ความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล

ณัฐริกา ผายเมืองฮุง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

LEARNING GAIN AND SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING ON MOLES OF GRADE 10 STUDENTS LEARNING THROUGH 5E INQUIRY CYCLE INCORPORATED WITH TEAMS-GAMES-TOURNAMENTS IN EVALUATION STEP

NATTARIKA PHAIMUANGHUNG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN SCIENCE EDUCATION

FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2015

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง ความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นขยายความรู้

ผู้วิจัย นางสาวณัฐริกา ผายเมืองฮุง

คณะกรรมการสอบ

ดร.ประนอม แซ่จึง	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา	กรรมการ
ดร.สนธิ พลชัยยา	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ประนอม แซ่จึง .....

(ดร.ประนอม แซ่จึง)

....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์) (รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ประนอม แซ่จึง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย การเขียนรายงานวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างเรียบร้อย สมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร.สนธิ พลชัยยา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่กรุณาให้ความรู้และสละเวลาให้คำปรึกษา ชี้แนะในการศึกษาตลอดระยะเวลาการศึกษาในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมาทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านไปด้วยดี ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนทุนการศึกษาในระดับปริญญาโท

ขอขอบคุณผู้บริหาร และคณะครูและบุคลากรทางการศึกษา โรงเรียนสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการวิจัย ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณ มารดา พี่น้องและเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้เสมอมา

ณัฐริกา ผายเมืองฮุง
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องโมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล

ผู้วิจัย : ณัฐริกา ผายเมืองฮุง

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.ประนอม แซ่จึง

คำสำคัญ : ความก้าวหน้าทางการเรียน มโนมติทางวิทยาศาสตร์ มโนมติคลาดเคลื่อน เทคนิคกลุ่มแข่งขัน โมล วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้นเรียน แบบรายบุคคล แบบรายเนื้อหา แบบรายข้อและสำรวจความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โมล ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผลกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างแดนดิน จำนวน 45 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขัน และแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น จำนวน 40 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน และความก้าวหน้าทางการเรียน ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล ทำให้ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งระดับชั้นตามทฤษฎีของ Hake อยู่ในระดับสูง ค่าจีเท่ากับ 0.85 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 73.33 โดยเรื่องจำนวนโมลกับมวลของสารเป็นเนื้อหาที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด เท่ากับ 0.75 ส่วนเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊สมีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุด เท่ากับ 0.50 สำหรับความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ คำถามข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุดและน้อยที่สุด เท่ากับ 0.88 และ 0.11 ซึ่งคำถามทั้ง 2 ข้อเป็นการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส จากการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (ค่าเฉลี่ย = 64.42) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย = 23.78)

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p 0.05 นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผลมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนถูกต้องเพิ่มมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 74.42 โดยเนื้อหาที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากที่สุด คือ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส คิดเป็นร้อยละ 79.78 และมีมโนมติคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นหลังเรียนมากที่สุดคือการแก้สมการและการแทนค่าในสูตร คิดเป็นร้อยละ 25.88

ABSTRACT

TITLE : LEARNING GAIN AND SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING ON MOLES OF GRADE 10 STUDENTS LEARNING THROUGH 5E INQUIRY CYCLE INCORPORATED WITH TEAMS – GAMES –TOURNAMENTS IN EVALUATION STEP

AUTHOR : NATTARIKA PHAIMUANGHUNG

DEGREE : MASTER OF DEGREE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : PRANORM SAEJUENG, Ph.D.

KEYWORD : LEARNING GAIN, SCIENTIFIC CONCEPTION, MISCONCEPTION, TEAMS–GAMES–TOURNAMENTS, MOLE, INQUIRY LEARNING CYCLE

This study aimed to investigate the class normalized gain, individual student normalized gain, each conceptual normalized gain, single test item normalized gain, and scientific concepts on mole of students learning through 5E inquiry cycle incorporated with Teams – Games –Tournaments in evaluation step (Inquiry & TGT). Participants were 45 students of Grade 10 from Sawangdaendin School in second semester of academic year 2015. Research instruments were Inquiry & TGT lesson plans and 40 questions of 2-teir assessment test. Data were analyzed by means, percentage, standard deviation, dependent sample t-tests and normalized gains. The results of the study indicated that the learning gain of students who learned through inquiry & TGT achieved the class average values of G according to Hake theory are high (G = 0.85), Individual student's gain on mole was high (73.33%). The highest normalized gain was in the concept of the mole to mass (G = 0.75) whereas lowest was in mole to volume (G=0.50). For single test item normalized gain, highest and lowest of G was 0.88 and 0.11 which two questions determined students to solve problem of molar volume. Based on the dependent samples t-test analysis, the post-test conception score (mean = 64.42) was statistically significantly higher than that of

the pre-test score (mean = 23.78) at p-value of 0.05. The conceptual understanding of students after learning with inquiry & TGT technique was highly improved (74.42 percent increase). The highest conceptual understanding was in the concept of the relationship between the moles, particle, mass and volume of the gas at STP about 79.78%. The highest post-misconception which is about 25.88 percent was on solving equations and replacing the values in the formula.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ง**
สารบัญ	**ฉ**
สารบัญตาราง	**ช**
สารบัญภาพ	**ฌ**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)	8
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)	13
2.3 มโนมติ (Concept)	20
2.4 สาเหตุที่ทำให้เกิดมโนมติคลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาเคมี	22
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	35
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	35
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	36
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	37
3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	45
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน	49
4.2 คะแนนมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล	54
4.3 มโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อนและผิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล	56
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	67
5.2 ข้อเสนอแนะ	68
เอกสารอ้างอิง	**70**
ภาคผนวก	
ก แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล	80
ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นขยายความรู้ เรื่อง โมล	94
ค รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือ	115
ง การวิเคราะห์เครื่องมือ	117
จ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล	122
ฉ ภาพประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โมล โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นขยายความรู้	126
ประวัติผู้วิจัย	**132**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	พฤติกรรมของนักเรียนและบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบ	10
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล	36
3.2	มวลของสารต่างๆ ที่มีจำนวนโมล 1 โมล	39
3.3	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP	41
3.4	จำนวนข้อสอบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	43
3.5	เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบตัวเลือกสองลำดับขั้น	46
3.6	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบข้อที่ 1	47
4.1	ความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งชั้นเรียน	48
4.2	คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล	55
4.3	ร้อนละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เรื่องโมล	57
4.4	ตัวอย่างและมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิดของนักเรียน เรื่อง โมล	58
ง.1	ผลการวิเคราะห์ค่า IOC	117
ง.2	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	119
จ.1	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนหนึ่งที่เป็นแบบ 4 ตัวเลือก	122
จ.2	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนที่เป็นการเขียนอธิบายเหตุผล	123
จ.3	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนเลือตอบแบบ 4 ตังเลือกและส่วนเขียนอธิบายเหตุผล	124

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ปิรามิดการเรียนรู้	2
2.1	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน	19
2.2	แบบจำลองโครงสร้างโมเลกุล (a) โฟมของ NH_3 (b) โมเลกุลสำเร็จรูป	24
2.3	กิจกรรมการวาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของสมการเคมีในระดับอนุภาค (BPW)	28
2.4	คำถามข้อที่ 4a และ 4b	29
2.5	การวิเคราะห์คำตอบของภาพวาดระดับจุลภาคของสารที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาของคำถามข้อที่ 4a	29
2.6	กิจกรรมการทดลองการลดลงของจุดเยือกแข็ง	31
2.7	ตัวอย่างข้อสอบนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนมติเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด	33
2.8	การทดลองระหว่างชิ้น Al foil กับสารละลาย $CuCl_2$ (สีฟ้า) ซึ่งมีอัตราส่วนโมลระหว่าง Al และ $CuCl_2$ ต่างกัน 5 สภาวะ	34
3.1	กิจกรรมลูกปัดแสนสวย	38
3.2	กิจกรรมลูกเต๋า	42
4.1	ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล	50
4.2	ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายเนื้อหา	51
4.3	ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อความ	52
4.4	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบแต่ละตัวเลือกของคำถามข้อที่ 13	53
4.5	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบแต่ละตัวเลือกของคำถามข้อที่ 7	53
4.6	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบแต่ละตัวเลือกของคำถามข้อที่ 23	54
4.7	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบแต่ละตัวเลือกของคำถามข้อที่ 18	54
4.8	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องจำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร	59
4.9	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องจำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.10	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องจำนวนโมลกับมวลของสาร	60
4.11	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องจำนวนโมลกับมวลของสาร	61
4.12	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส	61
4.13	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊สที่ STP	62
4.14	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP	62
4.15	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเมื่อใช้สูตรในการคำนวณ เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสาร ($n=g/M_w$)	63
4.16	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเมื่อใช้สูตรในการคำนวณ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาค จำนวนโมลและมวลของสาร ($N/6.02x10^{23} = g/M_w$)	63
4.17	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเมื่อใช้สูตรในการคำนวณ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาค จำนวนโมลและมวลของสาร ($N/6.02x10^{23} = g/M_w$)	64
4.18	นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเมื่อใช้สูตรในการคำนวณ เรื่อง ปริมาตรต่อโมลของแก๊สที่ STP ($n=V / 22.4\ dm^3$ ที่ STP)	64
4.19	มโนมติที่คลาดเคลื่อนจากการใช้สูตรเรื่องโมล	65
4.20	มโนมติที่คลาดเคลื่อนจากการเทียบบัญญัติไตรยางศ์	66
ฉ.1	กิจกรรมลูกปัดแสนสวย	126
ฉ.2	การชั่งสารตามจำนวนกรัมที่คำนวณได้	126
ฉ.3	ตัวอย่างผลงานนักเรียนคำนวณมวลโมเลกุลของสารเคมีที่กำหนดให้	127
ฉ.4	กิจกรรมการทำงานกลุ่มในแต่ละกิจกรรม	128
ฉ.5	การทำกิจกรรมกลุ่มแข่งขัน	128
ฉ.6	การทำใบกิจกรรม	129
ฉ.7	การทำกิจกรรมเกมลูกเต๋า	129
ฉ.8	การทำกิจกรรมเกมลูกเต๋า	130

บทที่ 1
บทนำ

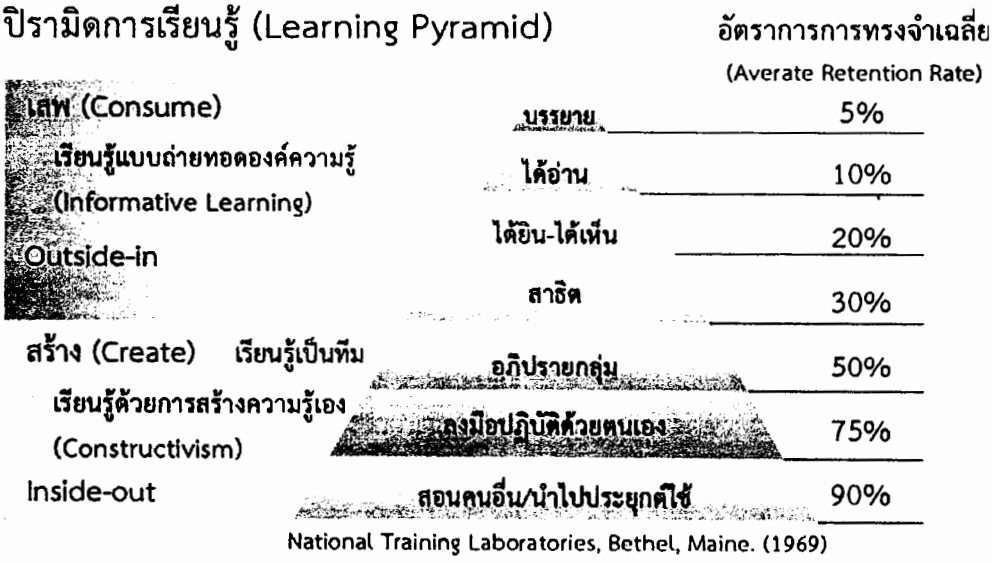
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิชาเคมีเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญมากเช่นเดียวกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรามากมาย เช่น อาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม ตลอดจนที่อยู่อาศัย และอื่นๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ความรู้หลักการของวิชาเคมีได้นำมาใช้ประโยชน์ในด้านๆ เช่น ด้านอุตสาหกรรม วิทยาการทางการแพทย์ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่างๆ เป็นต้น โดยการเรียนวิชาเคมี มีทั้งเนื้อหาที่เป็นหลักการ การปฏิบัติ การคำนวณ ซึ่งจะเห็นว่าเป็นสิ่งที่ยากในการทำความเข้าใจ การที่นักเรียนจะเรียนวิชาเคมีให้เข้าใจนั้นก็ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนว่าจะมีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรที่ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหา และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องต่างๆ ได้ (กุลยา โอตากะ, 2547)

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเฉพาะรูปแบบการสอนของครูเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แต่ในปัจจุบันพบว่าการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยมีปัญหาอยู่มาก ซึ่งเห็นได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักเรียนไทยเมื่อเทียบกับนานาชาติ พบว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ นักเรียนไทยทำข้อสอบประเภทนำความรู้ไปใช้และกระบวนการคิดแก้ปัญหาไม่ค่อยได้ และในการสอบแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศไทยในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนไทยทำข้อสอบทฤษฎีได้แต่ทำข้อสอบภาคปฏิบัติไม่ได้ (สุธาสินี ดีรักษา, 2553; อ้างอิงจาก สสวท., 2546) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เน้นการท่องจำ และการถ่ายทอดเนื้อหาวิชาการมากกว่ากระบวนการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ซึ่งไม่เอื้อต่อการพัฒนาคนให้มีคุณภาพเต็มศักยภาพ ในการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยถือว่าผู้เรียนมีวามสำคัญที่สุด และการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2542)

จากผลสำรวจแนวคิดและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนจำนวนน้อยมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกือบทั้งหมดไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยนักเรียนพยายามที่จะใช้สูตรในการแก้โจทย์ปัญหา โดยขาดความเข้าใจแนวคิดอย่างแท้จริง (กัญญา โขคสวัสดิ์ภิญโญ, 2553) และ

จากการสอนวิชาเคมีตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยเฉลี่ยมีค่าต่ำ ค่าเฉลี่ย 1.90 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน และนักเรียนได้ระดับผลการเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับรายวิชาอื่น (โรงเรียนสว่างแดนดิน, 2557: 20-21) ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นการคำนวณซึ่งผู้เรียนต้องใช้ความรู้ในวิชาเคมีและวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อขาดทักษะการคิดคำนวณ การวิเคราะห์ และแก้ปัญหาโจทย์ ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เคมีมาแก้ปัญหาโจทย์ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย เกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชา และการจัดการเรียนรู้ยังเน้นการที่ครูเป็นผู้บรรยาย (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2542) จะเห็นได้ว่า การเรียนรู้ด้วยการบรรยาย เป็นวิธีการที่ผู้เรียนมีความคงทนของความรู้โดยเฉลี่ยน้อยที่สุด (ภาพที่ 1.1) ถ้าครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนพูดคุยกัน (Discussion) ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) จะช่วยให้เกิดความคงทนของความรู้มากขึ้น 10 เท่า และถ้านักเรียนได้ทดลองปฏิบัติเอง (Practice by doing) จะทำให้เกิดความคงทนของความรู้ถึง ร้อยละ 75 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ



ภาพที่ 1.1 ปิรามิดการเรียนรู้

ที่มา: วิเชียร ขันแก้ว (2559)

การเรียนรู้แบบเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) อยู่ในกลุ่มการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยมีแนวทางการจัดกิจกรรม เป็นการแข่งขันกับสมาชิกของทีมอื่น จัดโต๊ะการแข่งขันตามความสามารถของผู้เรียน คือ คนเรียนเก่งกับคนเรียนเก่ง คนเรียนอ่อนกับคนเรียนอ่อน โดยนักเรียนทุกคนจะต้องทำกิจกรรมและเรียนรู้ร่วมกัน คนเรียนเก่งช่วยเหลือคนเรียนอ่อน ทุกคนตระหนักในบทบาทหน้าที่กระตือรือร้นและเล็งเห็นความสำคัญของตนเองเพื่อความสำเร็จของทีม ช่วยพัฒนาโนมติเดิมของ

นักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งเหนี่ยวนำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และประสบผลสำเร็จ (Slavin, 1996; อ้างอิงจาก Devries and Slavin, 1978) สอดคล้องกับงานวิจัยของทางการศึกษาที่ได้นำการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ไปจัดกิจกรรมในห้องเรียน ทำให้นักเรียนทำข้อสอบอัตนัยได้ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางเคมีมากขึ้น ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (กัญญา โชคสวัสดิ์ภิญโญ, 2553; สุรเดช ใจจุลละ, 2558)

สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติและเรียนรู้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) มุ่งเน้นให้นักเรียน ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ออกแบบและทำการทดลองด้วยตัวเอง สร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิม เข้ากับหลักฐานที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมา โดยที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก สนับสนุน ชี้แนะช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน และยังเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถ ทางสติปัญญาทุกระดับ สามารถช่วยให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและปานกลาง ให้เข้าใจมโนมติได้ดีขึ้น (ศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554) การเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นขยายความรู้ เป็นกิจกรรมที่สร้างความสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียนในทุกขั้นตอนของกิจกรรม สามารถเพิ่มความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ (Supasorn, S. and Promarak, 2015) ในเนื้อหาเคมีเรื่องสมดุลเคมี (ฮิกมะฮ์ อาแวกะจิ, 2558) และไฟฟ้าเคมีได้ (สนทยา บังพรม, 2558)

การเรียนเรื่องโมลและปริมาณสัมพันธ์ นักเรียนต้องใช้ทั้งความรู้วิชาเคมีและวิชาคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนแต่ละคนจึงมีทั้งมโนมติที่ถูกต้องและมโนมติคลาดเคลื่อนไปจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (กมลนุช ไชยมัชชิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องจำนวนโมล โดยเข้าใจว่ามวลเป็นกรัมเท่ากับโมล ใช้วิธีคิดแบบร้อยละทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณร้อยละโดยโมลของสารโดยไม่คำนึงถึงความหมายของตัวเลขในทางเคมี (สุรเดช ใจจุลละ, 2558) ดังนั้น การส่งเสริมให้นักเรียนสร้างมโนมติที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งที่ยาก และท้าทายสำหรับครูผู้สอน (สุภาพร อินบุญนะ, 2541) การจัดการเรียนรู้ในมิติใหม่เพื่อให้ประสบผลสำเร็จ ครูจะต้องรู้เกี่ยวกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนในหัวข้อนั้นๆ ครูต้องสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนก่อนที่จะจัดการเรียนรู้และให้คำแนะนำกับนักเรียนในระหว่างเรียนด้วย (Bodner, 1991) การที่ครูมีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้เดิม (Prior Knowledge) หรือแนวคิดทางเลือก (Alternative conceptions) ของนักเรียนว่าเป็นอย่างไรสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

(Scientific conceptions) ที่เป็นที่ยอมรับ ของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ จะสามารถช่วยให้ครูทราบพื้นฐานของนักเรียนและสามารถช่วยให้ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมหรือแนวคิดทางเลือกกับความรู้หรือข้อมูลใหม่ จนเกิดการเรียนรู้และสามารถ ปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนให้เป็นแนวคิดหรือมโนมติวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2555)

จากผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ช่วยเพิ่มมโนมติวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ5ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เรื่อง โมล เพื่อปรับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ผิดให้ถูกต้อง

1.2 วัตถุประสงค์

การวิจัย เรื่อง ความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องโมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

1.2.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 แบบ ได้แก่ แบบรายชั้นเรียน (Class normalized gain) แบบรายบุคคล (individual student normalized gain) แบบรายเนื้อหา (Conceptual dimensional normalized gain) และแบบรายข้อ (Single test item normalized gain)

1.2.2 คะแนนมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2.3 มโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อนและผิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องโมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล ในครั้งนี้มีสมมติฐานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั้งหมด ดังนี้

1.3.1 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งระดับชั้น รายบุคคล รายบุคคลและรายข้อ อยู่ในเกณฑ์ระดับสูง

1.3.2 คะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

13.3 ร้อยละมโนมติถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีร้อยละมโนมติคลาดเคลื่อนและผิดลดลง

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1-4/3 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 23 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 140 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 23 จำนวน 45 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากประชากร

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เรื่องโมล

1.4.2.2 ตัวแปรตาม คือ

1) คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน

2) คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

3) ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เรื่อง โมล

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาเคมี 2 รหัส ว31222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องโมล (ปริมาณสารสัมพันธ์) ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 12 ชั่วโมง ทุกเนื้อหามีเวลา 3 ชั่วโมง ดังนี้

1.4.3.1 จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร

1.4.3.2 จำนวนโมลกับมวลของสาร

1.4.3.3 ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

1.4.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

1.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นขยายความรู้ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหาโดยใช้ชุดการเรียนรู้ ประกอบด้วย กิจกรรมลูกปัดแสนสวย กิจกรรมมวลสารที่ต้องชั่ง และเกมลูกเต๋า (3) ขั้นสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป (4) ขั้นขยายความรู้ ให้นักเรียนดูวีดีโอเรื่องการเปลี่ยนหน่วยจำนวนโมลเป็นหน่วยต่างๆของสาร พร้อมทั้งให้ทำแบบฝึกหัดโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน (5) ขั้นการประเมินผลผู้สอนใช้กิจกรรมกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยผู้ที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกันนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มและครูให้รางวัลสำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดและติดประกาศผลคะแนนแต่ละอันดับหน้าห้องเรียน

1.5.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโมล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในรายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว31222 บทที่ 4 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ค่า normalized gain

1.5.3 มโนมติ (concept) หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจของนักเรียนที่จะสรุปลักษณะสำคัญๆของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปของสิ่งนั้น

1.5.4 มโนมติถูกต้อง (Good conception) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลของแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบัน โดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นถ้านักเรียนตอบถูกทั้งคำตอบและเหตุผล ถือว่านักเรียนมีมโนมติถูกต้อง

1.5.5 มโนมติคลาดเคลื่อนหรือมโนมติทางเลือก (Alternative conception) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์แต่ไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลของแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบัน โดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ถ้านักเรียนตอบถูกเฉพาะส่วนที่เป็นคำตอบหรือเหตุผล ถือว่านักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อน

1.5.6 มโนมติผิด (Misconception) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบัน โดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ถ้านักเรียนตอบผิดทั้งส่วนที่เป็นคำตอบและเหตุผล ถือว่านักเรียนมีมโนมติผิด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมโนมติที่สอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล

1.6.2 นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน เรื่องโมล มากขึ้น ช่วยเสริมสร้างทักษะในการเรียนรู้และประสบการณ์ทางสังคมให้กับนักเรียนมากขึ้น

1.6.3 นักเรียนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาเคมีมากขึ้น

1.6.4 ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประกอบการพัฒนา กำหนดนโยบาย วางแผนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนระดับชั้นต่างๆ ในโรงเรียน และโรงเรียนอื่นๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาตำรา เอกสาร แนวคิด และทฤษฎีต่างๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 กระบวนการสืบเสาะ

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.3 มโนมติ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

2.1.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึงกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมหรือวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติและเรียนรู้เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551: 43) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 15) เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้สืบค้นหรือค้นหาคำตอบในเรื่องหรือประเด็นที่กำหนด (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2545: 20) เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้เกิดคำถามให้เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง (ทิศนา แขมณี, 2548: 141) เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแก้ปัญหาได้ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 36) ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ดังนั้นครูจึงต้องมีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ที่เรียนรู้ และค้นพบตัวเองมากที่สุด นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้มีความสนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียน มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่างๆ มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อ

รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลนำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารข้อมูลสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจ และสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551: 37)

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการสอนที่ที่เน้นให้นักเรียนเรียนได้ปฏิบัติและเรียนรู้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้นักเรียน ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ และทำการทดลองด้วยตัวเอง สร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับหลักฐานที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมา โดยที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก สนับสนุน ชี้แนะช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน

2.1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาได้นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้หลากหลายรูปแบบต่างกัน ตัวอย่างหนึ่งของรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5Es Learning Cycle) (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551; อ้างอิงจาก Bybee, 1997)

2.1.2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนอาจสนใจวัตถุสิ่งของ ปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์เหตุการณ์ต่างๆ กิจกรรมของขั้นนี้ควรเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ได้เรียนแล้วกับกิจกรรมที่จะเรียนต่อไป การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้อาจทำได้โดยการถามคำถาม การกำหนดปัญหา การแสดงเหตุการณ์ที่ขัดแย้ง และแสดงสถานการณ์ที่ทำให้เห็นปัญหา ครูมีบทบาทในการแสดงเหตุการณ์และออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนี้ครูยังเป็นผู้เตรียมลำดับขั้นตอนต่างๆ ของกิจกรรม กิจกรรมในขั้นนี้ไม่ควรจะใช้เวลานานและยากเกินไป ควรจะเป็นกิจกรรมที่ง่ายและใช้เวลาสั้นๆ

2.1.2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและนักเรียนจะใช้เวลาในการสำรวจและค้นหาแนวคิดของตนเอง กิจกรรมการสำรวจและค้นหานี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะสำรวจและค้นหาวัสดุสิ่งของ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์โดยการสังเกต การลงมือปฏิบัติ ทดสอบ สมมติฐาน แก้ปัญหา การหาตัวแปรและการตั้งคำถาม

2.1.2.3 ขั้นอธิบาย (Explanation) การอธิบาย หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการที่ทำให้เกิดความเข้าใจและความกระจ่างเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ กระบวนการอธิบายจะทำให้นักเรียนและครูได้ใช้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้ครูอาจให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จากนั้นครูอาจจะนำเสนอการอธิบายที่เป็น

การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการอธิบายนี้ควรเน้นการอธิบายที่เกิดจากนักเรียนเองและควรเชื่อมโยงกับขั้นสร้างความสนใจและขั้นสำรวจและค้นหาด้วย จุดประสงค์หลักของขั้นอธิบายนี้ก็คือการนำเสนอแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ ที่ทำให้เข้าใจได้ง่าย ชัดเจนและตรงไปตรงมาและเพื่อเชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนขั้นต่อไป

2.1.2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เมื่อนักเรียนได้อธิบายสิ่งที่ตนเองเรียนรู้แล้ว นักเรียนควรได้มีโอกาสในการประยุกต์หรือขยายแนวคิด กระบวนการหรือทักษะของตน นักเรียนบางคนอาจจะยังไม่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือเข้าใจแนวคิดที่ตนเองเรียนรู้อย่างเดียว ขั้นขยายความรู้นี้จึงเป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น ในขั้นนี้นักเรียนควรได้เรียนรู้แบบร่วมมือและการร่วมอภิปรายเป็นกลุ่มด้วย เพราะจะทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนแนวคิดที่ตนเข้าใจกับผู้อื่น แลได้รับข้อมูลป้อนกลับจากเพื่อนร่วมชั้น นอกจากนี้ขั้นขยายความรู้ยังช่วยให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่

2.1.2.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) การประเมินอย่างไม่เป็นทางการจะเกิดขึ้นตลอดเวลาในขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับการประเมินอย่างเป็นทางการ ครูสามารถทำได้หลังจากขั้นขยายความรู้ ครูควรจะประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยอาจจะให้แบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน และที่สำคัญคือทำให้นักเรียนมีโอกาสประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

ตารางที่ 2.1 พฤติกรรมของนักเรียนและบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมของนักเรียน	บทบาทของครู
ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นเริ่มต้นของกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมควรจะโยงสิ่งที่เป็นประสบการณ์ที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้วและสิ่งที่กำลังเรียนอยู่และกิจกรรมควรมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	- ถามคำถาม เช่น ทำไมถึงเกิดเช่นนี้ อะไรที่ฉันรู้แล้วบ้างเกี่ยวกับเรื่องนี้ ข้อมูลอะไรที่ฉันสามารถหาเพื่อศึกษาเรื่องนี้ จะมีวิธีการแก้ปัญหาเรื่องนี้อย่างไร	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามหรือปัญหา - ตรวจสอบหรือหาความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดหรือหัวข้อที่กำลังจะสอน

