดเจนน่าเชื่อถือ	- ตอบปัญหาได้ตามหลักการที่วิเคราะห์ได้จากปัญหา แต่มีเหตุผลที่ไม่ชัดเจน	- ตอบปัญหาได้แต่ไม่ตรงตามหลักการที่วิเคราะห์ได้จากปัญหา	- ตอบปัญหาไม่ได้

แบบประเมินคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์

วิชา ..... ชั้น.....

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และประเมินคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ของนักเรียน โดยเลือก ✓ ในคุณลักษณะที่นักเรียนแสดง และเลือก ✗ ในคุณลักษณะที่นักเรียนไม่แสดง

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน						รวม	สรุปผลการประเมิน	
		ความสนใจใฝ่รู้	ความรอบคอบ	การร่วมแสดงความคิดเห็น	ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ความมีเหตุผล	ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์		ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ ให้บันทึกโดยใช้เครื่องหมาย

✓ = แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามคาดหวัง

✗ = ไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามคาดหวัง

เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามคาดหวังตั้งแต่ 5 รายการขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประเมิน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

วิชา ..... ชั้น.....

หน่วยการเรียนรู้..... กิจกรรม.....

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน				รวม	สรุปผลการประเมิน	
		วิธีดำเนินการทดลอง	การปฏิบัติการทดลอง	ความคล่องแคล่วในการทดลอง	การนำเสนอ		ผ่าน	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมินทักษะในการทดลอง

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
1. วิธีดำเนินการทดลอง	- กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือวัสดุ อุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสม	- กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม	- กำหนดวิธีการและขั้นตอนไม่ถูกต้อง ต้องให้ความช่วยเหลือ
2. การปฏิบัติการทดลอง	- ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	- ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ถูกต้อง ถ้าให้คำแนะนำ	- ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์
3. ความคล่องแคล่วในขณะทำการทดลอง	- มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ ดำเนินการทดลองได้อย่างปลอดภัยและเสร็จทันเวลา	- มีความคล่องแคล่วในการทำการทดลองและการใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะเรื่องการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย	- ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์ และการดำเนินการทดลอง
4. การนำเสนอ	- บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง และนำเสนอเป็นขั้นตอนชัดเจน	- บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน	- ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลองและการนำเสนอจึงจะปฏิบัติได้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชา เคมีเพิ่มเติม 2 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5** **ภาคเรียนที่ 1/ 2557**

เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ **หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย** **เวลา 50 นาที**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบเป็นชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	×			

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับข้อนั้น ๆ แล้วเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยน ก เป็น ค

ตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	×		×	

2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที
3. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายหรือเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

1. ความเข้มข้นร้อยละโดยมวล คืออะไร

ก. หน่วยความเข้มข้นที่บอกให้ทราบว่าในสารละลาย 100 กรัม มีตัวละลายละลายอยู่กี่โมล

ข. หน่วยความเข้มข้นที่บอกให้ทราบว่าในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีตัวละลายละลายอยู่กี่โมล

ค. หน่วยความเข้มข้นที่บอกให้ทราบว่าในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีตัวละลายละลายอยู่กี่กรัม

ง. หน่วยความเข้มข้นที่บอกให้ทราบว่าในสารละลาย 100 กรัม มีตัวละลายละลายอยู่กี่กรัม

2. เนื้อปลาชนิดหนึ่งมีปรอทเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วน หมายความตรงกับข้อใด

ก. เนื้อปลา 10^7 กรัม มีปรอท 100 กรัม ข. เนื้อปลา 10^6 กรัม มีปรอท 100 กรัม

ค. เนื้อปลา 1000 กรัม มีปรอท 1 กรัม ง. เนื้อปลา 100 กรัม มีปรอท 10 กรัม

3. เมื่อนำกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 45 กรัม ละลายในน้ำ 180 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ความหนาแน่นของน้ำ 1 g/ cm^3) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลมีค่าเท่าใด (C = 12, H = 1, O = 16)

ก. 0.02 ข. 0.04

ค. 0.05 ง. 0.01

4. สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.50 โมแลล ถ้าในสารละลายมีน้ำ 0.50 กิโลกรัม จะมีจำนวนโมลของโพแทสเซียมคลอไรด์ในสารละลายเท่าใด (K = 39, Cl = 35.5)

