แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

น.ส.เบญจพร สุคนธร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Guidelines of Using the Flipped Classroom in Chemistry Instruction for Upper-Secondary Students with Low Achievement.

Miss Benjaporn Sukontorn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
โดย	น.ส.เบญจพร สุคนธร
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ จิตระดับ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ จิตระดับ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เบญจพร สุคนธร : แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ. (Guidelines of Using the Flipped Classroom in Chemistry Instructionfor Upper-Secondary Students with Low Achievement.) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.สมพงษ์ จิตระดับ

การวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี และ 3) เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ การวิจัยมี 3 ตอน ตอนที่ 1 สร้างแนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตอนที่ 2 นำแนวทางที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ในรายวิชาเคมี จำนวน 4 รอบ แล้วศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน และตอนที่ 3 เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 จำนวนร้อยละ 53.68 อยู่ในระดับการผ่านเกณฑ์สูง 2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก ทั้ง 4 รอบ และ 3) ได้แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5883898027 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION
KEYWORD: Flipped classroom, Chemistry, Low achievement

Benjaporn Sukontorn : Guidelines of Using the Flipped Classroom in Chemistry Instructionfor Upper-Secondary Students with Low Achievement. . Advisor: Prof. SOMPHONG CHITRADUB, Ph.D.

This research aimed 1) to study the effect of Chemistry flipped classroom on learning achievement of the low achievement students 1) to study the effect of Chemistry flipped classroom on instructional satisfaction of the low achievement students and 3) to propose guidelines of using the Chemistry flipped classroom for the low achievement students. The study had 3 steps. Step 1: Selecting research that according to the defined criteria used to synthesize the conceptual framework of using the flipped classroom. Step 2: Used the conceptual framework of Chemistry flipped classroom to the low achievement students for 4 cycles. Step 3: Propose guidelines of using the Chemistry flipped classroom for the low achievement students. The collected data was analized by mean, standard deviation and percentage. The research findings of this study were as follows 1) students learned by flipped classroom had post-test score not less than 60 percent amount of 53.68 percent, was at high threshold level 2) students satisfaction towards instruction using flipped classroom was at high level in all 4 cycles and 3) got guidelines of using the Chemistry flipped classroom for the low achievement students.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Curriculum and Instruction Student's Signature .....
Academic Year: 2018 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตาและกรุณายิ่งจาก ศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ จิตระดับ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่า ให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาของการวิจัย ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชัย เสวกงาม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้สละเวลาอันมีค่า ในการตรวจสอบ ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย เพื่อนรุ่น1sและพี่น้องในสาขาหลักสูตรและการสอนทุกคน ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาของการศึกษา รวมถึงนักเรียน ม.4 สำหรับความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณนายนรินทร์ สุขพิลาภ ที่คอยอยู่เคียงข้าง ให้กำลังใจ คำปรึกษา และความช่วยเหลือในการทำวิจัยในครั้งนี้ โดยเฉพาะความอดทนและคำปลอบใจจนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกขอบคุณและซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง รวมถึงบังทันโซนยอนดัน (BTS) ทั้ง 7 คน ผู้เป็นโลกแห่งความสุขสำหรับข้าพเจ้า ขอบคุณที่มอบรอยยิ้มและการเรียนรู้ที่จะรักและเห็นคุณค่าของตนเอง ผ่านบทเพลงที่ช่วยเยียวยาและมอบกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อนิพนธ์ สุคนธร คุณแม่บุญสิริ สุคนธร และคุณป้าลำดวน ฉิมพาลี เป็นอย่างสูงที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจ รวมถึงเชื่อมั่นและอยู่เคียงข้างในทุกช่วงชีวิตของข้าพเจ้าเสมอมา และขอขอบคุณพี่วงเดือน ฉิมพาลี สำหรับความเมตตาทั้งด้านทุนทรัพย์และกำลังใจที่ดีตลอดระยะเวลาของการศึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง ขอบคุณญาติพี่น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคน สำหรับกำลังใจที่ดีเสมอมาจนผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาได้

เบญจพร สุคนธร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญแผนภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 12

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 12

คำถามของการวิจัย 14

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 15

ขอบเขตของการวิจัย 15

นิยามศัพท์เฉพาะ 15

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 16

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

ตอนที่ 1 ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) 18

1.1 แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน 18

1.2 แนวทางการเรียนแบบกลับด้าน 20

ตอนที่ 2 การเรียนการสอนวิชาเคมี 21

2.1 การสอนวิชาเคมี 21

2.2 สื่อการเรียนรู้วิชาเคมี 24

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิชาเคมี 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 30
3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 30
3.2 องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และการวัดผลทางการเรียนของผู้เรียน 31
3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 33
ตอนที่ 4 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 35
4.1 ความหมายของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 35
4.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 36
ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38
ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย 40
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 41
ระยะที่ 1 สร้างแนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน 43
ระยะที่ 2 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี 62
ระยะที่ 3 เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 67
บทที่ 4 ผลการวิจัย 68
ตอนที่ 1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี 69
ตอนที่ 2 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี 70
ตอนที่ 3 เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 71
บทที่ 5 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 80
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 80
ขอบเขตของการวิจัย 80

สรุปผลการวิจัย 81
อภิปรายผล 82
ข้อเสนอแนะ 89
บรรณานุกรม 90
ภาคผนวก 96
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 97
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 100
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 144
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือวิจัย 154
ประวัติผู้เขียน 169

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบเดิมและแบบกลับด้าน 20

ตารางที่ 2 ลักษณะงานวิจัยและผลลัพธ์งานวิจัย 45

ตารางที่ 3 แสดงบทบาทของนักเรียนและครูในแต่ละขั้นของการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน 57

ตารางที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นของการเรียนการสอน 60

ตารางที่ 5 แสดงการแบ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1-4/3 เป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน 65

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับเกณฑ์ร้อยละ 60 และประเมินระดับการผ่านเกณฑ์ (n = 34) 69

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในแต่ละรอบ 70

ตารางที่ 8 แสดงบทบาทของนักเรียนและครูในแต่ละขั้นของการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน 75

ตารางที่ 9 เครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นของการเรียนการสอน 78

ตารางที่ 10 ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 155

ตารางที่ 11 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี 1 (ว31224) 156

ตารางที่ 12 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 157

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณ วิชาเคมี 1 (ว31224) 158

ตารางที่ 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชุดที่ 1 159

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชุดที่ 2..... 160

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชุดที่ 1... 161

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชุดที่ 2... 162

ตารางที่ 18 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณ วิชาเคมี 1 (ว31224)..... 163

ตารางที่ 19 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชุดที่ 1..... 164

ตารางที่ 20 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชุดที่ 2..... 165

ตารางที่ 21 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชุดที่ 1..... 166

ตารางที่ 22 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชุดที่ 2..... 167

ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี 1 (ว31224) และวิชาเคมี 2 (ว31225) 168

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนในวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 40

แผนภาพที่ 2 กรอบการดำเนินการวิจัย 42

แผนภาพที่ 3 ผลการคัดกรองงานวิจัย 44

แผนภาพที่ 4 แสดงความถี่ของกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ ในการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จากงานวิจัยอ้างอิง 22 งานวิจัย 53

แผนภาพที่ 5 แนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน 55

แผนภาพที่ 6 กราฟแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 4/2 และ 4/3 66

แผนภาพที่ 7 ร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ในแต่ละรอบ 69

แผนภาพที่ 8 แนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วมากขึ้นเรื่อย ๆ การเปลี่ยนแปลงของกระแสโลกจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะ “ทั้งโลก” (Global) ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ฯลฯ โดยมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยเป็นตัวขับเคลื่อน อดุลย์ วังศรีคูณ (2557) ในยุคศตวรรษที่ 21 ต้องยอมรับว่าเทคโนโลยีนั้นเข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกส่วนของชีวิตและทุกภาคส่วนของสังคม ในภาคการศึกษาไทย กระทรวงศึกษาธิการได้เล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีต่อการพัฒนาการศึกษา และได้ออกเป็นพระราชบัญญัติพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวดที่ 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา โดยในมาตราที่ 66 กล่าวไว้ว่า “ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต” การเรียนการสอนในสาขาวิชาต่าง ๆ ในปัจจุบัน จึงควรเพิ่มประสิทธิภาพโดยการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้สนับสนุน ทั้งนี้นักเรียนควรได้รับการฝึกทักษะการใช้เทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ตามที่ตลาดแรงงานในอนาคตต้องการ (Trilling, 2009)

แนวคิดหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย ชื่อ “การเรียนรู้ด้วยตัวเอง (Self-Directed Learning)” (Harel & Papert, 1991) กล่าวว่า มนุษย์เติบโตมาด้วยความสามารถและมีความต้องการที่จะนำตนเอง ประสบการณ์ของนักเรียนเป็นแหล่งความรู้สำหรับการเรียนรู้ บุคคลจะเรียนรู้ในสิ่งที่แต่ละคนต้องการ กล่าวคือ ผู้ที่เรียนรู้ด้วยตนเองจะเรียนรู้ได้มากกว่าและดีกว่าการรอรับจากผู้อื่น จะเรียนอย่างตั้งใจ มีจุดมุ่งหมาย และแรงจูงใจสูง สามารถใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ได้ดีกว่าและยาวนานกว่าผู้ที่รอรับความรู้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Knowles (1975) ที่กล่าวไว้ว่า มนุษย์เติบโตมาด้วยความสามารถและมีความต้องการที่จะนำตนเอง ประสบการณ์ของนักเรียนเป็นแหล่งความรู้สำหรับการเรียนรู้ บุคคลจะเรียนรู้ในสิ่งที่แต่ละคนต้องการ

การเรียนการสอนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน ได้ผสานแนวคิดทั้ง 2 แนวคิดข้างต้น คือ การนำสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ และการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการของแต่ละบุคคล (Personlization) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยมีที่มาจากครูผู้สอนวิชาเคมี 2 ท่าน คือ

Jonathan Bergmann และ Aaron Sams (2012a) ที่มีแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่คล้ายกัน โดยทั้งสองเห็นว่าสื่อเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในยุคปัจจุบัน และอาจเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนที่ขาดเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทันเพื่อน จึงได้เริ่มบันทึกวิดีโอการสอนของตนเองแล้วนำไปออนไลน์ไว้เพื่อให้นักเรียนเข้าไปดู ซึ่งทั้งสองพบว่าเวลาที่นักเรียนต้องการพบครู แท้จริงแล้วคือช่วงเวลาที่เขาติดขัดและต้องการความช่วยเหลือเป็นรายบุคคล เขาไม่ได้ต้องการครูที่อยู่ในชั้นเรียนเพื่อสอนเนื้อหาหรือพูดคุย เพราะเนื้อหานั้นสามารถค้นหาได้ด้วยตนเองได้ จึงเป็นจุดเริ่มต้นแนวคิดที่ว่า หากเปลี่ยนการสอนเป็นบันทึกทั้งหมดลงในวิดีโอแล้วให้นักเรียนกลับไปศึกษาที่บ้าน แล้วนำการบ้านหรือกิจกรรมมาทำร่วมกันในชั้นเรียนแทน นอกจากนักเรียนจะได้สอบถามโจทย์ในส่วนที่ไม่เข้าใจแล้ว ยังสามารถให้ความช่วยเหลือนักเรียนบางส่วนที่มีความคลุมเครือของเนื้อหา ให้เข้าใจแก่นความรู้สำคัญอีกด้วย การใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนนั้นจะช่วยให้เกิดความมั่นใจได้ว่านักเรียนจะได้เรียนรู้ตามศักยภาพและตามความต้องการของแต่ละคน นักเรียนทุกคนสามารถเข้าไปดูได้ไม่จำกัดเวลาและจำนวนครั้งในการดู จากเดิมที่ครูต้องใช้เวลามากมายในการสอนนักเรียนที่ขาดเรียน หรือมีปัญหาในการทำความเข้าใจบทเรียน การสอนซ้ำ ๆ นอกจากจะทำให้เกิดความเบื่อหน่ายแล้ว ยังทำให้การจัดการชั้นเรียนไม่สามารถเป็นไปตามกำหนดเวลาที่จัดไว้ได้ การบันทึกสิ่งที่สอนเป็นประจำอยู่แล้ว เป็นสิ่งที่ทำได้ง่ายและสะดวกต่อทั้งครูและนักเรียน นอกจากนักเรียนจะสามารถย้อนไปดูสิ่งที่เรียนได้จากวิดีโอที่ครูบันทึกไว้แล้ว ครูเองยังมีเวลาสำหรับเตรียมสอนเพื่อสอนนักเรียนบางคนที่ทำความเข้าใจได้ช้าอีกด้วย

การจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการของแต่ละบุคคล (Personlization) เป็นแนวคิดทางการศึกษาที่สำคัญ โดยถึงแม้ว่าจะเรียนในชั้นเรียนเดียวกัน เนื้อหาเดียวกัน แต่เนื่องจากนักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคนจึงย่อมแตกต่างกัน การใช้ห้องเรียนกลับด้านซึ่งนักเรียนแต่ละคนสามารถเข้าไปดูวิดีโอการสอนได้อย่างไม่จำกัดจึงสามารถตอบสนองความต้องการของแต่ละบุคคลได้ดี การใช้ห้องเรียนกลับด้านเป็นการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยี ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2557) นักเรียนมีส่วนร่วม ลดการเรียน เพิ่มทักษะในการเรียนรู้แบบร่วมมือ และช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ธงชัย เส็งศรี, 2555) นักเรียนจะมีอิสระในการเรียนรู้ สามารถกำหนดแผนการศึกษาด้วยตนเอง และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2524)

การสอนในชั้นเรียนเป็นหลัก ใช้เวลาในการสอนแต่ละครั้งค่อนข้างมาก อีกทั้งในปัจจุบันแต่ละโรงเรียนมีกิจกรรมนอกเหนือจากการเรียนการสอนจำนวนมาก ทั้งกิจกรรมทางด้านวิชาการ กิจกรรมอันเนื่องมาจากวันสำคัญต่าง ๆ และกิจกรรมภายในโรงเรียนอื่น ๆ ทำให้เวลาในการจัดการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เรียนรู้ลดลงไปอีก (วารุณี จินดาศรี, 2550) โดยจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปี 2558 – 2560 พบว่าผลการทดสอบใน 3 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม มีแนวโน้มลดลงทุกปี โดยเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศมีแนวโน้มที่ลดลงค่อนข้างมาก โดยในปี 2558 – 2560 นักเรียนมีผลคะแนนทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) เฉลี่ยเท่ากับ 33.40, 31.62 และ 29.37 ตามลำดับ อีกทั้งจากการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ก็ให้ข้อมูลที่สอดคล้องกัน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา มีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะในรายวิชาเคมี ที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีแนวโน้มลดลงทุกปี และลดลงอย่างเห็นได้ชัด