ตารางที่ 2.1 พฤติกรรมของนักเรียนและบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมของนักเรียน	บทบาทของครู
ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะรับประสบการณ์เพื่อหาและพัฒนาแนวคิดกระบวนการและทักษะของตน	- คิดอย่างสร้างสรรค์ภายใต้กิจกรรมที่กำหนด - ทดสอบการทำนายและสมมติฐาน - ตั้งการทำนายและสมมติฐานใหม่ - หาวิธีการแก้ปัญหาและอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการนั้นกับเพื่อนร่วมชั้น - บันทึกสิ่งที่สังเกตได้ - ตรวจสอบแนวคิดของตนเอง	- สนับสนุนให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม - สังเกตและฟังขณะนักเรียนทำงานและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น - ถามคำถามเพื่อชี้ประเด็นให้นักเรียนรู้ทิศทางว่าเขากำลังตรวจสอบอะไร - ให้เวลากับนักเรียนในการสำรวจตรวจสอบ - เป็นที่ปรึกษา
ขั้นอธิบาย เป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียนพิจารณาประเด็นต่างๆ ในขั้นสร้างความสนใจและสำรวจและค้นหาที่ผ่านมาและเปิดโอกาสให้แสดงความเข้าใจกระบวนการหรือทักษะของตน ในขั้นนี้ครูสามารถนำเสนอแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะของนักวิทยาศาสตร์	- อธิบายคำตอบที่เป็นไปได้แก่เพื่อนร่วมชั้น - ฟังคำอธิบายของเพื่อนกลุ่มอื่นอย่างพินิจพิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับการอธิบายของผู้อื่น - ฟังและพยายามทำความเข้าใจจากการอธิบาย - เชื่อมโยงกับกิจกรรมที่ผ่านมาใช้ข้อมูลที่บันทึกจากการสังเกตในการอธิบาย	- สนับสนุนให้นักเรียนอธิบายแนวคิดและนิยามตามความเข้าใจของนักเรียนเอง - ถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแสดงหลักฐานและสร้างความกระจ่างกับสิ่งที่สำรวจและค้นหา - เตรียมคำนิยาม คำอธิบายและคำศัพท์ใหม่ - ใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนในการอธิบายแนวคิด

ตารางที่ 2.1 พฤติกรรมของนักเรียนและบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมของนักเรียน	บทบาทของครู
ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นท้าทายและขยายความสนใจของนักเรียนให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะเพิ่มเติม การเรียนรู้แบบร่วมมือจะเกิดขึ้นในขั้นนี้ด้วย นักเรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจที่ลึกและกว้างขึ้นจากประสบการณ์ใหม่	-การประยุกต์หรือขยายแนวคิด กระบวนการหรือทักษะของตน -นำความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นพบเพิ่มเติมไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ -เรียนรู้แบบร่วมมือ -ร่วมอธิปรายเป็นกลุ่ม -แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนแนวคิดที่ตนเข้าใจกับผู้อื่น -รับข้อมูลป้อนกลับจากเพื่อนร่วมชั้น -เผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่	-กระตุ้นนักเรียนให้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดของตนเอง -ให้ข้อมูลป้อนกลับ -จัดเตรียมประสบการณ์หรือสถานการณ์หรือปัญหาใหม่
ขั้นประเมิน ขั้นประเมินเป็นขั้นสนับสนุนให้นักเรียนได้ประเมินความเข้าใจและความสามารถของตนเองและครูได้มีโอกาสประเมินพัฒนาการของนักเรียนว่าเป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่ อย่างไร	-ประเมินการพัฒนาความเข้าใจของตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างและเรียนรู้อย่างไร -เปรียบเทียบความรู้เดิมและแนวคิดที่ได้ค้นพบเพิ่มเติม -ทำแบบวัดและประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของตน	-กระตุ้นให้นักเรียนประเมินความเข้าใจของตนเอง -วัดและประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน -ใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบการเรียนรู้ของนักเรียน

ที่มา: ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551: 39-42)

2.1.3 ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา นักเรียนได้ พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีการอยากรู้อยู่ตลอดเวลา นักเรียนได้มีโอกาสฝึกความคิดและฝึกการกระทำได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ คือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ได้ นักเรียนเป็นศูนย์กลางการจัดการเรียนรู้ ทำให้บรรยากาศในการเรียนมี ชีวิตชีวา สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น อีกทั้งส่งผลให้นักเรียนมี เจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นไม่ว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค นักเรียนได้ ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542: 126; กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2545: 38; พันธ์ ทองชุมนุม, 2547: 56-57; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2544)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติและเรียนรู้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้นักเรียน ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ และทำการทดลองด้วยตัวเอง สร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิม เข้ากับหลักฐานที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมา โดยที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนับว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กระบวนการกลุ่มให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเพื่อผลประโยชน์และเกิดความสำเร็จร่วมกันของกลุ่ม ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือมิใช่เป็นเพียงจัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม เช่น ทำรายงาน ทำกิจกรรมประดิษฐ์หรือสร้างชิ้นงาน อภิปราย ตลอดจนปฏิบัติการทดลองแล้ว ผู้สอนทำหน้าที่สรุปความรู้ด้วยตนเองเท่านั้น แต่ผู้สอนจะต้องพยายามใช้กลยุทธ์วิธีให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการประมวลสิ่งที่มาจากการทำกิจกรรมต่างๆ จัดระบบความรู้สรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองเป็นหลักการสำคัญ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 15) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือผู้สอนจะต้องเลือกเทคนิคการจัดการเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียน และผู้เรียนจะต้องมีความพร้อมที่จะร่วมกันทำกิจกรรม รับผิดชอบงานของกลุ่ม

ร่วมกัน โดยที่กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้ เมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายเดียวกัน นั่นคือ การเรียนเป็นกลุ่มหรือเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพนั่นเอง

2.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยทั่วไปมีสมาชิก 4 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันเป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1คน สมาชิกทุกคน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือสนับสนุนซึ่งกันและกัน (ไสว ฟักขาว, 2544: 193) ได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและเต็มใจรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ในกลุ่มของตน และมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตน และส่วนรวมเพื่อให้กลุ่มได้รับความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2550: 121)

จากความหมายการเรียนแบบร่วมมือดังกล่าวสรุปได้ว่าการเรียนแบบร่วมมือเป็นการเรียนที่มีการ แบ่งเป็นกลุ่มย่อยๆ ซึ่งภายในกลุ่มจะประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และร่วมกันรับผิดชอบงานในกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้เกิดเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

2.1.2 ลักษณะของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Spencer Kagan (2014: 1-4) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

2.1.2.1 เป็นกลุ่ม (Team) เป็นกลุ่มขนาดเล็ก ประมาณ 2- 6 ขนาดที่เหมาะสมที่สุด คือ 4 คน เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนร่วมมืออย่างเท่าเทียมกันรวมทั้งสามารถแบ่งให้ทำงานเป็นคู่ สะดวก ภายในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน คือ นักเรียนกลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2.1.2.2 มีความเต็มใจ (Willing) นักเรียนทุกคนในกลุ่มยอมรับซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือกันเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

2.1.2.3 มีการจัดการ (Management) เพื่อให้การทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือเป็นไปอย่างได้ผลมีการแบ่งหน้าที มีการซักถาม อภิปราย แลกเปลี่ยนนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

2.1.2.4 มีทักษะ (Skill) เป็นการพัฒนาทักษะทางสังคม การสังเกต การสรุป การแก้ปัญหาความขัดแย้ง

2.1.2.5 มีหลักการพื้นฐาน 4 ประการ (Basic Principle) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าเป็นการเรียนเป็นกลุ่ม หรือ การเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

1) การพึงพาอาศัยซึงกนและกันเชิงบวก (Positive interdependence) การช่วยเหลือพึงพาซึ่งกันและกัน เพื่อไปสู่ความสำเร็จและตระหนักวาความสำเร็จของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม

2) ความรับผิดรายบุคคล (Individual accountability) ทุกคนในกลุ่มมีบทบาทหน้าที ความรับผิดชอบในการค้นคว้า ทำงาน สมาชิกทุกคนต้องเรียนรู้ในสิ่งทีเรียนเหมือนกัน จึงถือว่าเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

3) ความเท่าเทียมกนในการมีส่วนร่วม (Equal participation) ทุกคนต้องมีส่วนร่วมเท่าเทียมกนในการทำงาน ซึ่งทำได้โดยกำหนดบทบาทของแต่ละคน

4) การปฏิสัมพันธ์ไปพร้อมๆ กัน (Simultaneous interaction) สมาชิกทุกคนจะทำงาน คิด อ่าน ฟัง ฯลฯ ไปพร้อมๆ กัน

2.2.3 การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มแข่งขัน (Teams Games Tournaments: TGT)

เทคนิคการเรียนรู้แบบการแข่งขันเป็นทีมหรือการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม เทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือวิธีหนึ่งที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีการจัดให้นักเรียนเรียนร่วมเป็นกลุ่มย่อย ร่วมกัน กลุ่มละประมาณ 4-5 คน ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน สมาชิก ภายในกลุ่มจะศึกษาค้นคว้าและทำงานร่วมกัน ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เพื่อช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ ผู้เรียนได้อภิปราย ซักถาม ซึ่งกันและกัน เพื่อให้เข้าใจบทเรียน หรืองานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีทุกคน ต่อจากนั้นจะมี กิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาเพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม (ซารีม๊ะ ยามู, 2558: 15) โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้แข่งขันกันในเกมการเรียนที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้ว ทำการทดสอบความรู้ โดยการใช้เกมการแข่งขัน คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิกแต่ละคนในลักษณะการแข่งขันตัวต่อตัวกับทีมอื่น นำเอามาบวกเป็นคะแนนรวมของทีม ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคการเสริมแรง เช่น การให้รางวัล คำชมเชย ดังนั้นสมาชิกกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2553: 65-69)

2.2.3.1 ลักษณะของวิธีเรียนประเภทกลุ่มแข่งขัน

ลักษณะของวิธีเรียนประเภทกลุ่มแข่งขัน ลักษณะและวิธีเรียนประเภทกลุ่มแข่งขันเป็นวิธีเรียนเทคนิคหนึ่งของการเรียนแบบร่วมมือที่ดีและน่าสนใจมาก เนื่องจากเป็นรูปแบบที่สามารถนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ได้เกือบทุกระดับการศึกษา คือ ระดับ และมีลักษณะที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ (สุรเดช ใจจุลละ, 2558: 12) เทคนิคนี้ มีลักษณะต่างๆ ดังนี้

1) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2) แบ่งผู้เรียนในห้องเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละ 4 คน ซึ่งประกอบ ด้วยสมาชิกที่มีความแตกต่างกันในระดับความสามารถ อายุ เพศ เชื้อชาติ

3) ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มต่างมีเป้าหมายร่วมกัน เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือรางวัลที่กลุ่มจะได้รับเมื่อคะแนนกลุ่มถึงเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้

4) ผู้เรียนในกลุ่มมีการแบ่งงานหรือหน้าที่รับผิดชอบ ความสำเร็จของสมาชิกทุกคนถือเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

5) สมาชิกในกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันและช่วยเหลือแลกเปลี่ยนและให้ความร่วมมือแก่กันและกัน ผู้ที่เรียนเก่งจะให้กำลังใจผู้ที่เรียนอ่อน และกระตุ้นให้เพื่อพยายามมากขึ้น เพื่อจะได้ประสบความสำเร็จทางการเรียนร่วมกัน

6) ครูเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นแหล่งความรู้หลักมามีบทบาทต่างๆ ดังต่อไปนี้

6.1) ผู้จัดการ โดยกำหนดบทบาทให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนเข้าร่วมทำกิจกรรม เป็นผู้มอบหมายหน้าที่รับผิดชอบแก่ผู้เรียนทุกคน จัดการให้ทุกคนได้ทำงานที่เหมาะสมกับความสามารถ ความสนใจ

6.2) ผู้ช่วยเหลือและแหล่งวิทยาการ คอยให้คำตอบเมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือทางวิชาการ

6.3) ผู้สนับสนุนและเสริมแรง ช่วยเหลือสนับสนุนด้านสื่ออุปกรณ์ หรือให้คำแนะนำที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจเข้าร่วมกิจกรรม หรือฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง

6.4) ผู้ติดตามคอยตรวจสอบงานที่ผู้เรียนผลิตขึ้นมาก่อนที่จะส่งต่อไปให้นักเรียนคนอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความถูกต้อง

6.5) มีการจัดการแข่งขันภายในกลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มที่สมาชิกมีความสามารถใกล้เคียงกันมาแข่งขันด้วยกันกลุ่มละ 4 คน

6.6) ระบบการให้รางวัลเน้นการให้รางวัลเป็นกลุ่มมากกว่ารายบุคคล กลุ่มที่ได้รับรางวัลจะต้องมีคะแนนของกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันสูงถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2.2.3.2 องค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน มีองค์ประกอบสำคัญดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2553: 164-165)

1) การเสนอเนื้อหา เป็นการนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ รูปแบบการนำเสนออาจจะเป็นการบรรยาย อภิปราย กรณีศึกษาหรืออาจจะมีสื่อการเรียนรู้อื่นๆ ประกอบด้วยก็ได้ เทคนิค TGT จะแตกต่างจากเทคนิคอื่นๆ ตรงที่ผู้สอนต้องเน้นให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนต้องให้ความสนใจมากในเนื้อหาสาระ เพราะจะช่วยให้ทีมประสบความสำเร็จในการแข่งขัน วิธีนี้เหมาะสมกับการเรียนรู้ในวิชาพื้นฐานที่สามารถถามตอบที่มีคำตอบที่แน่นนอนตายตัว แต่ไม่เหมาะกับบางวิชา

2) การจัดทีม เป็นการจัดทีมผู้เรียนโดยให้คละกันทั้งเพศและความสามารถ ทีมมีหน้าที่ในการเตรียมตัวสมาชิกให้พร้อมเพื่อการเล่นเกม หลังจากจบชั่วโมงการเรียนรู้แต่ละทีมจะนัด

สมาชิกศึกษาเนื้อหาโดยมีแบบฝึกหัดช่วย โดยทั่วไปผู้เรียนจะผลัดกันถามคำถามในแบบฝึกหัดจนกว่าจะเข้าใจเนื้อหาทั้งหมด เทคนิคกลุ่มแข่งขัน จุดเน้นในทีมคือ ทำให้ดีที่สุดเพื่อทีม จะช่วยเหลือให้กำลังใจเพื่อนร่วมทีมมากที่สุด

3) เกม เป็นเกมตอบคำถามง่ายๆ เกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ในการเล่นเกมผู้เรียนที่เป็นตัวแทนจากแต่ละทีมจะมาเป็นผู้แข่งขัน

4) การแข่งขัน การจัดการแข่งขันอาจจะจัดขึ้นปลายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียนก็ได้ ซึ่งจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว และผ่านการเตรียมความพร้อมจากกลุ่มมาแล้ว การจัดโต๊ะแข่งขันจะมีหลายโต๊ะ แต่ละโต๊ะจะมีตัวแทนของทีมแต่ละทีมมาร่วมแข่งขัน ทุกโต๊ะการแข่งขันควรเริ่มดำเนินการพร้อมกัน แข่งขันเสร็จแล้วจัดลำดับผลการแข่งขันแต่ละโต๊ะนำไปเทียบหาค่าคะแนนโบนัส

ตัวอย่างการจัดค่าคะแนนโบนัส เช่น ถ้าผู้ร่วมแข่งขันมีโต๊ะละ 5 คน อาจให้คะแนนโบนัส ดังนี้

ลำดับผลการแข่งขัน	1	2	3	4	5
คะแนนโบนัส	10	8	6	4	2

5) การยอมรับความสำเร็จของทีม มีการนำคะแนนโบนัสของสมาชิกแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของทีมและหาค่าเฉลี่ยทีมทั้งทีมที่มีคะแนนสูงสุดจะได้รับการยอมรับให้เป็นทีมชนะเลิศกับรองลงมา ควรมรการประกาศผลและเผยแพร่สู่สาธารณะ รวมทั้งการมอบรางวัลยกย่องชมเชย เป็นต้น

2.2.3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553: 165-166) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขั้น ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ขั้นเตรียมเนื้อหา ประกอบด้วย

1.1) การจัดเตรียมเนื้อหาสาระ ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหาสาระหรือเรื่องที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

1.2) การจัดเตรียมเกม ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมคำถามง่ายๆ ซึ่งเป็นคำถามจากเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนเรียนรู้ วิธีการให้คะแนนโบนัสในการเล่นเกม รวมทั้งสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ เช่น ใบงาน ใบความรู้ ชุดคำถาม กระดาษคำตอบ กระดาษบันทึกคะแนน เป็นต้น

2) ขั้นจัดทีม ผู้สอนจัดทีมผู้เรียนโดยให้คละกันทั้งเพศและความสามารถทีมละประมาณ 4–5 คน เช่น ทีมที่มีสมาชิก 4 คน อาจประกอบด้วยชาย 2 คน หญิง 2 คน เป็นคนเก่ง 1 คน

ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เป็นต้น เพื่อเรียนรู้โดยการปฏิบัติกิจกรรมตามคำสั่งหรือใบงานที่กำหนดไว้

3) ขั้นการเรียนรู้

3.1) ผู้สอนแนะนำวิธีการเรียนรู้

3.2) ทีมวางแผนการเรียนรู้และการแข่งขัน

3.3) สมาชิกในแต่ละทีมร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามคำสั่งหรือใบงาน

3.4) กลุ่มหรือทีมเตรียมความพร้อมให้กับสมาชิกในกลุ่มทุกคน เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนและพร้อมที่จะเข้าสู้สนามแข่ง

3.5) แต่ละทีมทำการประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของสมาชิกในทีม โดยอาจตั้งคำถามขึ้นมาเองโดยให้สมาชิกของทีมทดลองตอบคำถาม

3.6) สมาชิกของทีมช่วยกันอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่บางคนยังไม่เข้าใจ

4) ขั้นการแข่งขัน ผู้สอนจัดการแข่งขัน ประกอบด้วย

4.1) ผู้สอนแนะนำการแข่งขันให้ผู้เรียนทราบ

4.2) จัดผู้เรียนหรือสมาชิกตัวแทนของแต่ละทีมเข้าประจำโต๊ะแข่งขัน

4.3) ผู้สอนแนะนำเกี่ยวกับเกม โดยอธิบายจุดประสงค์และกติกาของการเล่นเกม

4.4) สมาชิกหรือผู้เรียนทุกคนเริ่มเล่นเกมพร้อมกัน ด้วยชุดคำถามที่เหมือนกัน ผู้สอนเดินตามโต๊ะการแข่งขันต่างๆ เพื่อตอบปัญหาข้อสงสัย

4.5) เมื่อการแข่งขันจบลงให้แต่ละโต๊ะตรวจคะแนน จัดลำดับผลการแข่งขันและให้หาค่าคะแนนโบนัส

4.6) ผู้เข้าร่วมการแข่งขันกลับเข้าทีมเดิมของตัวเอง พร้อมด้วยคะแนนโบนัสของตนเอง

4.7) ทีมนำคะแนนโบนัสของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนรวมของทีม อาจจะหาค่าเฉลี่ยหรือไม่ก็ได้ ทีมที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับการยอมรับว่าเป็นทีมชนะเลิศและรองชนะเลิศตามลำดับ

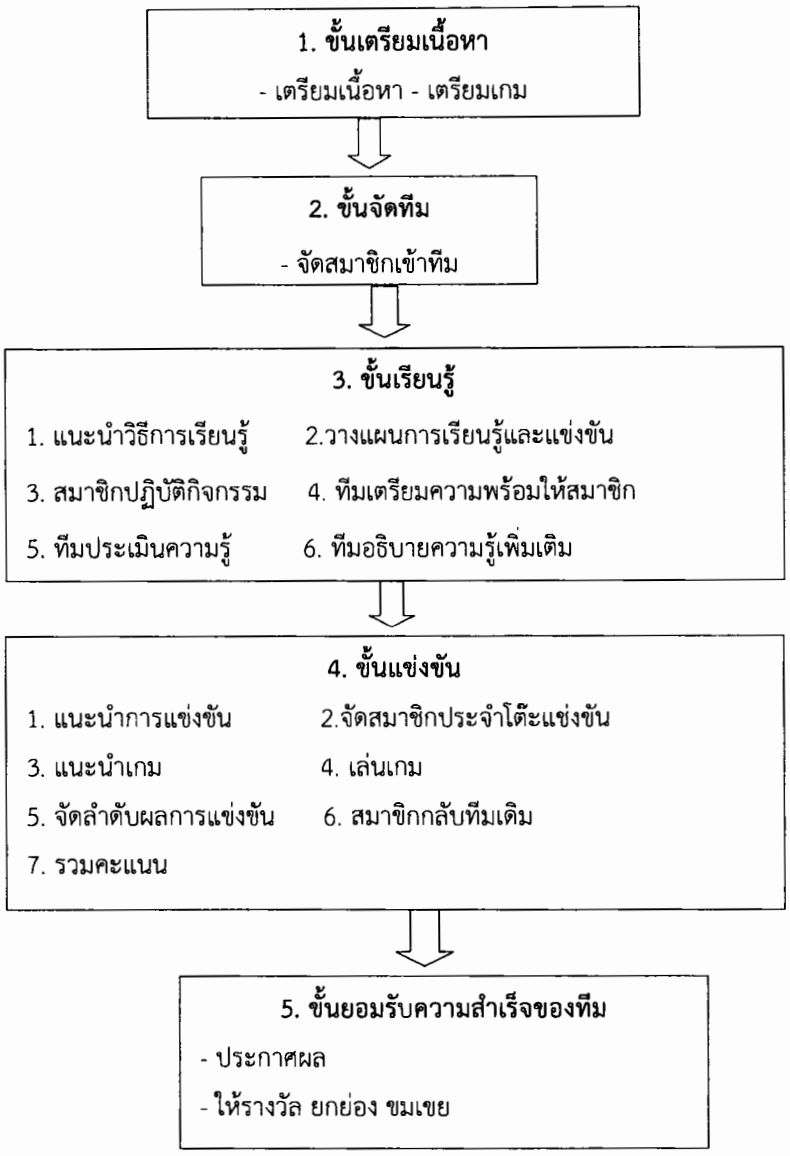
5) ขั้นยอมรับความสำเร็จของทีม ผู้สอนประกาศผลการแข่งขันและเผยแพร่สู่สาธารณชนด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ปิดประกาศที่บอร์ด ลงข่าวหนังสือพิมพ์ท้องถิ่น จดหมายข่าว ประกาศหน้าเสาธง เป็นต้น รวมทั้งการมอบรางวัล ยกย่อง ชมเชย

2.2.3.4 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553: 68) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน มีดังนี้

1) ผู้เรียนมีความเอาใจใส่รับผิดชอบตัวเองและกลุ่มร่วมกับสมาชิกอื่น
2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันได้เรียนรู้ร่วมกัน
3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนผลัดเปลี่ยนกันเป็นผู้นำ
4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกและเรียนรู้ทักษะทางสังคมโดยตรง
5) ผู้เรียนมีความตื่นตัว สนุกสนานกับการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขันสามารถสรุปเป็นแผนภูมิ ได้ดังนี้



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน

ที่มา: สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553: 68)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) อยู่ในกลุ่มการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีแนวทางการจัดกิจกรรม เป็นการแข่งขันกับสมาชิกของทีมอื่น จัดโต๊ะการแข่งขันตามความสามารถของผู้เรียน คือ คนเรียนเก่งกับคนเรียนเก่ง คนเรียนอ่อนกับคนเรียนอ่อน โดยนักเรียนทุกคนจะต้องทำกิจกรรมและเรียนรู้ร่วมกัน คนเรียนเก่งช่วยเหลือคนเรียนอ่อน ทุกคนตระหนักในบทบาทหน้าที่ กระตือรือร้นและเล็งเห็นความสำคัญของตนเองเพื่อความสำเร็จของทีม

2.3 มโนมติ (Concept)

2.3.1 ความหมายของมโนมติ

มโนมติ (Concepts) เป็นความคิด หรือความเข้าใจภายในตัวบุคคลที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจาการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นนำมาประมวลผลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความ การสรุปอาจจะได้เป็นถ้อยคำ หรือประโยคกระทัดรัดและสื่อความหมายได้หรืออาจสรุปออกมาเป็นกลุ่มเป็นประเภทในรูปแบบใดแบบหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล (สุนทร พรจำเริญ, 2543: 9; อ้างอิงจาก คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบทวงมหาวิทยาลัย, 2525; วิไลวรรณ ตรีศรีชะนะมา, 2537: 49; สุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2540: 53; ภพ เลาหไพบูลย์, 2542: 3) หรือกลุ่มความจริงซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะที่สำคัญร่วมกันของปัจจัยต่างๆ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ มโนมติจำนวน เช่น แมลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา มโนมติเชิงสัมพันธ์ เช่น แรง หมายถึง แรงฉุดที่มีผลทำให้การเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไป และมโนมติเชิงทฤษฎี เช่น อะตอม ประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีอนุภาคนิวตรอน โปรตรอนและอิเล็กตรอน (Romey, 1968)

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า มโนมติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต หรือประสบการณ์เดิมที่ผ่านมาและเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้น แล้วประมวลเป็นข้อสรุปของเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้น มโนมติอาจเกิดจากการนำข้อเท็จจริง หรือความรู้จากประสบการณ์อื่นๆ หลายๆ อย่างมาประกอบกันแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง

2.3.2 ความหมายของมโนมติวิทยาศาสตร์

มโนมติวิทยาศาสตร์ หมายถึงความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอันเกิดจาการสังเกตหรือการได้รับประประสบการณ์เกี่ยวกับกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือข้อกำจัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มโนมติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน

ใดสิ่งหนึ่ง มโนมติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542; อ้างอิงจาก คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุการสอนวิทยาศาสตร์, 2525) หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปซึ่งนักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน (ศรีนภา ภาคภูมิ, 2554: 16; อ้างอิงจากไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2550) มโนมติที่เกิดจากการนำเอาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานเป็นรูแบบใหม่ ซึ่งเป็นความคิดหลักของสิ่งนั้น หรือเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น อาจเกิดจากเกี่ยวการจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ เช่น มโนมติเกี่ยวกับโมเลกุล อะตอม เป็นต้น (ผดุงยศ ดวงมาลา, 2523: 3)

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า มโนมติวิทยาศาสตร์ หมายถึงความคิด ความเข้าใจที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกิดจากการศึกษาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นข้อสรุปร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์หรือความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือ ปรากฏการณ์ต่างๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของบุคคล

2.3.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception)

มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความรู้ที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีหรือความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการมีประสบการณ์ด้วยตนเองและมโนมติที่คลาดเคลื่อนนี้ส่วนมากจะเป็นแนวคิดที่ผิดพลาดที่นักเรียนมีอยู่ฝังแน่นยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ (สมเจตน์ อุระศิลป์, 2554; อ้างอิงจาก Lawson and Thompson, 1988) มโนมติที่คลาดเคลื่อนเป็นแนวความคิด ความเชื่อในปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์เหล่านั้นตามความรู้สึกของเขาเอง โดยคำอธิบายนั้นแตกต่างจากแนวความคิดที่นักวิทยาศาสตร์จะยอมรับได้ (สุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2540: 52) มโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เป็นมโนมติที่แตกต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับและความมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์อันมีสาเหตุมาจากการสอน (Peterson and Treagust, 1989: 301) สอดคล้องกับพนิดา กันยะกาญจน์ (2557: 19; อ้างอิง จากวรรณทิพา รอดแรงค้า, 2544) กล่าวว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายที่แสดงถึงความเชื่อหรือความรู้ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง คลุมเครือ สับสน ไม่มีเหตุผลเพียงพอ ปราศจากพื้นฐานหรือไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดที่ฝังแน่น ยากที่จะเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้ถูกต้อง

มโนมติที่คลาดเคลื่อนเป็นสิ่งที่สามารถปรับให้เกิดความถูกต้องได้ยาก และเมื่อเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนแล้วจะคงอยู่กับนักเรียนเป็นเวลานาน ซึ่งหากไม่ทำการแก้ไขมโนมติที่คลาดเคลื่อนก็จะส่ง ผลต่อ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการยอมรับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องใน

ระดับมโนมติที่สูงขึ้นลดลง (Treagust and Duit, 2008) การจะทำการปรับแก้มโนมติที่คลาดเคลื่อนจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ที่สำคัญและเกิดจากการที่นักเรียนนั้นใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการ สังเกตข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีกระบวนการจัดกระทำ ข้อมูล อธิบายข้อมูลที่ได้พบเจออย่างมีเหตุผล เพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Martin et al., 2005) การที่นักเรียนสามารถสร้างมโนมติที่ถูกต้องได้จะช่วยให้สามารถระบุวัตถุ ปรากฏการณ์ที่อยู่รอบตัวในสิ่งแวดล้อมได้ เกิดการจัดประเภทของข้อมูลของสิ่งเร้าต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในสิ่งแวดล้อมได้ และผลที่เกิดขึ้นนี้จะนำไปสู่การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใน ระดับสูงขึ้นโดยอาจเกิดการพัฒนาเป็น หลักการ หรือทฤษฎี ได้ในที่สุด

2.4 สาเหตุที่ทำให้เกิดมโนมติคลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาเคมี

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) ได้กล่าวว่า มโนมติในเนื้อหาวิชาเคมีมีความสำคัญมากที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร และสามารถนำมโนมตินั้นมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ แต่บางครั้งมโนมติในเนื้อหาวิชาเคมีอาจจะยากสำหรับนักเรียนและทำให้นักเรียนมีมโนมติทางเลือกที่คลาดเคลื่อน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