ก. 25 โมล ข. 2.5 โมล

ค. 0.25 โมล ง. 0.025 โมล

5. จากข้อมูลต่อไปนี้

1. สาร A หนัก 15 กรัม ละลายในน้ำจนมีปริมาตร 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. สาร B หนัก 10 กรัม ละลายในน้ำจนมีปริมาตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. สาร C หนัก 10 กรัม ละลายในน้ำจนมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. สาร D หนัก 25 กรัม ละลายในน้ำจนมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ถ้าบอกความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร ข้อใดถูกต้อง

ก. สาร B มีความเข้มข้นมากกว่าสาร C ข. สาร A มีความเข้มข้นมากกว่าสาร C

ค. สาร C มีความเข้มข้นน้อยกว่าสาร D ง. สาร D มีความเข้มข้นน้อยกว่าสาร B

6. กรดแอซิติก (CH_3COOH) มีความหนาแน่น 1.044 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อทำให้เป็นสารละลายเข้มข้น 0.01 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จะมีความเข้มข้นใกล้เคียงกับค่าใดมากที่สุด (C = 12, H = 1, O = 16)

ก. 0.01 โมลต่อกิโลกรัม ข. 0.01% โดยมวล

ค. 0.01% โดยมวลต่อปริมาตร ง. 0.01% โดยปริมาตร

13. จากข้อมูลต่อไปนี้

1. ตัวละลายเป็นของแข็ง
2. ตัวละลายมีปริมาณน้อยมาก
3. ตัวทำละลายเป็นของเหลว
4. ตัวทำละลายมีปริมาณมาก

ควรบอกความเข้มข้นของสารในหน่วยใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

ก. ร้อยละ ข. โมลาร์ ค. โมแลล ง. ส่วนในล้านส่วน

8. นักธรณีวิทยาพบสินแร่ชนิดหนึ่งซึ่งมีมวล 5 กิโลกรัม เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่ามีโครเมียม (III) ออกไซด์ (Cr_2O_3) อยู่ 1.5 กรัม นักเรียนคิดว่านักธรณีวิทยาคนนี้ควรรายงานความเข้มข้นของโครเมียม (III) ออกไซด์ ที่พบในสินแร่ในหน่วยใดจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด

ก. บอกในหน่วยส่วนในล้านส่วน เพราะ เป็นสารละลายที่เจือจางมาก

ข. บอกในหน่วยโมแลล เพราะ มีตัวทำละลายมีหน่วยเป็นกิโลกรัม

ค. บอกในหน่วยร้อยละ เพราะ เป็นหน่วยที่คนเข้าใจง่ายที่สุด

ง. บอกในหน่วยเศษส่วนโมล เพราะ เป็นการบอกอัตราส่วนโมลของสาร ซึ่งมีความแม่นยำ

9. ในการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร จำนวน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องใช้โซเดียมคลอไรด์ และน้ำอย่างละกี่กรัม ตามลำดับ (Na = 23, Cl = 35.5)

ก. 25, 75 ข. 10, 90 ค. 5.6, 94.4 ง. 9.9, 90.1

10. สารละลาย A เตรียมได้จากการละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 5.3 กรัม ในน้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 0.01 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องนำสารละลาย A มาเท่าใด (Na = 23, C = 12, O = 16)

ก. 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

11. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ที่ชั่งน้ำหนักอย่างแน่นอนให้มีความเข้มข้นแน่นอน ควรมีวิธีการเตรียมตามข้อใด

ก. ละลายสารในบีกเกอร์ด้วยน้ำบางส่วน แล้วเทใส่ขวดวัดปริมาตร เขย่าให้ละลาย เติมน้ำล้างสารในบีกเกอร์ลงไปด้วย แล้วเติมน้ำจนขีดวัดปริมาตร

ข. ละลายสารในบีกเกอร์ด้วยน้ำบางส่วน แล้วเทใส่กระบอกตวงที่มีขีดวัดปริมาตร จากนั้นเติมน้ำให้ถึงขีดวัดปริมาตรที่ต้องการ

ค. ละลายสารในบีกเกอร์ด้วยน้ำบางส่วน แล้วเทผ่านกรวยใส่ในขวดวัดปริมาตรจนเต็ม

ง. ตวงน้ำใส่ขวดวัดปริมาตรให้ถึงขีดที่ต้องการ แล้วเทสารที่ต้องการเตรียมลงไป เขย่าให้ละลาย

12. กวางเตรียมสารละลายโดยที่ทราบความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการเตรียม ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการเตรียม มวลโมเลกุลหรือสูตรโมเลกุลของตัวถูกละลาย ข้อใดกล่าวถึงวิธีการเตรียมสารจากข้อมูลที่โรมทราบได้ถูกต้อง