ผู้วิจัยเห็นว่าจากสภาพปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ลดลง และปัญหาระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนที่ไม่เพียงพอดังที่กล่าวข้างต้น การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านที่ลดระยะเวลาการสอนเนื้อหา และเพิ่มระยะเวลาในการทำกิจกรรมและแบบฝึกหัด จะทำให้ครูผู้สอนมีเวลาในการจัดการเรียนรู้อย่างเพียงพอ ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงมีแนวความคิดในการใช้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในรายวิชาเคมี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น โดยในการวิจัยใช้กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีต่ำ โดยเน้นพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีต่ำให้สูงขึ้น ดำเนินการวิจัย 3 ส่วน คือ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี และ 3) เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี เป็นอย่างไร

2. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี เป็นอย่างไร

3. แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ควรเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี

3. เพื่อเสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคะแนนทดสอบความรู้พื้นฐานวิชาเคมีต่ำกว่าร้อยละ 60

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

รายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ และ ปริมาณสารสัมพันธ์

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น : การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

3.2 ตัวแปรตาม : 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ความพึงพอใจของนักเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปลี่ยนแปลงบทบาทของครู ที่แต่เดิมเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนในชั้นเรียนและมอบหมายการบ้าน ชิ้นงาน และงานกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนกลับไปทำที่บ้าน เป็นการสอนโดยการให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองผ่านสื่อการเรียนรู้ที่ครูกำหนดหรือจากแหล่งอื่น ๆ ส่วนในชั้นเรียนเป็นการทำกิจกรรมการเรียนการสอน โดยครูมีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำหรือเป็นผู้ฝึกหัด

แนวทางห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง แนวทางการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองผ่านสื่อการเรียนรู้นอกห้องเรียน ส่วนในชั้นเรียนเป็นการทำกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อต่อยอดความรู้

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคะแนนทดสอบความรู้พื้นฐานวิชาเคมีต่ำกว่าร้อยละ 60

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและช่วยส่งเสริมให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ให้สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองตามศักยภาพของตนเอง ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำให้ได้ประโยชน์ ดังนี้

1. ครูสาขาวิชาอื่นในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ชีววิทยา ฟิสิกส์ และโลกอวกาศและดาราศาสตร์ สามารถนำแนวการใช้ห้องเรียนกลับด้านไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. เป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัย เรื่องแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ห้องเรียนกลับด้าน

1.1 แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

1.2 แนวทางการเรียนแบบกลับด้าน

ตอนที่ 2 การเรียนการสอนวิชาเคมี

2.1 การสอนวิชาเคมี

2.2 สื่อการเรียนรู้วิชาเคมี

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการสอนวิชาเคมี

ตอนที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และการวัดผลทางการเรียนของผู้เรียน

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 4 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

4.1 ความหมายของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

4.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)

1.1 แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน หรือ Flipped Classroom เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 2007 โดยครูสอนเคมี 2 คน ชื่อ Jonathan Bergmann และ Aron Sams โรงเรียนมัธยมในรัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา โดยครูทั้งสองคนประสบปัญหานักเรียนขาดเรียนบ่อยทำให้เรียนไม่ทันเพื่อน จึงทำการบันทึกคลิปวิดีโอการสอนของตนเองเอาไว้ เพื่อให้นักเรียนกลุ่มนี้เปิดดูและศึกษาด้วยตนเอง ผลลัพธ์ที่ได้พบว่านักเรียนให้ผลตอบรับที่ดีกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม เนื่องจากวิธีนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองผ่านทางคอมพิวเตอร์จากที่บ้านหรือที่โรงเรียนได้ตลอดเวลา และเป็นจำนวนครั้งเท่าใดก็ได้ตามความต้องการของนักเรียน หลังจากการศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียน นักเรียนสามารถใช้เวลาในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหา คลายข้อสงสัย หรือขอให้ครูอธิบายเพิ่มเติม ทั้งนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์อย่างไม่มีขีดจำกัด โดยแนวคิดนี้ได้รับการยอมรับและสนับสนุนอย่างเป็นวงกว้าง เนื่องจากข้อเท็จจริงที่ได้สังเกตได้ 2 ประการ (รุ่งนภา นุตราวงศ์, 2556) ได้แก่ 1) เวลาที่นักเรียนต้องการพบครูจริง ๆ คือ เวลาที่นักเรียนเกิดข้อสงสัย หรือมีปัญหาต้องการความช่วยเหลือ นักเรียนไม่ได้ต้องการให้ครูคอยบอกหรืออธิบายตลอดการเรียนในชั้นเรียนในส่วนของเนื้อหาที่สามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้ 2) การให้นักเรียนดูวิดีโอการสอนของครูเป็นการบ้าน แล้วใช้เวลาในชั้นเรียนเพื่อตอบข้อสงสัย หรือเติมเต็มเนื้อหาในส่วนที่ยากขึ้น เป็นการช่วยให้นักเรียนเข้าใจแก่นแท้ของเนื้อหาได้ดีกว่า

จันทิมา ปัทมธรรมกุล (2557) ได้กล่าวไว้ว่า แนวคิดทั่วไปของห้องเรียนกลับด้าน คือให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองจากสื่อต่าง ๆ นอกห้องเรียน แล้วในห้องเรียนจะเป็นการฝึกทักษะหรือทำโจทย์การบ้าน ซึ่งนับเป็นแนวคิดกว้าง ๆ ของห้องเรียนกลับด้านแบบ Traditional Flipped classroom ขณะเดียวกันก็ยังมีแนวคิดที่ว่าห้องเรียนกลับด้านคือการเรียนรู้โดยอาศัยเทคโนโลยีมาสนับสนุนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด จัดเป็น Flipped – mastery classroom โดยห้องเรียนกลับด้านประเภทนี้ เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดแนวทางการเรียนรู้ของตนเอง การมีเทคโนโลยีเข้ามาสนับสนุนการสอน ทำให้นักเรียนสามารถกำหนดสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้ มีความยืดหยุ่นมากขึ้นเนื่องจากนักเรียนสามารถเลือกสถานที่ เวลา และจำนวนครั้งในการเรียนได้ตามความต้องการ และเมื่อเกิดข้อสงสัยก็สามารถเลือกที่จะค้นหาคำตอบตามแนวทางของตนเองได้

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) ได้กล่าวไว้ว่า ห้องเรียนกลับด้าน เป็นการนำสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้เพื่อยกระดับ การจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ห้องเรียนกลับด้านเป็นนวัตกรรมที่ส่งเสริมให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกิดการเรียนรู้แบบรู้จริง (Mastery learning) ผู้เรียนเกิดประสบการณ์จริงจากการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สถานการณ์ที่หลากหลาย

วิจารณ์ พานิช (2556) ได้กล่าวไว้ว่า ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เปลี่ยนจากการใช้ช่วงเวลาในห้องเรียนเพื่อบรรยายเนื้อหามาเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหา ประยุกต์ใช้จริง หรือขยายความรู้ ส่วนการบรรยายเนื้อหาจะมอบหมายให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียนในช่องทางต่าง ๆ เช่น วิดีโอ วิดีโอออนไลน์ เอกสารออนไลน์ต่าง ๆ เป็นต้น ก่อนการเรียนในชั้นเรียน ดังนั้น การบ้านที่แต่เดิมนักเรียนจะต้องฝึกทำด้วยตนเองที่บ้านจะกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในห้องเรียน และในทางกลับกันเนื้อหาที่ผู้สอนบรรยายในห้องเรียนจะเปลี่ยนไปอยู่ในสื่อที่นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองที่บ้านหรือที่อื่น ๆ นอกห้องเรียน

Bergmann and Sams (2013) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้น บทบาทของครูจะเปลี่ยนไป จากแต่เดิมที่ครูมีบทบาทเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และอธิบายเนื้อหา มาเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น โดยตัวครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน ลักษณะคล้ายเป็นผู้ฝึกหัด (Coach) หรือผู้จุดประกาย ทั้งนี้ทำได้โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น และเกิดความคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ท้าทาย และสนุกสนานไปกับการได้ตอบคำถามและเรียนรู้ ซึ่งการที่ครูปฏิสัมพันธ์สองทางกับนักเรียนทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้าได้รับการเอาใจใส่มากขึ้น

ข้อแนะนำ (Bergmann & Sams, 2013)

1) การเข้าถึงเนื้อหา (Access) นักเรียนทุกคนต้องสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ ควรมีการตรวจสอบความสะดวกในการเข้าถึงและข้อจำกัดของนักเรียนก่อน นอกจากอัพโหลดเนื้อหาลงบนอินเตอร์เน็ตแล้ว ควรมีช่องทางอื่น ๆ สำรอง เช่น ให้นักเรียนบันทึกลงแฟลชไดร์ฟ หรือใช้บริการศูนย์ไอซีทีของโรงเรียน

2) วิธีการศึกษา (How to watch) ครูควรจัดทำขั้นตอนวิธีการเรียนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน พร้อมทั้งอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองจากที่บ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยความยาวของเนื้อหาที่ใช้นั้น หนึ่งระดับชั้นต่อ 1.5 นาทีเป็นอย่างมาก อาทิ ป.1 ควรเรียน 1 – 1.5 นาที, ป.6 ควรเรียน 6 – 9 นาที และ ม.6 ควรเรียน 12 – 18 นาที

3) ระบบตรวจสอบ (Safeguards) มีระบบตรวจสอบติดตามผลการเรียนรู้ด้วยตนเองที่บ้านของนักเรียน เพื่อนำมาประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยอาจให้นักเรียนจดบันทึก หรือตอบคำถามออนไลน์ผ่านเวปเพจหรือโปรแกรมต่าง ๆ หรือการตอบคำถามและการสังเกตของครูภายในชั้นเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) การจัดทำสื่อวิดีทัศน์ของการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านไม่จำเป็นต้องใช้กล้องหรือโปรแกรมขั้นสูง เพียงแค่จัดทำเนื้อหาให้มีประสิทธิภาพ ถ่ายในสถานที่เหมาะสม พื้นหลังเรียบง่ายไม่ดึงดูดความสนใจ การที่ครูสอนเหมือนที่สอนนักเรียนในห้องเรียนปกติก็เพียงพอแล้วสำหรับคุณภาพของการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน

5) เริ่มจากบางบทเรียน (Start small) ในระยะเริ่มต้น การจัดการเรียนการสอนไม่จำเป็นต้องใช้รูปแบบของการห้องเรียนกลับด้านในบทเรียนทั้งหมด อาจเริ่มทดลองใช้ในบางบทเรียน โดยเริ่มจากเรื่องง่าย ๆ หรือเรื่องที่เหมาะสมกับการใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน

สรุปได้ว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปลี่ยนแปลงบทบาทของครู ที่แต่เดิมเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนในชั้นเรียนและมอบหมายการบ้าน ชิ้นงาน และงานกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนกลับไปทำที่บ้าน เป็นการสอนโดยการให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองผ่านสื่อการเรียนรู้ที่ครูกำหนดหรือจากแหล่งอื่น ๆ ส่วนในชั้นเรียนเป็นการทำกิจกรรมการเรียนการสอน โดยครูมีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำหรือเป็นผู้ฝึกหัด ดังนั้นการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยลดเวลาในส่วนของการบรรยายลง และเพิ่มเวลาในการทำกิจกรรมให้มากขึ้น โดยยึดหลักการที่ว่าเวลาที่นักเรียนต้องการครูจริง ๆ คือเวลาที่นักเรียนติดขัด เกิดข้อสงสัย หรือต้องการความช่วยเหลือ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างเหมาะสม เต็มตามศักยภาพของตนเอง

1.2 แนวทางการเรียนแบบกลับด้าน

แนวทางการเรียนแบบกลับด้าน (Flipped Learning) มุ่งเน้นการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตัวเอง ตามความรู้ความสามารถ และสติปัญญาของแต่ละคน เป็นลักษณะของการเรียนรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียนอย่างอิสระตามความต้องการของนักเรียน แตกต่างจากการเรียนการสอนแบบเดิม ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่ใช้ครูเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้ป้อนความรู้และประสบการณ์ให้นักเรียน โดยสามารถเปรียบเทียบแนวทางของรูปแบบการสอนทั้งสองรูปแบบได้ดังตารางที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบเดิมและแบบกลับด้าน

การจัดการเรียนรู้แบบเดิม		การจัดการเรียนรู้แบบกลับด้าน	
กิจกรรม	เวลา	กิจกรรม	เวลา
การนำเข้าสู่บทเรียน	5 นาที	การนำเข้าสู่บทเรียน	5 นาที
ตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับการบ้าน	20 นาที	ถามตอบ เกี่ยวกับวีดิทัศน์ที่มอบหมาย	10 นาที
บรรยายเนื้อหาใหม่	30 – 45 นาที	ช่วยเหลือกิจกรรมการเรียนรู้	75 นาที
ช่วยเหลือกิจกรรมการเรียนรู้	20 – 35 นาที		

แนวทางการเรียนแบบกลับด้าน เป็นแนวทางการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองผ่านสื่อการเรียนรู้นอกห้องเรียน ส่วนในชั้นเรียนจะเป็นการทำกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อต่อยอดความรู้นอกห้องเรียน

ตอนที่ 2 การเรียนการสอนวิชาเคมี

2.1 การสอนวิชาเคมี

ธรรมชาติของเนื้อหาวิชาเคมี แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับอนุภาค และภาษาสัญลักษณ์ โดย ชาตรี ฝ่ายคำตา (2560) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนวิชาเคมีจำเป็นต้องให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ทั้ง 3 ระดับนี้

1. เนื้อหาระดับมหภาค (Macroscopic) หมายถึง เนื้อหาประเภทที่สามารถสังเกตเห็นหรือจับต้องได้ เช่น การเกิดปฏิกิริยา หรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เป็นต้น เนื่องจากเนื้อหาวิชาเคมีส่วนใหญ่เป็นนามธรรมหากผู้เรียนไม่ได้เห็นสิ่งที่เรียนนั้นมีลักษณะอย่างไร ก็จะทำให้ผู้เรียนจินตนาการไม่ออก การเรียนเฉพาะคำอธิบายในระดับโมเลกุลและภาษาสัญลักษณ์ โดยไม่ได้เชื่อมโยงไปยังปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนสังเกตเห็นได้การเรียนรู้นั้นก็จะไม่เกิดความหมายกับผู้เรียน ดังนั้นจึงควรให้ผู้เรียนได้ทำการทดลอง เพื่อให้เห็นภาพ หรือเห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับมหภาค เพื่อเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมของคำอธิบาย

2. เนื้อหาระดับอนุภาค (Microscopic) หมายถึง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับอะตอม โมเลกุล หรือไอออน เช่น ลักษณะการแตกตัวของสารละลาย กลายเป็นไอออนบวกและไอออนลบ ในเรื่องกรดเบส เป็นต้น นักการศึกษาได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางเคมีในระดับอนุภาค ด้วยการใช้สื่อการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ เช่น การใช้แผนภาพ รูปภาพแบบจำลอง และสื่อแอนิเมชั่น เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เห็น (ปรากฏการณ์ระดับมหภาค) และสามารถอธิบายปฏิกิริยาทางเคมีที่เปลี่ยนแปลงในระดับอะตอม โมเลกุลหรือไอออน (ปรากฏการณ์ระดับอนุภาค) ได้

3. เนื้อหาระดับสัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง การใช้สัญลักษณ์ทางเคมี สูตร สมการ รูปภาพแสดงโครงสร้างโมเลกุล แผนภาพ หรือโมเดล เพื่อนำเสนอแนวคิดทางเคมีในระดับมหภาคหรืออนุภาค ใช้ในการสื่อสารให้เข้าใจตรงกันเป็นภาษาทางเคมี ในการจัดการเรียนการสอน ครูควรให้เวลากับผู้เรียนเพื่อทำความเข้าใจภาษาสัญลักษณ์เหล่านั้น Taber (2009) เปรียบเทียบการเรียนภาษาสัญลักษณ์ในวิชาเคมี เช่นเดียวกับการเรียนภาษาที่สอง กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนเรียนภาษาที่สองก่อนที่ผู้เรียนจะอ่านบทความ นิทาน หรือนิยายในภาษานั้นได้ ผู้เรียนต้องรู้จักคำศัพท์ เข้าใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความหมายของคำศัพท์ รู้หน้าที่ของคำศัพท์เหล่านั้น ก่อนที่จะนำคำเหล่านั้นมาเขียนเป็นประโยคได้ การเรียนวิชาเคมีก็เช่นกัน ผู้เรียนต้องรู้จักสัญลักษณ์ทางเคมี ความหมายของสัญลักษณ์นั้น จึงจะสามารถนำสัญลักษณ์นั้นมาเขียนเป็นสมการเคมีเพื่อทำให้เกิดเป็นแนวคิดทางเคมีได้

ในการจัดการเรียนการสอน ครูควรเชื่อมโยงแนวคิดทางเคมีทั้ง 3 ระดับ ระดับมหภาคที่ผู้เรียนจะสังเกตเห็นได้จากการทดลองหรือปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยให้ผู้เรียน แล้วใช้การตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้พยายามคิดหาเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นเพื่อโยงเข้าสู่คำอธิบายในระดับอนุภาค แล้วจึงค่อยนำเสนอภาษาสัญลักษณ์ที่เป็นสมการเคมีแสดงการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา ควบคู่กับการใช้คำถามกระตุ้น การจัดการเรียนการสอนดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนได้เห็นของจริงหรือได้เห็นตัวอย่างของเรื่องที่กำลังเรียน จะทำให้สิ่งที่กำลังเรียนนั้นมีความหมายกับผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางเคมีในระดับอนุภาค และภาษาสัญลักษณ์ได้ง่ายขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อผู้เรียนได้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสาร และเข้าใจภาษาสัญลักษณ์ที่แสดงการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในระดับอนุภาคที่เป็นการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

Johnstone (1993) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิชาเคมี ผู้สอนทุกระดับการศึกษา ควรพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และสร้างเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการหาความรู้ในเนื้อหาของวิชา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาที่เผชิญในอนาคตได้ ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของ การเรียนวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการจัดการเรียนการสอนควรเน้นให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการหาความรู้ด้วยตนเอง และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง การทำกิจกรรมกลุ่ม การอภิปรายกลุ่ม ผู้สอนมีหน้าที่แนะนำ และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้บรรลุจุดมุ่งหมายการเรียนได้ดียิ่งขึ้น สามารถเผชิญกับสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะต้องพบในชีวิตประจำวันและในการทำงานในอนาคตได้ในต่อไป โดยวิชาเคมีนั้นประกอบไปด้วยเนื้อหาส่วนที่เป็นความเข้าใจพื้นฐาน ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐาน เช่น โครงสร้างอะตอม เคมีอินทรีย์ เป็นต้น และเนื้อหาอีกส่วนจะเน้นไปที่การคำนวน เช่น ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส เป็นต้น ดังนั้นการเรียนเคมีนั้นจำเป็นต้องเรียนให้สอดคล้องกับรูปแบบเนื้อหาแต่ละบทเรียนที่มีความแตกต่างกัน 2 รูปแบบข้างต้น ถ้าหากแยกเนื้อหาได้แล้วว่าเป็นรูปแบบไหนแล้วใช้วิธีการเรียนที่เหมาะกับรูปแบบดังกล่าว การเรียนเคมีก็จะเป็นสิ่งที่ง่ายขึ้น

เนื่องจากเคมีเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งดังนั้น เทคนิคการสอนวิชาเคมีจึงมีความคล้ายคลึงกับเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ จะต่างกันแต่เพียงการใช้อุปกรณ์ทดลอง และสาระเคมีซึ่งอาจมีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขึ้นในแต่ละคาบเรียนเท่านั้น ดังนั้นเทคนิคการสอนที่น่าสนใจจึงต้องเน้นให้มีการทำกิจกรรมให้เกิดทักษะความรู้ ความชำนาญอย่างแท้จริง เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนระดับอุดมศึกษา

เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง กลวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2526) ได้สรุปประโยชน์ของการใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการสอนวิทยาศาสตร์ไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนสามารถใช้วิธีสอนแบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
3. ช่วยให้ผู้เรียนสนใจเรียนอย่างสม่ำเสมอ
4. ช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์
5. ช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคน
6. ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียน
7. ช่วยทำให้ผู้เรียนมีความรู้คงทน
8. ช่วยขยายความเข้าใจและความคิดของผู้เรียน
9. ช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการศึกษาหาความรู้
10. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
11. ช่วยให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก
12. ช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการชั้นเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

การสอนวิชาเคมีสามารถใช้วิธีเดียวกับการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายวิธีจากการศึกษาจากนักการศึกษาหลายท่าน พอที่จะสรุปชนิดของการสอนแบบต่าง ๆ ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การสอนที่เน้นการถ่ายทอดความรู้

2. การสอนที่เน้นการอำนวยความสะดวกในชั้นเรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ในที่นี้จะกล่าวถึง การสอนแบบโปรแกรม สุเทพ อุตสาหะ (2526) หมายถึง วิธีจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนแบบโปรแกรม บทเรียนนี้จะแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า เฟรม (frame) หรือ หน่วย แต่ละเฟรมจะมีคำอธิบาย แบบฝึกหัด คำถาม และเฉลยสลับกันไปเรื่อย ๆ บทเรียนสำเร็จรูปจะเริ่มจากเนื้อเรื่องและคำถามง่าย ๆ ก่อนแล้วยากขึ้นตามลำดับ

สรุปได้ว่า การสอนวิชาเคมี ครูควรเชื่อมโยงแนวคิดทางเคมีทั้ง 3 ระดับอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยรูปแบบการเรียนการสอนควรเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และสร้างเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน ทั้งนี้

การคำนึงถึงธรรมชาติวิชาและนำเทคนิควิธีการสอนที่มีอยู่อย่างหลากหลายมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาในแต่ละส่วนของบทเรียน จะช่วยทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 สื่อการเรียนรู้วิชาเคมี

สื่อการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ขาดไม่ได้ในการจัดการเรียนรู้ เพราะสื่อเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนเนื้อหาสาระ ทักษะ ประสบการณ์ ความคิดเห็น และทัศนคติของครูไปยังผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2529; ภพ เลาหไพบูลย์ , 2542) กล่าวอีกนัยหนึ่ง สื่อคือตัวแทน (Representations) ของแนวคิด ทักษะ หรือประสบการณ์ ก่อนที่จะกล่าวถึงสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนเคมีในเรื่องนี้จะขออธิบายธรรมชาติของเคมีคร่าวๆ เพราะก่อนจะใช้สื่อนั้น ผู้สอนควรจะเข้าใจธรรมชาติของเนื้อหาและกระบวนการหาความรู้ทางเคมีก่อน แล้วจึงเลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหาและกระบวนการดังกล่าว

เคมี เป็นการศึกษาและการอธิบายลักษณะของสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารในเชิงคุณภาพ มีความเฉพาะเจาะจงในเนื้อหาที่เน้นศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร ดังนั้น ในการอธิบายสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร จึงมีลักษณะที่แตกต่างกับสาขาวิชาอื่น (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2560) โดยมักมีการอธิบายปรากฏการณ์ใน 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค (Macroscopic level) ระดับจุลภาค (Sub-microscopic level) และระดับสัญลักษณ์ (Symbolic level)

1. การอธิบายระดับมหภาค คือ การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสารที่สังเกตได้ เช่น การอธิบายว่าเกิดอะไรขึ้น เมื่อเติมเกลือลงในน้ำ นักเคมีมักเริ่มต้นจากอธิบายสสารโดยใช้สมบัติที่สังเกตได้ก่อน เช่น สถานะ อุณหภูมิ ความดัน ค่า pH เป็นต้น สมบัติเหล่านี้เป็นสมบัติที่สามารถเห็นและวัดได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการณ์ หรือแม้แต่ในชีวิตประจำวัน

2. การอธิบายระดับจุลภาค คือ การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสารที่ไม่สามารถสังเกตได้ เช่น การอธิบายว่าโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนเกิดอันตรกิริยากับโมเลกุลของน้ำอย่างไร นักเคมีจึงพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายเชิงเหตุและผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยการอธิบายดังกล่าวเป็นการอธิบายสมบัติและกระบวนของสสารในระดับอนุภาค

3. การอธิบายระดับสัญลักษณ์ คือ การอธิบายโดยใช้สัญลักษณ์ทางเคมี เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการอธิบายระดับมหภาคและระดับจุลภาค สัญลักษณ์ทางเคมีอาจจะเป็นสัญลักษณ์ของธาตุ สมการเคมี สูตรโมเลกุล แบบจำลองอะตอมหรือสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่แทนสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร เช่น การใช้สมการเคมีเพื่ออธิบายการละลายของเกลือที่เกิดขึ้น ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$NaCl(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

นักเคมีอธิบายความรู้ทางเคมีโดยใช้แบบจำลองแนวคิด (Conceptual model) ที่แสดงความคิดเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในโลก ซึ่งแสดงออกมาได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นไดอะแกรม แผนผัง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สมการทางคณิตศาสตร์ ภาษา หรืออาจใช้สัญลักษณ์เฉพาะ เช่น สูตรเคมีของสารประกอบ นอกจากนี้ นักเคมียังเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอแบบจำลองแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อเน้นสมบัติเฉพาะ

โดยในศตวรรษที่ผ่านมา การสร้างและใช้แบบจำลองในเคมีได้รับความสนใจอย่างมากและก่อให้เกิดความรู้ทางเคมีมากมาย ดังนั้น การสร้างแบบจำลองจึงเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นโดยปกติในเคมี และการสร้างแบบจำลองกลายเป็นวิถีของการคิด การอธิบายสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารจะเป็นเรื่องนามธรรมมาก หากไม่มีการสร้างแบบจำลองขึ้น การคิดเกี่ยวกับแบบจำลองจึงทำให้นักเคมีได้สร้างสิ่งที่ทำให้เห็นภาพชัดเจน ที่แสดงลักษณะและกระบวนการที่เกิดขึ้น

ในช่วงศตวรรษที่ 19 การสร้างแบบจำลองของดอลตัน ถือว่าเป็นแม่แบบที่สำคัญในการสร้างแบบจำลอง ต่อมามีนักเคมีหลายคนที่ได้สร้างแบบจำลองในลักษณะดังกล่าวเพื่อแสดงโครงสร้างสารระดับโมเลกุล การสร้างแบบจำลองดังกล่าวทำให้สามารถทำนายพฤติกรรมของสาร และการจัดเรียงตัวของอะตอมและหมู่ฟังก์ชันของสาร โดยการสร้างแบบจำลองถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญมากในการศึกษา สเตอริโอเคมี สมบัติและความว่องไวในการทำปฏิกิริยาเคมี

การสร้างแบบจำลองและตัวแทนทางความคิดเป็นลักษณะเฉพาะของเคมี และเป็นศาสตร์ของจินตภาพหรือจินตทัศน์ (Visual science) จากตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เห็นว่าจินตทัศน์มีบทบาทสำคัญมากต่อการทำงานของนักเคมีในปัจจุบัน โดยเมื่อนักเคมีศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวกับอะตอม โมเลกุล หรืออนุภาคต่าง ๆ นักเคมีมักจะพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแทนอนุภาคเหล่านั้น เช่น แบบจำลองอนุภาค โครงสร้างสารเคมี สูตรเคมี สมการเคมี สัญลักษณ์ เป็นต้น และนักเคมีมักใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของสสารในระดับอนุภาค หรือการแสดงสมการเคมีเพื่ออธิบายกลไกการเกิดปฏิกิริยา

วิธีการทางเคมีประกอบด้วย 3 วิธี ได้แก่ การจัดจำแนก ปฏิบัติการทางเคมี และการคิดทางเคมี

1. การจัดจำแนก เป็นวิธีที่ใช้มาตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยนักเคมีจัดจำแนกสาร สิ่งของหรือปรากฏการที่เกิดขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา เช่น การจัดจำแนกสารเป็นสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม การจัดธาตุตามตารางธาตุ การจำแนกปฏิกิริยาออกเป็นปฏิกิริยาที่เกิดสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ โดยจะเห็นว่านักเคมีในอดีตมักสนใจศึกษาและจัดจำแนกสารบริสุทธิ์หรือสารละลายมากกว่าสารผสมที่พบในธรรมชาติ ทั้งนี้ เพราะการศึกษาสิ่งเหล่านั้นเป็นตัวแทนที่เกิดจากการทำให้สิ่งที่ซับซ้อนในธรรมชาติกลายเป็นสิ่งที่ง่ายขึ้น

2. ปฏิบัติการทางเคมี คือ การทำการทดลองหรือการใช้เครื่องมือเพื่อศึกษาสารและปฏิกิริยาของสาร รวมทั้งการสังเคราะห์ เช่น การสังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ การใช้เครื่องมือสเปกโตร-สโกปี เพื่อหาปริมาณของสาร เป็นต้น