(1) ภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันในบริบทของวิทยาสาสตร์ เนื่องจากวิชาเคมีเปรียบเหมือนอีกภาษาหนึ่งที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากภาษาที่ตนเองใช้ในชีวิตประจำวัน มีคำศัพท์มากมายที่นักวิทยาศาสตร์และนักเคมีใช้แต่นกเรียนไม่คุ้นเคยและไม่เข้าใจคำศัพท์นั้น เช่น คำว่าอนุภาคที่ใช้ในชีวิตประจำวันคือของแข็งที่มีขนาดเล็กแต่สามารถมองเห็น แต่ในวิชาเคมีอนุภาคหมายถึง อะตอม ไอออน หรือโมเลกุล ซึ่งจะเห็นว่าภาษาที่ใช้ทำให้นักเรียนแปลความหมายที่แตกต่างกัน

(2) นักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานมาก่อน เช่น ถ้านักเรียนไม่เข้าใจเรื่องกระแสไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า หรือตัวนำไฟฟ้า อาจทำให้นักเรียนมโนมติทางเลือกเรื่องไฟฟ้าเคมี หรือถ้านักเรียนไม่เข้าใจเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาก่อน นักเรียนอาจไม่เข้าใจมโนมติที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่นเรื่องสมดุลเคมี

(3) การประยุกต์โดยอาศัยความจำและตัวเลข .ในบางครั้งนักเรียนจะใช้ความจำในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่พิจารณาความรู้เชิงทฤษฎีโดยเฉพาะในเนื้อหาเรื่องการดุลสมการ

(4) การทับซ้อนของมโนมติที่คล้ายกัน ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนเข้าใจว่าสมดุลเคมีเหมือกันกับสมดุลกายภาพในวิชาฟิสิกส์ นักเรียนจึงคิดว่า สมดุลเคมีเป็นสมดุลที่หยุดนิ่งและสองข้างของสมการมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ

(5) การประยุกต์ใช้มโนมติที่ไม่เหมาะสมกับบริบท เช่น นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับความมีขั้วของโมเลกุลมาทำนายรูปร่างโมเลกุลของสารประกอบ

(6) การใช้นิยาม โมเดล และทฤษฎีที่หลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น เรื่องกรด-เบส จะใช้ทฤษฎีเพื่ออธิบายพฤติกรรมของกรดและเบสหลายทฤษฎี แต่ละทฤษฎีมีความยากง่ายแตกต่างกัน หากมองอีกมุมหนึ่ง การพัฒนาทฤษฎีหรือโมเดลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์เป็นการสะท้อนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ว่า โมเดลหรือทฤษฎีหนึ่งๆมีข้อจำกัด ดังนั้นเมื่อใช้คำศัพท์ในแต่ละวิชาอาจแตกต่างกัน แม้จะเป็นแนวคิดเดียวกันก็ตาม การใช้คำศัพท์ การใช้ศัพท์ที่แตกต่างกันนี้เองทำให้นักเรียนเกิดมโนมติคลาดเคลื่อนได้ โดยเฉพาะวิชาเคมีกับฟิสิกส์บางครั้งอาจใช้คำศัพท์แตกต่างกัน สาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อน คือ การใช้อุปมา อุปมัยจะช่วยเชื่อมโยงมโนมติที่เป็นนามธรรมกับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยหรือรู้จัก แต่บางครั้งอาจทำให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอย่างไม่ตั้งใจ เพราะนักเรียนไม่ได้คำนึงถึงหรือพิจารณาข้อจำกัดของการใช้อุปมาอุปมัย

(7) นักเรียนไม่สามารถนึกภาพในระดับจุลภาค เนื่องจากวิชาเคมีเป็นวิชาค่อนข้างเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นมองเห็นปรากฏการณ์ในระดับจุลภาค จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติทางเลือก

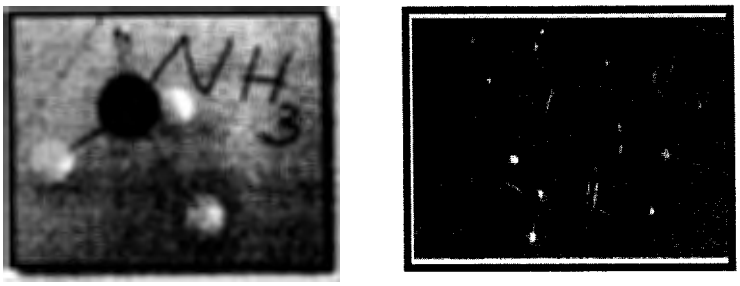
(8) มโนมติในหนังสือเรียนไม่ตรงกันกับมโนมติที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ดังนั้นเมื่อนักเรียนอ่านหนังสือเรียนนั้นจะดมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาเคมี

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า สามารถพัฒนาให้นักเรียนเกิดมโนมติสอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้แบบจำลองโครงสร้างโมเลกุล(Model kit) เรื่อง รูปร่างโมเลกุล โคเวเลนต์ และสารชีวโมเลกุลได้ เนื่องจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมการศึกษาการจัดเรียงตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยสังเกตรูปร่างทิศทางของลูกโป่งและมุม จากนั้นให้นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลองอะตอมโมเลกุลที่ทำจากลูกโป่งกับโฟม เพื่ออธิบายลักษณะรูปร่างโมเลกุลแต่ละแบบและมุมระหว่างพันธะ และร่วมกันทำนายรูปร่างโมเลกุลเมื่อกำหนดสูตรโมเลกุลของสารตัวอย่าง มาให้ (ภาพที่ 2.1a) หรือให้นักเรียนศึกษาธาตุองค์ประกอบของโปรตีน โดยสังเกตสิ่งที่เหมือนและแตกต่างกันของ กรดอะมิโน 3 ชนิดและศึกษาโครงสร้างของกรดอะมิโน ตำแหน่งและหมู่ฟังก์ชัน การเกิดพันธะเพปไทด์ (ภาพที่ 2.1b) อีกทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนมตินั้นอย่าง เป็นรูปธรรมมากขึ้นการทำกิจกรรมกลุ่มทำให้นักเรียนได้ระดมความคิด เกิดการอภิปราย

และลงมือปฏิบัติ ฝึกแก้ปัญหาและการใช้สื่อการเรียนรู้ที่ใกล้ตัวที่พบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ จึงช่วยส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (วรุนันท์ ช้อยกิตติพันธ์, 2558: 381-386; ปราญชลี นนทะวี, 2558: 371-378)



(a) (b)

ภาพที่ 2.2 แบบจำลองโครงสร้างโมเลกุล (a) โฟมของ NH_3 (b) โมเลกุลสำเร็จรูป

พนิดา กันยะกาญจน์ (2557) ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบเปรียบเทียบเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เช่น ใช้กิจกรรมคั่วเมล็ดข้าวเปลือกเป็นกิจกรรมในขั้นขยายความรู้เพื่ออธิบายผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยนำเมล็ดข้าวเปลือกไปคั่วไฟ 2 อุณหภูมิ (ต่ำ-สูง) เมล็ดข้าวเปลือกจะแตกออกมากขึ้นเปรียบเทียบได้กับการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจะทำให้อนุภาคของสารมีพลังงานจลน์สูงขึ้นเมื่ออนุภาคมีพลังงานจลน์มากขึ้นก็จะมีโอกาสชนกันมากขึ้น ปฏิกิริยาก็เร็วขึ้น จากการศึกษาพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นทุกมโนมติ สังเกตได้จากนักเรียนมีมโนมติที่ผิดลดลง แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบเปรียบเทียบ ช่วยลดมโนมติที่ผิดของนักเรียนลงได้ เนื่องมาจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเปรียบเทียบเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตัวเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนมตินั้นอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติได้ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้น และนักเรียนยังมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยมีครูเป็นผู้ทำหน้าที่อำนวยความสะดวก ดูแล และสร้างแรงจูงใจ ให้แก่นักเรียน สอดคล้องกับวิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรม POE ว่ามีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสารชีวโมเลกุล เป็นอย่างไร จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรม POE ทำให้นักเรียนเกิดคำถามในใจก่อนที่จะเรียนเนื้อหานั้นๆ และทำให้นักเรียนอยากรู้คำตอบที่คาดคะเนไว้ ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้เมื่อเรียนแล้วเกิดความรู้มากขึ้น และยังเน้นทักษะการคิดและทักษะความรู้ขั้นสูง ทำให้เป็นส่วนหนึ่งที่สนับสนุนในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชานั้นๆ ได้ และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผลของการทดลองที่ได้แล้วนำมาเปรียบเทียบและเชื่อมโยงหลักการที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาอธิบายและเป็นคำตอบของคำถามที่ได้ตั้งไว้ในตอนต้น (ทัศวรรณ ภูผาดแร่, 2557: 55-60; ธวัช ยะสุคำ, 2555: 23-33) ยังสอดคล้องกับ อชิรวิชญ์ เทนโสภา (2558) ได้ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมเรียน โดยในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ให้นักเรียนสืบค้นชื่อธาตุ และประโยชน์ของธาตุ ให้สัมพันธ์กับสัญลักษณ์ธาตุ แล้วทำเป็นกล่องลูกบาศก์ จากนั้นนักเรียนจัดหมวดหมู่ธาตุของตนเองในตารางและขั้นประเมินผล ให้นักเรียนจับคู่กันเพื่อถาม/ตอบ เกี่ยวกับชื่อธาตุหรือสัญลักษณ์ธาตุอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยผู้ถามต้องใบ้ถึงประโยชน์ของธาตุนั้นๆ ด้วย โดยถ้าตอบถูกคนถามจะต้องให้แสตมป์ PM-element ของตนเองแก่คนตอบ จำนวน 1 ดวง แต่ถ้าตอบไม่ถูกก็จะเป็นในทำนอง กลับกัน พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมทำให้นักเรียนมี ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าการเปลี่ยนแปลงของความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.61) และมีความพึงพอใจกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ เกมอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องจากทฤษฎีแรงจูงใจ เพื่อนช่วยเพื่อนผลักดันและ กระตุ้นให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสนใจในการเรียนมากขึ้น เพื่อให้กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดออกแบบ วางแผนการทดลอง เพื่อหาคำตอบของคำถาม และค้นคว้าหาข้อมูลเพื่ออธิบายในสิ่งที่นักเรียนได้ทำการทดลอง ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการคิดเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่ศึกษา นักเรียนจึงมีพัฒนาการด้านการมีความคิดเห็นของตนเอง กล้าในการแสดงความคิดและการตั้งคำถาม โดยที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน และเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และยังเหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาทุกระดับ สามารถช่วยให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำและปานกลาง ให้เข้าใจมโนมติได้ดีขึ้น และเป็นการท้าทายทักษะทางสติปัญญาขั้นสูง (higher-order cognitive skills) สำหรับผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงได้อย่างดี (ศักดิ์ศรี สุภาษร, 2555) ผสมผสานกับเทคนิคแข่งขันในขั้นขยายความรู้เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์เพิ่มเติม มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คงทน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้สู่ชีวิตประจำวันได้

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิคกลุ่มแข่งขัน

การเรียนรู้แบบเทคนิคกลุ่มแข่งขันเป็นการแข่งขันกับสมาชิกของทีมอื่น จัดโต๊ะการแข่งขันตามความสามารถของผู้เรียน คือ คนเรียนเก่งกับคนเรียนเก่ง คนเรียนอ่อนกับคนเรียนอ่อน โดยผู้ชนะการแข่งขันแต่ละโต๊ะจะได้คะแนนเท่ากัน สำหรับทีมที่ชนะจะได้รับรางวัลหรือการกล่าวชมเชย ซึ่งเป็นสิ่งเหนี่ยวนำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และประสบผลสำเร็จ ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (Slavin, 1996) สอดคล้องกับกาญจนา ลาภบุญเรือง (2554) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระหว่างการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ TGT แบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ Teams-Games-Tournament มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความพึงพอใจมากกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักเรียนได้ทำงานกลุ่มได้สรุปข้อความรู้ด้วยตนเอง เกิดการฝึกปฏิบัติกลุ่ม เพื่อนในกลุ่มยอมรับความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ก่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนและความสนุกสนานในการเรียน สอดคล้องกับขุนทอง คล้ายทอง (2554: 104-109) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นการแข่งขันโดยแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ4คน คละความสามารถ เก่ง ปานกลางและอ่อนเพื่อเตรียมความพร้อมในการแข่งขัน จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มทำการแข่งขั้นกันด้วยชุดคำถามที่เหมือนกัน เมื่อการแข่งขันจบลง ให้แต่ละกลุ่มรวมคะแนนจัดลำดับผลการแข่งขันและให้คะแนนโบนัส พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องมาจากการเรียนเป็นกลุ่มย่อยซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถเก่ง ปานกลางและอ่อน คละกันภายในกลุ่ม ซึ่งจะต้องมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันโดยเฉพาะนักเรียนที่เก่ง ทำให้เกิดพลังกลุ่ม ที่จะผลักให้เกิดการเรียนรู้ เพราะทุกคนทราบว่าเมื่อกลุ่มประสบผลสำเร็จนั่นคือคือเองก็ประสบผลสำเร็จด้วย จึงเกิดการวางแผนและกระตือรือร้นในการเรียนเพื่อแข่งขันเกม นักเรียนที่อ่อนก็มีความ พยายามทำความเข้าใจเพื่อให้เทียบเท่ากับคนเรียนเก่ง จึงเป็นผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นสอดคล้องกับ ธนัดดา คงมีทรัพย์ (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มแข่งขัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดการ เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มแข่งขัน โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยคละ ความสามารถกัน สมาชิกในกลุ่มต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในอันที่จะช่วยให้กิจกรรมดำเนินไป ด้วยดีและบรรลุตามเป้าประสงค์ที่กลุ่มกำหนดโดยเฉพาะทักษะทางสังคม ทักษะการทำงานกลุ่มย่อย และกระบวนการกลุ่มที่จำเป็นที่จะต้องได้รับการฝึกฝน ทั้งนี้เพื่อให้สมาชิกกลุ่มเกิดการเรียนรู้ความเข้าใจและสามารถนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ มีการแข่งขันเกมทางวิชาการซึ่ง ทำให้นักเรียนมีความพยายามแข่งขันเพื่อทำคะแนนให้ได้มากที่สุดส่งผลให้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์, 2544: 3; สุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2555; แมนชัย, 2551: 174-179) จะทำให้นักเรียนกล้าพูดกล้าแสดงออกทางความคิดเห็นต่อกลุ่มและมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งมีทักษะต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำงานเป็นกลุ่มได้อย่างมีความสุข ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ สร้างความพึงพอใจแก่นักเรียนและเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน

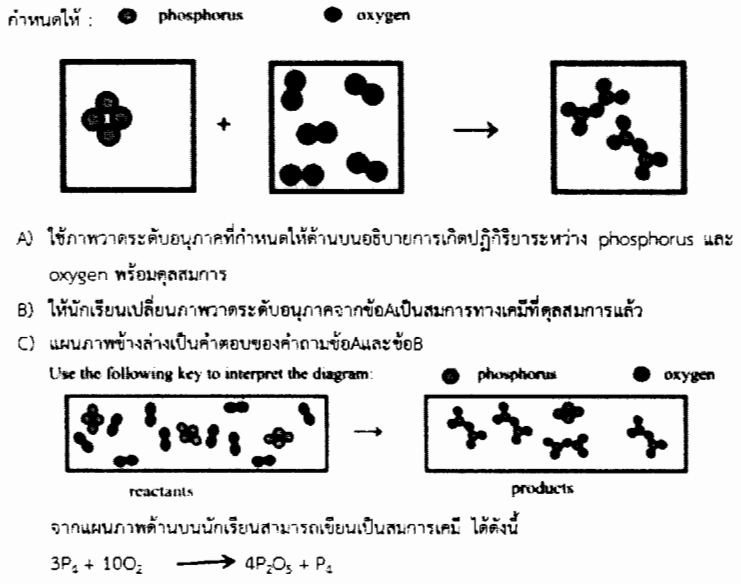
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคกลุ่มแข่งขัน สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบเทคนิคกลุ่มแข่งขัน เป็นการแข่งขันกับสมาชิกของทีมอื่น โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย คละ ความสามารถกัน คนเรียนเก่งช่วยเหลือคนเรียนอ่อน นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน อภิปราย ซักถาม ซึ่งกันและกันเพื่อให้เข้าใจบทเรียนหรืองานที่ได้รับมอบหมาย และมีกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหา วิชาการเพื่อสะสมเป็นคะแนนของกลุ่ม ซึ่งเป็นกิจกรรมที่สนุกสนานกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ เพราะมีการมอบรางวัลให้กับทีมที่ทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนด จึงเป็นผลให้นักเรียนเรียนรู้ได้มากขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นผู้วิจัยจึง สนใจที่จะนำเอาเทคนิคกลุ่มแข่งขันมาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีการสอดแทรก เข้าไปในขั้นขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

2.5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโมล

แมนชัย สมนึก (2551: 174-179) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง โมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากเนื้อหาวิชาเคมีที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณ นักเรียนต้องใช้ทั้งความจำ ความเข้าใจ และต้องมีการนำความรู้ต่างๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ แต่เท่าที่ผ่านมานักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะการจัดเรียงลำดับความคิด ทำให้ไม่สามารถหาคำตอบของปัญหาในโจทย์นั้นๆ ได้ จากการวิจัยพบว่าผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง โมล ของนักเรียน แยกเป็นรายบุคคล พบว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 41 คน จากนักเรียนทั้งหมดจำนวน 43 คิดเป็นร้อยละ 95.35 ของนักเรียนทั้งหมด สอดคล้องกับพรชัย คำสิงห์นอก (2550: 125-126) ได้ศึกษาการคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขันได้คะแนนเฉลี่ยมี ค่าเท่ากับ 127.13 จากคะแนนเต็ม 180 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 70.65 ซึ่งมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ ดี ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน เป็นเทคนิคที่มีกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนา ทางสติปัญญา รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล สามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างดี การจัดการเรียนรู้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน มีการเปลี่ยนกลุ่มไปเรื่อยเพื่อให้กลุ่มแพ้มีโอกาสชนะสิ่งสำคัญก็คือนักเรียนจะพัฒนาทักษะทางด้านสังคม เช่น สมาชิกมีความไว้วางใจซึ่งกันและกัน สมาชิกในกลุ่มกระตุ้นเตือนกันให้ร่วมมือเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม สมาชิกทุกคนรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย สมาชิกในกลุ่มรักษามารยาทในการพูด และการฟัง จากเหตุผลดังกล่าวทำให้นักเรียนมีคะแนนระหว่างเรียนและ

คะแนนทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นซึ่ง สอดคล้องกับกัญญา โชคสวัสดิ์ภิญโญ (2553: 55-56) ได้ใช้ชุดการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจักการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน ได้จัดให้นักเรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย สมาชิกในกลุ่มจึงศึกษาค้นคว้าและทำงานร่วมกัน นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน นักเรียนได้อภิปรายซักถามซึ่งกันและกันเพื่อให้เข้าใจบทเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาเพื่อสะสมคะแนนความสามรถของกลุ่มเป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนสนุกสนาน ซึ่งกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้มากขึ้น จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและนักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดีเยี่ยม และสอดคล้องกับ Stephanie Kimberlin and Ellen Yezierski (2015: 156-164) ได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนมติ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมสืบเสาะ 2 กิจกรรม คือ

1) กิจกรรมการวาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของสมการเคมีในระดับอนุภาค (Balancing Particulate Way หรือ BPW) (ภาพที่ 2.3)

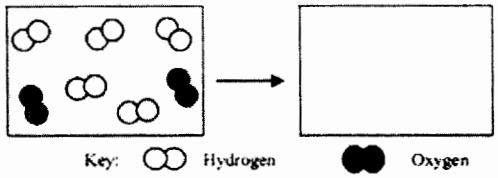


ภาพที่ 2.3 กิจกรรมการวาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของสมการเคมีในระดับอนุภาค (BPW)

2) ให้นักเรียนคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเมื่อทราบอัตราส่วนที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาพอดีกันกันโดยทราบว่าสารใดทำปฏิกิริยาหมดและสารใดเหลือ เหลือเท่าไร พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bette et al. (2010) ได้ใช้กิจกรรมการวาดภาพระดับจุลภาคเพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องสมการเคมีและ

ปริมาณสารสัมพันธ์โดยจะมีคำถามที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งหมด 5 คำถาม คือ Q1, Q2, Q3, Q4 (ภาพที่ 2.4) และ Q5

พิจารณาปฏิกิริยาด้านล่าง



Q4a) สำหรับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นด้านบนให้นักเรียนวาดภาพแสดงจำนวนโมเลกุลของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากัน

Q4b i) เขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ดุลสมการแล้วของปฏิกิริยาด้านบนซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นคือแก๊ส

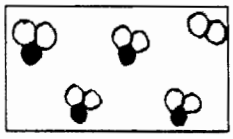
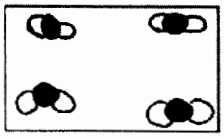
ii) วาดภาพสารทุกโมเลกุลที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเมื่อสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 2.4 คำถามข้อที่ 4a และ 4b

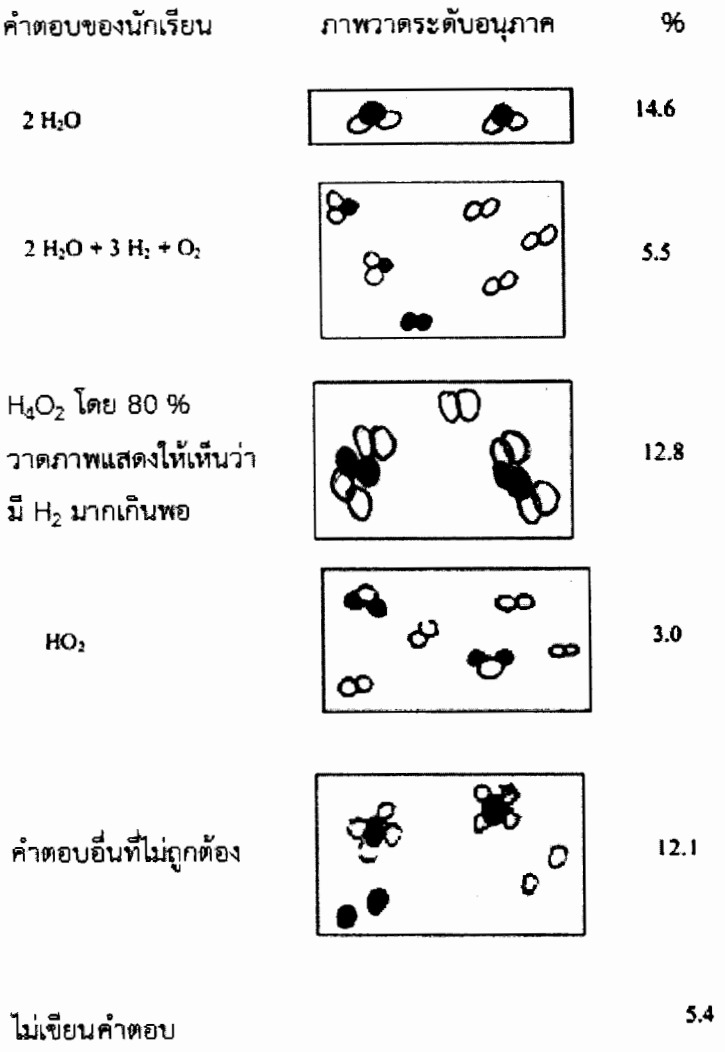
โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จะเป็นดังนี้

1) เปลี่ยนภาพวาดระดับจุลภาคที่กำหนดให้เป็นสมการเคมี

2) คำนวณหาปริมาณสารสัมพันธ์ระหว่างสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวาดภาพเป็นระดับจุลภาค (ภาพที่ 2.5)

คำตอบของนักเรียน	ภาพวาดระดับอนุภาค	%
$4\ H_2O + H_2$		39.6
$4H_2O$ ไม่มี H_2		6.7

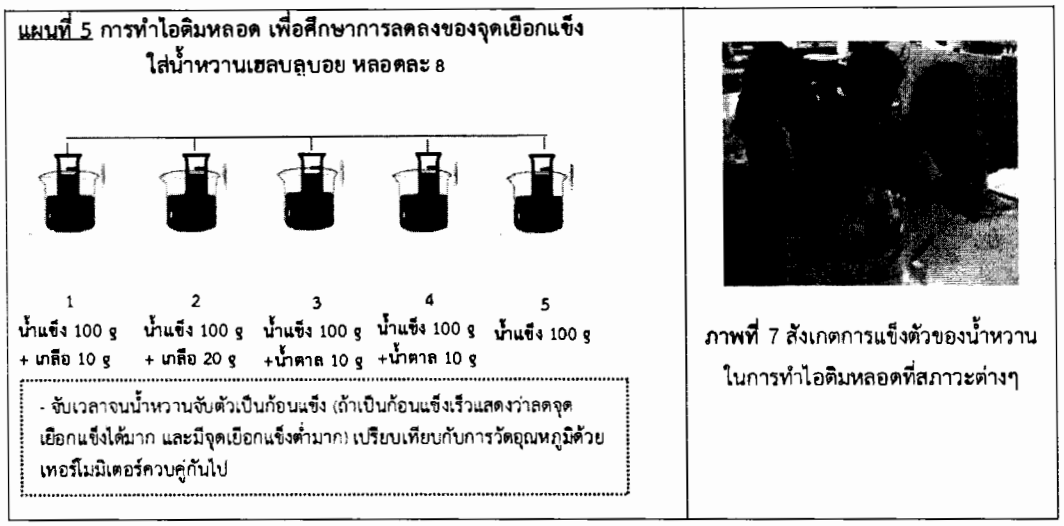
ภาพที่ 2.5 การวิเคราะห์คำตอบของภาพวาดระดับจุลภาคของสารที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาของคำถามข้อที่ 4a



ภาพที่ 2.5 การวิเคราะห์คำตอบของภาพวาดระดับจุลภาคของสารที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาของคำถามข้อที่ 4a (ต่อ)

จากการศึกษาพบว่า เมื่อจัดการเรียนการสอนโดยใช้การวาดภาพระดับจุลภาคเพื่อแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องสมการเคมีและปริมาณสารสัมพันธ์เพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวช่วยให้นักเรียนจินตนาการเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นและยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรเดช ใจจุลละ (2558) ได้ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติคลาดเคลื่อนเรื่อง โมล และ สารละลายของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการทดลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เช่นให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองการทำไอติมหลอดโดยใช้น้ำหวานเฮลบลูบอย เพื่อศึกษาการลดลงของจุดเยือกแข็ง (ภาพที่ 2.5) ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขันร่วมกับการทดลองทำให้ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งระดับชั้นอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้เพราะเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการทดลองนั้น

เน้นให้ทุกคนทำกิจกรรมและเรียนรู้ร่วมกัน คนเรียนเก่งช่วยเหลือคนเรียนอ่อน ทุกคนตระหนัก ในบทบาทหน้าที่ กระตือรือร้นและเล็งเห็นความสำคัญของตนเองเพื่อความสำเร็จของทีม การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่ม การได้ลงมือทำการทดลอง มีผลให้นักเรียนสนใจและเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 7 สังเกตการแข็งตัวของน้ำหวานในการทำไอติมหลอดที่สภาวะต่างๆ

ภาพที่ 2.6 กิจกรรมการทดลองการลดลงของจุดเยือกแข็ง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง โมล ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการคำนวณ และเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และจากผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ช่วยเพิ่มมโนมติวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ5ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เรื่อง โมล เพื่อปรับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ผิดให้ถูกต้อง

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง โมล

ปฐมาวดี พละศักดิ์ (2557) ได้ศึกษาคะแนนความก้าวหน้า (Normalized gain) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 คะแนน และ 21.90 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งชั้นเรียนพบว่าอยู่ในระดับสูง (Normalized gain = 0.71) แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนรายเนื้อหาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าเนื้อหาที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนและระดับความก้าวหน้าทางการ

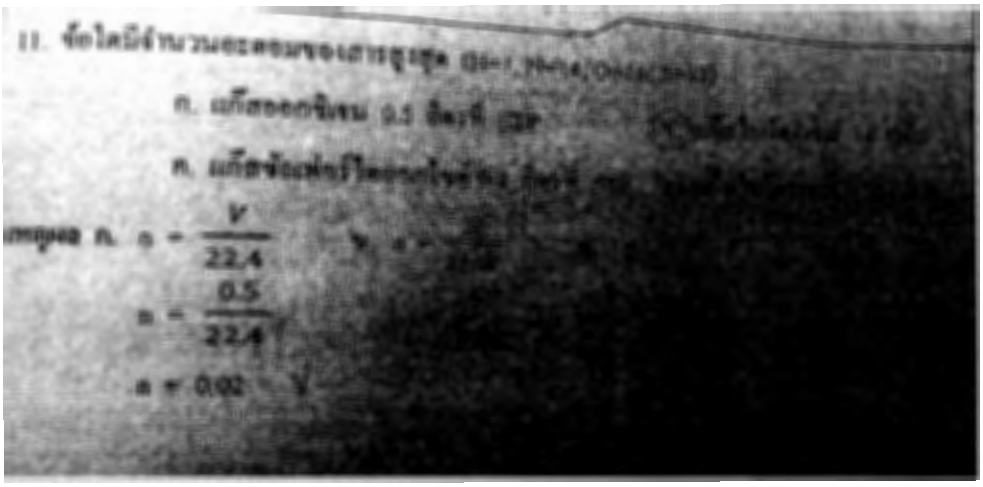
เรียนสูงที่สุดหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ เรื่องมวลโมเลกุล (Normalized gain = 0.88) เนื่องจาก นักเรียนได้เล่นเกม “ฉันมีมวลโมเลกุลเท่าไร”และฝึกการหามวลโมเลกุลจากสารในชีวิตประจำวันของใบกิจกรรม “A student a compound” ที่นักเรียน เลือกมาเองโดยทำเป็นการบ้าน สอดคล้องกับ Dougherty (1995) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการใช้คะแนนจากการทดสอบ การบ้าน และ การส่งงานทางอีเมล์ เป็นการช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและครูมากขึ้น ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความคงทนในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื้อหาที่นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด คือการเตรียมสารละลาย (Normalized gain = 0.57) ทั้งนี้เพราะนักเรียนยังเลือกสูตรหรือ แทนค่าตัวแปรในการคำนวณไม่ถูกต้องเป็นบางกลุ่ม สอดคล้องกับการศึกษาของ ณิวุฒิ จงสร้อย (2556) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจที่คงทน เรื่อง โมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างเทคนิคการสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีมกับแบบบรรยาย พบว่า การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องโมลในระดับปานกลาง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มแข่งขันนั้นสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องปริมาณสัมพันธ์ให้สูงขึ้นได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเอาการเรียนรู้แบบกลุ่มแข่งขันแทรกเข้าไปในในขั้นขยายของจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ5ขั้น มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ เรื่อง โมล นักเรียนให้สูงขึ้นด้วย