ก. เตรียมสารละลายโดยการนำสารละลายเดิมมาทำให้เจือจางลง

ข. เตรียมสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ

ค. เตรียมสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ

ง. เตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

13. เก่งต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.01 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เป็นของแข็ง แต่เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถดูดความชื้นได้ง่ายและต้องชั่งในปริมาณน้อย เก่งจึงเลือกเตรียมเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงก่อน จากนั้นค่อยเตรียมโดยวิธีการเจือจางอีกทีเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ นักเรียนคิดว่าเก่งเตรียมสารด้วยวิธีนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. ไม่ถูกต้อง เพราะ การเตรียมโดยใช้สารบริสุทธิ์จะให้ความเข้มข้นที่แน่นอนกว่า

ข. ไม่ถูกต้อง เพราะ ใช้เวลาในการเตรียม

ค. ถูกต้อง เพราะ การที่โซเดียมไฮดรอกไซด์ดูดความชื้นได้ง่ายทำให้เวลาเราชั่งในปริมาณที่น้อยจะทำให้ได้น้ำหนักที่ไม่ตรงกับความจริง

ง. ถูกต้อง เพราะ จะได้ไม่ต้องชั่งสารในปริมาณที่น้อย ๆ เนื่องจากการชั่งสารในปริมาณน้อยจะทำได้ยาก

14. สาร A มีลักษณะเป็นของเหลวใสเนื้อเดียว มีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ ข้อใดกล่าวถึงสาร A ได้ถูกต้อง

ก. เป็นของผสม ข. เป็นสารแขวนลอย

ค. เป็นสารบริสุทธิ์ ง. เป็นสารละลาย

15. จากข้อมูลต่อไปนี้

1. สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายจะมีจุดเดือดสูงกว่าน้ำซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์
2. สารละลายชนิดเดียวกันจะมีจุดเดือดเท่ากันถึงแม้ว่าความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อกิโลกรัมจะแตกต่างกัน
3. สารละลายต่างชนิดกันแต่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน มีความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อกิโลกรัมสูงกว่า จะมีจุดเดือดสูงกว่า
4. สารต่างชนิดกันมีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน มีความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อกิโลกรัมเท่ากัน จะมีจุดเดือดเท่ากัน

ข้อใดถูกต้อง

ก. 1, 2, 4 ข. 1, 3, 4

ค. 1, 2, 3, 4 ง. 2, 3, 4

16. สารละลายคอปเปอร์ (II) ในเตรต ($Cu(NO_3)_2$) เข้มข้น 5, 3 และ 2 โมแลล และเมื่อทำการทดลองหาจุดเดือดของสารสารละลายคอปเปอร์ (II) ในเตรต ทั้ง 3 ความเข้มข้น พบว่ามีจุดเดือดเท่ากับ 102.55, b และ c ตามลำดับ ข้อใดต่อไปนี้สรุปถูกต้อง

ก. $102.55 = b = c$ ข. $102.55 > b > c$

ค. $102.55 < b < c$ ง. $B > 102.55 > c$

17. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

สาร	ความเข้มข้น (m)	จุดเดือด (°C)
A	1	79.72
B	2	80.94
C	1	79.72
D	2	80.94

ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. สาร A และ สาร C เป็นสารชนิดเดียวกัน

ข. สาร B และ สาร D เป็นสารชนิดเดียวกัน

ค. สาร A และ สาร B มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน

ง. สาร A B C และ D มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน

18. ในการเพิ่มจุดเดือดของน้ำทำได้โดยการเติมเกลือลงไปในน้ำ ซึ่งยิ่งเติมลงไปในความเข้มข้นมากขึ้นก็จะยิ่งทำให้จุดเดือดของน้ำเพิ่มขึ้น ข้อความดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

ก. ไม่ถูกต้อง เพราะ สารละลายชนิดเดียวกันถึงแม้ความเข้มข้นต่างกันแต่จุดเดือดเท่ากัน

ข. ไม่ถูกต้อง เพราะ ยิ่งเติมเกลือลงไปในปริมาณมากยิ่งทำให้จุดเดือดของน้ำลดลง

ค. ถูกต้อง เพราะ สารละลายชนิดเดียวกันสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่า

ง. ถูกต้อง เพราะ เกลือทำให้จุดเดือดของน้ำของน้ำเพิ่มขึ้น

19. เมื่อเราเติมตัวละลายระเหยยากลงไปในตัวทำละลายบริสุทธิ์จนมีความเข้มข้น 1 โมแลล จะส่งผลให้ความดันไอของของเหลวลดลง จุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของสารบริสุทธิ์ ค่าที่บอกถึงผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายกับจุดเดือดของสารบริสุทธิ์ดังกล่าว คือข้อใด