3. การคิดทางเคมี หมายถึง การใช้ภาพและแบบจำลองในลักษณะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นตัวแทนอธิบายและทำนายพฤติกรรมสสาร เช่น นักเคมีจะใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบจำลองสารประกอบอินทรีย์ เพื่อทำนายกลไกของปฏิกิริยา และทำนายว่าหากนำสารบางชนิดมาทำปฏิกิริยากันจะเกิดกลไกอย่างไร และได้สารผลิตภัณฑ์ใด เป็นต้น

<u>หลักการเลือกสื่อการเรียนรู้เคมี</u>

เนื่องจากสื่อมีหลากหลายประภท ครูต้องสร้าง เลือก หรือใช้สื่อให้มีคุณค่าและทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ดังนั้น ครูต้องทราบหลักการเลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ ทักษะและเจตคติให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีประเด็นที่ต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

1. สื่อการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ในการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียน ครูจะกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นอาจรวมทั้งความรู้ในเนื้อหา ทักษะหรือเจตคติที่แตกต่างกันไป ดังนั้น ในการเลือกใช้สื่อในแต่ละครั้ง ครูต้องทราบว่าความรู้ในเนื้อหานั้นเป็นแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนคืออะไร หรือเป็นเจตคติในด้านใด เมื่อครูทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจนแล้ว จะสามารถสร้างและใช้สื่อที่เหมาะสมกับจุดประสงค์นั้น

ยกตัวอย่างเช่น จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ ต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของสสาร ดังนั้น ต้องวิเคราะห์ว่าความหมายของสสารคืออะไร เป็นความรู้ ทักษะ หรือเจตคติ และเมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่าสสารเป็นแนวคิดหนึ่ง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดคือการให้ผู้เรียนเห็นตัวอย่างที่เป็นข้อเท็จจริงที่หลากหลายแล้วหาลักษณะร่วมของสิ่งนั้น ดั้งนั้น สื่อที่ใช้ควรเป็นตัวแทนของสสารที่หลากหลาย โดยสื่อนั้นอาจเป็นรูปภาพของสสารและที่ไม่ใช่สสาร แล้วนำมาให้ผู้เรียนสังเกต จำแนก แยกแยะ และสรุปลักษณะที่เหมือนกัน แล้วสรุปเป็นแนวคิดเรื่องสสารออกมา

2. สื่อการเรียนรู้ต้องเหมาะสมกับผู้เรียน ครูต้องวิเคราะห์ธรรมชาติของผู้เรียนว่าผู้เรียนเป็นใคร อยู่ในระดับชั้นใด มีความสามารถในด้านสติปัญญา ร่างกายและอารมณ์มากน้อยเพียงใด และในห้องเรียนนั้นมีผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลมากน้อยเพียงใด การใช้สื่อต้องคำนึงสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ เพราะการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละวัยหรือแต่ละคนแตกต่างกัน ดังนั้น การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการใช้สื่อก็จะแตกต่างกันด้วย เช่น ผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาสามารถเรียนรู้จากการสัมผัสของจริงที่เป็นรูปธรรมได้ดีกว่าสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ดังนั้น สื่อที่นำมาใช้อาจเป็นของจริง รูปภาพ เป็นต้น แต่เมื่อผู้เรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาจะสามารถเรียนรู้ได้จากการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมได้ ดังนั้น สื่อที่ใช้อาจเป็นแผนภูมิ แผนที่ ตาราง หรือกราฟ เป็นต้น นอกจากนี้ การใช้สื่อต้องพิจารณาความ

แตกต่างระหว่างบุคคลด้วย เพราะผู้เรียนบางคนแม้ว่าอยู่ในระดับชั้นเดียวกัน แต่การเรียนรู้แตกต่างกัน เช่น บางคนเรียนรู้ได้ดีจากการดูภาพ บางคนอาจชอบอ่านหนังสือ บางคนอาจชอบดูภาพเคลื่อนไหว บางคนชอบการดูวีดิทัศน์ที่มีภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

3. สื่อการเรียนรู้ต้องมีความปลอดภัย ในการใช้สื่อการเรียนรู้ ครูต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนด้วย เพราะสื่อการเรียนรู้บางประเภทมีอันตราย โดยเฉพาะสื่อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ครูควรพิจารณาก่อนว่าสื่อนั้นมีความปลอดภัยมากน้อยเพียงใด วิธีการใช้สื่อนั้นเป็นอย่างไร หากเกิดอุบัติเหตุขึ้นขณะใช้สื่อจะทำอย่างไร และมีวิธีป้องกันอย่างไร ตัวอย่างเช่น ตะเกียงแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ครูต้องพิจารณาและเข้าใจว่าการจุดตะเกียงแอลกอฮอล์ ควรดึงไส้ตะเกียงออกมาไม่มากนัก เวลาใช้ตะเกียงห้ามเคลื่อนย้ายโดยเด็ดขาด เมื่อจะดับตะเกียง ควรปิดด้วยฝาปิด และหากเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ ต้องเตรียมผ้าชุบน้ำหรือกระป๋องทรายไว้เพื่อดับไฟ เป็นต้น

4. สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ควรประหยัดและมีประสิทธิภาพ ครูควรสร้างและใช้สื่อให้คุ้มค่า เพราะสื่อบางชนิดสามารถสร้างขึ้นโดยวิธีง่าย ๆ และประหยัด แต่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เช่นกัน ในทางตรงกันข้าม บางครั้งครูอาจใช้สื่อไม่คุ้มกับเวลาที่ใช้ในสร้างสื่อนั้น นอกจากนี้ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและทำให้สื่อมีประสิทธิภาพ ครูควรพยายามสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน หรือวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว เช่น การนำขวดแก้วแทนบีกเกอร์ การใช้ขวดพลาสติกแทนภาชนะใส่สารที่ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน เป็นต้น

สรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอนมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนวิชาเคมีที่ดีควรจัดทำให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา ควรมีการสอนที่อธิบายปรากฏการณ์ 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ควรเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เหมาะสมกับผู้เรียน มีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิชาเคมี

วิชาเคมีเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ซึ่งมีเนื้อหาที่เน้นกระบวนการทดลอง และการใช้สารเคมีเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการเรียนการสอนจึงต้องมีการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาให้ครบทั้งด้าน สติปัญญา ทักษะ และอารมณ์ เนื่องจากการเรียนรู้ของผู้เรียน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนจึงมีทั้งสิ่งที่ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนโดยตรง เช่น ผู้สอน กระบวนการเรียนการสอน และสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวผู้เรียน เช่น ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง เป็นต้น ซึ่ง สมสุข ธีระพิจิตร (2545) ได้กล่าวไว้สรุปได้ดังนี้

1. ปัจจัยด้านตัวผู้เรียน มีทั้งปัจจัยที่มีผลโดยตรงและโดยอ้อมดังนี้

1) สติปัญญาของผู้เรียน สติปัญญาเป็นสมรรถภาพสมองหรือความสามารถทางสมองของบุคคลอันเนื่องมาจากอิทธิพลทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมร่วมกัน สมรรถภาพสมองของบุคคลมีหลายด้าน ได้แก่ สมรรถภาพสมองด้านตัวเลข ด้านภาษา ด้านความจำ ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านการรับรู้ เป็นต้น สมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อการรับรู้ การสร้างมโนมติ และการเรียนรู้ของบุคคล เนื่องจากในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เน้นที่การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองที่ผู้เรียนจะต้องเป็นคนช่างสังเกต รู้จักคิดหาเหตุผลเพื่อตั้งสมมติฐาน สามารถออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และสรุปผลการทดลองเพื่อตอบปัญหาที่ศึกษาได้ นอกจากนี้ยังจะต้องมีความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบเสาะหาความรู้และการคิดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดตัดสินใจ ความสามารถต่างๆดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นจุดเน้นของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นสติปัญญาหรือความสามารถทางสมองของผู้เรียนจึงมีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยตรง

2) เจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกที่จะชอบหรือไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่จะช่วยในการเสาะแสวงหาความรู้ อันได้แก่ ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจและกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ ไม่เชื่อในสิ่งที่ยังไม่มีข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ เป็นต้น จากผลการวิจัยต่าง ๆ พบว่า เจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก็มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) นิสัยในการเรียนของผู้เรียน ผู้เรียนที่มีนิสัยในการเรียนที่ดีจะรู้จักแนวทางปฏิบัติที่ก่อเกิดประโยชน์ต่อการเรียน นิสัยในการเรียนที่ดี ได้แก่ การรู้จักวิธีเรียน รู้จักการวางแผนการเรียนล่วงหน้า สนใจและตั้งใจเรียน ทำการบ้าน ทบทวนบทเรียน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ เป็นต้น

4) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นความต้องการที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จ ดังนั้นแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกที่ส่งผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่น ผลสัมฤทธิ์เดิม และอัตมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เป็นต้น

2. ปัจจัยด้านตัวผู้สอน

ผู้สอนเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ปัจจัยด้านตัวผู้สอนที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เจตคติของผู้สอนต่อผู้เรียนและต่อการสอน ความรู้ในเนื้อหาวิชา คุณภาพของการสอน ประสบการณ์ในการสอน พฤติกรรมการสอน และพฤติกรรมการจัดชั้นเรียน ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ก็คือ สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์นั่นเอง ผู้สอนที่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ตนสอนเป็นอย่างดี มีเจตคติที่ดีต่อผู้เรียนและต่อการสอน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเทคนิควิธีสอนที่ดี สามารถจัดชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ทั้งในเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยด้านตัวผู้สอนที่ส่งผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนพบว่า คุณภาพการสอนของผู้สอนเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ส่วนปัจจัยอื่น ๆ นั้นจะส่งผลโดยอ้อม เช่น พฤติกรรมการจัดชั้นเรียนของผู้สอนจะส่งผลต่อความสนใจและความตั้งใจเรียน ซึ่งความสนใจและตั้งใจเรียนนี้จะไปส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อไป

3. ปัจจัยด้านกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ การสอนมีหลายรูปแบบจึงจำเป็นที่ผู้สอนจะต้องรู้จักเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา ลักษณะของผู้เรียน ระดับชั้น และเวลา เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน และครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการเรียนทุก ๆ ด้าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ปัจจัยด้านโรงเรียน

โรงเรียนเป็นปัจจัยทางอ้อมที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ปัจจัยด้านโรงเรียน ได้แก่ นโยบายของโรงเรียนในการส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร การจัดสรรบุคลากร งบประมาณจำนวนคาบที่ผู้สอนสอนต่อสัปดาห์ การให้บริการและการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่ผู้สอนและผู้เรียน ขนาดของโรงเรียน และแหล่งที่ตั้งของโรงเรียน เป็นต้น

5. ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน

สภาพแวดล้อมทางบ้านเป็นปัจจัยทางอ้อมอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน ได้แก่ ระดับการศึกษาของบิดามารดา การประกอบอาชีพของบิดามารดา ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา การเอาใจใส่และการส่งเสริมการเรียนของ

บิดามารดาและความคาดหวังของบิดามารดาต่อการเรียนต่อระดับสูงผู้เรียน ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า ในการเรียนการสอนวิชาเคมี ครูผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจัดการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยโดยตรง เช่น สติปัญญาและเจตคติของผู้เรียน ประสบการณ์ของครูผู้สอน หรือปัจจัยโดยอ้อม เช่น สภาพแวดล้อมในโรงเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้าน โดยครูผู้สอนควรวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล และดำเนินการแก้ปัญหาในส่วนซึ่งเห็นว่าเป็นปัญหาและกระทบต่อการเรียน ทั้งนี้เมื่อครูผู้สอนแก้ปัญหาในส่วนซึ่งเป็นสาเหตุที่แท้จริงได้ จะทำให้นักเรียนเรียนวิชาเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตอนที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) ได้ระบุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในหนังสือประมวลศัพท์ทางการศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมิฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรอบรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

พรรณี ชูทัย เจนจิต (2545) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาการดีขึ้น อันเกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Learning Achievement In Science) หมายถึง ความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทราบว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด ก็อาจจะกระทำได้โดยวัดได้จากการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการศึกษาอบรม หรือจากการสอบ การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือระดับความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถแค่ไหน ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น

วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น ซึ่งการวัดต้องใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ (Content) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนรวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์” (ไพศาล หวังพานิช, 2523)

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสามารถของบุคคลที่ต้องอาศัยทักษะ ความรอบรู้ ทัศนคติที่ได้จากการเรียนการสอน การฝึกฝน อบรมสั่งสอน ทำให้เกิดความสำเร็จหรือความสามารถในด้านต่าง ๆ

3.2 องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และการวัดผลทางการเรียนของผู้เรียน

ในการจัดการเรียนการสอนจะเน้นพัฒนาผู้เรียนให้เกิดพฤติกรรมใน 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย (Cognitive domain) จิตพิสัย (Affective domain) และทักษะพิสัย (Psychomoter domain) ตามแนวคิดของ Smith and Piele (2006) ซึ่งแต่ละด้านมีรายละเอียด ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นพฤติกรรมด้านความสามารถทางด้านสติปัญญาของบุคคล จำแนกได้ดังนี้

1) ความรู้ความจำ (Knowledge) คือ ความสามารถในด้านการระลึกได้ถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนจะโดยวิธีการใดก็ตาม ซึ่งพฤติกรรมด้านนี้ยังจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ ความรู้เฉพาะเรื่อง ความรู้ในวิธีดำเนินการ และความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง

2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นผลจากการเอาความรู้จากประสบการณ์ในขั้นความรู้ความจำ มาผสมผสานจนกลายเป็นสมรรถภาพสมองชนิดใหม่ ซึ่งความเข้าใจมี 3 ลักษณะ คือ การแปลความ การตีความ และการขยายความ

3) การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมาแล้วไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หรือสถานการณ์ใหม่ที่ไม่เคยพบมาก่อน แต่อาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับเรื่องที่เคยพบเห็นมาก่อนก็ได้

4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจน สามารถค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่แอบแฝงอยู่ในเนื้อเรื่องนั้น ๆ ได้ การวิเคราะห์มี 3 ลักษณะ ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5) การประเมิน (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินคุณค่าของแนวความคิด ได้ตรงตามจุดมุ่งหมายใดจุดมุ่งหมายหนึ่ง โดยเฉพาะพร้อมกับสามารถแสดงเหตุผลที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับการตัดสินนั้น ๆ