2.5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนมติที่คลาดเคลื่อน

จิราพรรณ บุญญานุสนธิ์ (2554: 46-85) ได้จัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนมติ และทักษะการแก้ปัญหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ โดยจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานประกอบด้วยการให้งาน การบรรยาย การระดมความคิด และการลงมือปฏิบัติจริง การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหา และหาร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติได้ 5 หัวข้อ ได้แก่ (1) โมลกับจำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของสารที่ STP (2) ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP (3) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ (4) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล และ (5) การเตรียมสารละลาย พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ และนักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนมติถูกต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 66.71 และมีความเข้าใจมโนมติอย่างสมบูรณ์ในเรื่องโมลกับจำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของสารที่ STP คิดเป็นร้อยละ 92.52 ของจำนวนนักเรียน เพราะนักเรียนได้ฝึกทำแบบฝึกหัด และผ่านการแก้ปัญหาระหว่างเรียน และโจทย์ปัญหายังไม่ซับซ้อนมาก ทำให้นักเรียนสามารถแทนค่าข้อมูลจากโจทย์ลงในสูตรและแก้สมการได้ถูกต้อง และผู้วิจัยได้วัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องมากขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.57 และนักเรียนมี

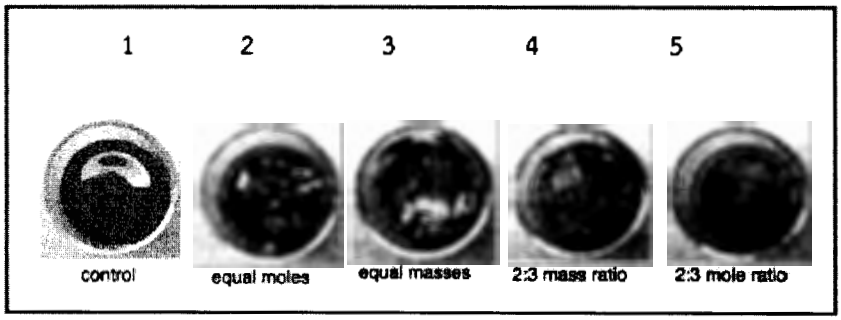
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน สอดคล้องกับปฐมาวดี พละศักดิ์ (2557) ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนมติของนักเรียนที่เรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า เรื่อง มวลโมเลกุล นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติอย่างสมบูรณ์มากที่สุด เพราะนักเรียนได้ฝึกทำแบบฝึกหัด ได้ร่วมกิจกรรมกลุ่มในการเล่นเกม และทำใบงาน ซึ่งนักเรียนได้ฝึกการคำนวณหามวลโมเลกุลจากสารในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถแทนค่าข้อมูลจากโจทย์ลงในสูตรและแก้สมการได้ถูกต้อง ส่วนสาเหตุที่นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติเพียงบางส่วน (PU) และมีความเข้าใจเชิงมโนมติเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด (PU/ SM) คือ นักเรียนบางส่วนยังมีปัญหาเกี่ยวกับการเลือกใช้สูตรที่ผิด ไม่เติมหน่วยของสารคำนวณหามวลโมเลกุลจากสูตรโมเลกุลผิดพลาด และแทนค่าข้อมูลจากโจทย์ลงในสูตรผิด (ภาพที่ 2.6)



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างข้อสอบนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนมติเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด

เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนมติของคะแนนระหว่างเรียนเปรียบเทียบกับความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบแต่ละเนื้อหาของนักเรียน พบว่ามีความสอดคล้องกันในเรื่องมวลโมเลกุลซึ่งนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติอย่างสมบูรณ์มากที่สุด (CU = 95.51) จะมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด (<g> = 0.88) เรื่องการเตรียมสารละลายนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติแนวความคิดที่ ผิดพลาดมากที่สุด (SM = 9.66) จะมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่สุด (<g> = 0.57) ในขณะที่เรื่องมวลอะตอมมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำใกล้เคียงกับเรื่องการเตรียมสารละลาย (<g> = 0.58) แต่มีความเข้าใจมโนมติอย่างสมบูรณ์สูงถึงร้อยละ 84.97 ซึ่งยังไม่สอดคล้องกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนไม่สัมพันธ์กับข้อสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งใช้วัดความก้าวหน้าทางการเรียน

รวมทั้งการสำรวจมโนมติคลาดเคลื่อนเรื่องปริมาณสัมพันธ์และโมลของครูฝึกสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 467 คน ของ Sheehan and Childs (2014) พบว่ามีมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องจำนวนอนุภาคของโมลขึ้นกับมวล ของอนุภาคนั้น คาร์บอน 12กรัมประกอบด้วยโมลของอิเล็กตรอน สารละลายเอทานอลเข้มข้น 1.0 M มี เอทานอลละลายอยู่ 1.0 mL ต่อสารละลาย 1 ลิตร สารละลายเอทานอลเข้มข้น 1.0 M มีเอทานอล ละลายอยู่ 46 กรัมในน้ำ 1 ลิตร และการละลาย คือการเปลี่ยนสภาพของสารจากของแข็งเป็นของเหลว และได้มีการศึกษาการแก้ไขมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องโมล ของWood and Breyfogle (2006) โดยการสาธิตการทดลองระหว่างแผ่นกระดาษฟอยล์กับสารละลายคอปเปอร์ (II) คลอไรด์ ($CuCl_2$) ซึ่งมีสีฟ้า (ภาพที่ 2.8) สามารถทำให้นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องว่าโมลไม่ใช่มวล โดยได้ออกแบบการทดลองทั้งหมด 5 สภาวะ ซึ่งสภาวะที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันจะมีแต่ตะกอนสีแดงของทองแดง ส่วนสภาวะที่ทำปฏิกิริยาไม่พอดีกันจะมีแผ่นกระดาษฟอยล์เหลืออยู่ จากผลการทดลองพบว่า สภาวะที่ 5 แผ่นกระดาษฟอยล์ กับ $CuCl_2$ เกิดปฏิกิริยาได้พอดีกันเพราะมีแต่ตะกอนทองแดงเกิดขึ้นโดยไม่เหลือแผ่นกระดาษฟอยล์ ซึ่งการทำปฏิกิริยานั้นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนโมลของแต่ละสารตามสมการเคมีเท่านั้น ดังนั้นนักเรียนจะ เข้าใจว่า โมลไม่ใช่มวล ส่วนสารที่ถูกใช้หมดไปในการทำปฏิกิริยาจะเรียกว่าสารกำหนดปริมาณ แต่ก็ยังพบว่านักเรียนยังเกิดปัญหาในการคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ จึงควรสอดแทรกทักษะการแก้สมการทางคณิตศาสตร์เข้าไปในการเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดีมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.8 การทดลองระหว่างชิ้น Al foil กับสาระละลาย $CuCl_2$(สีฟ้า) ซึ่งมีอัตราส่วนโมลระหว่าง Al และ $CuCl_2$ ต่างกัน 5 สภาวะ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์นั้นส่งผลให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนไปในหลายๆ เนื้อหาตามที่กล่าวข้างต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง โมล ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างแดนดิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขและ ส่งเสริมมโนมติที่ถูกต้อง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งสำรวจความเข้าใจเชิงมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เรื่อง โมล ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.1 แบบแผนการวิจัย

งานวิจัยนี้มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest-posttest design)

$$O_1 \text{----------} X_1 \text{----------} O_2 \qquad (3.1)$$

O_1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

X_1 หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เรื่องโมล

O_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1-4/3 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 23 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 140 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 23 จำนวน 45 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากประชากร โดยเน้นให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ผู้วิจัยดำเนินการจัดกลุ่มนักเรียนโดยนำผลการเรียนในวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 มาเรียงลำดับผลการเรียนจากต่ำไปสูงจากนั้นแบ่งนักเรียนที่มีผลการเรียน 1.0-1.5 จัดอยู่ในกลุ่มอ่อน นักเรียนที่มีผลการเรียน 2.0-2.5 จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง และนักเรียนที่มีผลการเรียน 3.0-4.0 จัดอยู่ในกลุ่มเก่ง จากนั้นผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆละ 6-7 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง 2 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 1 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล จำนวน 4 แผน 14 ชั่วโมง (ตารางที่ 3.1) โดยมีรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล

แผนการจัดการเรียนรู้	ชั่วโมงที่สอน	กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นสำรวจและค้นหา	กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นขยายความรู้
1. จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร	3	ชุดการเรียนรู้ชุดที่ 1 - กิจกรรมความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาคของสาร - ลูกปัดแสนสวย	- จัดการแข่งขันด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยผู้ที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกัน
2.จำนวนโมลกับมวลของสาร	3	ชุดการเรียนรู้ชุดที่ 2 - กิจกรรมความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลและมวลสาร	
3. ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส	3	ชุดการเรียนรู้ชุดที่ 3 - กิจกรรมความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลและปริมาตรของสาร	

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ชั่วโมงที่สอน	กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นสำรวจและค้นหา	กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นขยายความรู้
4. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส	3	ชุดการเรียนรู้ชุดที่ 4 - เกมส์ลูกเต๋า	- จัดการแข่งขันด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยผู้ที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกัน
รวม	**12**		

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล ซึ่งมีการจัดกิจกรรมอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สในขั้นขยายความรู้และกิจกรรมการแข่งขันด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยผู้ที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกันในขั้นประเมินผล

3.3.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล เป็นแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นตัวเลือกของคำตอบชนิด 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นเหตุผล จำนวน 40 ข้อ

3.3.3 ใบกิจกรรม เรื่อง โมล สำหรับบันทึกผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง และใบงานในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาเคมี ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล

3.4.1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาเรื่องโมล เพื่อที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากหนังสือเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 2 และคู่มือครูรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 2 จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อกำหนดความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนจากหนังสือเรียนวิชาเคมี เพิ่มเติม เล่ม 2 และคู่มือครูรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 2

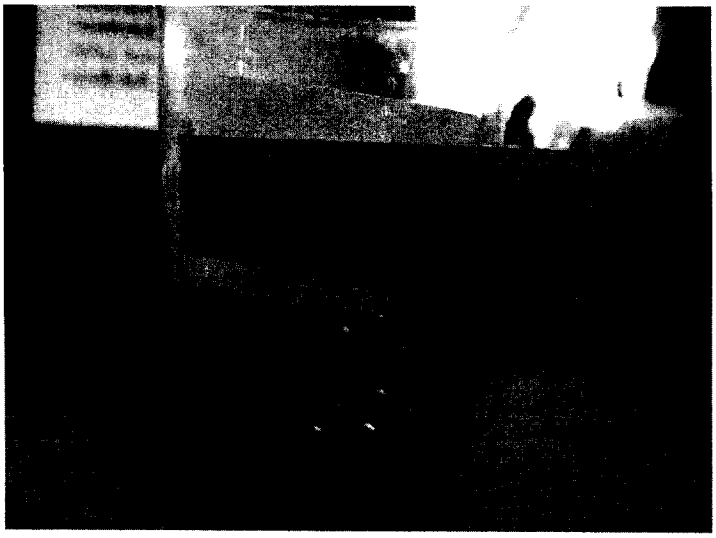
3.4.1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น และเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (Team-Games-Tournament)

3.4.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องจำนวนโมลกับอนุภาคของสาร

1.1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) นำสิ่งของและสารเคมี ได้แก่ NaOH, H_2O, ดินสอ, ปากกา และ กระดาษ มาให้นักเรียนพิจารณาเพื่อบอกปริมาณหรือหน่วยของสิ่งของและสารเคมี ดังกล่าว

1.2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 6-7 คน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่มีอยู่ในชุดการเรียนรู้ชุดที่ 1 เรื่อง จำนวนโมลกับอนุภาคของสาร (ภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 กิจกรรมลูกปัดแสนสวย

1.3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง อภิปรายและลงข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาค

ของสารส่งตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาและวิธีแก้ปัญหาในข้อที่แก้ปัญหาได้และแก้ปัญหาไม่ได้ เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันแก้ปัญหาที่กลุ่มไม่สามารถแก้ปัญหาได้

1.4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนดูวีดีโอเรื่องการเปลี่ยนหน่วยจำนวนโมลเป็นหน่วยมวลของสาร จากนั้นแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับจำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร

1.5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูจัดแข่งขันด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยผู้ที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกันโดยคำถามที่ใช้จะไม่เหมือนกัน ความยากของคำถามจะขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนโดยจะใช้เวลาในการตอบคำถามภายใน 3 นาที ถ้าตอบผิดหรือตอบไม่ถูกต้องจะได้ 0 คะแนน ครูให้รางวัลสำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดและติดประกาศผลคะแนนแต่ละอันดับหน้าหน้าห้องเรียน

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสาร

2.1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) นำ โซดาไฟ เกลือ น้ำตาล ผงฟู และด่างทับทิม มาให้นักเรียนเขียนสูตรเคมีของสารดังกล่าว จากนั้นให้นักเรียนคำนวณหามวลโมเลกุลของสารแต่ละชนิด

2.2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 6-7 คน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน แต่ละกลุ่มคำนวณหามวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลและชั่งมวลของสาร ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 มวลของสารต่างๆ ที่มีจำนวนโมล 1 โมล

ชื่อสาร	สูตรเคมี	จำนวนโมล (mol)	มวลอะตอม หรือ มวลโมเลกุล	มวลสารที่ชั่งได้ (g)
ผงถ่าน	C	1		
โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต	$NaHCO_3$	1		
ชิ้นอะลูมิเนียมจากกระป๋อง	Al	1		
น้ำตาลกลูโคส	$C_6H_{12}O_6$	1		
โซเดียมคลอไรด์	NaCl	1		
โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	$KMnO_4$	1		

2.3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง อภิปรายและลงข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับมวลของ

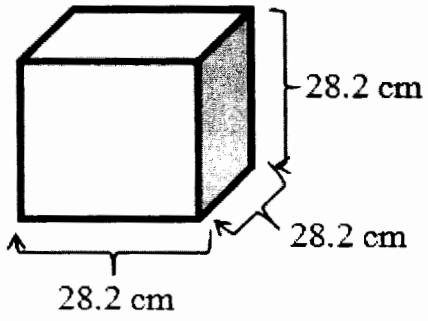
สารส่งตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาและวิธีแก้ปัญหาในข้อที่แก้ปัญหาได้และแก้ปัญหาไม่ได้ เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันแก้ปัญหาที่กลุ่มไม่สามารถแก้ปัญหาได้

2.4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนดูวีดีโอเรื่องการเปลี่ยนหน่วยจำนวนโมลเป็นหน่วยมวลของสาร จากนั้นแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับจำนวนมวลกับโมลของสาร

2.5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูจัดแข่งขันด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยผู้ที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกันโดยคำถามที่ใช้จะไม่เหมือนกัน ความยากของคำถามจะขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนโดยจะใช้เวลาในการตอบคำถามภายใน 3 นาที ถ้าตอบผิดหรือตอบไม่ถูกต้องจะได้ 0 คะแนน ครูให้รางวัลสำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดและติดประกาศผลคะแนนแต่ละอันดับหน้าหน้าห้องเรียน

3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

3.1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ให้นักเรียนสังเกตกล่อง1ใบและตั้งคำถามว่ากล่องในนี้มีปริมาตรเท่าใด ถ้าแต่ละด้านยาวเท่ากัน คือ 28.2 cm



3.2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 6-7 คน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่มีอยู่ในชุดการเรียนรู้ชุดที่ 3 เรื่อง ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP

แก๊ส	สูตรเคมี	ชนิดของอนุภาค (อะตอม/ โมเลกุล/ไอออน)	ปริมาตรของแก๊ส (dm^3)	จำนวนโมล (mol)	ปริมาตรของแก๊สที่ STP (dm^3)
ฮีเลียม	He			0.25	
นีออน	Ne			0.5	
ไนโตรเจน	N_2			1	
ออกซิเจน	O_2		44.5		
คาร์บอนมอนอกไซด์	CO		56.8		
คาร์บอนไดออกไซด์	CO_2		112.5		

3.3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง อภิปรายและลงข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรต่อโมลของแก๊ส ส่งตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาและวิธีแก้ปัญหาในข้อที่แก้ปัญหาได้และแก้ปัญหาไม่ได้ เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันแก้ปัญหาที่กลุ่มไม่สามารถแก้ปัญหาได้

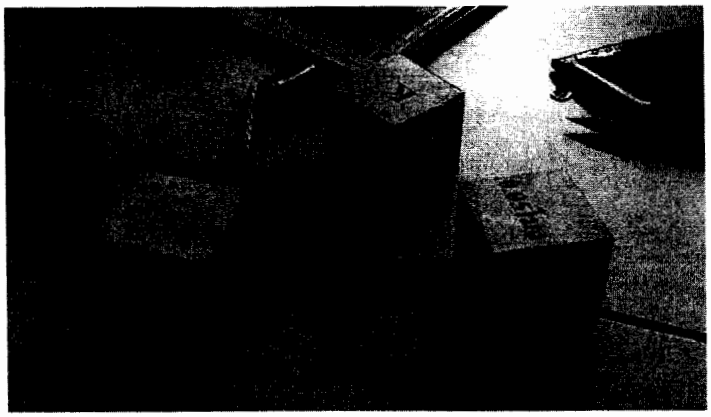
3.4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนดูวีดีโอเรื่องการเปลี่ยนหน่วยจำนวนโมลเป็นหน่วยปริมาตร จากนั้นแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

3.5) ขั้นประเมินผล (Evaluationครูจัดแข่งขันด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยผู้ที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกันโดยคำถามที่ใช้จะไม่เหมือนกัน ความยากของคำถามจะขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนโดยจะใช้เวลาในการตอบคำถามภายใน 3 นาที ถ้าตอบผิดหรือตอบไม่ถูกต้องจะได้ 0 คะแนน ครูให้รางวัลสำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดและติดประกาศผลคะแนนแต่ละอันดับหน้าหน้าห้องเรียน

4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล มวลสาร จำนวนอนุภาค และปริมาตรของแก๊สที่ STP

4.1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยวัดปริมาตรต่างๆเพื่อแสดงว่าสิ่งของบางชนิดอาจบอกปริมาณได้หลายหน่วย และสามารถเปลี่ยนจากหน่วยหนึ่งเป็นอีกหน่วยหนึ่งโดยใช้แฟคเตอร์เปลี่ยนหน่วย เพื่อนำเข้าสู่ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊ส ทบทวนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวลและโมลกับปริมาตรของแก๊ส

4.2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 6-7 คน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่มีอยู่ในชุดการเรียนรู้ชุดที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส ภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 กิจกรรมลูกเต๋า

4.3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง อภิปรายและลงข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สส่งตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาและวิธีแก้ปัญหาในข้อที่แก้ปัญหาได้และแก้ปัญหาไม่ได้ เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันแก้ปัญหาที่กลุ่มไม่สามารถแก้ปัญหาได้

4.4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนดูวีดีโอเรื่องการเปลี่ยนหน่วยจำนวนโมลเป็นหน่วยมวลของสาร ปริมาตรของแก๊ส และจำนวนอนุภาคของสาร จากนั้นให้นักเรียนทำใบกิจกรรม 4.2 การเตรียมสารให้มีปริมาณตามที่กำหนด

4.5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูจัดแข่งขันด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยผู้ที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกันโดยคำถามที่ใช้จะไม่เหมือนกัน ความยากของคำถามจะขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนโดยจะใช้เวลาในการตอบคำถามภายใน 3 นาที ถ้าตอบผิดหรือตอบไม่ถูกต้องจะได้ 0 คะแนน ครูให้รางวัลสำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดและติดประกาศผลคะแนนแต่ละอันดับหน้าหน้าห้องเรียน

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล โดยเป็นแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น (two-tier multiple choice conceptual test) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง โมล และวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบ 2 ลำดับขั้น (two-tier multiple choice conceptual test) จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล และการสร้างข้อสอบ

3.4.2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด เรื่อง โมล เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบ

3.4.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง โมล จากการพิจารณามโนมติที่สำคัญ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนมติคลาดเคลื่อนและมโนมติผิด

3.4.2.4 สร้างแบบทดสอบ เรื่องโมล ให้มีข้อสอบในระดับเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ตาม Bloom's Taxonomy เป็นแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นตัวเลือกของคำตอบชนิด 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นเหตุผล จำนวน 40 ข้อ โดยเน้นข้อสอบในลักษณะที่ถามเกี่ยวกับความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้ให้มีจำนวนข้อสอบมากกว่าความรู้ความจำ ซึ่งทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิดขั้นสูง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 104-126) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 จำนวนข้อสอบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ชั่วโมงที่สอน	ตัวชี้วัด/จำนวนข้อสอบ			รวม (ข้อ)
			ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
1. จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร	1. อธิบายความหมายของโมลและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาคได้ 2. คำนวณโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนอนุภาคต่อโมลของสารได้	3	5	2	3	10
2.จำนวนโมลกับมวลของสาร	1. อธิบายความหมายของโมลและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับมวลของสารได้ 2. คำนวณโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนโมลกับมวลของสารได้	3	3	3	4	10

ตารางที่ 3.4 จำนวนข้อสอบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ชั่วโมงที่สอน	ตัวชี้วัด/จำนวนข้อสอบ			รวม (ข้อ)
			ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
3. ปริมาตรต่อโมล ของแก๊ส	1. อธิบายความสัมพันธ์ของจำนวนโมลกับปริมาตรของสารได้ 2. คำนวณโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรต่อโมล ของแก๊สที่ STP ได้	3	3	3	4	10
4. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส	1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้ 2.คำนวณหาจำนวนอนุภาค ของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือ จำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง	3	4	5	1	10
	รวมทั้งหมด	**12**	**15 (38%)**	**13 (32%)**	**12 (30%)**	**40**

3.4.2.5 นำแบบทดสอบมโนมติที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของภาษา หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบวัดมโนมติกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ซึ่งแสดงว่าจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นวัดได้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.4.2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งเคยศึกษาเรื่องโมลมาแล้ว ใช้เวลาทำข้อสอบ 90 นาที

3.4.2.7 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้แบบทดสอบ มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบรายข้อ แล้วเลือกข้อที่มีระดับความยากง่าย (p) ในช่วง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ในช่วง 0.20-1.00

3.4.2.8 นำแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ มาทำการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

3.4.2.9 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังสกลนคร จำนวน 45 คน มีขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ในกลุ่มตัวอย่างโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 90 นาที

3.5.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้จำนวน 4 แผน รวม 12 ชั่วโมง โดยการดำเนินการเรียนรู้ในแต่ละแผนการเรียนรู้ จะมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบทดสอบประจำแผนการจัดการเรียนรู้นั้นๆ และเมื่อสอนจบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แล้วจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกันกับก่อนเรียนแต่มีการสลับข้อคำถาม

3.5.3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ในกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโมล ชุดเดิมแต่มีการสลับข้อคำถาม จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 90 นาที

3.5.4 นำข้อมูลจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการทางสถิติ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1.1 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 แบบ ได้แก่ 1) แบบรายชั้นเรียน 2) แบบ รายบุคคล 3) แบบรายเนื้อหา และ 4) แบบรายข้อ ด้วยวิธี

Normalized gain ตามทฤษฎีของ Hake (1998) โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้

3.6.1.2 ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ในการให้คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์แต่ละข้อ แบ่งเป็น 3 ระดับ โดยปรับปรุงจาก Supasorn and Promarak (2015) ได้แก่ มโนมติถูกต้อง (Good concept) มโนมติคลาดเคลื่อนหรือมโนมติทางเลือก (Alternative conceptions) และมีมโนมติที่ผิด (Misconception) ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบตัวเลือกสองลำดับขั้น

มโนมติ	เกณฑ์ที่ใช้		คะแนน
	ตัวเลือก	เหตุผล	
มโนมติถูกต้อง (Good concept)	✓	✓	2 คะแนน
มโนมติคลาดเคลื่อนหรือมโนมติทางเลือก(Alternation conceptions)	✓	✗	1 คะแนน
	✗	✓	
มโนมติผิด (Misconception)	✗	✗	0 คะแนน

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.2.1 เปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 แบบ ได้แก่ 1) แบบรายชั้นเรียน 2) แบบ รายบุคคล 3) แบบรายเนื้อหา และ 4) แบบรายข้อ ด้วยวิธี Normalized gain ตามทฤษฎีของ Hake (1998) โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{\%pottest - \%pretest}{100 - \%pretest} \qquad (3.2)$$

โดย <g>คือค่า normalized gain ส่วน % posttest คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน และ % pretest คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียนค่า <g>แปลความหมายได้ว่า ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0-1.0

Hake ได้แบ่งระดับของค่า <g>ออกเป็นกลุ่มได้ 3 ระดับ คือ

high gain	คือค่า	<g>มีค่าดังนี้	<g>≥ 0.7
medium gain	คือค่า	<g>มีค่าดังนี้	0.3 ≤<g>< 0.7
low gain	คือค่า	<g>มีค่าดังนี้	<g>< 0.3

3.6.2.2 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนในกลุ่มตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent samples t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05

3.6.2.3 เปรียบเทียบร้อยละของมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนในกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกเป็นมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อนและผิด แบบรายเนื้อหา ตีความข้อมูล และเขียนบรรยายดังตาราง 3.6

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบข้อที่ 1

คำถามข้อที่ 1	เกณฑ์	คะแนน
1.แก๊สออกซิเจนจำนวน 2.408×10^{24} โมเลกุล มีกี่โมล ก. 4×10^{24} โมล ข. 0.4×10^{24} โมล ค. 4 โมล ง. 0.4 โมล	คำตอบที่ถูกต้อง คือ ค. 4 โมล	ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน
เหตุผล	แก๊สออกซิเจน 6.02×10^{23} โมเลกุล คิดเป็น 1 โมล ถ้าแก๊สออกซิเจน2.408×10^{24} โมเลกุล คิดเป็น $\frac{1 \times 2.408 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}}$ = 4 โมล หรือ $n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$ $n = \frac{2.408 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}}$ แก๊สออกซิเจนมีจำนวนโมล = 4 โมล	-เขียนสูตรผิด บัญญัติไตรยางค์ผิด หรือไม่เขียนอะไรเลย ได้ 0 คะแนน - เขียนสูตรถูกต้องแต่คำนวณผิดได้ 0.5 คะแนน - เขียนสูตรถูกต้องและคำนวณถูกต้องได้ 1 คะแนน

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน และความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องโมลของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล โดยผู้วิจัยดำเนินการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

4.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน

4.2 คะแนนมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล

4.3 มโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อนและผิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล

4.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เรื่องโมล มีความก้าวหน้าทางการเรียน 4 แบบ ดังนี้

4.1.1 แบบรายชั้นเรียน

ความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งชั้นเรียนคำนวณโดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งชั้นเรียน