ก. ค่าคงที่การลดลงของจุดเยือกแข็ง ข. ค่าคงที่การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด

ค. ผลต่างของจุดเดือด ง. จุดเดือดของสารละลาย

20. จงคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งไม่แตกตัวเมื่อละลายน้ำ ที่ละลายสารนี้ 5.00 กรัม ลงในเบนซีน 100 กรัม โดยพบว่าจุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น 0.70 องศาเซลเซียส (กำหนดให้ K_b ของเบนซีน คือ 2.53 องศาเซลเซียสต่อโมแลล (°C/ m) และจุดเดือดของเบนซีน คือ 80.10 องศาเซลเซียส)

ก. 180 ข. 198

ค. 176 ง. 188

21. สารละลาย X มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ถ้ามีจุดเดือด 103 องศาเซลเซียส จงคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย B (กำหนดให้ K_b ของน้ำ คือ 0.51 องศาเซลเซียสต่อโมแลล (°C/ m) และจุดเดือดของน้ำ คือ 100 องศาเซลเซียส)

ก. 0.58 โมแลล ข. 1.58 โมแลล

ค. 3.88 โมแลล ง. 5.88 โมแลล

22. ถ้ามีสารละลาย A ที่ประกอบด้วยสาร X = 32 กรัม และสาร P = 500 กรัม กับสารละลาย B ที่ประกอบด้วยสาร Y = 76 กรัม และสาร P = 500 กรัม โดยที่ X และ Y มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 128 และ 152 ตามลำดับ เมื่อ P มีค่า K_b = 2.5 องศาเซลเซียสต่อโมแลล ข้อใดสรุปถูกต้อง

ก. สารละลาย A จุดเดือดต่ำกว่าสารละลาย B

ข. สารละลาย A จุดเดือดเท่ากับสารละลาย B

ค. สารละลาย A จุดเดือดสูงกว่าสาร P = 2.5 องศาเซลเซียส

ง. สารละลาย B จุดเดือดสูงกว่าสาร P = 5.0 องศาเซลเซียส

23. เมื่อนำสาร X มาทดทองหาจุดหลอมเหลวพบสารที่นำมาทดลองซึ่งเป็นของแข็งเนื้อเดียว มีช่วงอุณหภูมิในการหลอมเหลวแคบ ข้อใดกล่าวถึงสาร X ได้ถูกต้อง

ก. เป็นสารบริสุทธิ์ ข. เป็นสารคอลลอยด์

ค. เป็นสารละลาย ง. เป็นสารเนื้อเดียว

24. ในการลดจุดเยือกแข็งของน้ำแข็งทำได้โดยการเติมเกลือลงไปในน้ำแข็ง ซึ่งยิ่งเติมลงไปในความเข้มข้นมากขึ้นก็จะยิ่งทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำแข็งลดลง ข้อความดังกล่าวถูกต้องหรือไม่อย่างไร

ก. ถูกต้อง เพราะ เกลือทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำแข็งลดลง

ข. ถูกต้อง เพราะ สารละลายชนิดเดียวกันสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีจุดเยือกแข็งต่ำกว่า

ค. ไม่ถูกต้อง เพราะ สารละลายชนิดเดียวกันถึงแม้ความเข้มข้นต่างกันแต่จุดเยือกแข็งยังเท่ากัน

ง. ไม่ถูกต้อง เพราะ ยิ่งเติมเกลือลงไปในปริมาณมากยิ่งทำให้จุดเยือกแข็งเพิ่มขึ้น

25. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

สาร	มวลโมเลกุล	ความเข้มข้นในน้ำ	จุดเยือกแข็งของสารละลาย (°C)
เอทิลแอลกอฮอล์	46	0.46% โดยมวล	a
น้ำตาลทราย	342	100 กรัม ในน้ำ 29 กรัม	b
เอทิลีนไกลคอล	62	0.62% โดยมวล	c
ยูเรีย	60	4 กรัม ในน้ำ 6.7 กรัม	d

การเรียงลำดับจุดเยือกแข็งของสารละลายในข้อใด ถูกต้อง

ก. a > b > c > d ข. b > a > d > c

ค. d > c > b > a ง. a = b = c = d

26. สารละลายชนิดหนึ่งมีความเข้มข้น 1, 2 และ 3 โมแลล และเมื่อทดลองหาจุดเยือกแข็งของสารชนิดนี้ ทั้ง 3 ความเข้มข้น พบว่ามีจุดเยือกแข็ง x, y และ z ข้อใดต่อไปนี้สรุปถูกต้อง