6) การสร้างสรรค์ (Creation) เป็นการนำเอาองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปมารวมกันเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เพื่อให้เห็นโครงสร้างที่ชัดเจน แปลกใหม่จากเดิม หรือสร้างสรรค์ความคิดจากองค์ประกอบ ดังกล่าว ซึ่งก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและเป็นประโยชน์

2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัย เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิดทางจิตใจ อารมณ์ และคุณธรรมของบุคคล สามารถจำแนกเป็น 5 ระดับ คือ

1) การรับรู้ (Receiving of attending) มีลักษณะการตอบสนอง 3 ลักษณะ คือ การยอมรับ การตั้งใจที่จะรับรู้ และการเลือกสิ่งเร้าที่ต้องการรับรู้

2) การตอบสนอง (Responding) เป็นพฤติกรรมที่ต่อเนื่องจากความตั้งใจที่จะรับรู้ โดยไม่เพียงแต่จะตั้งใจรับรู้เท่านั้น แต่มีความปรารถนาหรือปฏิกิริยาที่จะโต้ตอบต่อสิ่งเร้านั้นอย่างเต็มใจ และเกิดความพึงพอใจจากการตอบสนอง พฤติกรรมขั้นนี้จำแนกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ การยินยอมที่จะตอบสนอง ความเต็มใจที่จะตอบสนอง และความพอใจในการตอบสนอง

3) การสร้างคุณค่า (Valuing) เป็นขั้นที่บุคคลมองเห็นคุณค่าของการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือประสบการณ์ที่ได้ ขั้นนี้มีพฤติกรรมการแสดง 3 ลักษณะ ได้แก่ การยอมรับในคุณค่า การนิยมชมชอบในคุณค่า และการสร้างคุณค่า

4) การจัดระบบคุณค่า (Organization) หลังจากที่บุคคลได้สร้างค่านิยมของตนขึ้นมาแล้ว ก็พยายามนำค่านิยมนั้นมาจัดระบบให้เกิดเป็นระบบระเบียบขึ้น ลักษณะการจัดระบบคุณค่ามี 2 ลักษณะคือ การสร้างความคิดรวบยอดของคุณค่า และการจัดระบบของคุณค่า

5) การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization by a value complex) เป็นการจัดระบบคุณค่าที่มีอยู่ในตัวเข้าเป็นระบบที่ถาวร ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมพฤติกรรมการแสดงของบุคคลไม่ว่าจะอยู่สถานการณ์ใด ๆ ก็จะแสดงพฤติกรรมตามค่านิยมที่ยึดถือตลอดไป การสร้างลักษณะมี 2 ลักษณะ คือ การสร้างลักษณะนิสัยชั่วคราว และการสร้างลักษณะนิสัยถาวร

3. พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความสามารถเชิงปฏิบัติการ พฤติกรรมเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย จำแนกเป็น 5 ระดับ คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) การรับรู้ (Perception) เป็นขั้นที่แสดงอาการรับรู้ที่จะเคลื่อนไหว โดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้น และสัมผัสทางกาย แม้จะมีสิ่งเร้าเข้ามากระตุ้น โดยผ่านทางประสาทสัมผัสพร้อม ๆ กัน ก็อาจเลือกที่จะรับรู้ มีการแปลความหมายสิ่งเร้าเพื่อตอบสนอง

2) การเตรียมพร้อม (Set) เป็นสภาพของบุคคลที่พร้อมจะแสดงพฤติกรรมออกมา สภาพความพร้อมมี 3 ด้าน คือ ความพร้อมด้านร่างกาย ด้านสมอง และด้านอารมณ์

3) การตอบสนองตามแนวทางที่กำหนดให้ (Guided response) เป็นการแสดงออกในลักษณะของการเลียนแบบและการลองผิดลองถูก

4) ความสามารถด้านกลไก (Mechanism) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้กระทำตามที่เรียนมาและพัฒนาขึ้นมาจนมีสัมฤทธิผล สามารถสร้างเทคนิควิธีสำหรับตนเองขึ้นมาเพื่อปฏิบัติต่อไป

5) การตอบสนองที่ซับซ้อน (Complex overt response) เป็นความสามารถในการปฏิบัติในสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น และสามารถกระทำได้อย่างมั่นใจ ไม่ลังเลและทำได้ดีจนเป็นอัตโนมัติ

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พอสรุปได้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า “เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดว่านักเรียนมีความรู้ หรือความสามารถที่เกิดจากการเรียนการสอนมากน้อยปานใด”

วรพจน์ นวลสกุล (2540) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนหลังจากที่ผู้เรียนศึกษาบทเรียนนั้นจบแล้ว แบบทดสอบที่ใช้วัดจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของวิชาวิทยาศาสตร์

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถด้านต่าง ๆ เมื่อได้รับประสบการณ์เฉพาะอย่างไปแล้ว ซึ่งจะเป็นการวัดความสามารถทางวิชาการต่าง ๆ โดยมุ่งวัดว่านักเรียนมีความรู้หรือมีทักษะในวิชานั้นมากน้อยเพียงใด

ชาตรี เกิดธรรม (2542) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการ ที่ได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ไว้ได้มากน้อยเพียงไร โดยทั่วไปแล้วมักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วเพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลอย่างไร

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ๆ

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2542) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีไว้ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพ เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือวัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้

2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก

3. มีความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย จะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้ายคือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน

4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า p อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยากปานกลางและค่อนข้างง่าย

5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ หมายถึง ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิดแต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คนเก่งและคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอ ๆ กัน ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่า r อยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 ค่า r เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า จำแนกไม่ได้ คนเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน r เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า จำแนกได้ คนก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อสอบที่มีค่า r ใกล้ศูนย์ (r = -0.19 ถึง +0.19) เป็นข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ เพราะคนเก่งตอบถูก พอ ๆ กับคนอ่อน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า r อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดเชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อยและใช้แรงงานน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

8. ใช้คำถามถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามยั่วยุ (Examplary) มีลักษณะที่ท้าทายให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบและทำด้วยความเต็มใจ

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามวงกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายแง่หลายมุม

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีจะต้องมีลักษณะดังนี้ มีความเที่ยงตรง มีความเชื่อมั่นสูง มีความเป็นปรนัย มีความยากง่ายพอเหมาะ มีอำนาจจำแนก มีประสิทธิภาพ มีความยุติธรรม ใช้คำถามถามลึก ใช้คำถามยั่วยุและคำถามจำเพาะเจาะจง

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นผลการวัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน คุณลักษณะด้านจิตพิสัย ความสนใจ ทัศนคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียนและระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเองและลักษณะบุคลิกภาพ และคุณภาพการสอน การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและการเสริมแรงของครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำได้ถูกต้องหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 4 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

4.1 ความหมายของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายของคำว่า “สัมฤทธิ์” หมายถึง ความสำเร็จ และคำว่า “ต่ำ” หมายถึง มีระดับน้อยหรือน้อยกว่าปกติ คำว่า “ผลสัมฤทธิ์ต่ำ” หมายถึง ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน ซึ่งในที่นี่หมายถึง ผลการเรียนที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) อธิบายระดับผลการเรียนในระดับการศึกษาพื้นฐานใช้ระบบผ่านไม่ผ่าน โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสินในแต่ละรายวิชา สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้นใช้ตัวเลขแสดงผลการเรียนเป็น 8 ระดับ ดังนี้ คือ

ระดับผลการเรียน 4 หมายถึง ผลการเรียนดีเยี่ยม

ระดับผลการเรียน 3.5 หมายถึง ผลการเรียนดีมาก

ระดับผลการเรียน 3 หมายถึง ผลการเรียนดี

ระดับผลการเรียน 2.5 หมายถึง ผลการเรียนค่อนข้างดี

ระดับผลการเรียน 2 หมายถึง ผลการเรียนปานกลาง

ระดับผลการเรียน 1.5 หมายถึง ผลการเรียนพอใช้

ระดับผลการเรียน 1 หมายถึง ผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

ระดับผลการเรียน 0 หมายถึง ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์

กระทรวงศึกษาธิการได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึงคะแนนเฉลี่ยสะสมของนักเรียนและแบ่งระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำ หมายถึง ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 2.00

คะแนนเฉลี่ยสะสมปานกลาง หมายถึง ได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.00 - 2.50

คะแนนเฉลี่ยสะสมค่อนข้างดี หมายถึง ได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51- 3.00

คะแนนเฉลี่ยสะสมดี หมายถึง ได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.01 - 3.50

คะแนนเฉลี่ยสะสมสูง หมายถึง ได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ คือผลการเรียนที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งในการวิจัยนี้ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยสะสมที่ได้จากการสอบและวิธีวัดผลของโรงเรียนต่ำกว่า 2.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

สุชาดา ธูปทอง (2529) ได้สรุปปัจจัยที่เป็นสาเหตุเกี่ยวเนื่องถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน ดังนี้

1) ปัจจัยทางโรงเรียน โดยสภาพแวดล้อมในโรงเรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย

1.1) สภาพแวดล้อมด้านบุคลากรภายในโรงเรียนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน และการให้บริการแก่เด็กเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน การจัดกระบวนการเรียนการสอน

1.2) สภาพแวดล้อมทางวัตถุอาคารสถานที่เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปด้วยดี อาคารที่มีความเหมาะสมในการเรียนการสอนจะทำให้บุคลากรมีความสุขสบายส่งผลให้การดำเนินการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

2) ปัจจัยทางบ้านและครอบครัวอาจจะส่งผลให้กระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เช่น ปัญหาความสัมพันธ์ในครอบครัวพื้นความรู้ของพ่อแม่ ฐานะทางเศรษฐกิจสภาพบ้านที่อยู่อาศัย การเดินทางมาเรียน และทัศนคติของพ่อแม่ที่มีต่อการศึกษา

3) ปัจจัยทางด้านส่วนตัวประกอบด้วยหลายด้าน ดังนี้

3.1) บุคลิกภาพเป็นปัจจัยหนึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อการเรียน เช่น นิสัยก้าวร้าว ชอบทำลายสิ่งของ ชอบทำตัวเด่น ขี้อาย มีเพื่อนน้อย ส่งผลกระทบถึงระดับความสามารถในการเรียน

3.2) สุขภาพ เช่น เด็กมีโรคประจำตัวก็เป็นอุปสรรคต่อการเรียน

3.3) การปรับตัวให้เข้ากับระบบต่าง ๆ ของโรงเรียน เช่น ระบบการเรียนการสอนใหม่ ๆ เพื่อนและอาจารย์ผู้สอน

3.4) การวางแผนการเรียนบางคนก็ยังสับสนไม่แน่ใจว่าต้องการประกอบอาชีพอะไรและมีเป้าหมายชีวิตอย่างไร ทำให้ขาดความมุ่งมั่นในการเรียน

3.5) การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมสิ่งยั่วยุต่าง ๆ ในสังคมปัจจุบันจะสามารถชักจูงให้เด็กประพฤติตนไปในทางที่เสื่อมเสียง่าย

3.6) การคบเพื่อนหรือกลุ่ม พบว่ากลุ่มเพื่อนมีผลต่อพฤติกรรมการเรียนตามลักษณะของกลุ่มเพื่อนและมีผลต่อการตัดสินใจสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียน เช่น การเลือกวิชาเรียนและแผนการเรียน

3.7) นิสัย ทัศนคติต่อการเรียน และการปรับตัวทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้ทราบปัจจัยองค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้ในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yeung and O'Malley (2014) ได้ทดลองใช้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ในวิชาเคมี สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสาขาเคมีปีที่ 2 และ 4 จำนวน 52 คน เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ โดยเปลี่ยนจากการเรียนการสอนแบบเดิม เป็นการให้นักศึกษาดูวิดีโอนอกห้องเรียน แล้วใช้เวลาในห้องเรียนในการทำกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่มุ่งให้เกิดความรู้ความเข้าใจและแนวคิดที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีทัศนคติที่เป็นบวกกับการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

Wang, Wang, Wen, wang, and Tao (2016) ได้ทดลองใช้ SPOC (Small and Private Online Course) ร่วมกับการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ในวิชาเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับวิศวกรรมเคมี กับนักศึกษาปริญญาตรีจำนวน 191 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 70.15 มีความเห็นว่าการใช้ SPOC (Small and Private Online Course) ร่วมกับการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน ส่งผลทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น และนักเรียนร้อยละ 89.58 พึงพอใจกับรูปแบบการสอนนี้

McCollum, Fleming, Plotnikoff, and Skagen (2017) ได้ทดลองใช้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ในวิชาเคมีทั่วไปและเคมีอินทรีย์ กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีปี 2 เก็บข้อมูลจากกลุ่มทดลองจำนวน 6 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 2 คน เป็นเวลา 1 ภาคเรียน ผลการวิจัยพบว่าการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยส่งเสริมให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนกับอาจารย์ผู้สอนและระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Johnson (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ผลการศึกษาพบว่าวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน และทำให้นักเรียนรับรู้เนื้อหาได้ดีขึ้น นักเรียนพึงพอใจกับวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมากกว่าการสอนแบบดั้งเดิม ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านสามารถลดภาระปริมาณของการเรียนการสอน และทำให้มีเวลาในการลงมือปฏิบัติมากขึ้น เป็นกลยุทธ์ที่ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Debela (2007) ศึกษาผลการใช้การอภิปรายเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยมาร์แชล โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นครูประจำการในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องมือในการอภิปรายและแบบสำรวจความคิดเห็น โปรแกรมการเรียนประกอบด้วยรายวิชาระดับบัณฑิตศึกษา 6 วิชา ซึ่งมีการอภิปรายเป็นกิจกรรมหลักที่สำคัญ รวมถึงมีการตั้งคำถามกระตุ้นให้

นักเรียนอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ จากการรวบรวมผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาทั้งหมดเห็นว่าเครื่องมืออภิปรายมีประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้ สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของตนเองได้ อย่างไรก็ตามวิธีการสอนแบบอภิปรายครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญอย่างมาก ถือเป็นปัจจัยหลักที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จของการสอน

พัชฎา บุตรยะถาวระ (2558) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีค่าสูงกว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะ เนื่องจากวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านทำให้นักเรียนมีเวลาในการลงมือปฏิบัติ มีเวลาเรียนรู้ และฝึกทักษะกระบวนการได้มากกว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะ อีกทั้งนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้จากสื่อออนไลน์ได้ในทุกที่ทุกเวลาตามที่นักเรียนต้องการ ซึ่งตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียนในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี

ลัทธพล ด่านสกุล (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยพอดคาสต์ โดยใช้กลวิธีการกำกับตนเองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างการโปรแกรมและการกำกับตนเองของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