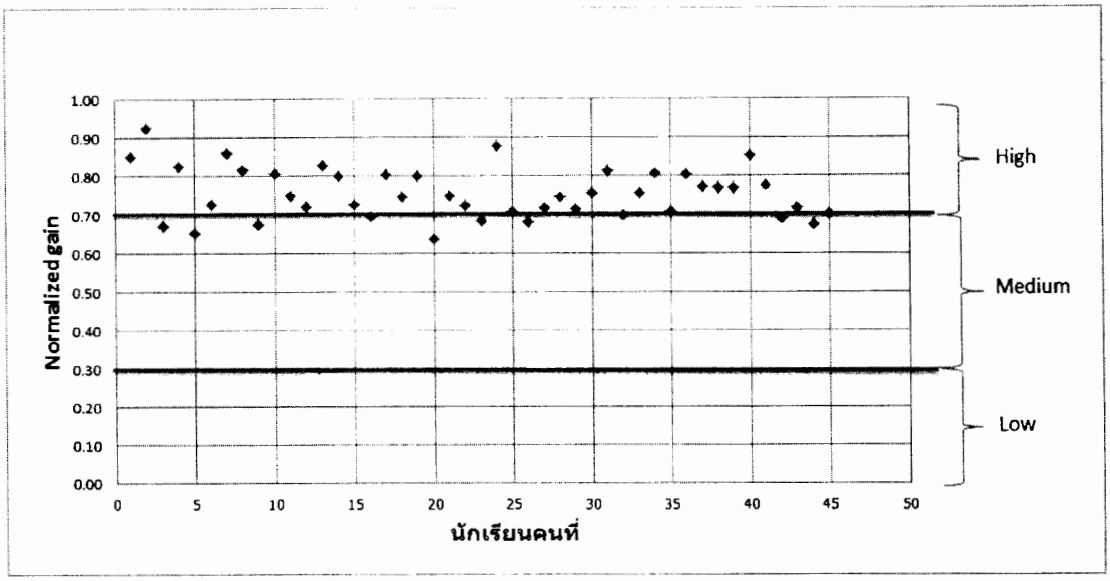
การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าความก้าวหน้า <g>	ผลการประเมิน
ก่อนเรียน	7.40	6.54	2.58	0.85	ระดับสูง (High gain)
หลังเรียน	94.00	78.00	7.22		

จากผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล มีคะแนนเฉลี่ย 7.40 และ 94.00 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบพบว่านักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนแบบทั้งชั้นเรียน (<g>) อยู่ในระดับสูง (High gain) มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียน เท่ากับ 0.85 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้

ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันในขั้นประเมินผล เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนทุกคนจะได้ทำกิจกรรมและเรียนรู้ร่วมกัน คนเรียนเก่งช่วยเหลือคนเรียนอ่อน ทุกคนตระหนัก ในบทบาทหน้าที่ กระตือรือร้นและเล็งเห็นความสำคัญของตนเองเพื่อความสำเร็จของทีม (Slavin, 1996; ทิศนา แขมมณี, 2552) โดยมีวิธีการสอนที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) การที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือมีความรู้ด้วยการกระทำ ส่งผลให้มีการจดจำความรู้นั้นยาวนานยิ่งขึ้นอีก (มัณฑนา แพทย์ผล, 2550) การใช้เกมการแข่งขัน (TGT) ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น (กัญญา โชคสวัสดิ์ภิญโญ, 2553) นอกจากนี้การเล่นเกมสะสมคะแนนทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ (ศิริพรรณ แก่นสาร, 2555) โดยคาดหวังให้ได้ซึ่งของรางวัลสอดคล้องกับงานวิจัยของปฐมาวดี พละศักดิ์ (2557) ได้ศึกษาคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 คะแนน และ 21.90 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งชั้นเรียนพบว่าอยู่ในมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง

4.1.2 แบบรายบุคคล

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนจากความแตกต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายบุคคล จากการทำแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น จำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 80 คะแนน ผลดังภาพที่ 4.1

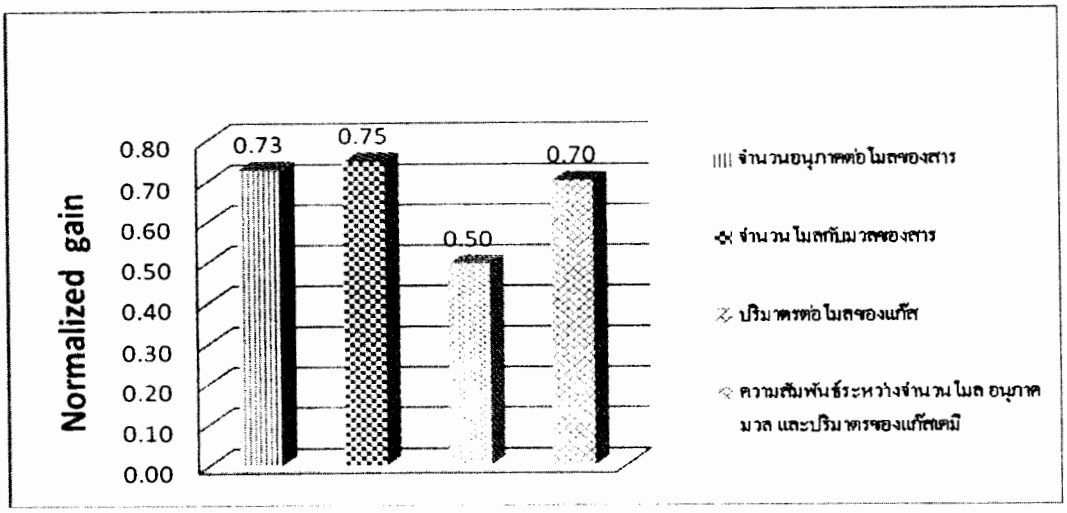


ภาพที่ 4.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล

จากภาพที่ 4.1 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูงที่สุด เท่ากับ 0.93 จำนวน 1 คน ซึ่งนักเรียนคนดังกล่าวมีคะแนนระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 93.75 มีผลการเรียนเฉลี่ยสะสม 3.90 ผลการเรียนรายวิชาเคมี 1 (ว31222) ในภาคเรียนที่ผ่านมาเป็น 4.00 และจากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า นักเรียนชอบเรียนวิชาเคมีโดยเฉพาะเรื่องโมล เพราะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณซึ่งตนเองถนัด อีกทั้งนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อความตั้งใจเรียน (มะลิวรรณ์ พันธุ์นิล, 2555) ส่วนนักเรียนที่ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำที่สุดเท่ากับ 0.64 คือ นักเรียนคนที่ 20 ซึ่งนักเรียนคนดังกล่าวมีคะแนนระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 67.50 มีผลการเรียนเฉลี่ยสะสม 2.50 และผลการเรียนรายวิชาเคมี เป็น 1.5 และจากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนไม่ชอบเรียนเนื้อหาที่เป็นการคำนวณและต้องใช้ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการหาคำตอบ อีกทั้งเวลาเรียนนักเรียนไม่ตั้งใจเรียนเวลาทำแบบฝึกหัดหรือการบ้านก็จะคอยลอกเพื่อนโดยไม่มีความพยายามที่จะทำการบ้านเอง ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (นฤวรรณ ตั้งวานิชย์เจริญ, 2555) อย่างไรก็ถามเมื่อพิจารณาร้อยละจำนวนนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ เท่ากับ 73.33, 26.67 และ 0.00 ตามลำดับ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่ม การได้ลงมือทำการทดลอง มีผลทำให้นักเรียนสนใจและเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากยิ่งขึ้น (มิรันตี โทผาวงษ์ และคณะ, 2557) และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ (กัญญา โชคสวัสดิ์ภิญโญ, 2553)

4.1.3 แบบรายเนื้อหา

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนจากความแตกต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายเนื้อหา จากการทำแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น จำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 80 คะแนน ผลดังภาพที่ 4.2



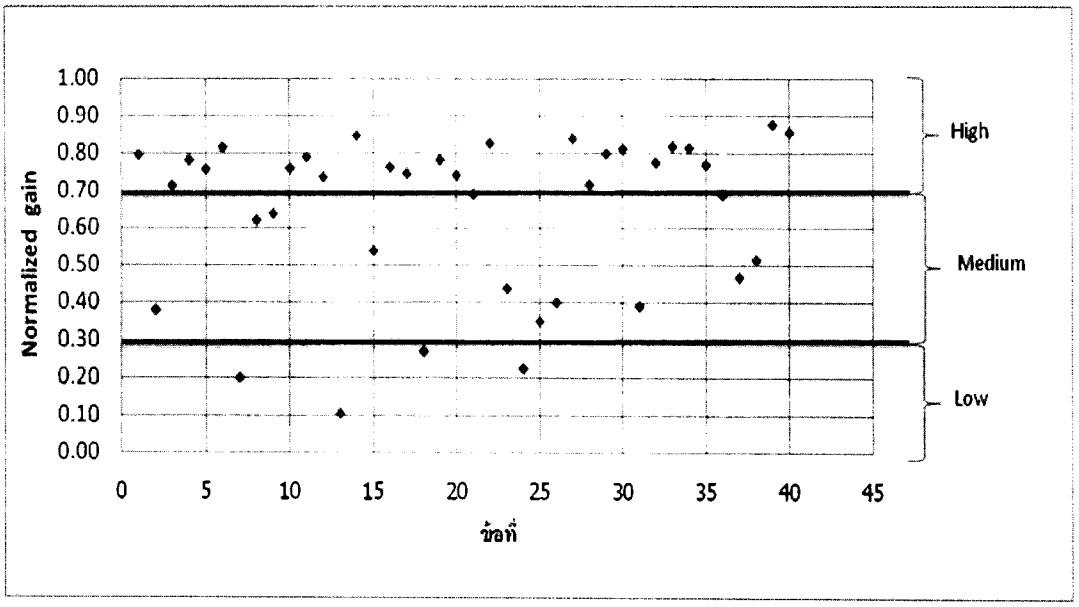
ภาพที่ 4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายเนื้อหา

จากภาพที่ 4.2 เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายเนื้อหา พบว่า เรื่องจำนวนโมลกับมวลของสาร มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด 0.75 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจความสัมพันธ์ของโมลกับมวลของสาร ว่าสารใดๆ 1 โมลจะมีมวลเท่ากับมวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลของสารนั้นในหน่วยกรัมและถ้านักเรียนสามารถหามวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลได้และได้ลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนก็จะสามารถทำข้อสอบได้ นอกจากนี้แล้วกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องนี้ คือ กิจกรรมมวลของสารที่ต้องชั่ง เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับโมลของสารเพิ่มขึ้น และข้อสอบเรื่องนี้คล้ายกับคำถามในเกมที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจในการสืบเสาะหาความรู้ มีผลทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้มากขึ้น และเกมการแข่งขันช่วยให้เข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมมากขึ้น อีกทั้งยังสร้างความตื่นเต้น มีความสุข สนุกสนาน มีปฏิสัมพันธ์กันในหมู่นักเรียนเพิ่มมากขึ้นได้ (Rastegarpour, 2012) จึงทำให้มีความก้าวหน้ามากที่สุด ส่วนเนื้อหาที่มีความก้าวหน้าน้อยที่สุด คือเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส มีค่าเท่ากับ 0.50 เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้เรื่องดังกล่าว ไม่มีการใช้กิจกรรมเสริม มีเพียงการใช้ใบกิจกรรมเท่านั้น ซึ่งทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกทักษะการคำนวณจนเกิดความเข้าใจ สอดคล้องกับงานวิจัยของปฐมาวดี พละศักดิ์ (2557) ที่พบว่ากิจกรรมการเล่นเกม “ฉันมีมวลโมเลกุลเท่าไร” ทำให้นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนและระดับความก้าวหน้าทางการเรียนในเนื้อหาเรื่องมวลโมเลกุลสูงที่สุด มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ

0.88 ส่วนเนื้อหาที่มีการเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด คือเนื้อหาเรื่องความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีและการเตรียมสารละลาย ซึ่งมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.41ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากเรื่องความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีและการเตรียมสารละลายนั้นมีเนื้อหาค่อนข้างเยอะและต้องใช้สูตรในการคำนวณซึ่งค่อนข้างยาก ทำให้นักเรียนยังเลือกหรือแทนค่าตัวแปรในการคำนวณ ไม่ถูกต้องเป็นบางกลุ่ม

4.1.4 แบบรายข้อ

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนจากความแตกต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายข้อคำถาม จากการทำแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น จำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 80 คะแนน ผลดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อคำถาม

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ คำถามข้อที่ 39 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด เท่ากับ 0.88 โดยเป็นแบบทดสอบเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีลักษณะคล้ายกับข้อสอบที่ใช้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ นักเรียนคุ้นเคย และได้ฝึกทำข้อสอบลักษณะนี้บ่อยครั้ง จึงทำให้นักเรียนสามารถทำข้อสอบข้อนี้ได้ถูกต้อง ส่วนคำถามข้อที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำมีทั้งหมด 4 ข้อ ได้แก่ คำถามข้อที่13 (ภาพที่ 4.4) ซึ่งเป็นแบบทดสอบเรื่อง ปริมาตรต่อโมลของแก๊สนักเรียนมีความก้าวหน้าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.11 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ถามว่าปริมาตรของแก๊สฮีเลียม (Helium) ที่ STP ที่จะทำให้เกิดฮีเลียมเหลวปริมาตร 1.00 ลิตร (dm^3) จะเท่ากับกี่ลิตร (dm^3) ความหนาแน่นของฮีเลียมเหลวเท่ากับ 0.122 g/cm^3 (He=4.00)

คำตอบที่ถูกต้องคือ 683 dm^3 มีนักเรียนตอบข้อนี้คิดเป็นร้อยละ 28.89 ส่วนที่ถูกลวงไปตอบคำตอบที่ไม่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 71.11 เนื่องจากนักเรียนเข้าใจว่ากรัมของ He มีค่าเท่ากับปริมาตรของ He ที่ STPโดยในการหาคำตอบนักเรียนใช้วิธีเทียบว่า He 1 cm^3 คิดเป็น 0.122 กรัมถ้า He 1000 cm^3 คิดเป็น 122 dm^3 ซึ่งเป็นวิธีคิดและคำตอบที่ไม่ถูกต้อง และใช้ปริมาตรฮีเลี่ยมเป็น 1 dm^3 แทนที่จะใช้ 1000 cm^3 สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรเดช ใจจุลละ(2558) ที่พบว่านักเรียนไม่เปลี่ยนหน่วยจาก 1dm^3 เป็น cm^3 โดยการคูณด้วย 1000 จะเห็นได้ว่าข้อสอบมีการใช้ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของสารเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความหนาแน่น เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาตรของ He ได้ อีกทั้งนักเรียนยังสับสนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเรื่องนี้ ส่วนคำถามข้อที่มีความก้าวหน้าต่ำรองลงมาคือคำถามข้อที่7 (ภาพที่ 4.5) นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.20 ซึ่งเป็นแบบทดสอบเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส ซึ่งนักเรียนไม่สามารถคำนวณหาจำนวนโมลน้อยที่สุดของสารได้เมื่อกำหนดจำนวนโมล ปริมาตร และอนุภาคของสารมาให้ ส่วนคำถามข้อที่ 24 (ภาพที่ 4.6) นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน เท่ากับ 0.23 และ คำถามข้อที่18 (ภาพที่ 4.7) นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.27 โดยคำถามทั้ง 2 ข้อนี้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารได้ถูกต้องเมื่อกำหนดมวลของสารมาให้

13.ปริมาตรของแก๊สฮีเลียมที่STP ที่จะทำให้เกิดฮีเลียมเหลวปริมาตร 1.00ลิตร (dm^3) จะเท่ากับกี่ลิตร (dm^3)
ความหนาแน่นของฮีเลียมเหลวเท่ากับ 0.122 g/cm^3 (He=4.00)

ก. 683 dm^3 (28.89 %) ข.122 dm^3 **(71.11%)**

ค. 30.5 dm^3 ง.12.2 dm^3

ภาพที่ 4.4 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบแต่ละตัวเลือกของคำถามข้อที่ 13

7. จำนวณโมลของสารในข้อใดน้อยที่สุด (Pb = 207, N=14, O=16)

ก. เลด(II)ไนเตรต ($Pb(NO_3)_2$) 22.4 กรัม (17.77%) ข. แก๊สH_2 4.42 dm^3 ที่ STP **(26.67%)**

ค. โซเดียมไอออน 3.2×10^{21} ไอออน **(22.22%)** ง. ลิเทียม 0.602×10^{23}อะตอม **(22.22%)**

ภาพที่ 4.5 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบแต่ละตัวเลือกของคำถามข้อที่ 7

23. แก๊สมีเทน (CH_4) ปริมาตร 6,720 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ STP **มีจำนวนโมลเป็นเท่าใด**
ก. 0.4 โมล **(22.22%)** **ข. 0.3 โมล (40.00%)**
ค. 0.2 โมล **(15.56%)** ง. 0.1 โมล **(22.22%)**

ภาพที่ 4.6 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบแต่ละตัวเลือกของคำถามข้อที่ 23

18. จำนวนโมเลกุลของสารใดที่มีมากที่สุด (H=1, Cu=64)
ก. แก๊สไฮโดรเจนหนัก 4 กรัม (22.22%) ข. แก๊ส CH_4 0.1 โมล **(11.11%)**
ค. ทองแดงหนัก 10 กรัม **(22.22%)** ง. แก๊สคลอรีน 10^{23} อะตอม **(33.33%)**

ภาพที่ 4.7 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบแต่ละตัวเลือกของคำถามข้อที่ 18

4.2 คะแนนมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล

จากการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน จากการทำแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น จำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 80 คะแนน (ภาคผนวก ก) จำแนกคะแนนเฉลี่ยตามเนื้อหา (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล

เนื้อหาที่*	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ร้อยละความก้าวหน้า	T-test**	
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ		t	p
1	4.98	1.27	24.90	15.91	1.40	79.55	73.00	27.05	0.00
2	6.58	2.06	32.90	16.62	2.52	83.10	75.00	23.24	0.00
3	5.29	1.31	26.44	12.62	2.60	63.11	50.00	23.21	0.00
4	6.20	1.31	31.00	15.87	2.90	79.35	70.00	21.14	0.00
รวม	23.04	3.20	28.81	61.02	5.48	76.28	72.00	46.96	0.00

หมายเหตุ: *เนื้อหาเรื่องที่ 1.จำนวนอนุภาคต่อ โมลของสาร 2. จำนวนโมลกับมวลของสาร 3.ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส และ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

** การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent sample T-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ค่า p 0.05)

จากการวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเป็น 23.04 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 61.02 คิดเป็นร้อยละความก้าวหน้าเป็น 72.00 และเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกเนื้อหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p 0.05 (ตารางที่ 4.2) โดยนักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากที่สุด เรื่องจำนวนโมลกับมวลของสาร ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 16.62 คิดเป็นร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 75.00 เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอนมีการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น กิจกรรมฉันควรชั่งมวลสารมาเท่าไร กิจกรรมความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับมวลของสาร กิจกรรมการคำนวณเกี่ยวกับจำนวนโมลกับมวลของสาร เป็นต้น ซึ่งแต่ละกิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับมวลของสารมากขึ้น ส่วนเนื้อหาที่มีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนน้อยที่สุด คือเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 12.62 คิดเป็นร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 50.00 ที่เป็นเช่นนี้เพราะในการจัดการเรียนการสอนไม่มีกิจกรรมเสริมแทรกเข้ามาในระหว่างการเรียนการสอนมีเพียงให้ทำใบกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดเท่านั้น นักเรียนอาจยังมีความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวไม่ชัดเจน อีกทั้งข้อสอบยังมีการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นเข้ามาเชื่อมโยงในการหาคำตอบของ

คำถามด้วย ทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนน้อย ซึ่งเมื่อพิจารณาคะเฉลี่ยหลังเรียนในแต่ละเนื้อหา พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกเนื้อหา แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการทางด้านความรู้จึงสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้องมากกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันในขั้นประเมินผล สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง โมล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพนิดา กันยะกาญจน์ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2557) ที่รายงานว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถพัฒนาคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนไม่แตกต่างกับคะแนนความคงทนของมโนมติ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องมีการสืบค้น เสาะหาสำรวจตรวจสอบ และ ค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมอง ได้อย่างยาวนาน (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นพื้นฐานที่เชื่อมโยงกันและกันช่วยเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสร้างเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (ศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554) อีกทั้งการนำการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ไปจัดกิจกรรมในห้องเรียน ทำให้นักเรียนทำข้อสอบอัตนัยได้ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางเคมีมากขึ้น ส่งผลทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (กัญญา โชคสวัสดิ์ภิญโญ, 2553; สุรเดช ใจจุลละ, 2558)

4.3 มโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อนและผิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล

จากการวิเคราะห์ร้อยละมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคแข่งขันในขั้นประเมินผล จากการทำแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น จำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 80 คะแนน สามารถจำแนกเป็น มโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เรื่องโมล

เนื้อหาที่*	มโนมติก่อนเรียน			มโนมติก่อนเรียน		
	ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน	ผิด	ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน	ผิด
1	0.00	16.67	83.33	73.33	14.67	12.00
2	0.00	20.44	79.56	74.34	12.32	13.33
3	0.00	17.04	82.96	70.22	12.22	17.56
4	0.00	17.04	82.96	79.78	9.78	10.44
รวม	0.00	17.80	82.20	74.42	12.25	13.33

หมายเหตุ: * เนื้อหาเรื่องที่ 1) จำนวนอนุภาคต่อ โมลของสาร 2) จำนวนโมลกับมวลของสาร 3) ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส และ 4) ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นทุกเนื้อหา มโนมติคลาดเคลื่อนและผิดลดลง จากการพิจารณาร้อยละมโนมติเฉลี่ย พบว่า นักเรียนมีมโนมติหลังเรียนถูกต้องเพิ่มมากขึ้น เป็น 74.42 จากมโนมติถูกต้องก่อนเรียน 0 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีมโนมติถูกต้องก่อนเรียนเฉลี่ยเป็น 0 คะแนน เนื่องจากก่อนเรียนนักเรียนยังไม่เคยเรียนเรื่องโมลมาก่อนทำให้ไม่มีความรู้ความเข้าใจจึงไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคแข่งขันในขั้นประเมินผล นักเรียนมีมโนมติหลังเรียนถูกต้องเพิ่มมากขึ้น แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคแข่งขันในขั้นประเมินผล สามารถพัฒนามโนมติของนักเรียนสู่มโนมติวิทยาศาสตร์มากขึ้น ช่วยลดมโนมติคลาดเคลื่อนและผิดได้ โดยนักเรียนมีมโนมติถูกต้องมากที่สุด คือ มโนมติเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สเคมี คิดเป็นร้อยละ 79.78 และเนื้อหาที่นักเรียนมีมโนมติมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมากคือ จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร มีมโนมติคลาดเคลื่อนเป็นร้อยละ 14.67 ส่วนเนื้อหาเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนและผิดมาก ซึ่งมีมโนมติคลาดเคลื่อนและผิดเป็นร้อยละ 12.22 และ 17.56 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.5

จากการทำแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น จำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 80 คะแนน พบว่า มีประเด็นมโนมติคลาดเคลื่อนรายข้อในเรื่องโมลหลังเรียน ดังตารางที่ 4.4 อย่างไรก็ตามก่อนเรียนนักเรียนไม่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิดเพราะนักเรียนไม่ทำข้อสอบ

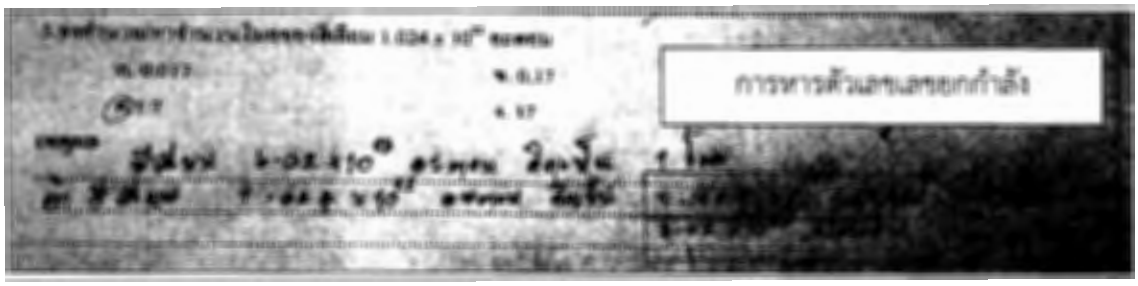
ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างและมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิดของนักเรียน เรื่อง โมล

เนื้อหา	มโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิด		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ร้อยละ
จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร	ไม่ทำข้อสอบ	**ทางการคำนวณ** - การหารเลขยกกำลัง (ภาพที่ 4.8) **ทางเคมี** - สาร 1 กรัม มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล (ภาพที่ 4.9)	11.11 6.67
จำนวนโมลกับมวลของสาร	ไม่ทำข้อสอบ	**ทางการคำนวณ** - แทนค่าในสูตรและแก้สมการไม่ถูกต้อง (ภาพที่ 4.10) **ทางเคมี** - คำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลของสารไม่ได้ (ภาพที่ 4.11)	13.32 26.67
ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส	ไม่ทำข้อสอบ	**ทางการคำนวณ** - แทนค่าในสูตรและแก้สมการไม่ถูกต้อง (ภาพที่ 4.12) **ทางเคมี** - หน่วยปริมาตร cm^3 ไม่เปลี่ยนหน่วยเป็น dm^3 (ภาพที่ 4.13)	24.42 11.11
ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส	ไม่ทำข้อสอบ	**ทางการคำนวณ** - แทนค่าในสูตรไม่ถูกต้อง (ภาพที่ 4.14) **ทางเคมี** - เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ไม่ถูกต้อง (ภาพที่ 4.15)	11.11 22.22

จากตารางที่ 4.4 นักเรียนไม่ได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนทุกเนื้อหา เนื่องจากก่อนเรียนนักเรียนยังไม่เคยเรียนเรื่องโมลมาก่อน ทำให้ไม่มีความรู้ความเข้าใจจึงไม่สามารถเขียนอธิบายเหตุผลได้ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและสามารถเขียนอธิบายเหตุผลได้สำหรับการทดสอบหลังเรียน นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่อง จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร ซึ่งนักเรียน

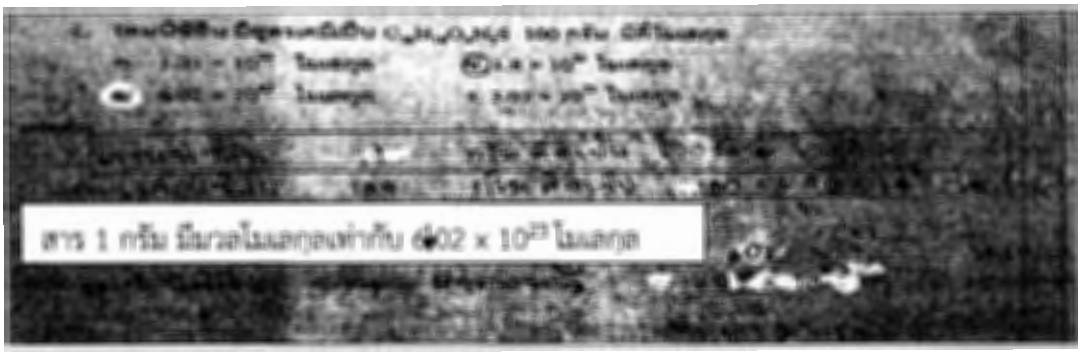
มีมโนมติคลาดเคลื่อนทางการคำนวณคือการหารเลขยกกำลังไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนเข้าใจว่า 0.17 x 10^{-1} โมล มีค่าเท่ากับ 1.7 โมล คิดเป็นร้อยละ 11.11 (ภาพที่ 4.8) และมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางเคมี คือ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาคกับโมลของสารโดยนักเรียนเข้าใจว่าสาร 1 กรัม มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 6.02 x 10^{23} โมเลกุล คิดเป็นร้อยละ 6.67 (ภาพที่ 4.9) ส่วนเรื่องจำนวนโมลกับมวลของสาร นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางการคำนวณในส่วนการแทนค่าในสูตรและแก้สมการไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 13.32 (ภาพที่ 4.10) และมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางเคมี คือหามวลโมเลกุลไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 26.67 (ภาพที่ 4.11) ส่วนเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊สนักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางการคำนวณคือการแทนค่าในสูตรและแก้สมการไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 24.42 (ภาพที่ 4.12) และมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางเคมี คือ การเปลี่ยนหน่วยของปริมาตรจากลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นลูกบาศก์เดซิเมตร คิดเป็นร้อยละ 11.11 (ภาพที่ 4.13) ส่วนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สนักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางการคำนวณคือการแทนค่าในสูตรไม่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 11.11 (ภาพที่ 4.14) และมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางเคมี คือคำนวณมวลโลเลกุลไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 13.32 และไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สคิดเป็นร้อยละ 22.22 (ภาพที่ 4.14)

ภาพตัวอย่างการทำข้อสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้น ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นตัวเลือกของคำตอบชนิด 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นเหตุผล ของนักเรียนที่เกิดมโนมติคลาดเคลื่อน



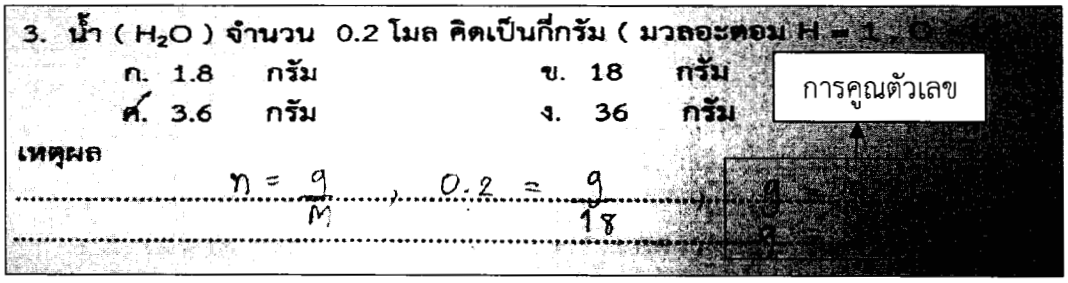
ภาพที่ 4.8 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องจำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร

จากภาพที่ 4.8 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางการคำนวณว่า 0.17 x 10^{-1} โมล ถ้าต้องการทำให้เป็นจำนวนเต็มจะต้องเลื่อนทศนิยม1ตำแหน่งไปทางขวามือ ซึ่งจะเห็นได้จากการทำข้อสอบของนักเรียนที่บอกว่า 0.17 x 10^{-1} โมลมีค่าเท่ากับ1.7 โมล คิดเป็นร้อยละ 11.11 ซึ่งมโนมติที่ถูกต้องคือ 0.017 โมล



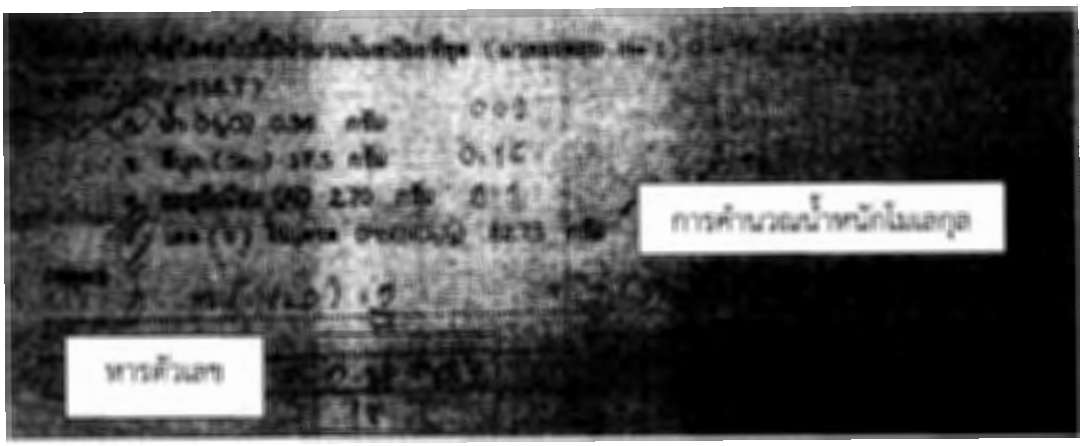
ภาพที่ 4.9 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องจำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร

จากภาพที่ 4.9 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางเคมีว่าสาร 1 กรัม มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล จะเห็นได้จากการทำข้อสอบของนักเรียนที่บอกว่าเพนนิซิลิน 1 กรัม คิดเป็น 6.02×10^{23} โมเลกุล คิดเป็นร้อยละ 6.67 ซึ่งมโนมติที่ถูกต้อง คือ เพนนิซิลิน 334 กรัม มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล



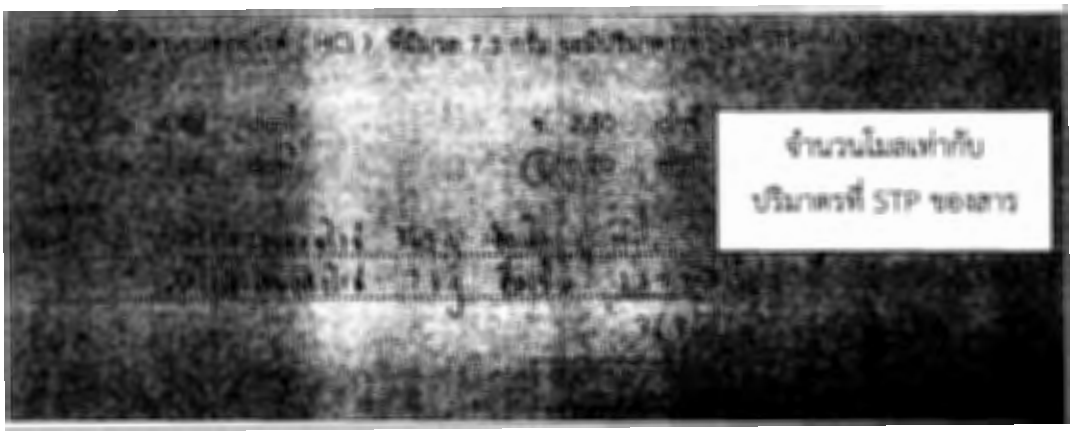
ภาพที่ 4.10 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องจำนวนโมลกับมวลของสาร

ภาพที่ 4.10 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางการคำนวณ คือ การคูณตัวเลขไม่ถูกต้อง ซึ่งจะเห็นได้จากการทำข้อสอบของนักเรียน เริ่มต้นนักเรียนสามารถแทนค่าจำนวนโมลและมวลโมเลกุลของน้ำได้ถูกต้องแต่เมื่อแก้สมการเพื่อหาคำตอบพบว่าคำตอบที่นักเรียนได้คือ 0.6 กรัมซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 13.32 โดยมโนมติที่ถูกต้อง คือ 3.6 กรัม



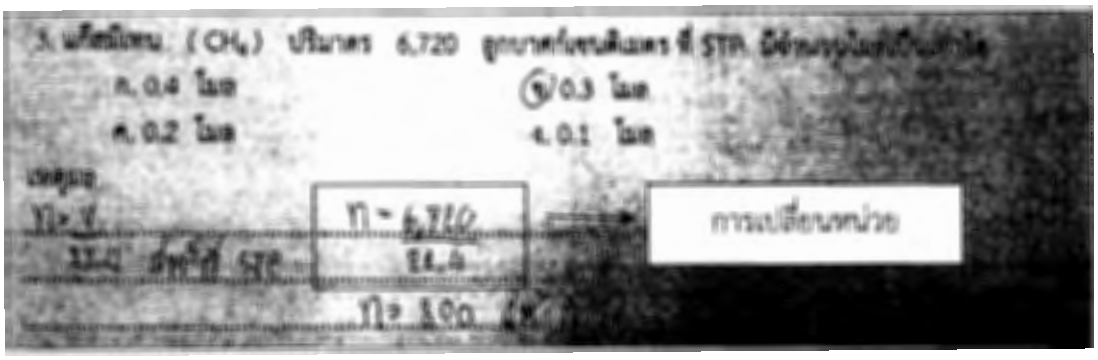
ภาพที่ 4.11 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องจำนวนโมลกับมวลของสาร

ภาพที่ 4.11 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางเคมี คือ ไม่สามารถคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลของสารได้ เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้ คิดเป็นร้อยละ 26.67 และใช้มวลโมเลกุลของดีบุกผิด คิดเป็นร้อยละ 6.66 ซึ่งมโนมติที่ถูกต้อง คือ ดีบุกมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 118.7 ส่วนมโนมติคลาดเคลื่อนทางการคำนวณคือ หารตัวเลขไม่ถูกต้อง โดย 0.36หาร18 มีค่าเท่ากับ 0.2 โมล คิดเป็นร้อยละ 11.11 ซึ่งมโนมติที่ถูกต้อง คือ 0.02 โมล



ภาพที่ 4.12 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

ภาพที่ 4.12 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางเคมี คือ เข้าใจว่า โมลมีค่าเท่ากับปริมาตรที่ STP เมื่อนักเรียนคำนวณหาโมลของแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ที่มีมวล 7.3 กรัม จากนั้นนักเรียนนำจำนวนโมลที่คำนวนได้มาตอบเป็นปริมาตรที่STPของแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ คิดเป็นร้อยละ 11.11 ซึ่งมโนมติที่ถูกต้องคือเมื่อเปลี่ยนกรัมเป็นโมลแล้วให้เปลี่ยนโมลเป็นปริมาตร ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องคือ 4.48 dm^3

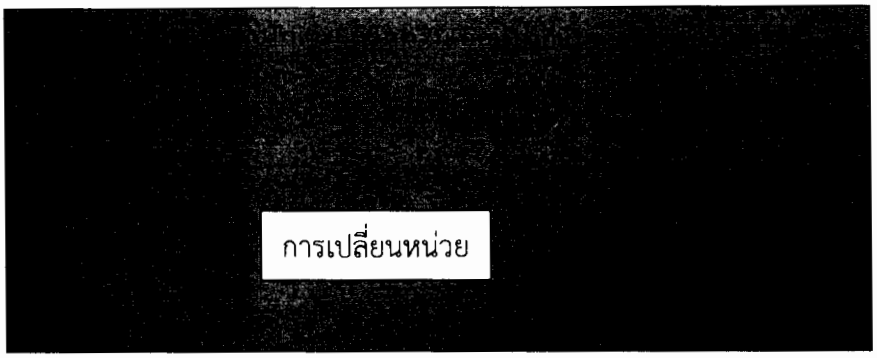


ภาพที่ 4.13 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊สที่ STP

ภาพที่ 4.13 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางเคมี เรื่องของหน่วยปริมาตร คือ นักเรียนไม่เข้าใจหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตรว่าเมื่อนำไปคำนวณหาโมลต้องหารด้วย 1000 cm^3 เพื่อเปลี่ยนหน่วยเป็น dm^3 เพื่อให้มีหน่ายเดียวกับปริมาตรของแก๊สที่STP คิดเป็นร้อยละ 11.11 ซึ่งมโนมติที่ถูกต้องคือ ปริมาตรของแก๊สมีเทน 6,720 cm^3 ต้องหารด้วย 1000 เพื่อเปลี่ยนหน่วยจาก cm^3เป็น dm^3 จะได้ 6.72 dm^3 ดังนั้นถ้าจะให้นักเรียนใช้สูตรในการคำนวณปริมาณสารต้องระมัดระวังเรื่องหน่วย ซึ่งหน่วยของปริมาตรในความสัมพันธ์นี้ต้องเป็นลิตร ส่วนหน่วยปริมาตรใน n = cv/1000 ต้องเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพที่ 4.14 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP

จากภาพที่ 4.14 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางเคมี คือ คำนวณหามวลโมเลกุลจาก สูตรโมเลกุลไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 13.32 ซึ่งมโนมติที่ถูกต้องคือ H_2SO_4 จะมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 78 กรัม/โมล และไม่สามารถคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือ จำนวนโมล เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 22.22

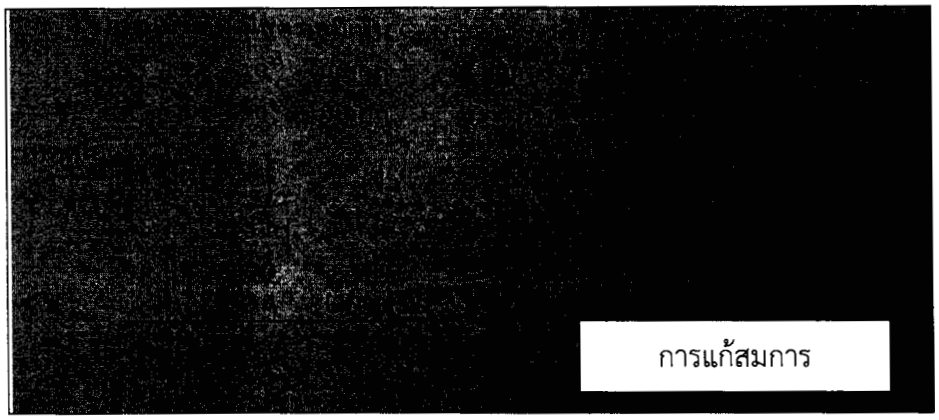


ภาพที่ 4.15 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเมื่อใช้สูตรในการคำนวณ เรื่อง จำนวนโมล กับมวลของสาร ($n = g/M_w$)

จากภาพที่ 4.15 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเมื่อใช้สูตรในการคำนวณ เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสาร ($n = g/M_w$) คือ เรื่องการเปลี่ยนหน่วย คิดเป็นร้อยละ 11.11 ซึ่งนักเรียนไม่เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัมเป็นกรัม โดยต้องนำ 0.9 กิโลกรัมไปคูณ 1000 จากนั้นจึงนำไปแทนค่าในสูตร เพื่อคำนวณหาโมลของสาร

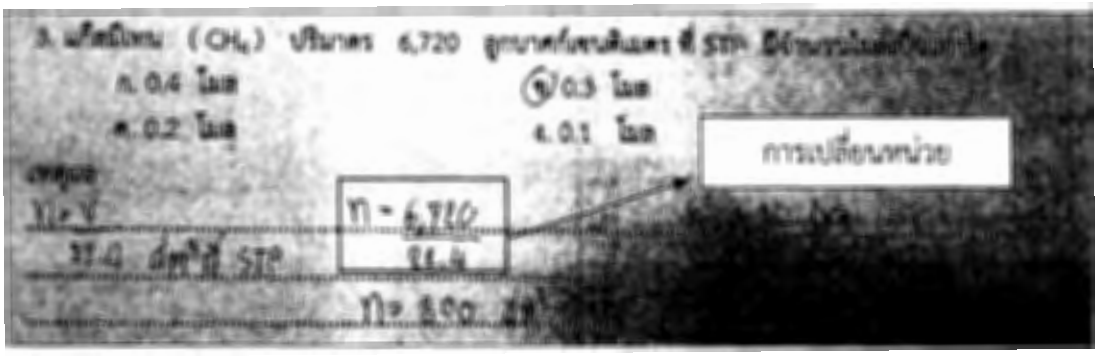
ภาพที่ 4.16 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเมื่อใช้สูตรในการคำนวณ เรื่อง ความสัมพันธ์ ระหว่างจำนวนอนุภาค จำนวนโมลและมวลของสาร ($N/6.02\times10^{23} = g/M_w$)

จากภาพที่ 4.16 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อน คือ คำนวณหามวลโมเลกุลไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 22.22 และคูณเลขยกกำลังไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 20.00 ซึ่งมโนมติที่ถูกต้องคือแก๊สไฮโดรเจนจะมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 2 กรัม/โมล ทองแดงหนัก 10 กรัมจะมีจำนวนมวลโมเลกุล 0.94×10^{23} หรือ 9.4×10^{22} โมเลกุล และแก๊สมีเทน 0.1 โมล มีจำนวนมวลโมเลกุลเท่ากับ 0.602×10^{23} หรือ 6.02×10^{22} โมเลกุล



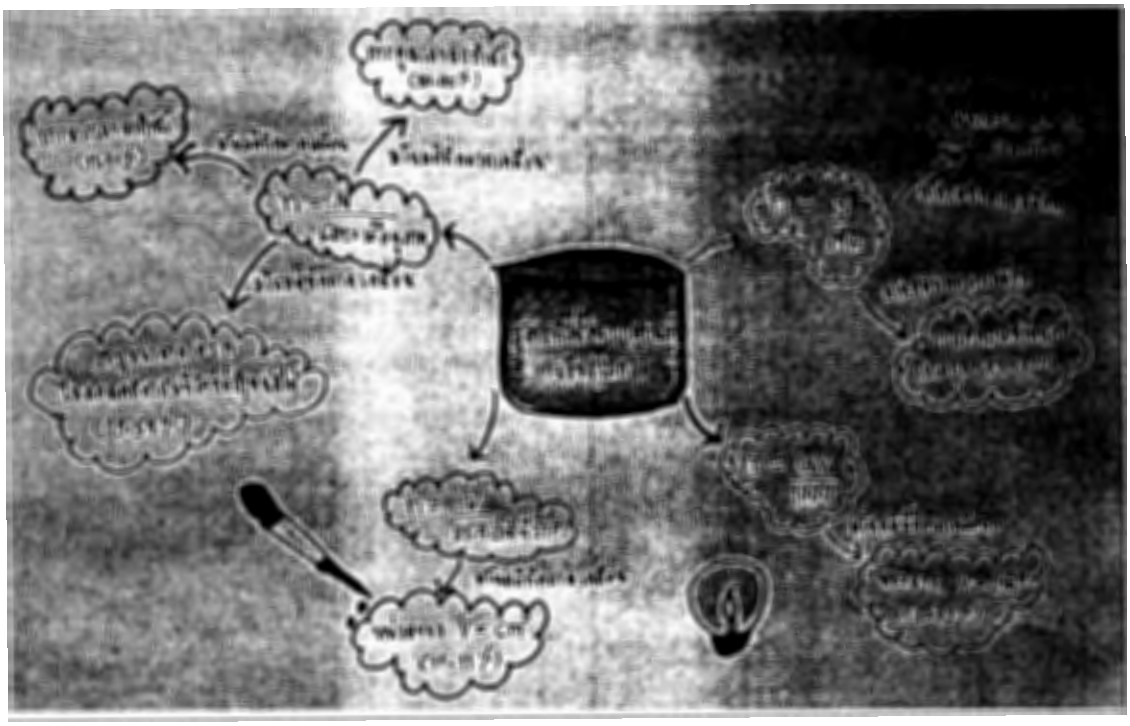
ภาพที่ 4.17 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเมื่อใช้สูตรในการคำนวณ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาค จำนวนโมลและมวลของสาร ($N/6.02\times10^{23} = g/M_w$)

จากภาพที่ 4.17 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อน คือ การแทนค่าข้อมูลจากโจทย์ลงในสูตรและการแก้สมการไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 13.33 ซึ่งมโนมติที่ถูกต้องคือ 100 กรัม × 6.02 × 10^{23} โมเลกุล จะเท่ากับ 602 × 10^{23} โมเลกุล เมื่อนำมาหารด้วย 334 กรัมต่อโมล จะมีค่าเท่ากับ 1.08×10^{23} โมเลกุล



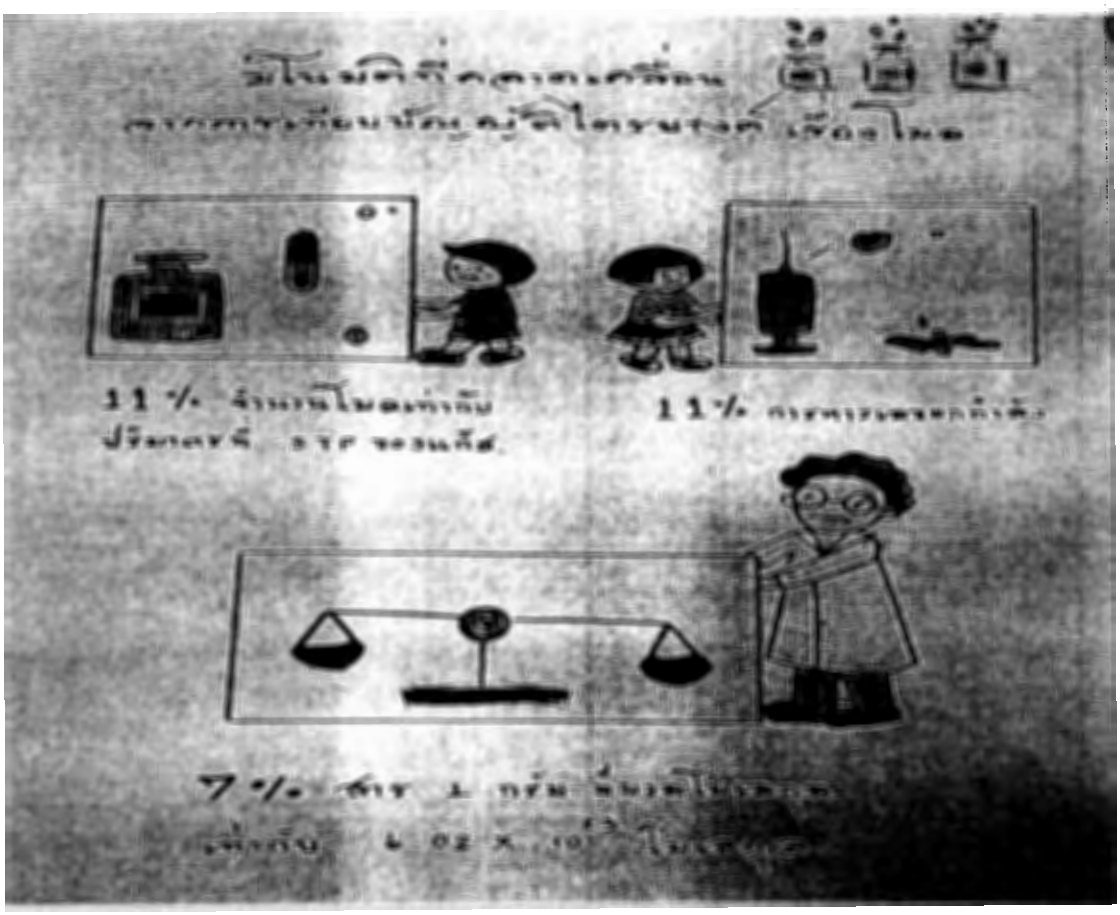
ภาพที่ 4.18 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนหลังเรียนเมื่อใช้สูตรในการคำนวณ เรื่อง ปริมาตรต่อโมลของแก๊สที่ STP ($n = V / 22.4\ dm^3$ ที่ STP)

ภาพที่ 4.18 นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อน คือ การเปลี่ยนหน่วย คิดเป็นร้อยละ 11.11 ซึ่งหน่วยของปริมาตรในความสัมพันธ์นี้ต้องเป็นลิตร ดั้งนั้นก่อนที่นักเรียนจะนำปริมาตรที่โจทย์กำหนดให้ไปแทนค่าในสูตรนักเรียนต้องเปลี่ยนหน่วยจากลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นลิตรหรือลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งมโนมติที่ถูกต้องคือ.ใช้ปริมาตรของแก๊สมีเทนเป็น 6.72 ลิตรหรือลูกบาศก์เดซิเมตร



ภาพที่ 4.19 มโนมติที่คลาดเคลื่อนจากการใช้สูตรเรื่องโมล

เมื่อสรุปมโนมติที่คลาดเคลื่อนของสูตรต่างๆที่นักเรียนใช้ในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ แสดงดังภาพที่ 4.19 ซึ่งเมื่อนักเรียนใช้สูตรในการคำนวณนักเรียนจะมีปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณหาน้ำหนักโมเลกุลของสาร การแทนค่าข้อมูลจากโจทย์ลงในสูตรผิด การหารเลขยกกำลังการแก้สมการเพื่อหาคำตอบของปัญหา และการเปลี่ยนหน่วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปฐมาวดี พละศักดิ์ (2557) พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เกี่ยวกับการเลือกใช้สูตรที่ผิด ไม่เติมหน่วย คำนวณหามวลโมเลกุลจากสูตรโมเลกุลผิดพลาด และแทนค่าข้อมูลจากโจทย์ลงในสูตรผิด



ภาพที่ 4.20 มโนมติที่คลาดเคลื่อนจากการเทียบบัญญัติไตรยางศ์

เมื่อสรุปมโนมติที่คลาดเคลื่อนของการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ที่นักเรียนใช้ในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ แสดงดังภาพที่ 4.20 ซึ่งเมื่อนักเรียนใช้วิธีการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ในการคำนวณ นักเรียนจะมีปัญหาเกี่ยวกับ นักเรียนเข้าใจว่าจำนวนโมลเท่ากับปริมาตรที่ STP ของสาร การหารตัวเลขยกกำลังไม่ถูกต้อง และสาร 1 กรัม มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน มโนมติวิทยาศาสตร์และมโนมติคลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เรื่องโมล สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ความก้าวหน้าทางการเรียน

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เรื่อง โมล มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน ดังนี้

5.1.3.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งระดับชั้น นักเรียนทั้งระดับชั้นมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.85 อยู่ในระดับสูง โดยนักเรียนมีค่าความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำสุดที่ 0.64 ถึงระดับสูงสุดที่ 0.93 ซึ่งส่วนใหญ่ แล้วนักเรียนร้อยละ 84.44 มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง

5.1.3.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคล นักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูงจำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 84.44 และนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางอีก 7 คน คิดเป็นร้อยละ 15.56 ของนักเรียนทั้งหมด

5.1.3.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายเนื้อหา นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุดเป็นจำนวนโมลกับมวลของสาร ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.75 ซึ่งอยู่ในระดับสูง ส่วนเนื้อหาที่มีความก้าวหน้าต่ำที่สุด คือ ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส มีค่าเท่ากับ 0.50 ซึ่งมีความก้าวหน้าในระดับปานกลาง

5.1.3.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายข้อ คำถามข้อที่ 39 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุดเท่ากับ 0.88 โดยเป็นแบบทดสอบเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส ส่วนคำถามข้อที่ 13 ซึ่งเป็นแบบทดสอบเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส นักเรียนมีความก้าวหน้าต่ำสุด เท่ากับ 0.11

5.1.2 คะแนนมโนมติทางวิทยาศาสตร์

5.1.2.1 นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติถูกต้องแบบทั้งชั้นเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.2.2 นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติถูกต้องแบบรายเนื้อหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกเนื้อหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเนื้อหา เรื่องจำนวนโมลกับมวลของสาร มีร้อยละความก้าวหน้าสูงที่สุดเท่ากับ 75.00 และเนื้อหาที่ร้อยละความก้าวหน้าต่ำที่สุดเท่ากับ 50.00 เรื่องเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

5.1.3 ร้อยละของนักเรียนต่อความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

5.1.3.1 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อนและผิด ก่อนเรียน พบว่านักเรียนไม่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิดเพราะนักเรียนไม่ทำข้อสอบ

5.1.3.2 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อนและผิด หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติถูกต้องมากที่สุด คือ มโนมติเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สเคมี คิดเป็นร้อยละ 79.78 และเนื้อหาที่นักเรียนมีมโนมติมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมากคือ จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร มีมโนมติคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 14.67 ส่วนเนื้อหาเรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อน และผิดมากที่สุด ซึ่งมีมโนมติคลาดเคลื่อนและผิดคิดเป็นร้อยละ 12.22 และ 17.56 ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

5.2.1.1 ก่อนที่ครูผู้สอนจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น และเทคนิคกลุ่มแข่งขันครูผู้สอนควรชี้แจ้งเพื่อให้นักเรียนรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองก่อน

5.2.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพครูควรสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม ความมีระเบียบวินัยในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่การมีความรับผิดชอบ และการรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งจะส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นขยายความรู้ประสบผลสำเร็จ

5.2.1.3 ควรเสริมกิจกรรมที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เช่น คลิปแอนนิเมชั่น การวาดภาพ การทดลอง เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้มีความเข้าใจเนื้อหาในระดับโมเลกุลมากขึ้น

5.2.1.4 กิจกรรมเกมลูกเต๋าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล มวลสาร จำนวนอนุภาค และปริมาตรของสารที่ STP แต่ละด้านของลูกเต๋าที่เป็นคำถามให้เขียนคำว่ากรัม ปริมาตรและอนุภาค แทนการเขียนคำว่ากรัม ปริมาตร โมเลกุล อะตอม หรือไอออน ซึ่งจะครอบคลุมคำถามมากกว่า เช่น ถ้าลูกเต๋าตัวแรกขึ้นสูตรเคมีเป็น ไอออน (Na^+) แต่ลูกเต๋าคำถามขึ้นคำว่าคิดเป็นกี่โมเลกุล ซึ่งมันไม่สอดคล้องกันอาจส่งผลให้นักเรียนเกิดความสับสนได้เพราะถ้าสูตรเคมีเป็น ไอออนคำถามก็ต้องถามว่ากี่ไอออนด้วย

5.2.1.5 กิจกรรมการชั่งสารตามปริมาณที่คำนวณได้ควรให้นักเรียนนำสารแต่ละอย่างมาเปรียบเทียบปริมาณกันแล้วให้นักเรียนสังเกตและอธิบายว่าแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

5.2.1.6 กิจกรรมลูกปัดแสนสวยเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณของตัวเลข (เลขยกกำลังมีค่ามากกว่าเลขทศนิยม) ควรใช้วัสดุอื่นแทนลูกปัดโดยให้มีขนาดที่ต่างกัน เช่น ปิงปอง แทน 10^1 ลูกแก้ว แทน 1 และลูกปัด แทน 0.1

5.2.1.7 การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรม ผู้สอนควรมีการยืดหยุ่นในการจัดกิจกรรมการเรียนในแต่ละขั้นให้มีความเหมาะสม เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรมีการเก็บข้อมูลในหลากหลายรูปแบบ เช่น การเขียนแผนภาพแสดงแบบจำลองความคิดของนักเรียน แบบสัมภาษณ์ อนุทินสะท้อนความคิด เพื่อตรวจสอบมโนมติของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในทุกเนื้อหาย่อยให้ได้ผลตรงตามสภาพจริงมากที่สุด

5.2.2.2 ควรนำการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นประเมินผล ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาอื่นๆ ในวิชาเคมี

5.2.2.3 ควรมีการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบ ร่วมมือเทคนิคกลุ่มแข่งขันร่วมกับการทดลองด้วยเพื่อจะได้ทราบว่าผู้เรียนมีความสุขกับการเรียนด้วย กิจกรรมในรูปแบบนี้หรือไม

5.2.2.4 ควรศึกษาตัวแปรอื่นๆเพิ่มเติม เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กมลนุช ไชยมัชชิม และเสนอ ชัยรัมย์. “การส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”, **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้.** 5(2): 165-175; มีนาคม, 2557.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตรตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

_____. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2545.

_____. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.

กระทรวงศึกษาธิการ. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542.** กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว, 2542.