ก. $y > x > z$ ข. $x = y = z$

ค. $x > y > z$ ง. $x < y < z$

27. ข้อใดให้ความหมายของค่า K_f ได้ถูกต้องที่สุด

ก. ค่าคงที่จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลาย

ข. จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งที่ลดต่ำลงของสารละลาย

ค. ผลต่างระหว่างจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายกับจุดเยือกแข็งของสารละลายที่มีความเข้มข้นคงที่

ง. ผลต่างระหว่างจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์กับจุดเยือกแข็งของสารละลายที่มีความเข้มข้น 1 โมลต่อกิโลกรัม

28. จงคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งไม่แตกตัวเมื่อละลายน้ำ ที่ละลายสารนี้ 5.00 กรัม ลงในเบนซีน 250 กรัม โดยพบว่าจุดเยือกแข็งของสารละลายจะลดลง 0.25 องศาเซลเซียส (กำหนดให้ K_f ของเบนซีน คือ 4.90 องศาเซลเซียสต่อโมแลล (°C/ m) และจุดเยือกแข็งของเบนซีน คือ 5.55 องศาเซลเซียส)

ก. 284 ข. 342 ค. 392 ง. 425

29. สารละลาย B มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ถ้ามีจุดเยือกแข็ง -3 องศาเซลเซียส จงคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย B (กำหนดให้ K_f ของน้ำ คือ 1.86 องศาเซลเซียสต่อโมแลล (°C/ m) และจุดเยือกแข็งของน้ำ คือ 0 องศาเซลเซียส)

ก. 1.0 โมแลล ข. 1.6 โมแลล ค. 2.0 โมแลล ง. 3.2 โมแลล

30. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

สาร	K_f (°C/ m)	จุดเยือกแข็ง (°C)
เบนซีน	4.90	5.5
น้ำ	1.86	0

1. สารละลายกลูโคสในน้ำเข้มข้น 1 โมแลล มีจุดเยือกแข็ง -1.86 องศาเซลเซียส
2. สารละลายกลูโคสในเบนซีนเข้มข้น 1 โมแลล มีจุดเยือกแข็ง -0.6 องศาเซลเซียส
3. สารละลายกลูโคสในเบนซีนเข้มข้น 2 โมแลล มีจุดเยือกแข็ง -4.3 องศาเซลเซียส
4. สารละลายกลูโคสในน้ำเข้มข้น 2 โมแลล มีจุดเยือกแข็ง -3.72 องศาเซลเซียส

ข้อใดถูกต้อง

ก. 1, 3, 4 ข. 2, 3, 4 ค. 1, 2, 3 ง. 1, 2, 3, 4

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย

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

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **ภาคเรียนที่ 1/ 2557** **เวลา 30 นาที**

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

<u>ตัวอย่าง</u>

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	×				

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับข้อนั้น ๆ แล้วเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยน ก เป็น ค

<u>ตัวอย่าง</u>

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	~~×~~		×		

2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

3. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายหรือเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1-3

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศไทย จากภาคเกษตรกรรมมาเป็นภาค อุตสาหกรรม ทำให้กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นศูนย์กลางของแหล่งธุรกิจและความเจริญมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความต้องการในการเดินทางและการขนส่งมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรติดขัดเข้าขั้นวิกฤต และนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ การจราจรที่ติดขัดทำให้รถเคลื่อนตัวได้ด้วยความเร็วต่ำ มีการหยุดและออกตัวบ่อยครั้งขึ้น น้ำมันถูกเผาผลาญมากขึ้น การสันดาปของน้ำมันเชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ และมีการระบายสารมลพิษทางท่อไอเสียในสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นบริเวณที่ใกล้ถนนที่มีการจราจรติดขัด จะมีปัญหามลพิษทางอากาศที่รุนแรงกว่าในบริเวณที่มีการจราจรคล่องตัว มลพิษที่ระบายเข้าสู่บรรยากาศที่เกิดจากการคมนาคมขนส่ง คือ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สารตะกั่ว และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

1. สาระสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร

   ก. ปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานคร

   ข. การที่รถหยุดและออกตัวบ่อยครั้งทำให้มีการปล่อยมลพิษมากขึ้น

   ค. ปัญหาการจราจรติดขัดทำให้รถยนต์วิ่งได้ช้าลง

   ง. ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

   จ. การปล่อยมลพิษสู่ชั้นบรรยากาศของรถยนต์

2. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

   1. เมืองเจริญขึ้นรถติดมากขึ้น
   2. รถหยุดและออกตัวบ่อยทำให้ปล่อยสารมลพิษมากขึ้น
   3. คนเป็นสาเหตุในการปล่อยมลพิษ
   4. ปริมาณรถยนต์ไม่ใช่สาเหตุของการปล่อยสารมลพิษ
   5. สารมลพิษเกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง

ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

ก. 1, 2, 3, 4, 5 ข. 1, 2, 3, 4

ค. 2, 3, 4, 5 ง. 1, 2, 3, 5

จ. 1, 3, 5

3. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้สารมลพิษในกรุงเทพฯ สูงขึ้น

ก. เกิดการสันดาปของน้ำมันเชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ในรถยนต์

ข. การเพิ่มเส้นทางการคมนาคม

ค. ปริมาณรถยนต์ที่เพิ่มขึ้น

ง. การเจริญเติบโดทางการคมนาคมในกรุงเทพ

จ. การระบายของสารมลพิษในกรุงเทพฯ ไม่ดีเพราะมีตึกสูง

ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4-6

> กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เตือนการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้าน เช่น น้ำยาขจัดคราบในห้องน้ำ ผลิตภัณฑ์แก้ไขการอุดตันของท่อน้ำ ซึ่งมักมีสารเคมีอันตรายเป็นส่วนประกอบหลัก อย่างไรก็ตาม มีผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบางยี่ห้อที่ไม่ผ่านการขึ้นทะเบียนเป็นวัตถุอันตรายที่ใช้ทางสาธารณสุข หรือ "วอส." ตามที่กำหนด มีความเป็นกรดและด่างสูง เป็นอันตรายต่อผู้ใช้อย่างยิ่ง

4. สาระสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร

ก. อันตรายของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้าน

ข. คำเตือนของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ค. ความเป็นกรดและด่างสูงของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้าน

ง. การไม่ผ่านการขึ้นทะเบียนของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้าน

จ. การใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้าน

5. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านส่วนใหญ่มีสารเคมีอันตรายจึงเป็นอันตรายต่อผู้ใช้

ข. ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนจึงเป็นอันตรายต่อผู้ใช้

ค. ผลิดภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านที่มีความเป็นกรดเป็นด่างสูงเป็นอันตรายต่อผู้ใช้

ง. ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านถึงแม้จะผ่านการขึ้นทะเบียนเป็นวัตถุอันตรายที่ใช้ทางสาธารณสุขก็ยังมีความเป็นอันตรายต่อผู้ใช้

จ. ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านที่ผ่านการขึ้นทะเบียนเป็นวัตถุอันดรายที่ใช้ทางสาธารณสุขจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้

6. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ออกประกาศเตือนในการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้าน

ก. การที่ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านส่วนใหญ่ผลิตจากสารเคมีอันตราย

ข. การใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านอย่างแพร่หลายของประชาชน

ค. การที่มีผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านบางส่วนไม่ผ่านการขึ้นทะเบียน เป็นวัตถุอันตรายที่ใช้ทางสาธารณสุข

ง. ความเป็นกรด-ด่างสูง ของสารทำความสะอาดที่ส่งผลต่อผู้ใช้

จ. สารประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านเป็นสารอันตราย

<u>ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 7-9</u>

ในผู้ป่วยที่ได้รับสารจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกายและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดทั่วไป ตลอดจนน้ำยาปรับผ้านุ่มในปริมาณไม่มากนั้น ไม่มีความจำเป็นต้องมาโรงพยาบาล และสามารถให้การปฐมพยาบาลที่บ้านได้ด้วยการให้ดื่มนมหรือน้ำ เพื่อลดความเข้มข้นของสารลง ซึ่งจะทำให้ความเป็นพิษลดตามลงมาด้วย และควรจัดให้ผู้ป่วยนอนในท่าศีรษะสูง เพื่อป้องกันการสำลักจากการอาเจียน แต่ถ้าได้รับสารปริมาณมาก หลังให้การปฐมพยาบาลเบื้องต้นแล้ว ควรพาผู้ป่วยไปพบแพทย์โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่เป็นเด็กเล็กหรือผู้สูงอายุ ซึ่งอาจมีอาการรุนแรงกว่าคนทั่วไป และในกรณีที่สัมผัสทางตาหรือผิวหนังแล้วมีอาการระคายเคือง ควรล้างด้วยน้ำสะอาดจำนวนมากอย่างน้อย 15 นาที และถ้ายังมีปัญหาจึงค่อยไปพบแพทย์ แต่ถ้าเป็นสารกลุ่มที่มีฤทธิ์ระคายเคืองมากกว่าชนิดอื่น เช่น น้ำยาปรับผ้านุ่ม ถ้าได้รับในปริมาณมากควรพาผู้ป่วยไปพบแพทย์ เพื่อให้การรักษาที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

7. สาระสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร

ก. การปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับสารจากผลิภัณฑ์ทำความสะอาด

ข. อันตรายที่เกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

ค. การป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

ง. อาการที่เกิดขึ้นจากการได้รับสารจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

จ. การเข้าสู่ร่างกายของสารจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

8. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. การดื่มน้ำหรือน้ำนมช่วยให้ความเข้มข้นของสารที่เข้าสู่ร่างกายมีความเข้มข้นลดลง

ข. การนอนในท่าที่ศีรษะสูงช่วยป้องกันการสำลักเมื่อเกิดการอาเจียนได้

ค. น้ำยาปรับผ้านุ่นมีฤทธิ์คล้ายกับกรด-ด่างจึงเกิดการระคายเคืองเมื่อใช้น้ำยาปรับผ้านุ่น

ง. การล้างน้ำสะอาดเป็นเวลานานช่วยลดอาการที่เกิดจากการสัมผัสสารจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

จ. เมื่อได้รับสารจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดควรไปพบแพทย์ทันทีไม่ว่าจะได้รับสารในปริมาณมากหรือน้อยก็ตาม

9. ข้อใดไม่ใช่วิธีในการปฐมพยาบาลเมื่อได้รับสารจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

ก. ดื่มน้ำและนมเยอะ ๆ เพราะจะช่วยลดความเข้มข้นของสารที่ได้รับให้น้อยลง

ข. ให้ผู้ป่วยนอนในท่าศีรษะสูงเพื่อป้องกันการสำลักเมื่อผู้ป่วยเกิดการอาเจียน

ค. การให้ผู้ป่วยพักผ่อนให้เพียงพอเมื่อได้รับสารจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเข้าสู่ร่างกาย

ง. ล้างด้วยน้ำสะอาดนาน 15 นาทีเมื่อเกิดการระคายเคืองจากการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

จ. ถ้าหากได้รับสารในปริมากควรไปพบแพทย์เพื่อให้การรักษาอย่างถูกต้องปลอดภัย

<u>ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10-12</u>

เนื่องด้วยพิษภัยหรือโทษของสารเสพติดที่เกิดแก่ผู้หลงผิดไปเสพสารเหล่านี้เข้าซึ่งเป็นโทษที่มองไม่เห็นชัด เปรียบเสมือนเป็นฆาตกรเงียบ ที่ทำลายชีวิตบุคคลเหล่านั้นลงไปทุกวัน ก่อปัญหาอาชญากรรม ปัญหาสุขภาพ ก่อความเสื่อมโทรมให้แก่สังคมและบ้านเมืองอย่างร้ายแรง เพราะสารเสพย์ติดทุกประเภทที่มีฤทธิ์เป็นอันตรายต่อร่างกายในระบบประสาทสมอง ซึ่งเปรียบเสมือนศูนย์บัญชาการของร่างกายและชีวิตมนุษย์ การติดสารเสพติดเหล่านั้นจึงไม่มีประโยชน์อะไรเกิดขึ้นแก่ร่างกายเลย แต่กลับจะเกิดโรคและพิษร้ายต่าง ๆ จนอาจทำให้เสียชีวิต หรือ เกิดโทษและอันตรายต่อครอบครัว เพื่อนบ้าน สังคม และชุมชนต่าง ๆ ต่อไปได้อีกมาก

10. สาระสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร

ก. การระบาดของยาเสพติด

ข. การเสื่อมโทรมทางสังคม

ค. โทษของสารเสพติด

ง. การทำงานของสมองของระบบประสาท

จ. ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม

11. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. การระบาดของสารเสพติดส่งผลให้เกิดปัญหาอาชญากรรม

ข. การเสพยาเสพติดทำให้การทำงานของระบบประสาทและสมองผิดปกติ

ค. การเสพยาเสพติดทำให้ความรับผิดชอบต่อครอบครัว และญาติพี่น้องจะหมดสิ้นไป ไม่สนใจที่จะดูแลครอบครัว

ง. สังคมเสื่อมโทรมเนื่องจากการระบาดของสารเสพติด

จ. การเสพสารเสพติดในปริมาณที่พอดีจะไม่เป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น