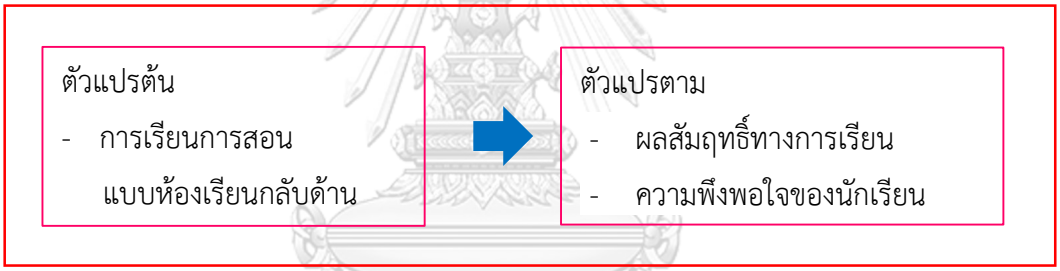
วันเฉลิม อุดมทวี (2556) ได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภูมิศาสตร์ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) ร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่มีคะแนนการคิดเชิงบูรณาการเฉลี่ยผ่านเกณฑ์มีจำนวนสูงกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยและมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ในระดับมากที่สุด

นิชาภา บุรีกาญจน์ (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ต่อค่าความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในรายวิชาสุขศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้วิชาสุขศึกษาโดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้านมีผลต่อความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 1) ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสุขศึกษาของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสุขศึกษาของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ลัลน์ลลิต เอี่ยมอำนวยสุข (2556) ได้สร้างสื่อการสอนบนคอมพิวเตอร์พกพา เรื่องการเคลื่อนไหวในระบบดิจิตอลเบื้องต้น โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เมื่อนำสื่อที่จัดทำขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่านักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน จากการประเมินความสามารถในการทำงานของนักเรียนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดพบว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อสื่ออยู่ในระดับดีมาก

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่าการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านซึ่งนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ ช่วยลดภาระงานง่าย ๆ ของครู ทำให้ครูมีเวลาเพิ่มขึ้นในการทำกิจกรรมการสอนต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะระดับสูงของนักเรียน อาทิ การอภิปราย การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น สามารถพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงต่าง ๆ ซึ่งเป็นทักษะในศตวรรษที่ 21 และนักเรียนมีความพึงพอใจมากกว่าการสอนในรูปแบบดั้งเดิม

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนในวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

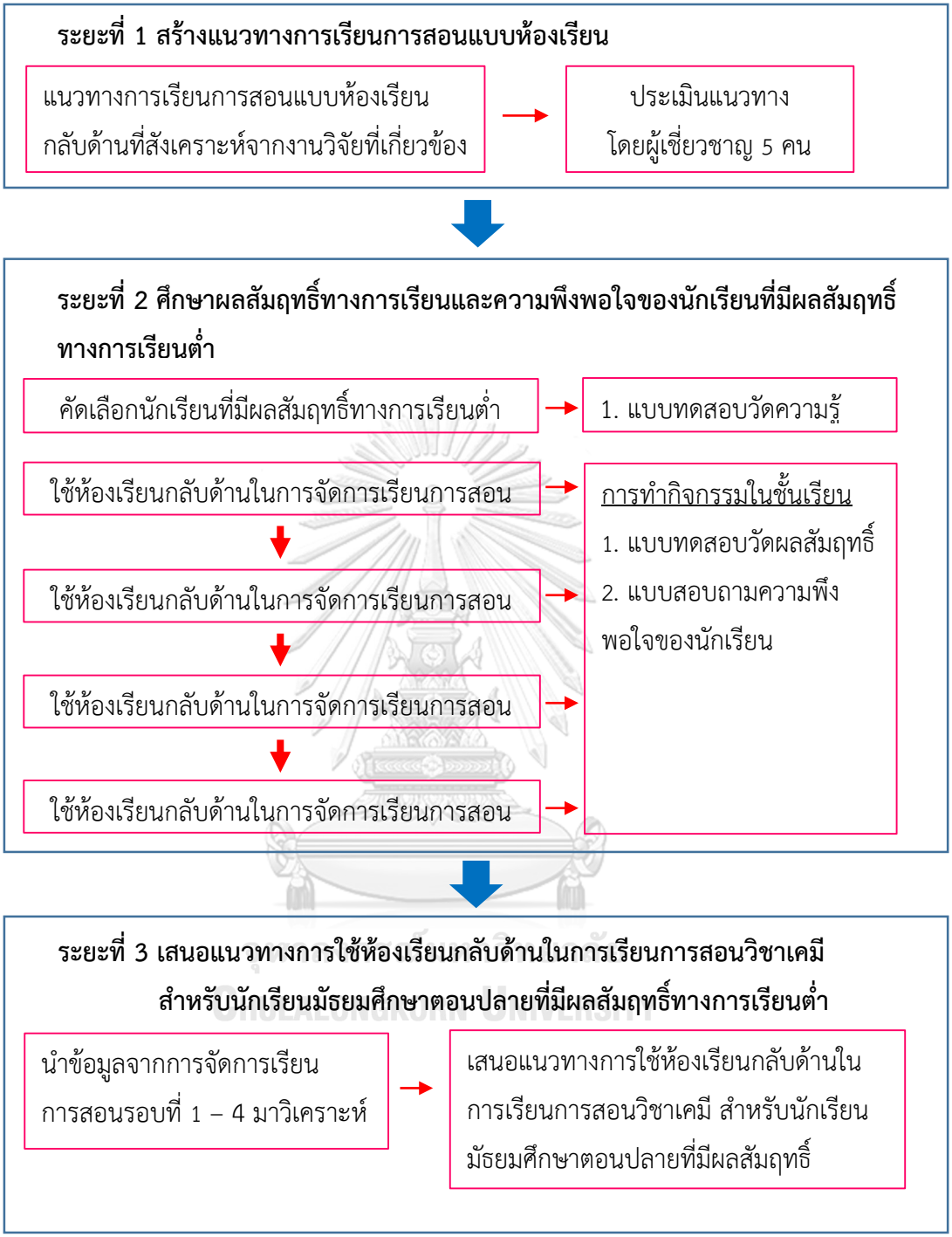
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี 2) การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี และ 3) เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยใช้ข้อมูลการวิจัยในส่วนที่ 1 และ 2 สรุปเป็นแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ในส่วนที่ 3

มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี และ 3) เพื่อเสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบประเมินกรอบแนวคิดโดยผู้เชี่ยวชาญ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

การดำเนินการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 สร้างแนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ระยะที่ 2 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี และ ระยะที่ 3 เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ กรอบการดำเนินการวิจัย ดังแสดงในแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 กรอบการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 สร้างแนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

การสร้างแนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) สืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จากฐานข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ฐานข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CUIR: The Chulalongkorn University Intellectual Repository)

2. เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรมของงานวิจัยที่ค้นหาจากฐานข้อมูลในข้อ 1 พิจารณาชื่องานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วทำการสืบค้นหางานวิจัยต้นฉบับ

3. ค้นหางานวิจัยภาษาไทย โดยใช้ Google Scholar

2) คัดเลือกงานวิจัยตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยอาจเป็นงานวิจัยที่ทดลองใช้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยตรง หรืองานวิจัยที่นำงานวิจัยอื่นซึ่งใช้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมาวิเคราะห์และสังเคราะห์อีกต่อหนึ่ง

2. เป็นงานวิจัยที่มีการกำหนดขั้นตอนการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านไว้อย่างชัดเจน หรือมีการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านออกมาได้อย่างชัดเจน

3. เป็นงานวิจัยที่ศึกษาการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาหรืออุดมศึกษา

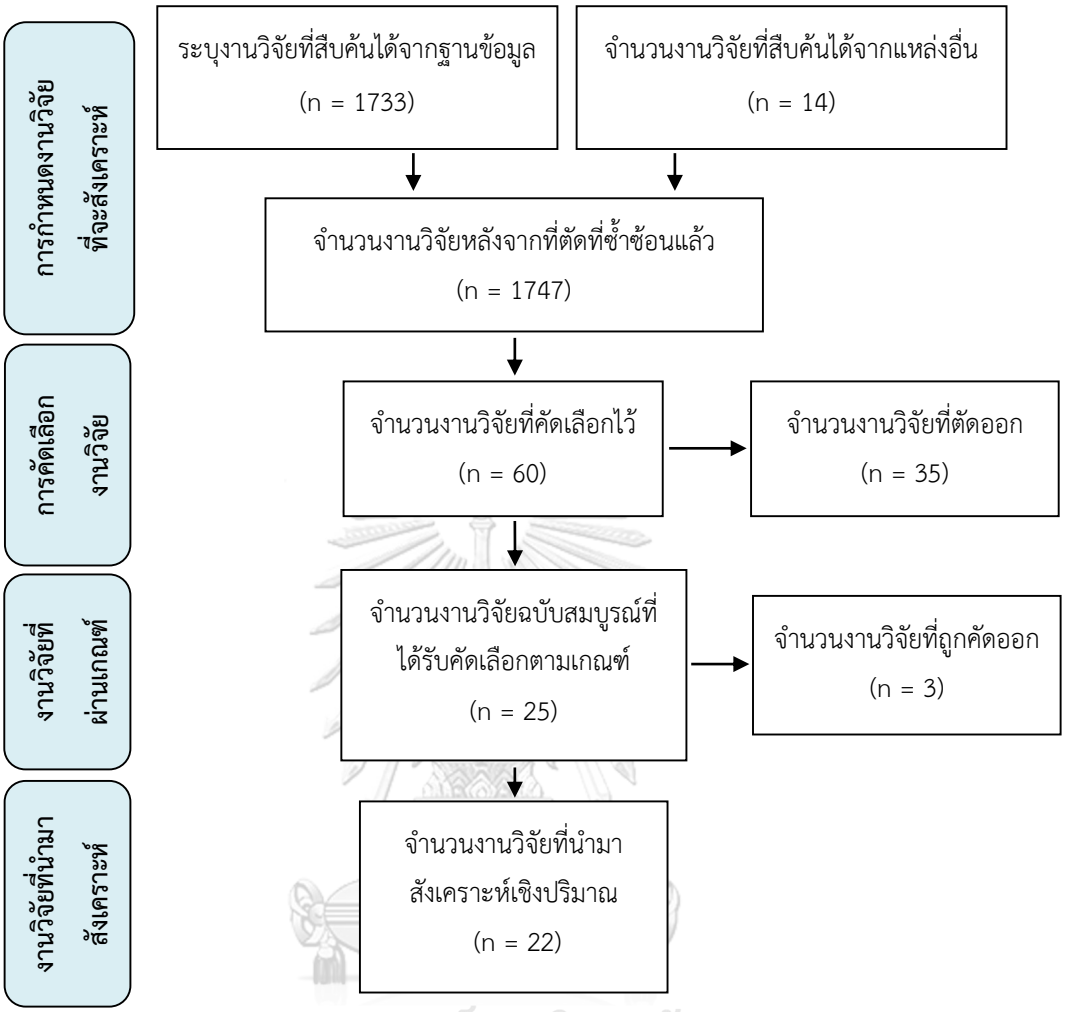
4. เป็นงานวิจัยในสาขาวิชาใดก็ได้ โดยเน้นงานวิจัยในสาขาวิชาที่มีบริบทใกล้เคียงกับวิชาเคมีเป็นหลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชีววิทยา คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี

5. เป็นงานวิจัยที่เผยแพร่ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2560 โดยอาจเป็นงานวิจัยที่ศึกษาในประเทศใด

6. เป็นงานวิจัยที่สามารถเข้าถึงรายงานฉบับสมบูรณ์ได้

7. รายงานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

ผู้วิจัยทำการสืบค้นและคัดกรองงานวิจัยตามเกณฑ์ข้างต้น โดยแสดงขั้นตอนการคัดกรองในรูปแบบ PRISMA ดังแผนภาพที่ 3 และรายละเอียดของงานวิจัยที่คัดเลือกแล้ว ดังตารางที่ 2



แผนภาพที่ 3 ผลการคัดกรองงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 ลักษณะงานวิจัยและผลลัพธ์งานวิจัย

ผู้แต่ง (ปีที่แต่ง)	รูปแบบงานวิจัย	รายวิชา / สาขาวิชา	ระยะเวลาทำการวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ระดับ	ผลการวิจัยหลัก
Yeung and O'Malley (2014)	ทดลอง	เคมี	12 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 52 คน	อุดมศึกษา	นักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่เป็นบวกกับการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน
Wang et al. (2016)	ทดลอง	เทอร์โมไดนามิกส์สำหรับวิศวกรรมเคมี	-	กลุ่มทดลอง 191 คน	อุดมศึกษา	นักรียนร้อยละ 70.15 มีความเห็นว่าการใช้ SPOC (Small and Private Online Course) ร่วมกับการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านส่งผลทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น และนักรียนร้อยละ 89.58 พึงพอใจกับรูปแบบการสอนนี้
McCollum et al. (2017)	ทดลอง	เคมีทั่วไป	1 ภาคเรียน	กลุ่มทดลอง 6 คน กลุ่มควบคุม 2 คน	อุดมศึกษา	การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยส่งเสริมให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียน
Lai and Hwang (2016)	ทดลอง	คณิตศาสตร์	4 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 20 คน กลุ่มควบคุม 24 คน	ประถมศึกษา	คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (90.20 ± 9.69) มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม (80.50 ± 7.16)

ผู้แต่ง (ปีที่แต่ง)	รูปแบบงานวิจัย	รายวิชา / สาขาวิชา	ระยะเวลาทำการวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ระดับ	ผลการวิจัยหลัก
Lo and Hew (2017b)	ทดลอง	คณิตศาสตร์	4 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 1. นักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ 13 คน 2. นักเรียนกลุ่มเก่ง 24 คน	มัธยมศึกษา	นักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ - คะแนนก่อนเรียน 2.77 ± 1.79 - คะแนนหลังเรียน 5.85 ± 2.41 นักเรียนกลุ่มเก่ง - คะแนนก่อนเรียน 2.00 ± 1.77 - คะแนนหลังเรียน 8.08 ± 3.03
Lo, Lie, and Hew (2018)	ทดลอง	คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ ภาษาจีน และเทคโนโลยีและการสื่อสาร	10 - 14 สัปดาห์	จำนวน 4 รายวิชา 1. คณิตศาสตร์ กลุ่มทดลอง 28 คน กลุ่มควบคุม 27 คน 2. ฟิสิกส์ กลุ่มทดลอง 119 คน กลุ่มควบคุม 125 คน 3. ภาษาจีน กลุ่มทดลอง 12 คน กลุ่มควบคุม 12 คน	มัธยมศึกษา	คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 1. คณิตศาสตร์ กลุ่มทดลอง 22.07 ± 4.35 กลุ่มควบคุม 18.93 ± 4.25 2. ฟิสิกส์ (t-score) กลุ่มทดลอง 52.14 ± 17.09 กลุ่มควบคุม 47.38 ± 15.32 3. ภาษาจีน กลุ่มทดลอง 83.46 ± 13.95 กลุ่มควบคุม 71.17 ± 9.65