กัญญา โชคสวัสดิ์ภิญโญ. **การใช้ชุดการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) เพื่อพัฒนาผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมล และ สารละลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.

กาญจนา ลาภบุญเรือง. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนและศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ TEAMS-GAMES-TOURNAMENT และแบบปกติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.

กุลยา โอตากะ และคณะ. **เคมีในชีวิตประจำวัน.** กรุงเทพมหานคร. : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2547.

ขุนทอง คล้ายทอง. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ, 2554.

จิราพรรณ บุญญานุสนธิ์. **การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนมติและทักษะการแก้ปัญหาเรื่องปริมาณสัมพันธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ชาตรี ฝ่ายคำตา. "การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้", **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 11(1): 33-44; มกราคม, 2551.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. "ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อสอนครูวิทยาศาสตร์: ประเด็นปัจจุบันที่ครูของครูวิทยาศาสตร์ควรทราบ", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. 23(2): 1-19; กรกฎาคม, 2555.

ซารีมัะ ยามู. **การสำรวจความเข้าใจเชิงมโนมติ เรื่องความเข้มข้นของสารละลาย ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นขยายความรู้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

ณิวุฒิ จงสร้อย. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจที่คงทน เรื่องโมลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างเทคนิคการสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีมกับแบบบรรยาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.

ทัศวรรณ ภูผาดแร่ และศักดิ์ศรี สุภาษร. **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมระดับชาติ "วิทยาศาสตร์วิจัย" ครั้งที่ 6.** ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557.

ทิศนา แขมณี. **ศาสตร์การสอน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ธนัดดา คงมีทรัพย์. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Teams-Games-Tournament (TGT) กับแบบปกติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 2554.

ธวัช ยะสุคำ. "การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี", **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 14(2): 23 – 34; พฤษภาคม–สิงหาคม, 2555.

นฤวรรณ ตั้งวานิชย์เจริญ. "ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดหนองบัวลำภู", **วารสารวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 18(2): 63-75; มกราคม, 2555.

ปฐมาวดี พละศักดิ์. **ความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ปราญชลี นนทะวี. "การศึกษามโนมติวิทยาศาสตร์เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4", **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมระดับชาติ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9**. น.371-373. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

ผดุงยศ ดวงมาลา. **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา**. สงขลา: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2523.

พนิดา กันยะกาญจน์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบเปรียบเทียบเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5", **ใน รายงานสืบเนื่อง จากการประชุมวิชาการระดับชาติ "วิทยาศาสตร์วิจัย" ครั้งที่ 6**. น.26-31. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557.

พรชัย คำสิงห์นอก. **การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้เทคนิค TGT และเทคนิค STAD**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.

พันธ์ ทองชุมนุม. **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์, 2547.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. **การเรียนแบบร่วมมือในประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับ มัธยมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีและเทคนิคการสอน 1**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเมนท์ จำกัด, 2544.

ภพ เลาหไพบูลย์. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนพานิชย์, 2542.

มะลิวรรณ์ พันธุ์นิล. "ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 6(1): 98-103; มกราคม, 2555.

มิรันตี โทผาวงษ์ และคณะ. "ความก้าวหน้าทางการเรียนและทักษะการทดลองในการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย", **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 5(1): 57-65; มกราคม, 2557.

มัณฑนา แพทย์ผล. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อวิธีสอน และความคงทน ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนแบบปกติ", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 1(3): 89-98; มกราคม, 2550.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

แมนชัย สมนึก. **การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องโมลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครพนม เขต 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2551.

รัฒนาพร ระงับทุกข์. **เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544.** กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค, 2545.

โรงเรียนสว่างแดนดิน. **รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของโรงเรียนสว่างแดนดิน.** สกลนคร: โรงเรียนสว่างแดนดิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23, 2557.

วรุนันท์ ช้อยกิตติพันธ์. "การพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ", **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมระดับชาติ "ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9**. น.380-387. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

วิเชียร ขันแก้ว. (2557) "การสอนผ่านกระบวนการสร้างชิ้นงาน", **มุมมองเชิงชื่นชมสำหรับ Best Practices**. http://bp-plc-isarn.blogspot.com/2014_09_01_archive.html. 15 พฤษภาคม, 2559.

วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. 24(1): 29-52; มกราคม, 2556.

วิไลวรรณ ตรีศรีชะนะมา. "แนวคิดบางประการที่เกี่ยวกับแนวคิดรวบยอด", **สารพัฒนาหลักสูตร**. 113(8): 49-51; เมษายน-มิถุนายน, 2537.

ศรีนภา ภาคภูมิ. **การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธี PREDICT-OBSERVE-EXPLALN(POE)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศักดิ์ศรี สุภาษร. "กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: การทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. 22(3): 331-343; กันยายน, 2554.

_____. "บทบาทของเมนทอลโมเดลในการเรียนรู้วิชาเคมีระดับโมเลกุล", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 35(1): 1-7; มกราคม, 2555.

ศิริพรรณ แก่นสาร. "ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดศรีสะเกษ", **วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 18(2): 159-168; ธันวาคม, 2555.

สนทยา บังพรม. "การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5", **ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมระดับชาติ "ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9"**. น.89-92. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พันธะเคมี ตามโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 1(1): 38-57; เมษายน-มิถุนายน, 2554.

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์. **การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่: THE KNOWLEDGE CENTER, 2544.

สุธาสินี ดีรักษา. **ผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา เรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

สุนทร พรจำเริญ. **มโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความเข้มข้นของสารละลายและการคำนวณหาปริมาณสารจากสมการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดชุมพร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2543.

สุภาพร อินบุญนะ. **มโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดนครศรีธรรมราช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2541.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สุรเดช ใจจุลละ. **ความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติคลาดเคลื่อน เรื่อง โมลและสารละลาย ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการทดลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. **21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.** กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์, 2553.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. **สาระร่วมสมัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา**. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2540.

สุวิมล ยามประโคน. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือประเภทกลุ่มแข่งขัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.

ไสว ฟักขาว. **การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**. กรุงเทพมหานคร: เอมพันธ์ จำกัด, 2544.

อชิรวิชญ์ เทนโสภา. "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกม เรื่อง ธาตุและสารประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์", **ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมระดับชาติ "ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9"**. น.211-213. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. **หลักการสอน**. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, 2550.

ฮิกมะฮ์ อาแวกะจิ. "การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมีด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นขยายความรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5", **ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมระดับชาติ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9.** น.105-108. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

Bodner, G.M. "I have found you an argument: The conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students", **Journal of Chemical Education,** 68(5): 385-388; July, 1991.

Crytal, W. and Bryan, B. "Interactive Demonstrations for Mole Ratios and Limiting Reagents", **Journal of chemical education**. 83(5): 741-748; May, 2006.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Davidowitz, B., Chittleborough, G., and Murray, E. "Student-generated submicro diagrams: a useful tool for teaching and learning chemical equations and stoichiometry", **Chemistry Education Research and Practice**. 11(3): 154-164; May, 2010.

Dougherty, R.C. "Cooperative learning and enhanced communication", **Journal of chemical education**. 7(7): 793-797; Winter, 1995.

Hake, R. R. "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses", **American journal of Physics**. 66(1): 64-74, 1998.

Peterson, R. F., Treagust, D. F., and Garnett, P. "Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and-12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction", **Journal of Research in Science Teaching**. 26(4): 301-314; 18 April, 1989.

Rastegarpour, H. "The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts", **Procedia-Social and Behavioral Science**. 31: 593-601, 2012.

Slavin, R. E. "Cooperative learning in middle and secondary schools", **Clearing house**. 69(4): 200-204; March-April, 1996.

Sheehan and Peter E. Childs. "A Survey of the Chemitry Misconcetion Held by Irish Pre-Service Science Teachers and the Development of Strategies and Materials to Promote Understanding", **Muireann Sheehan**. https://www.esera.org/media/esera2013/Muireann_Sheehan_06Jan2014.pdf. April 16, 2016.

Supasorn, S. and Promarak. "Implementation of 5E inquiry Incorporated with analogy learning approach to enhance conceptual understanding of chemical reaction rate for grade 11 students", **Chemistry Education Research and Practice**. 16: 121-132, October, 2015.

Spencer Kagan. (1998)"Cooperative Learning. San Clemente", **CA: Kagan Publishing**. http://www.kaganonline.com/. 20 April, 2014.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Yore, L. D., Shymansky, J. A., and Treagust, D. F. "An International Perspective on the People and Events Shaping Science Education in Taiwan-Past, Present, and Future", **In Science Education Research and Practices in Taiwan.** 40(2): 397-419. Springer Singapore, 2016.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล

แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แล้วอธิบายเหตุผล

2. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ 120 คะแนน

3. เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วเขียน **×** ทับอักษรข้อที่เลือกลงในแบบทดสอบชุดนี้ พร้อมทั้งเขียนอธิบายเหตุผล

ผลการเรียนรู้ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนอนุภาค มวลของสาร และปริมาตรของก๊าซที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวในการคำนวณได้

1. แก๊สออกซิเจนจำนวน 2.408×10^{24} โมเลกุล มีกี่โมล

ก. 4×10^{24} โมล ข. 0.4×10^{24} โมล

ค. 4 โมล ง. 0.4 โมล

เหตุผล

.....

.....

.....

2. เพนนิซิลิน มีสูตรเคมีเป็น $C_{16}H_{18}O_4N_2S$ 100 กรัม มีกี่โมเลกุล

ก. 1.21×10^{23} โมเลกุล ข. 1.8×10^{23} โมเลกุล

ง. 6.02×10^{23} โมเลกุล ง. 3.01×10^{23} โมเลกุล

เหตุผล

.....

.....

.....

3. น้ำ (H_2O) จำนวน 0.2 โมล คิดเป็นกี่กรัม (มวลอะตอม H = 1 , O =16)

ก. 1.8 กรัม ข. 3.6 กรัม

ค. 18 กรัม ง. 36 กรัม

เหตุผล

.....

.....

4. เหล็กเส้นหนัก 0.9 กิโลกรัม คิดเป็นกี่โมล (Fe = 56)

ก. 0.02 โมล ข. 7.14 โมล

ค. 44.87 โมล ง. 6.07 โมล

เหตุผล

.....

.....

.....

5. จงคำนวณหาจำนวนโมลของฮีเลียม 1.024×10^{22} อะตอม

ก. 0.017 ข. 0.17

ค.1.7 ง. 17

เหตุผล

.....

.....

.....

6. ของเหลว CCl_4 จำนวน 15 dm^3 มีความหนาแน่น 1.59 g/cm^3 จะมี CCl_4 กี่โมล

ก. 15.4 โมล ข. 56.5 โมล

ค.103.2 โมล ง. 154.9 โมล

เหตุผล

.....

.....

.....

7. จำนวณโมลของสารในข้อใดน้อยที่สุด (Pb = 207, N = 14, O = 16)

ก. เลด (II) ไนเตรด ($Pb(NO_3)_2$) 22.4 กรัม ข. แก๊สH 2 4.42 dm^3 ที่ STP

ค. โซเดียมไอออน 3.2×10^{21} ไอออน ง. ลิเทียม 0.602×10^{23} อะตอม

เหตุผล

.....

.....

.....

8. แก๊สอีเทนมีสูตรโมเลกุล C_2H_6 ถ้าแก๊สนี้หนัก 2 กรัม จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP (C=12, H=1)

ก. 2.49 ลิตร ข. 1.49 ลิตร

ค. 1.09 ลิตร ง. 0.49 ลิตร

เหตุผล

.....

.....

.....

9. ที่ STP แก๊ส X จำนวน 1,120 cm^3 หนัก 1.6 กรัม X 1 โมล หนักเท่าใด

ก. 1200 กรัม ข. 120 กรัม

ค. 12 กรัม ง. 1.2 กรัม

เหตุผล

.....

.....

.....

10. แก๊ส X_2 44.8 ลิตร ที่ STP มีมวล 72 กรัม แก๊ส X_2 มีมวลโมเลกุล เท่าใดและกี่อะตอม

ก. $X_2 = 18, X_1 = 36$ ข. $X_2 = 72, X_1 = 144$

ค. $X_2 = 36, X_1 = 18$ ง. $X_2 = 144, X_1 = 72$

เหตุผล

.....

.....

.....

11. ต้องการเกลือแกง $6.02X10^{21}$ โมเลกุล ต้องชั่งเกลือแกงมากี่กรัม (Na = 23, Cl = 35.5)

ก. 58.5 กรัม ข. 5.85 กรัม

ค. 0.585 กรัม ง. 0.0585 กรัม

เหตุผล

.....

.....

.....

12. มีอะซิโตนกี่กรัม ในจำนวนอะซิโตน $6.02X10^{23}$ โมเลกุล

ก. 1 ข.6

ค. 6.02 ง. หาไม่ได้เพราะไม่ทราบสูตรของอะซิโตน

เหตุผล

.....

.....

.....

13. ปริมาตรของแก๊สฮีเลี่ยมที่ STP ที่จะทำให้เกิดฮีเลี่ยมเหลวปริมาตร 1.00ลิตร (dm^3) จะเท่ากับกี่ลิตร (dm^3) ความหนาแน่นของฮีเลี่ยมเหลวเท่ากับ 0.122 g/cm^3 (He = 4.00)

ก. 683 dm^3 ข. 122 dm^3

ค. 30.5 dm^3 ง. 12.2 dm^3

เหตุผล

.....

.....

.....

14. คริปตอนที่มีปริมาตร 44.8 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐานจะมีมวลเท่าไร (มวลอะตอมของคริปตอน = 84)

ก. 22.4 กรัม ข. 44.8 กรัม

ค. 84.0 กรัม ง. 168.0 กรัม

เหตุผล

.....

.....

.....

15. ข้อความต่อไปนี้ข้อความใดไม่ถูกต้อง

ก.ออกซิเจน 1 โมล มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่STP

ข.ออกซิเจน 1 โมล หนัก 32 กรัม

ค.ออกซิเจน 32 กรัม มีจำนวนอะตอม $6.02X10^{23}$ อะตอม

ง.ออกซิเจน 1 โมล มีจำนวนโมเลกุล $6.02X10^{23}$ โมเลกุล

เหตุผล

.....

.....

16. ข้อใดมีจำนวนอะตอมของสารสูงสุด (H=1, N=14, O=16, S=32)

ก. แก๊สออกซิเจน 0.5 ลิตร ที่STP

ข. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.2 ลิตร

ค. แก๊สไฮโดรเจน 0.25 โมล

ง. แก๊สไนโตรเจน 14กรัม

เหตุผล

.....

.....

.....

17. แก๊สแอมโมเนีย 8.5 กรัม จะมีจำนวนโมเลกุลอยู่ที่โมเลกุล (N=14.H=1)

ก. $1\times3.01\times10^{23}$ โมเลกุล

ข. $2\times3\times10^{23}$ โมเลกุล

ค. $3\times3.01\times10^{23}$ โมเลกุล

ง. $2\times6.02\times10^{23}$ โมเลกุล

เหตุผล

.....

.....

.....

18. จำนวนโมเลกุลของสารใดที่มีมากที่สุด (H=1, Cu=64)

ก. แก๊สไฮโดรเจนหนัก 4 กรัม

ข. แก๊ส CH_4 0.1 โมล

ค. ทองแดงหนัก 10 กรัม

ง. แก๊สคลอรีน 10^{23} อะตอม

เหตุผล

.....

.....

.....

19. สารในข้อใดต่อไปนี้มีจำนวนโมลน้อยที่สุด (มวลอะตอม H= 1, O = 16, N = 14, Al =27, Pb = 207, Sn =118.7)

ก. น้ำ (H2O) 0.36 กรัม ข. ดีบุก (Sn) 17.5 กรัม

ค. อะลูมิเนียม (Al) 2.70 กรัม ง. เลด (II) ไนเตรต (Pb(NO3)2) 82.75 กรัม

เหตุผล

.....

.....

.....

20. จำนวนโมลของสารในข้อใดน้อยที่สุด (Br=80, F=19, S=32, Hg=200.6)

ก. แก๊สฮีเลียม 11.2 dm^3 ข. กำมะถันรอมบิก (S_8) 76.8 g

ค. BrF_3 82.2 g ง. ปรอท 90.3 g

เหตุผล

.....

.....

.....

21. สารในข้อใดมีจำนวนโมลสูงที่สุด (C=12 , F= 19 , Cl= 35.5 ,)

ก. 10 g $CFCl_3$ ข. 10.5 gCF_2Cl_2

ค. 12g CF_3Cl ง.13 g CF_4

เหตุผล

.....

.....

.....

22. สารประกอบ Y.0.4 โมล มีมวล 50กรัม สารประกอบY 25 กรัม มีกี่โมเลกุล

ก. $6.02X10^{23}$ โมเลกุล ข. $3.01X10^{23}$ โมเลกุล

ค. $1.204X10^{23}$ โมเลกุล ง. $1.00X10^{23}$ โมเลกุล

เหตุผล

.....

.....

.....

23. แก๊สมีเทน (CH4) ปริมาตร 6,720 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ STP มีจำนวนโมลเป็นเท่าใด

ก. 0.4 โมล ข. 0.3 โมล

ค. 0.2 โมล ง. 0.1 โมล

เหตุผล

.....

.....

.....

24. แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) ที่มีมวล 7.3 กรัม จะมีปริมาตรเท่าไรที่ STP

(มวลอะตอม H=1 , Cl = 35.5)

ก. 4.48 dm^3 ข. 2.50 dm^3

ค. 2.24 dm^3 ง. 0.20 dm^3

เหตุผล

.....

.....

.....

25. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 8.8 g มีจำนวนโมเลกุลเท่ากับสารในข้อใด

(C= 12, O = 16 , H = 21)

ก. แก๊สในโตรเจน 1.204×10^{23} อะตอม

ข. แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟล์ 6.02×10^{22} โมเลกุล

ค. กรดแอซีติก ($C_2H_4O_2$) จำนวน 12 กรัม

ง. กลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) จำนวน 1.81×10^{23} โมเลกุล

เหตุผล

.....

.....

.....

26. ตะกั่ว (Pb) มีความหนาแน่นเท่ากับ 11.0 g cm^{-3} อยากทราบว่า ตะกั่ว 1 อะตอมมีปริมาตรกี่ cm^3 (Pb = 207)

ก. 1.83×10^{-23} cm^3 ข. 3.12×10^{-23} cm^3

ค. 3.44×10^{-22} cm^3 ง. 18.8 cm^3

เหตุผล

.....

.....

.....

27. แก๊สชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น 1.964 g/l ที่STP แก๊สนี้น่าจะเป็นแก๊สใด (N=14,O=16,H=1,S=32,C=12)

ก. NO_2 ข. N_2H

ค. CO_2 ง. N_2

เหตุผล

.....

.....

.....

28. เมื่อเผาโซเดียมไนเตรต จะได้ก๊าซออกซิเจน และสารประกอบไนเตรต์ ได้ออกซิเจน 1.60 g จะต้องใช้โซเดียมไนเตรตกี่กรัม

ก. 4.25 ข. 0.85

ค. 0.42 ง. 8.5

เหตุผล

.....

.....

.....

29. สารประกอบชนิดหนึ่ง จากการวิเคราะห์พบว่า ประกอบ 8.5 g ด้วยธาตุ Zn, Al และ O โดยสัดส่วนจะนวนอะตอม 1:2:4 ถ้านำสารดังกล่าว 10.3 g มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสี จะได้สังกะสีหนักกี่กรัม (กำหนดจำนวนโมเลกุล Zn =65, Al = 27, O = 16)

ก. 3.64 กรัม ข. 3.54 กรัม

ค. 2.64 กรัม ง. 3.04 กรัม

เหตุผล

.....

.....

.....

30. แอมเฟตามีนเป็นของแข็งมีสูตรโมเลกุล $C_6 H_{13} N$ นำแอมเฟตามีนมา X กรัม พบว่ามีจำนวนไฮโดรเจนอะตอมเท่ากับจำนวนไฮโดรเจนอะตอมของน้ำ 234 กรัม X มีค่าเท่าใด

ก. 170 กรัม ข. 270 กรัม

ค. 275 กรัม ง. 300 กรัม

เหตุผล

.....

.....

.....

31. เมื่อเผาโพแทสเซียมคลอเรต สูตร $KClO_3$ ที่จุดหลอมเหลวพบว่า สารนี้สลายตัวเกิดแทสเซียมเปอร์คลอเรต ($KClO_3$) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) จงคำนวณโมลของโพแทสเซียมเปอร์คลอเรตที่เกิดขึ้นจากการเผาโพแทสเซียมคลอเรต 0.1 mol

ก. 0.10 ข. 0.80

ค. 0.075 ง. 0.06

เหตุผล

.....

.....

.....

32. ของเหลว A 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีจำนวนโมลและโมเลกุลเป็นเท่าใด ถ้าความหนาแน่นของ A = 1.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (มวลโมเลกุลของ A = 180)

ก. 0.175, 1.05×10^{23} ข. 0.175 , 0.75×10^{23}

ค. 1.05 , 0.175×10^{23} ง. 1.05 , 1.05×10^{23}

เหตุผล

.....

.....

.....

33. จงหาจำนวนโมลของ O ใน $KClO_3$ 182 กรัม (K = 39, Cl = 35.5, O = 16)

ก. 1.885 โมล ข. 2.97 โมล

ค. 336 โมล ง. 4.46 โมล

เหตุผล

.....

.....

.....

34. จงคำนวณหามวลของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_{25}) จำนวน 1 dm^3 ที่ STP

(ถ้ากำหนดมวลอตอมของ S = 32.064 , H = 1.008)

ก. 1.52 กรัม ข. 1.05 กรัม

ค. 0.52 กรัม ง. 1.45 กรัม

เหตุผล

.....

.....

.....

35. โรงงานอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยแห่งหนึ่ง ใช้ NH_3 เป็นสารตั้งต้นในการผลิตปุ๋ย เจ้าหน้าที่ดูแลความปลอดภัยของโรงงานแห่งนี้ตรวจพบว่ามีการรั่วของแก๊ส NH_3 เกิดขึ้น ซึ่งมีจำนวนโมลเท่ากับ 5 โมล อยากทราบว่าการรั่วของแก๊ส NH_3 ในครั้งนี้ มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP

ก. 1240 dm^3 ข. 114 dm^3

ค. 112 dm^3 ง. 1120 dm^3

เหตุผล

.....

.....

.....

36. แก๊ส A มีสูตรโมเลกุล เป็น A_3 ถ้ามีแก๊สนี้อยู่ 6.02×10^{23} อะตอม จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP

ก. 7.47 dm^3 ข. 11.20 dm^3

ค. 14.94 dm^3 ง. 22.40 dm^3

เหตุผล

.....

.....

.....

37. จากปฏิกิริยาการเปลี่ยนแอมโมเนีย (NH_3) ให้เป็นแอมโมเนียมซัลเฟต $(NH_4)_2SO_4$ ดังสมการ

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

ถ้าต้องการเตรียมแอมโมเนียมซัลเฟต 225 kg จะต้องใช้แอมโมเนียกี่ dm^3 ที่ STP กำหนดให้ N = 14 , H = 1 , S = 32 , O = 16

ก. 7.64×10^2 dm^3 ข. 7.64×10^3 dm^3

ค. 7.64×10^4 dm^3 ง. 7.64×10^5 dm^3

เหตุผล

.....

.....

.....

38. ในปัจจุบันพบว่าโลกของเรามีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากภาวะโลกร้อน ซึ่งมีผลมาจากการเพิ่มขึ้นของแก๊ส CO_2 ซึ่งแก๊ส CO_2 ในบรรยากาศจะขัดขวางไม่ให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์สะท้อนออกจากโลกของเรา อย่างที่ควรเป็น อยากทราบว่าถ้ามีแก๊ส CO_2 จำนวน 4.20×10^{24} โมเลกุล จะมีจำนวนโมล ของแก๊ส CO_2 ที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนอยู่กี่โมล

ก. 69.8 mol CO_2 ข. 59.4 mol CO

ค. 75.8 mol CO_2 ง. 86.4 mol CO_2

เหตุผล

.....

.....

.....

39. ก๊าซชนิดหนึ่งมีมวล 0.8850 g และมีปริมาตร 450 cm^3 ที่ STP จะมีมวลโมเลกุลเท่าใด

ก. 4.405 ข. 44.053

ค. 2.652×10^{23} ง. 26.518×10^{23}

เหตุผล

.....

.....

.....

40. สารต่อไปนี้ ข้อใดมีจำนวนโมเลกุลน้อยที่สุด

(มวลอะตอมของ S = 32, O = 16, H = 1,Cl = 35.5)

ก. H2SO4(l) 5.0 กรัม ข. น้ำ 3.01 x 1022 โมเลกุล

ค. CHCl3(g) 2.0 ลิตร ที่ STP ง. กลูโคส (C6H12O6) 0.01 โมล

เหตุผล

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นขยายความรู้ เรื่อง โมล

แผนการจัดการเรียนรู้ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โมลและปริมาณต่อโมล **รายวิชา ว 31222**

เรื่อง จำนวนโมลกับอนุภาคของสาร **จำนวน 1.5 หน่วยกิต**

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 **เวลา 3 ชั่วโมง**

ผู้สอน คุณครูณัฐริกา ผายเมืองฮุง

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้: มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.2-ม.4-6/1 ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

โมล หมายถึงปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัมความสัมพันธ์ของจำนวนโมลกับอนุภาค สรุปได้ว่า สาร 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23}อนุภาค

ผลการเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

อธิบายความหมายของโมล และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาคได้ สามารถคิดและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนอนุภาคของสารได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารหรือจำนวนโมลได้ เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง

ด้านเจตคติ (Attitude)

มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สาระการเรียนรู้

การบอกปริมาณของสิ่งของในชีวิตประจำวัน อาจบอกเป็นหน่วยน้ำหนัก เช่น กรัม กิโลกรัม หรือหน่วยปริมาตร เช่น ลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตรนอกจากนี้ถ้าสิ่งของมีจำนวนมาก อาจบอกเป็นหน่วยโหล (1 โหล = 12 ชิ้น) หรือกุรุส (1 กุรุส = 144 ชิ้น)

การบอกปริมาณสารเคมีก็เช่นเดียวกันอาจบอกเป็นหน่วยมวล หน่วยปริมาตร หรือหน่วยแสดงจำนวนอนุภาคของสารแต่เนื่องจากสารประกอบด้วยอนุภาคที่มีขนาดเล็กและมีจำนวนมาก เช่น น้ำตาลทราย1เกล็ด (ประมาณ 0.0001 กรัม) มี1.0×10^{17}อนุภาค น้ำ 1 กรัม มี 3.3×10^{22} อนุภาค การบอกปริมาณสารในหน่วยโหลหรือกุรุสจึงไม่สะดวกต้องใช้เลขหลายหลักนักเคมีจึงกำหนดหน่วยแสดงจำนวนอนุภาคของสารเป็นหน่วยใหญ่และใช้แทนอนุภาคจำนวนมากโดยใช้ชื่อว่า **โมล** ซึ่งหมายถึง **ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12ที่มีมวล 12กรัม**

เราทราบแล้วว่าคาร์บอน -12 จำนวน 1 อะตอม มีมวล$12 \times 1.66 \times 10^{-24}$กรัมความสัมพันธ์นี้เมื่อเขียนในรูปอัตราส่วนจะได้ดังนี้

$$\frac{^{12}C \text{ 1 อะตอม}}{^{12}C \text{ } 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{กรัม}}$$

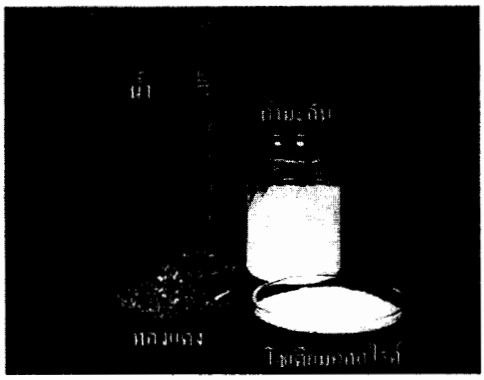
อัตราส่วนนี้สามารถนำไปใช้คำนวณหาจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัมได้โดยสมมติให้คาร์บอน-12 มวล 12 กรัม มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ a อะตอมเมื่อเขียนเป็นอัตราส่วนที่กับอัตราส่วนแรกจะเป็นดังนี้

$$\frac{^{12}C \text{ 1 อะตอม}}{^{12}C \text{ } 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{กรัม}} = \frac{^{12}C \text{ a อะตอม}}{^{12}C \text{ 12กรัม}}$$

$$^{12}C \text{ a อะตอม} = \frac{^{12}C \text{ 1 อะตอม} \times ^{12}C \text{ 12กรัม}}{^{12}C \text{ } 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{กรัม}}$$

$$= 6.02 \times 10^{23} \text{อะตอม}$$

แสดงว่าคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12กรัมประกอบด้วยคาร์บอนจำนวน6.02×10^{23}อะตอม ดังนั้นสาร 1 โมล จึงเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} อนุภาค และเรียกจำนวน6.02×10^{23}นี้ว่า**เลขอาโวกาโดร**จึงกล่าวได้ว่าสาร 1โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร



รูปแสดง ตัวอย่างสาร 1 โมล ซึ่งมี 6.02×10^{23}อนุภาค
ที่มา : http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1184 สืบค้นเมื่อ 4/02/2557