12. ข้อใดไม่ใช่เหตุผลที่ทำให้สารเสพติดมีโทษต่อผู้เสพ

ก. การมีฤทธิ์ทำให้ผู้เสพแข็งแรงกว่าปกติ ทำงานไม่เหนื่อย สามารถทำงานได้นาน และรู้สึกผ่อนคลาย

ข. การมีฤทธิ์ต่อระบบประสาท ทำให้สมรรถภาพเสื่อมลง มีอารมณ์ จิตใจไม่ปกติ เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

ค. การมีฤทธิ์ทำให้ความต้านทานโรคของผู้เสพน้อยกว่าปกติ ทำให้เกิดโรคหรือเจ็บไข้ได้ง่าย

ง. การมีฤทธิ์ทำให้ระบบการควบคุมกล้ามเนื้อและประสาทบกพร่อง ใจลอย

จ. การมีฤทธิ์ทำให้ผู้เสพเกิดอาการคุ้มคลั่ง หรืออาละวาดเมื่อขาดยา

<u>ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 13-15</u>

สารเคมีได้เข้ามาในชีวิตประจำวันของคนโดยทั่วไป โดยมีการใช้กันอย่างแพร่หลายและในปริมาณที่สูงมาก หากผู้ใช้ไม่มีความรู้ ไม่ทราบพิษภัยของสารเคมี หรือใช้กันอย่างไม่ระมัดระวัง สารเคมีเหล่านั้น จะเข้าสู่ร่างกายผู้ใช้และผู้ที่อยู่รอบข้าง ซึ่งสามารถทำอันตรายต่อสุขภาพได้รุนแรงจนถึงขั้นเสียชีวิตได้ สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ

ทางปาก โดยการดื่มกินเข้าไปจากการปนเปื้อนมากับอาหารและน้ำดื่ม การใช้มือที่เปื้อนสารเคมีหยิบจับอาหารเข้าปากหรือการกินเข้าไปโดยตรง

ทางผิวหนัง สารเคมีสามารถดูดซึมเข้าทางผิวหนังและจะดูดซึมได้มากยิ่งขึ้นหากมีบาดแผลที่ผิวหนัง หรือเป็นโรคผิวหนังอยู่ก่อนแล้ว นอกจากนี้แล้วสารเคมียังทำอันตรายโดยตรงต่อผิวหนังจากการสัมผัส

ทางการหายใจ เกิดจากการสูดดมหรือหายใจเอาสารเคมีในรูปของไอ ฝุ่นละออง เข้าไปโดยตรงจากทำงานในที่ที่มีสารเคมี อาการที่เกิดจะเร็วมากเพราะเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็วและได้รับปริมาณที่สูงมากกว่าทางอื่น

13. สาระสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร

ก. อันตรายจากสารเคมีในชีวิตประจำวัน

ข. สารเคมีกับชีวิตประจำวัน

ค. การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมี

ง. อาการที่เกิดจากการสัมผัสสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

จ. วิธีการป้องกันไม่ให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกาย

14. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. สารเคมีที่สัมผัสทางผิวหนังสามารถเข้าสู่ทางร่างกายทางปากได้ด้วย

ข. การสูดดมสารเคมีเข้าสู่ร่างกายส่งผลต่อร่างกายอย่างรวดเร็ว

ค. การสูดดมสารเคมีเข้าสู่ร่างกายจะได้รับสารในประมาณมากกว่าทางอื่น

ง. การสัมผัสสารทางผิวหนังส่งผลต่อร่างกายช้าเพราะผิวหนังมีความหนามาก

จ. เมื่อมีบาดแผลบริเวณผิวหนังยิ่งส่งผลทำให้สารเคมีสามารถซึมซับเข้าสู่ร่างกายได้เร็วขึ้น

15. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะสำคัญของช่องทางที่สารเคมีเข้าสู่ร่างกาย

ก. การสัมผัสกับผิวหนังเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการได้รับอันตรายจากสารเคมีที่พบได้อยู่เสมอในอัตราที่ค่อนข้างสูงในระหว่างการปฏิบัติงาน

ข. การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีในทางปากเกิดขึ้นได้เพียงการดื่มกินเข้าไปจากการปนเปื้อนมากับอาหารและน้ำดื่ม หรือการกินเข้าไปโดยตรง

ค. การเข้าสู่ร่างกายจากการสัมผัส อาจเกิดผ่านช่องทางต่าง ๆ เช่น รูขุมขน ต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ และผิวหนังชั้นนอก

ง. สารพิษที่จะเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านระบบทางเดินหายใจได้แก่สารประเภท แก๊ส ไอของของเหลวที่ระเหยออกมาก ละอองของสารเคมี หรือผงฝุ่น

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

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