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนอนุภาคของสารเขียนในรูปอัตราส่วนได้ดังนี้

$$\frac{\text{สาร 1 โมล}}{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{อนุภาค}} \quad \text{หรือ} \quad \frac{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{อนุภาค}}{\text{สาร 1 โมล}}$$

ดังนั้น สาร 1 โมล มี 6.02×10^{23}อนุภาค

สาร 2 โมล มี $2 \times 6.02 \times 10^{23}$อนุภาค

สาร 0.5 โมล มี $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$อนุภาค

อนุภาคของสารอาจเป็นอะตอม โมเลกุล หรือไอออน ขึ้นอยู่กับประเภทของสาร

จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร

ความสัมพันธ์ของโมลกับจำนวนอนุภาคของสาร สารใด ๆ 1 โมลจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค (อนุภาค หมายถึง อะตอม , โมเลกุล , ไอออน , อิเล็กตรอน)

การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค ทำได้ 2 วิธี คือ

1) การคำนวณโดยเทียบบัญญัติไตรยางค์

การเทียบบัญญัติไตรยางค์ เป็นการเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ 2 ปริมาณ หลักการเทียบบัญญัติไตรยางค์ คือ

1. ต้องหาความสัมพันธ์ของปริมาณสารทั้ง 2 ก่อน เช่น โมลกับอนุภาค , โมลกับมวล
2. วิเคราะห์โจทย์ว่ากำหนดปริมาณสารใดมาให้ และต้องการทราบปริมาณสารอะไร
3. เทียบปริมาณสารทั้งสองโดย เทียบปริมาณสารที่โจทย์กำหนดให้ไว้ด้านซ้ายและ

เทียบปริมาณสารที่โจทย์ถามไว้ทางขวา

2) การคำนวณโดยใช้สูตร

สูตรที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

$$n = \frac{N}{6.02\times10^{23}}$$ เมื่อ n = จำนวนโมล

N = จำนวนอนุภาค (อะตอม , ไอออน , โมเลกุล

6. คำถามสำคัญ

1. โมล คือ อะไร
2. จำนวนโมลกับมวลของสารมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
3. ถ้าต้องการหาจำนวนโมลหรือมวลของสาร เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่งสามารถหาได้อย่างไร

7. กิจกรรมการเรียนรู้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1. ครูนำสิ่งของและสารเคมี ได้แก่ NaOH, H_2O, ดินสอ, ปากกา และ กระดาษ มาให้นักเรียนพิจารณาเพื่อบอกปริมาณหรือหน่วยของสิ่งของและสารเคมี ดังกล่าว

2. ครูตั้งประเด็นคำถาม ดังนี้

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยของ NaOH ที่เป็นไปได้ *(mg, g และ kg ฯลฯ)*
- ให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยของ H_2O ที่เป็นไปได้ *(cm^3, dm^3, mL และ L)*
- ให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยของกระดาษที่เป็นไปได้ *(แผ่นหรือรีม)*
- ให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยของดินสอที่เป็นไปได้ *(แท่ง)*
- ให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยของปากกาที่เป็นไปได้ *(ด้าม)*

3. การบอกปริมาณสิ่งของในชีวิตประจำวัน อาจบอกเป็นหน่วยน้ำหนัก หรือหน่วยปริมาตร ยกตัวอย่างเช่นหน่วยอะไรบ้าง (หน่วยน้ำหนัก เช่น กรัม กิโลกรัม หรือหน่วยปริมาตร เช่น ลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตร)

➢ ถ้าสิ่งของมีจำนวนมาก อาจบอกเป็นหน่วยอะไรได้บ้าง (อาจบอกเป็นหน่วยโหล(1 โหล = 12 ชิ้น) กุรุส (1กุรุส = 144 ชิ้น) หรือตัน (1 ตัน = 1000 กิโลกรัม))

➢ การบอกปริมาณของสารเคมีอาจบอกเป็นหน่วยอะไรได้บ้าง (อาจบอกเป็นหน่วยมวล หน่วยปริมาตร หรือหน่วยแสดงจำนวนอนุภาคของสาร)

➢ แต่เนื่องจากสารประกอบด้วยอนุภาคที่มีขนาดเล็กและมีจำนวนมาก การบอกปริมาณสารตามจำนวนอนุภาคจะเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร (ไม่ เพราะต้องใช้เลขหลายหลักในการบอกปริมาณ)

➢ นักเคมีจึงกำหนดหน่วยแสดงจำนวนอนุภาคของสารเป็นหน่วยใหญ่และใช้แทนอนุภาคจำนวนมาก โดยใช้ชื่อว่าอะไร (โมล)

➢ ถ้านักเรียนต้องการหามวล ปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือใดในการวัดหาค่าดังกล่าว (มวลใช้เครื่องชั่ง, ปริมาตรใช้กระบอกตวง, ความดันใช้บารอมิเตอร์, อุณหภูมิใช้เทอร์โมมิเตอร์)

➢ ถ้านักเรียนต้องการหาโมลจะใช้เครื่องมือใด (ไม่มีเครื่องมือที่ใช้วัดหาโมลได้)

➢ เนื่องจากไม่มีเครื่องมือที่ใช้วัดหาโมลได้ ดังนั้นนักเรียนคิดว่าจะสามารถหาค่าโมลได้อย่างไร (ใช้การคำนวณเพื่อหาค่าโมล)

4. ให้นักเรียนวาดภาพน้ำ 1โมล มีจำนวนอนุภาคเท่าใด ลงในกระดาษที่ครูแจกให้(มีการกำหนดสัญลักษณ์ให้ชัดเจน)

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

7.2.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนคละความสามารถ (เก่ง ปานกลาง อ่อน) มีทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เพื่อเป็นการให้คนที่อ่อนกว่าได้มีโอกาสปรึกษารับคำแนะนำโดยตรงจากคนที่เก่งกว่าไปพร้อมๆ กัน

7.2.2 ครูกำหนดเนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้ศึกษา ได้แก่ จำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊ส โดยแจกชุดการเรียนรู้ชุดที่ 1 เรื่อง จำนวนโมลกับอนุภาคของสาร

7.2.3 สมาชิกภายในกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นแต่ละหัวข้อในชุดการเรียนรู้ภายในกลุ่มตนเอง

7.2.4 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาคของสารและอธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหาบางส่วนที่เข้าใจยากจนนักเรียนทุกคนมีความรู้ ความเข้าใจเป็นอย่างดี

7.2.5 สมาชิกทุกคนในกลุ่มทำกิจกรรมและแบบฝึกหัดในชุดการเรียนรู้ที่ 1 โดยให้สมาชิกภายในกลุ่มให้ความช่วยเหลือและอธิบายให้สมาชิกคนอื่นภายในกลุ่มรับฟังและทำความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น และเตรียมตัวสำหรับการแข่งขันท้ายบทเรียน

7.2.6 ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูสังเกตการณ์ทดลองของนักเรียน พร้อมทั้งให้คำแนะนำนักเรียนเมื่อนักเรียนมีปัญหา

7.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

7.3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง อภิปรายและลงข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาคของสาร

7.3.1 ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาและวิธีแก้ปัญหาในข้อที่แก้ปัญหาได้และแก้ปัญหาไม่ได้ เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันแก้ปัญหาที่กลุ่มไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ถ้านักเรียนทั้งชั้นไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติม

7.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)

7.4.1 ครูให้นักเรียนดูวีดีโอเรื่องการเปลี่ยนหน่วยจำนวนโมลเป็นหน่วยอนุภาคของสาร

7.4.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับจำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร

7.4.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

7.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

7.5.1 ครูจัดแข่งขันด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยผู้ที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกัน นำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มและครูให้รางวัลสำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดและติดประกาศผลคะแนนแต่ละอันดับหน้าหน้าห้องเรียน

การจัดการแข่งขันด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) มีขั้นตอนดังนี้

(1) นักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีรหัส 1-6 จะเข้าร่วมแข่งขันในแต่ละรอบตามรหัสของตนเอง นั่นคือ นักเรียนรหัสที่ 1 แข่งขันรอบที่ 1 ส่วนนักเรียนรหัสอื่นๆ ปฏิบัติเช่นเดียวกัน

(2) ครูแสดงคำถามผ่าน slide power point เป็นข้อสอบแบบเติมคำโดยการแข่งขันแต่ละรอบใช้ข้อสอบ 1 ข้อ โดยคำถามแต่ละรอบไม่เหมือนกันเหมาะกับความสามารถของนักเรียนที่เข้าแข่งขัน

(3) หลักการตอบ ให้นักเรียนตอบคำถามแบบเติมคำ ภายใน 3 นาที หากผู้เข้าแข่งขันทำเกินกำหนดเวลาปรับคะแนนเป็น 0 คะแนน

(4) ในแต่ละรอบครูเป็นผู้เก็บกระดาษคำตอบและเฉลยคำตอบให้นักเรียนที่แข่งขันฟัง พร้อมกับตรวจเช็คข้อสอบ แจ้งคะแนนของนักเรียน ให้นักเรียนเขียนคะแนนของกลุ่มตัวเองบนกระดาน

เกณฑ์การให้คะแนน

ผู้ที่ตอบถูกได้ 5 คะแนน

ผู้ที่ตอบผิดได้ 0 คะแนน

(5) เมื่อสิ้นสุดการแข่งขันทุกรอบ ให้รวมคะแนนและคิดเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่ม กลุ่มไหนได้คะแนนสูงที่สุด 1, 2, และ3 จะได้คะแนนโบนัสนำไปรวมคะแนนเก็บ

เกณฑ์การตัดสิน

กลุ่มที่ได้คะแนนอันดับ 1 จะได้โบนัส 5 แต้ม

กลุ่มที่ได้คะแนนอันดับ 2 จะได้โบนัส 3 แต้ม

กลุ่มที่ได้คะแนนอันดับ 3 จะได้โบนัส 1 แต้ม

7.5.2 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง จำนวนโมลกับอนุภาคของสาร จากชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 1

8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้ และวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี

สื่อ/แหล่งเรียนรู้	วัสดุอุปกรณ์	สารเคมี
- วีดีโอเรื่องการเปลี่ยนหน่วยจำนวนโมลเป็นหน่วยอนุภาคของสาร - ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง จำนวนโมลกับอนุภาคของสาร - คำถามสำหรับการแข่งขัน	กระดาษ ดินสอ ปากกา	โซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำ ผงเหล็ก ทองแดง น้ำตาลกลูโคส

9. กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ (K) - การอธิบายความหมายของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดร -	- ตรวจสมุดจดบันทึก - ตรวจใบกิจกรรม	-สมุดจดบันทึก -ใบกิจกรรม -การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขัน	เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับดี
2. ทักษะ/กระบวนการ (P) -การคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร และจำนวนโมลได้ เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง	- ตรวจสมุดจดบันทึก - ตรวจใบกิจกรรม	-สมุดจดบันทึก -ใบกิจกรรม -การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขัน	เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับดี
3. เจตคติ (A) - มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	- ประเมินการเข้าเรียน - ประเมินการส่งงาน	-ใบรายชื่อ - สมุดจดบันทึกงาน	เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับดี

เกณฑ์การประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
ด้านความรู้ (K) 1.การอธิบายความหมายของปริมาณสาร 1 โมล และเลขอาโวกา-โดร	อธิบายความหมายของปริมาณสาร 1 โมล และเลขอาโว-กาโดรได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายความหมายของปริมาณสาร 1 โมล และเลขอาโว-กาโดรได้อย่างถูกต้อง	อธิบายความหมายของปริมาณสาร 1 โมล และเลขอาโว-กาโดรได้บางส่วนแต่ต้องแนะนำ	อธิบายความหมายของปริมาณสาร 1 โมล และเลขอาโว-กาโดรไม่ถูกต้องและต้องแนะนำ
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 1. การคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร และจำนวนโมลได้ เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง	คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารและจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารและจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้อย่างถูกต้อง	คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารและจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้บางส่วนแต่ต้องแนะนำ	คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารและจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่งไม่ถูกต้องและต้องแนะนำ
ด้านเจตคติ (A) 1. มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนดและมีส่วนร่วมในชั้นเรียนอย่างกระตือรือร้น	ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนดและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด แต่ไม่มีส่วนร่วมในชั้นเรียน	ไม่ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนดและไม่มีส่วนร่วมในชั้นเรียน

บันทึกผลหลังสอน

1. ผลที่เกิดกับผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวณัฐริกา ผายเมืองฮุง)

กิจกรรม 1.1

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาคของสาร

สมาชิกในกลุ่ม

1.....ชั้น.....เลขที่.....

2.....ชั้น.....เลขที่.....

3.....ชั้น.....เลขที่.....

4.....ชั้น.....เลขที่.....

5.....ชั้น.....เลขที่.....

6.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาคของสารได้

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 จำนวนอนุภาคของสารต่างๆ ที่มีจำนวนโมลเท่ากัน

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารและระบุชนิดของอนุภาคของสารที่กำหนดให้ดังตาราง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 จำนวนอนุภาคของสารต่างๆ ที่มีจำนวนโมล 1 โมล

ชื่อสาร	สูตรเคมี	จำนวนโมล (mol)	ธาตุ/ สารประกอบ/ ไอออน	ชนิดของอนุภาค (อะตอม/ โมเลกุล/ไอออน)	จำนวนอนุภาค (อะตอม/ โมเลกุล/ไอออน)
โซเดียมไอออน	Na^+	1			
ผงเหล็ก	Fe	1			
น้ำ	H_2O	1			
ทองแดง	Cu	1			
น้ำตาลกลูโคส	$C_6H_{12}O_6$	1			
โพแทสเซียมไอออน	K^+	1			

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

<u>ตอนที่ 2</u> จำนวนโมลของสารต่างๆ ที่มีมวลเท่ากัน

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนคำนวณหาจำนวนโมลของสารต่างๆ ที่กำหนดให้ดังตาราง

ตารางที่ 2 จำนวนอนุภาคของสารต่างๆ

ชื่อสาร	สูตรเคมี	ชนิดของอนุภาค (อะตอม/โมเลกุล/ไอออน)	จำนวนอนุภาค (อะตอม/โมเลกุล/ไอออน)	จำนวนโมล (mol)
ทองแดง	Cu		3.01×10^{21}	
แคลเซียมไอออน	Ca^{2+}		6.01×10^{20}	
แก๊สไนโตรเจน	N_2		4.25×10^{18}	
น้ำตาลซูโครส	$C_{12}H_{22}O_{11}$		2.08×10^{19}	
อะลูมิเนียม	Al		5.41×10^{21}	
โซเดียมไอออน	Na^{+}		9.01×10^{22}	

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. โมลคืออะไร

.....

.....

.....

2. สาร 1 โมล มีจำนวนอนุภาคอยู่เท่าใด

.....

.....

.....

3. ถ้านักเรียนต้องการหาจำนวนอนุภาคของสาร จะต้องทราบอะไรก่อน

.....

.....

.....

4. จำนวนโมลกับจำนวนอนุภาคของสารมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

.....

กิจกรรม ที่ 1.3

การคำนวณเกี่ยวกับจำนวนโมลกับอนุภาคของสาร

แบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง.....

.....

คำชี้แจ้ง ให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาที่กลุ่มจับฉลากได้ให้ถูกต้อง

โจทย์ปัญหา

.....

.....

โจทย์กำหนดอะไร

.....

.....

ต้องหาอะไร

.....

.....

ทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชุดที่ 1
เรื่อง จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วเขียน✕ทับอักษรข้อที่เลือกลงในแบบทดสอบชุดนี้ พร้อมทั้งเขียนอธิบายเหตุผล

1. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

ก. Na 1 โมล มีจำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล

ข. KNO_3 1 โมล มีจำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล

ค. O_2 2 โมล มีจำนวน 1.204×10^{24} อะตอม

ง. Li^+ 1 โมล มีจำนวน 1.204×10^{24} ไอออน

เหตุผล

.....

.....

.....

2. น้ำจำนวน 1.204×10^{24} โมเลกุล มีกี่โมล

ก. 5 โมล ข. 4 โมล

ค. 3 โมล ง. 2 โมล

เหตุผล

.....

.....

.....

3. โซเดียมไอออน 6.02×10^{22} ไอออน จะมีกี่โมล

ก. 0.10 โมล ข. 0.20 โมล

ค. 2.5 โมล ง. 5.0 โมล

เหตุผล

.....

.....

.....

4. โมเลกุลของน้ำ (H_2O) 2 โมล มีจำนวนอะตอมทั้งหมดเท่าใด

ก. 3.062×10^{23} อะตอม ข. 1.204×10^{24} อะตอม

ค. 3.612×10^{24} อะตอม ง. 1.505×10^{24} อะตอม

เหตุผล

.....

.....

5. H_2SO_4 3 โมลจะประกอบด้วย H กี่อะตอม

ก. 6.02×10^{23} อะตอม ข. $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

ค. $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม ง. $2 \times 3 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

เหตุผล

.....

.....

6.จงคำนวณหาจำนวนโมลของฮีเลียม 1.024×10^{22} อะตอม

ก. 0.017 ข. 0.17

ค.1.7 ง. 17

เหตุผล

.....

.....

.....

7. โซเดียมไอออน 0.001 โมล คิดเป็นกี่ไอออน

ก. 6.02×10^{21} ข. 6.02×10^{23}

ค. 6.02×10^{22} . ง. 6.02×10^{26}

เหตุผล

.....

.....

.....

8. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จำนวน 1.5 โมล มีกี่โมเลกุล

ก. 6.03×10^{21} ข. 5.03×10^{21}

ค. 10.23×10^{23} ง. 9.03×10^{23}

เหตุผล.....

.....

9. จงหาจำนวนไอออน ของ Na^+ จำนวน 2.3 โมล

ก. 4.54×10^{22} ข. 1.38×10^{22}

ค. 1.38×10^{24} ง. 1.38×10^{21}

เหตุผล

.....

.....

.....

10. แก๊สมีเทน 0.5 โมล มีกี่โมเลกุล

ก. 3.01×10^{21} ข. 3.01×10^{22}

ค. 3.01×10^{23} ง. 3.01×10^{24}

เหตุผล

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. นางนิรมล	กลยาณีย์	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสว่างแดนดิน อ. สว่างแดนดิน จ. สกลนคร
2. นายสราวุธ	วิเชียรลม	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสว่างแดนดิน อ. สว่างแดนดิน จ. สกลนคร
3. นางฐปนี	แก้วมะ	ครูชำนาญการการพิเศษ โรงเรียนสว่างแดนดิน อ. สว่างแดนดิน จ. สกลนคร

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์เครื่องมือ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมล แบบปรนัยชนิดตัวเลือก 2 ลำดับขั้น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

ตารางที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์ค่า IOC

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ค่าIOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่2	คนที่3			
1	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
6	+1	-1	+1	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
7	+1	-1	+1	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
8	+1	-1	+1	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
9	+1	-1	+1	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
17	+1	0	+1	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้

ตารางที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์ค่า IOC (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ค่าIOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่2	คนที่3			
25	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
26	0	+1	+1	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
34	+1	0	+1	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
40	-1	+1	+1	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
41	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
42	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
43	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
44	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
45	+1	+1	-1	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
46	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
47	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
48	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้
49	+1	+1	0	2	0.67	ข้อสอบใช้ได้
50	+1	+1	+1	3	1	ข้อสอบใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมลแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 2 ลำดับขั้น

ตารางที่ ง.2 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	ค่า (p)	ค่า (r)	ข้อที่	ค่า (p)	ค่า (r)
1	0.67	0.00	26	0.50	0.33
2	0.58	0.50	27	0.17	0.00
3	0.58	0.83	28	0.33	0.33
4	0.58	0.83	29	0.25	0.17
5	0.50	0.33	30	0.33	0.33
6	0.50	0.33	31	0.58	0.50
7	0.58	0.50	32	0.50	0.67
8	0.67	0.67	33	0.58	0.50
9	0.58	0.50	34	0.58	0.50
10	0.58	0.50	35	0.58	0.50
11	0.58	0.17	36	0.50	0.67
12	0.75	0.50	37	0.58	0.50
13	0.58	0.83	38	0.58	0.83
14	0.50	0.33	39	0.67	0.33
15	0.25	-0.17	40	0.58	0.50
16	0.33	0.67	41	0.42	0.83
17	0.75	0.17	42	0.25	0.17
18	0.58	0.50	43	0.33	0.33
19	0.42	0.50	44	0.50	0.33
20	0.67	0.67	45	0.42	0.50
21	0.67	0.67	46	0.50	0.33
22	0.42	0.50	47	0.58	0.17
23	0.75	0.50	48	0.58	0.17
24	0.42	0.17	49	0.33	0.67
25	0.58	0.83	50	0.42	0.17

จากข้อมูลในตารางที่ ง.1 เมื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยคำนวณจากสูตร KR20 ได้ค่าเท่ากับ 0.8774

ภาคผนวก จ

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมล

ตารางที่ จ.1 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนที่เป็นแบบ 4 ตัวเลือก

คะแนนเต็ม 40 คะแนน					
เลขที่	Pretest	Posttest	เลขที่	Pretest	Posttest
1	13	35	24	7	36
2	12	38	25	8	30
3	10	29	26	8	29
4	11	34	27	9	30
5	11	28	28	9	31
6	10	31	29	6	30
7	9	35	30	6	31
8	9	34	31	5	33
9	9	29	32	7	29
10	8	33	33	6	31
11	8	31	34	8	33
12	8	30	35	8	30
13	4	34	36	9	33
14	5	33	37	10	32
15	6	30	38	11	32
16	4	29	39	11	32
17	4	33	40	12	35
18	5	31	41	13	33
19	5	33	42	2	28
20	8	27	43	5	30
21	8	31	44	6	28
22	7	30	45	6	29
23	7	29			
ค่าเฉลี่ย		ก่อนเรียน	7.84	หลังเรียน	31.38
SD		ก่อนเรียน	2.58	หลังเรียน	2.41

ตารางที่ จ.2 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนที่เป็นการเขียนอธิบายเหตุผล

คะแนนเต็ม 80 คะแนน					
เลขที่	Pretest	Posttest	เลขที่	Pretest	Posttest
1	0	70	24	0	71
2	0	75	25	0	59
3	0	57	26	0	57
4	0	68	27	0	60
5	0	56	28	0	62
6	0	61	29	0	59
7	0	70	30	0	62
8	0	67	31	0	66
9	0	57	32	0	58
10	0	66	33	0	62
11	0	62	34	0	66
12	0	60	35	0	59
13	0	67	36	0	66
14	0	65	37	0	64
15	0	60	38	0	64
16	0	57	39	0	64
17	0	65	40	0	70
18	0	61	41	0	65
19	0	65	42	0	56
20	0	54	43	0	59
21	0	62	44	0	56
22	0	60	45	0	58
23	0	57		0	71
ค่าเฉลี่ย		ก่อนเรียน	0	หลังเรียน	62.30
SD		หลังเรียน	0	หลังเรียน	4.80

ตารางที่ จ.3 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือกและส่วนเขียนอธิบายเหตุผล

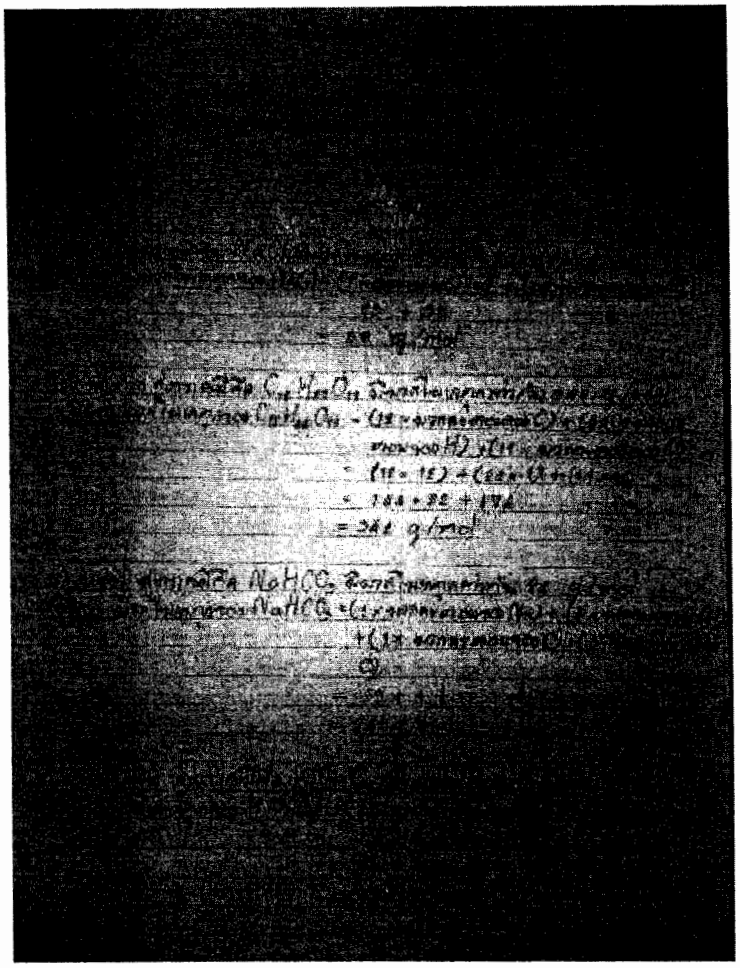
คะแนนเต็ม 120 คะแนน					
เลขที่	**Pretest**	**Posttest**	**เลขที่**	**Pretest**	**Posttest**
1	13	105	24	7	107
2	12	113	25	8	89
3	10	86	26	8	86
4	11	102	27	9	90
5	11	84	28	9	93
6	10	92	29	6	89
7	9	105	30	6	93
8	9	101	31	5	99
9	9	86	32	7	87
10	8	99	33	6	93
11	8	93	34	8	99
12	8	90	35	8	89
13	4	101	36	9	99
14	5	98	37	10	96
15	6	90	38	11	96
16	4	86	39	11	96
17	4	98	40	12	105
18	5	92	41	13	98
19	5	98	42	2	84
20	8	81	43	5	89
21	8	93	44	6	84
22	7	90	45	6	87
23	7	86			
ค่าเฉลี่ย		ก่อนเรียน	7.40	หลังเรียน	94
SD		หลังเรียน	2.58	หลังเรียน	7.22

ภาคผนวก ฉ

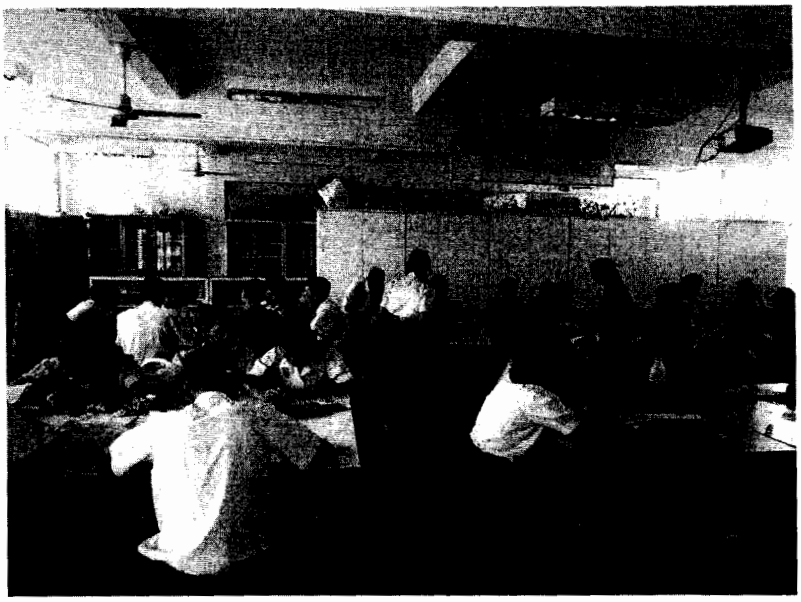
ภาพประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โมล โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคกลุ่มแข่งขันในขั้นขยายความรู้

ภาพที่ ฉ.1 กิจกรรมลูกปัดแสนสวย

ภาพที่ ฉ.2 การชั่งสารตามจำนวนกรัมที่คำนวณได้



ภาพที่ ฉ.3 ตัวอย่างผลงานนักเรียนคำนวณมวลโมเลกุลของสารเคมีที่กำหนดให้



ภาพที่ ฉ.4 กิจกรรมการทำงานกลุ่มในแต่ละกิจกรรม

ภาพที่ ฉ.5 การทำกิจกรรมกลุ่มแข่งขัน

ภาพที่ ฉ.6 การทำใบกิจกรรม

ภาพที่ ฉ.7 การทำกิจกรรมเกมลูกเต๋า

ภาพที่ ฉ.8 การทำกิจกรรมเกมลูกเต๋า

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวณัฐริกา ผายเมืองฮุง

ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ. 2552
ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, พ.ศ. 2554
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา)
มหาวิทยาลัยปทุมธานี, พ.ศ. 2558

ประวัติการทำงาน โรงเรียนสว่างแดนดิน
อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2554-ปัจจุบัน

ตำแหน่ง ครู ค.ศ. 1

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนสว่างแดนดิน
อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร
โทรศัพท์ 089-8455476
Email; nattarika2529@gmail.com