ผู้แต่ง (ปีที่แต่ง)	รูปแบบงานวิจัย	รายวิชา / สาขาวิชา	ระยะเวลาทำการวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ระดับ	ผลการวิจัยหลัก
				4. เทคโนโลยีและการสื่อสาร กลุ่มทดลอง 11 คน กลุ่มควบคุม 11 คน		4. เทคโนโลยีและการสื่อสาร กลุ่มทดลอง 61.00 ± 13.16 กลุ่มควบคุม 60.04 ± 12.61
P.E., Hackett, and Estrada (2015)	ทดลอง	กลศาสตร์ของวัสดุ	5 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 15 คน กลุ่มควบคุม 11 คน	อุดมศึกษา	ผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง (0.46 ± 0.20) มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม (0.36 ± 0.14)
Lin et al. (2017)	ทดลอง	อุบัติเหตุทางตา (ocular trauma) และโรคต้อหิน (glaucoma)	1 ภาคเรียน	กลุ่มทดลอง 22 คน กลุ่มควบคุม 22 คน	อุดมศึกษา	ผลการสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านสามารถพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์และการทำงานเป็นทีมของนักเรียนได้ดีกว่ารูปแบบการสอนปกติ ทั้งนี้พบว่าครูและนักเรียนพึงพอใจกับการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมากกว่า

ผู้แต่ง (ปีที่แต่ง)	รูปแบบงานวิจัย	รายวิชา / สาขาวิชา	ระยะเวลาทำการวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ระดับ	ผลการวิจัยหลัก
Tang et al. (2017)	ทดลอง	อุบัติเหตุทางตา (An ocular trauma module)	50 ชั่วโมง	กลุ่มทดลอง 48 คน กลุ่มควบคุม 47 คน	อุดมศึกษา	นักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีความเห็นว่าการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน ทำให้เข้าใจบทเรียนมากขึ้น เพิ่มทักษะการสื่อสาร และทักษะการวินิจฉัย อย่างไรก็ตามนักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ไม่ชอบการเรียนการสอนด้วยรูปแบบนี้ เนื่องจากสร้างภาระและแรงกดดันแก่นักเรียนมากกว่ารูปแบบการสอนปกติ
Rui et al. (2017)	ทดลอง	คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG)	1 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 90 คน กลุ่มควบคุม 91 คน	อุดมศึกษา	คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (8.72 ± 1.01) มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม (8.03 ± 1.01)
Shiau et al. (2018)	ทดลอง	ระบาดวิทยาเบื้องต้น (introductory epidemiology)	1 ภาคเรียน	กลุ่มทดลอง 78 คน กลุ่มควบคุม 72 คน	อุดมศึกษา	ผลการสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบการ

ผู้แต่ง (ปีที่แต่ง)	รูปแบบงานวิจัย	รายวิชา / สาขาวิชา	ระยะเวลาทำการวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ระดับ	ผลการวิจัยหลัก
						เรียนที่ยืดหยุ่นกว่า นักเรียนสามารถเรียนในสถานที่และเวลาที่ต้องการได้
Aidinopoulou and Sampson (2017)	ทดลอง	ประวัติศาสตร์	2 ภาคเรียน	กลุ่มทดลอง 26 คน กลุ่มควบคุม 23 คน	ประถมศึกษา	นักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนใกล้เคียงกัน แต่นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการคิดเชิงประวัติศาสตร์ที่ดีกว่า
นิชาภา บุรีกาญจน์ (2556)	ทดลอง	สุขศึกษา	12 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน	มัธยมศึกษาตอนต้น	1) ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสุขศึกษาของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสุขศึกษาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่ระดับ .05

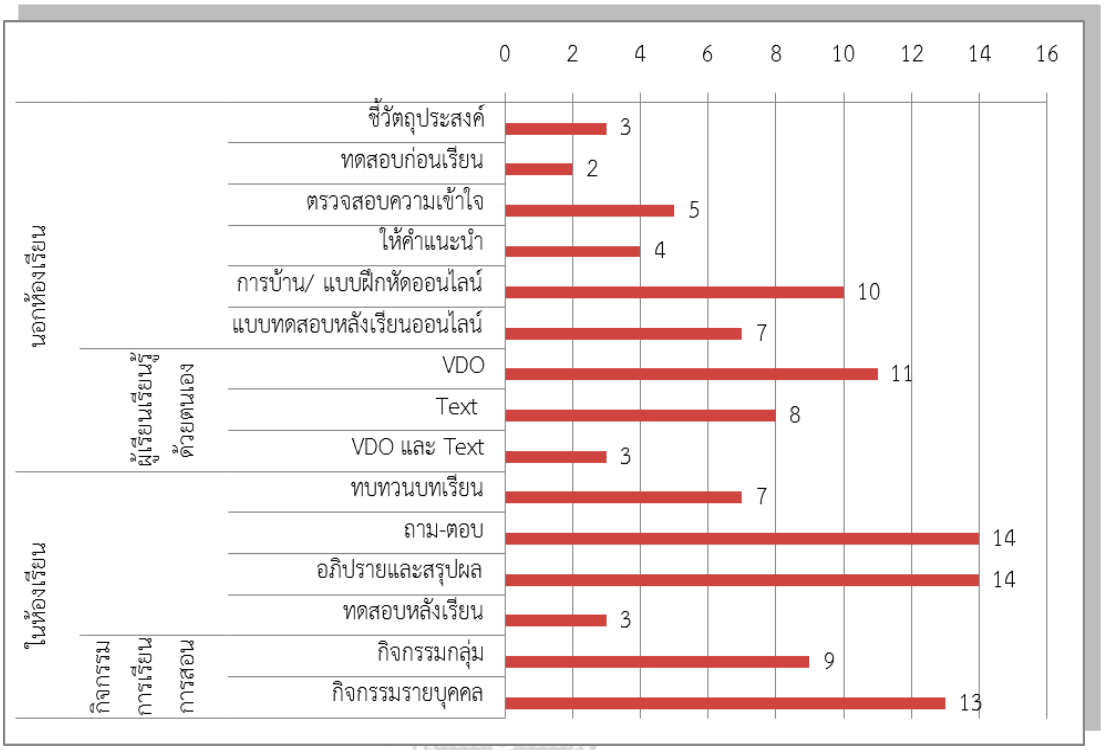
ผู้แต่ง (ปีที่แต่ง)	รูปแบบงานวิจัย	รายวิชา / สาขาวิชา	ระยะเวลาทำการวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ระดับ	ผลการวิจัยหลัก
Hung (2014)	ทดลอง	ภาษาอังกฤษ	8 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 25 คน กลุ่มควบคุม 25 คน	อุดมศึกษา	การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยให้นักเรียนบรรลุผล และมีทัศนคติที่ดีต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเองมากกว่าการเรียนในรูปแบบปกติ
Wu, Hsieh, and Yang (2016)	ทดลอง	ภาษาอังกฤษ	16 สัปดาห์	กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มเดียวกัน 50 คน	อุดมศึกษา	การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยเพิ่มช่องทางการเรียนรู้ของผู้เรียน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนต่อกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน
Alsowat (2016)	ทดลอง	ภาษาอังกฤษ	10 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 33 คน กลุ่มควบคุม 34 คน	อุดมศึกษา	นักเรียนกลุ่มทดลองมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนและมีความพึงพอใจมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม
Ahmad (2016)	ทดลอง	ภาษาอังกฤษ	12 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 34 คน	อุดมศึกษา	t – test ของคะแนนสอบก่อนเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 7.559 ± 3.886

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้แต่ง (ปีที่แต่ง)	รูปแบบงานวิจัย	รายวิชา / สาขาวิชา	ระยะเวลาทำการวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ระดับ	ผลการวิจัยหลัก
นะโอะโกะ โยะฌิดะ และทนพร ตรีรัตน์สกุลชัย (2558)	ทดลอง	ภาษาญี่ปุ่น	1 ภาคเรียน	กลุ่มทดลอง 35 คน กลุ่มควบคุม 33 คน	อุดมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ไม่มีพื้นฐานภาษาญี่ปุ่นของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
Kim, Park, Jang, and Nam (2017)	ทดลอง	ภาษาเกาหลี	12 สัปดาห์	กลุ่มทดลอง 26 คน กลุ่มควบคุม 25 คน	อุดมศึกษา	นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการวิเคราะห์เชิงลึก ทักษะการคิดขั้นสูงมากกว่า และสามารถสร้างองค์ความรู้ฝังลึกได้ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม
Lo, Hew, and Chen (2017)	การวิเคราะห์อภิมาน และสังเคราะห์	คณิตศาสตร์	–	21 งานวิจัย	ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 6	กรอบแนวคิดการใช้ห้องเรียนกลับด้านในวิชาคณิตศาสตร์

ผู้แต่ง (ปีที่แต่ง)	รูปแบบงานวิจัย	รายวิชา / สาขาวิชา	ระยะเวลาทำการวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ระดับ	ผลการวิจัยหลัก
Lo and Hew (2017a)	การวิเคราะห์อภิมาน และสังเคราะห์	คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี วิศวกรรม คอมพิวเตอร์ ภาษาอังกฤษ และภาษาจีน	–	15 งานวิจัย	ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 6	กรอบแนวคิดการใช้ห้องเรียนกลับด้านและแนวทางการใช้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน 10 ข้อ
ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และณมน จีรังสุวรรณ (2558)	สังเคราะห์	คอมพิวเตอร์	–	–	อุดมศึกษา	กรอบแนวคิดการใช้ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กิจกรรม WebQuest เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด (4.70 ± 0.49)

3) ตรวจสอบและวิเคราะห์ขั้นตอนและกิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านของ 22 งานวิจัย



แผนภาพที่ 4 แสดงความถี่ของกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ ในการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จากงานวิจัยอ้างอิง 22 งานวิจัย

จากการศึกษาขั้นตอนและกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจากงานวิจัยอ้างอิง พบว่างานวิจัยอ้างอิงทั้ง 22 งานวิจัย ประกอบด้วยขั้นตอนของการเรียนการสอนที่เหมือนกัน และใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่คล้ายคลึงกัน

ขั้นตอนการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเรียนนอกห้องเรียน และการเรียนการสอนในห้องเรียน ซึ่งในคาบแรกของการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ๆ จะต้องมีการทำความเข้าใจ ลักษณะการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านให้ผู้เรียนได้เข้าใจก่อนเสมอ ส่วนกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าแต่ละงานวิจัยมีการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่คล้ายคลึงกัน ดังจะเห็นได้จากแผนภาพที่ 4 ที่จะเห็นได้ว่า ในส่วนของการเรียนนอกห้องเรียน งานวิจัยส่วนใหญ่ให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองในลักษณะที่คล้ายกันคือ ให้ผู้เรียนดู VDO หรืออ่านเอกสารออนไลน์ หลังจากนั้นมีการมอบหมายภาระงาน โดยอาจเป็นแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับบริบทของบทเรียนนั้น ๆ ในส่วนของการเรียนการสอนในห้องเรียน พบว่ามีการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ค่อนข้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

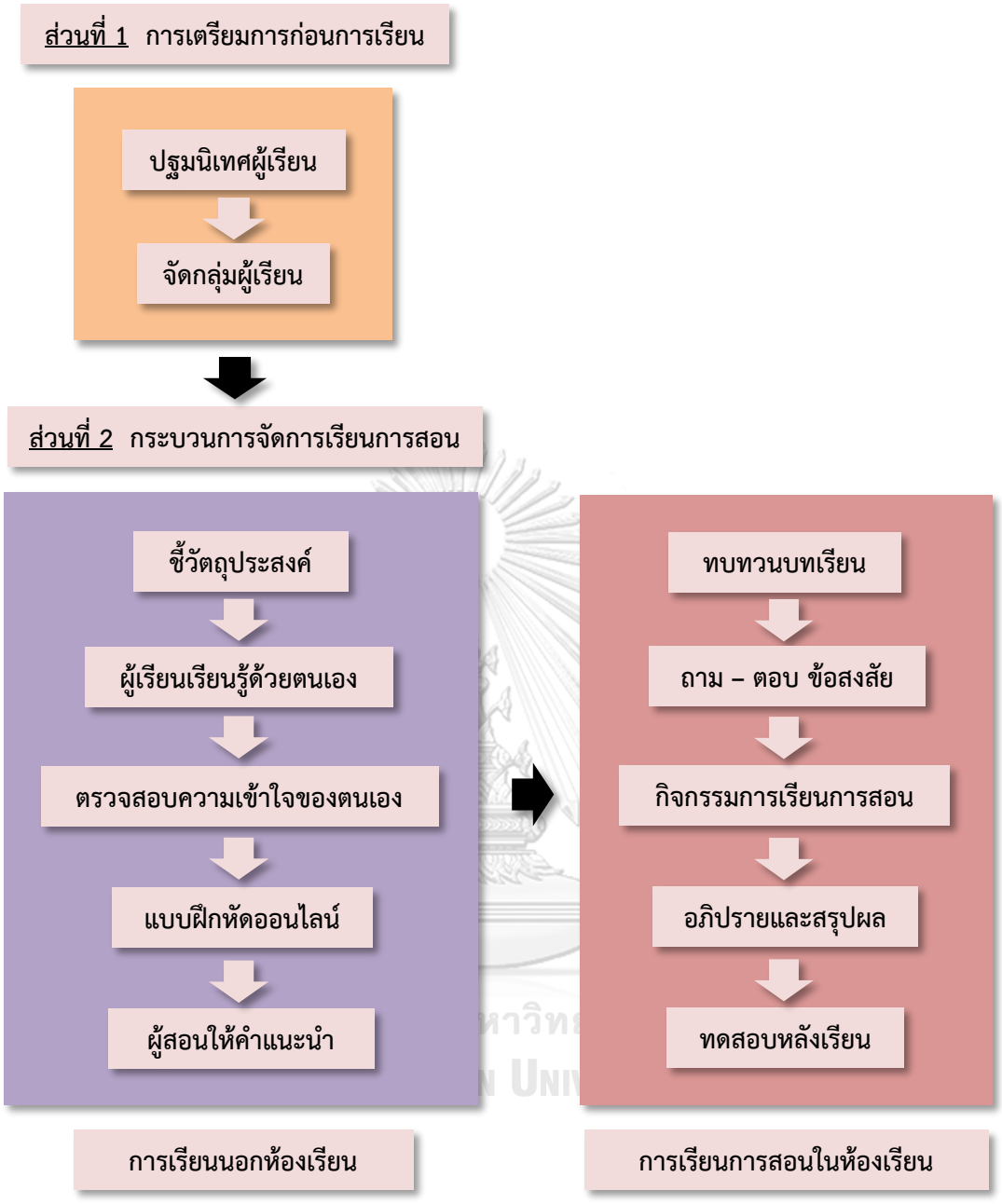
หลากหลาย แต่มีข้อสังเกตว่า เกือบทุกงานวิจัยจะต้องมีการทบทวนบทเรียน และตอบข้อสงสัยของนักเรียน ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบเสมอ

ผู้วิจัยพิจารณาความถี่และรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในงานวิจัยอ้างอิงทั้ง 22 งานวิจัย วิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดการใช้ห้องเรียนกลับด้านในรายวิชาเคมี โดยผู้วิจัยพบว่าแต่ละขั้นตอนหรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่งานวิจัยอ้างอิงเลือกใช้ ล้วนมีความสำคัญและเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านประสบผลสำเร็จ ตัวอย่างเช่น ขั้นการชี้วัตถุประสงค์ ที่ใช้ใน 3 งานวิจัยอ้างอิง เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนนั้น ๆ ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีเป้าหมาย และสามารถตรวจสอบตนเองได้ว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ นำไปสู่การแก้ไขและพัฒนาตนเองในลำดับต่อไป หรือขั้นการทบทวนบทเรียนที่ใช้ใน 7 งานวิจัย และการถามตอบข้อสงสัยที่ใช้ใน 14 งานวิจัย ซึ่งใช้เป็นขั้นเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนก่อนการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนคลายข้อสงสัยที่อาจเกิดจากการเรียนด้วยตนเองนอกห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนเบื้องต้นมากขึ้น ก่อนที่ผู้สอนจะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนซึ่งอาจเป็นเนื้อหาที่มีความยากมากขึ้น นอกจากนี้ขั้นตอนย่อยอื่น ๆ ก็มีความสำคัญในแง่ต่าง ๆ เช่นเดียวกัน

4) สร้างแนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัย

จากการวิเคราะห์ในข้อ 3) ทำให้ทราบว่าแต่ละขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอนที่งานวิจัยอ้างอิงเลือกใช้ ล้วนมีความสำคัญและเป็นส่วนหนึ่งทำให้การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงนำขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมดที่งานวิจัยอ้างอิงเลือกใช้ มาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดการใช้ห้องเรียนกลับด้านในรายวิชาเคมี โดยนำขั้นการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมดมาเรียบเรียงเป็นขั้นตอนที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงการพัฒนาและส่งเสริมผู้เรียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และความเหมาะสมในบริบทของการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี ได้เป็นแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้าน ดังแผนภาพที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนภาพที่ 5 แนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

จากแผนภาพที่ 5 แนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านที่สังเคราะห์ได้ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การเตรียมการก่อนการจัดการเรียนการสอน และกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยในส่วนของการเตรียมการก่อนการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ 1) ปฐมนิเทศผู้เรียน และ 2) จัดกลุ่มผู้เรียน ในส่วนของกระบวนการจัดการเรียนการสอนประกอบไปด้วย 2 ส่วนย่อย ได้แก่ การเรียนนอกห้องเรียน และการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยส่วนของการเรียนการสอนนอกห้องเรียนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ชี้วัตถุประสงค์ 2) ผู้เรียน

เรียนรู้ด้วยตนเอง 3) ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจด้วยตนเอง 4) แบบฝึกหัดออนไลน์ และ 5) ผู้สอนให้คำแนะนำ และส่วนของการเรียนการสอนในห้องเรียนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ทบทวนบทเรียน 2) ถาม-ตอบข้อสงสัย 3) กิจกรรมการเรียนการสอน 4) อภิปรายและสรุปผล และ 5) ทดสอบหลังเรียน โดยรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการเรียนการสอน สามารถแจกแจงได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 การเตรียมการก่อนการเรียน

1) ปฐมนิเทศผู้เรียน โดยครูผู้สอนชี้แจงลักษณะการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ขั้นตอนการเรียนการสอนที่ครูกำหนด และบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในแต่ละขั้นของการเรียน

2) จัดกลุ่มผู้เรียน โดยการแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน แล้วจัดกลุ่มตามความเหมาะสมเพื่อเตรียมการในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

ส่วนที่ 2 กระบวนการจัดการเรียนการสอน

การเรียนนอกห้องเรียน

1) ชี้วัตถุประสงค์ โดยครูผู้สอนแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงหัวข้อเนื้อหาของการเรียนนอกห้องเรียนในแต่ละครั้ง

2) นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจากวิดีโอการสอนที่ครูผู้สอนจัดทำ/จัดหาให้ หรือวิดีโอจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ที่นักเรียนสนใจ

3) นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง โดยประเมินความรู้ความเข้าใจเทียบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำให้ทราบจุดประสงค์ที่เข้าใจแล้ว และยังเข้าใจไม่แจ่มแจ้ง โดยนักเรียนสามารถศึกษาวิดีโอการสอนเพิ่มเติมในส่วนที่ยังเข้าใจไม่สมบูรณ์ได้

4) ทำแบบฝึกหัดออนไลน์ เพื่อฝึกทักษะ/เสริมความเข้าใจ

5) ครูผู้สอนให้คำแนะนำ โดยจัดให้มีช่องทางที่นักเรียนสามารถสอบถามข้อสงสัยกับครูผู้สอนระหว่างการเรียนนอกห้องเรียนได้ เช่น แอปพลิเคชันไลน์ เฟสบุ๊ค เป็นต้น

การเรียนการสอนในห้องเรียน

1) ทบทวนบทเรียน โดยครูผู้สอนสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา (ที่นักเรียนเรียนนอกห้องเรียน) เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นถัดไป

2) ถาม–ตอบ ข้อสงสัย โดยครูผู้สอนอธิบายข้อสงสัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนนอกห้องเรียน

3) กิจกรรมการเรียนการสอน โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด อาจเป็นการจัดการเรียนการสอนในส่วนของเนื้อหาที่ลึกซึ้งมากขึ้น หรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการทดลอง ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

4) อภิปรายและสรุปผล โดยครูผู้สอนและนักเรียนสรุปสาระสำคัญของกิจกรรมการเรียนการสอนในคาบนั้น ๆ ร่วมกัน และครูผู้สอนอธิบายข้อสงสัยต่าง ๆ ของนักเรียน

5) ทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนและครูในแต่ละขั้นตอนของการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 แสดงบทบาทของนักเรียนและครูในแต่ละขั้นของการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

ขั้นที่	การดำเนินการ	บทบาท	
		นักเรียน	**ครู**
1	1) ปฐมนิเทศผู้เรียน	- รับทราบข้อมูล - ทำความเข้าใจ	- ชี้แจงลักษณะและขั้นตอนของการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (flipped classroom) - สร้างกลุ่มในแอปพลิเคชันไลน์ (LINE) - นัดหมายช่วงเวลาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ขณะนักเรียนเรียนนอกห้องเรียน
	2) จัดกลุ่มผู้เรียน	- ทำ **แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน**	- จัดสอบวัดความรู้พื้นฐานเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน
2.1	1) ชี้วัตถุประสงค์	- รับทราบข้อมูล - ทำความเข้าใจ	- แจ้งหัวข้อและรายละเอียดของเนื้อหาอย่างคร่าว ๆ - แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้
	2) ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง	- ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง	- แจ้งแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อย่างเพียงพอและหลากหลาย - แหล่งข้อมูลหลัก - แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่	การดำเนินการ	บทบาท	
		นักเรียน	ครู
	3) ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง	- ตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ครั้งที่ 1 โดยให้บันทึกลงในใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	
	4) แบบฝึกหัดออนไลน์	- ทำ **แบบฝึกหัดออนไลน์** - สรุปความรู้รวบยอดลงในใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล - ตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ครั้งที่ 2 โดยให้บันทึกลงในใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	- ส่งลิงก์ **แบบฝึกหัดออนไลน์**
	5) ผู้สอนให้คำแนะนำ	- ซักถามข้อสงสัยจากครูผู้สอน ตามช่วงเวลาที่นัดหมายไว้กับครู	- เป็นที่ปรึกษาให้แก่นักเรียนตามช่วงเวลาที่นัดหมายไว้กับนักเรียน
2.2	1) ทบทวนบทเรียน	- ร่วมกันสรุปสาระสำคัญ - ทำความเข้าใจ	- สรุปสาระสำคัญ
	2) ถาม – ตอบ ข้อสงสัยจากการเรียนนอกห้องเรียน	- ซักถามข้อสงสัยต่าง ๆ - ทำความเข้าใจ	- อธิบายอย่างละเอียดในส่วนของเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือยังสงสัย
	3) กิจกรรมการเรียนการสอน	- ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูกำหนด - กิจกรรมกลุ่ม - กิจกรรมรายบุคคล	- จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียน - เข้าใจบทเรียนมากขึ้น - เพิ่มพูนความรู้เชิงลึก/เชิงบูรณาการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่	การดำเนินการ	บทบาท	
		นักเรียน	ครู
		- ร่วมกันสรุปสาระสำคัญของกิจกรรม - ซักถามข้อสงสัยต่าง ๆ - ทำความเข้าใจ	- พัฒนาทักษะที่ควรชำนาญ เช่น ทักษะการทดลอง ทักษะการคำนวณโจทย์ปัญหา - สรุปสาระสำคัญของกิจกรรม - ตอบข้อซักถามของนักเรียน
	4) อภิปรายและสรุปผล	- ร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียน - ความรู้พื้นฐาน - ความรู้เชิงลึก/เชิงบูรณาการ - ตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ครั้งที่ 3 โดยให้บันทึกลงใน<u>ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล</u> และส่งใบบันทึกแก่ครูผู้สอน	- สรุปสาระสำคัญของบทเรียน - ความรู้พื้นฐาน - ความรู้เชิงลึก/เชิงบูรณาการ
	5) ทดสอบหลังเรียน	- ทำ **แบบทดสอบหลังเรียน**	- สรุปคะแนนหลังเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นของการเรียนการสอน

ขั้นที่	การดำเนินการ	สิ่งที่ใช้ / เครื่องมือ	ช่วงเวลาในการดำเนินการ
1	1) ปฐมนิเทศผู้เรียน	- เอกสารชี้แจงลักษณะและขั้นตอนของการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (flipped classroom) - แอปพลิเคชันไลน์ (LINE)	คาบแรกของการเรียน
	2) จัดกลุ่มผู้เรียน	- แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน	
2.1	1) ชี้วัตถุประสงค์	- แอปพลิเคชันไลน์ (LINE)	วันเสาร์ - อาทิตย์
	2) ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง	- แหล่งข้อมูลออนไลน์ - แหล่งข้อมูลที่จัดทำขึ้นเอง - แหล่งข้อมูลออนไลน์สาธารณะ - แอปพลิเคชันไลน์ (LINE)	
	3) ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง	- ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	
	4) แบบฝึกหัดออนไลน์	- แบบฝึกหัดออนไลน์ในกูเกิลฟอร์ม (Google Form) - ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	
	5) ผู้สอนให้คำแนะนำ	- แอปพลิเคชันไลน์ (LINE)	
2.2	1) ทบทวนบทเรียน	- แผนการจัดการเรียนรู้	ในคาบเรียน
	2) ถาม – ตอบ ข้อสงสัยจากการเรียนนอกห้องเรียน	- แผนการจัดการเรียนรู้	
	3) กิจกรรมการเรียนการสอน	- แผนการจัดการเรียนรู้ - สื่อการสอน	
	4) อภิปรายและสรุปผล	- ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	
	5) ทดสอบหลังเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน	หลังจากจบบทเรียนหนึ่ง ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ตรวจสอบคุณภาพแนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

4.1 นำแนวทางห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาและความถูกต้องในการใช้ภาษา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4.2 นำแนวทางห้องเรียนกลับด้าน ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม

ประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert, 1967) คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อยและเหมาะสมน้อยที่สุด

ระดับคะแนน	ระดับความเหมาะสม
5	เหมาะสมมากที่สุด
4	เหมาะสมมาก
3	เหมาะสมปานกลาง
2	เหมาะสมน้อย
1	เหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วนำคะแนนเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญมาแปลผลตามเกณฑ์ (Likert, 1967) ดังนี้

4.51 - 5.00	หมายความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายความว่า	เหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	หมายความว่า	เหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมคือถ้าค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าแนวทางห้องเรียนกลับด้านที่สังเคราะห์ได้มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน พบว่าไม่มีขั้นตอนหรือส่วนใดที่ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าควรปรับแก้ โดยแนวทางห้องเรียนกลับด้านที่สร้างขึ้นมีคะแนนความเหมาะสมเท่ากับ 4.78 ระดับความเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในระยะที่ 2 ต่อไปได้

ระยะที่ 2 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี

1) นำแนวทางห้องเรียนกลับด้านมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 16 แผน ได้แก่ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ จำนวน 8 แผน และเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 8 แผน แผนการจัดการเรียนรู้ละ 2 ชั่วโมง และจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้นเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

<u>ส่วนที่ 1</u> ส่วนนำ ประกอบด้วยรายละเอียดทั่วไป ได้แก่ ประเภทวิชา สาขาวิชา รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ จุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา

<u>ส่วนที่ 2</u> โครงสร้างการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา และการกำหนดหน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้

<u>ส่วนที่ 3</u> แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1.2 สื่อวิดีทัศน์และบทสนทนา ในหัวข้อเรื่องพันธะโคเวเลนต์ และปริมาณสารสัมพันธ์

2) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.1 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้น ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมด้วยแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert, 1967) คือ แบบทดสอบมีความเหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อยและเหมาะสมน้อยที่สุด

<u>ระดับคะแนน</u>	<u>ระดับความเหมาะสม</u>
5	เหมาะสมมากที่สุด
4	เหมาะสมมาก
3	เหมาะสมปานกลาง
2	เหมาะสมน้อย
1	เหมาะสมน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 นำคะแนนเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญมาแปลผลตามเกณฑ์ (Likert, 1967) ดังนี้

4.51 - 5.00	หมายความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายความว่า	เหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	หมายความว่า	เหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมคือถ้าค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่สังเคราะห์ได้มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ จำนวน 8 แผน ระยะเวลา 16 ชั่วโมง มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 8 แผน ระยะเวลา 16 ชั่วโมง มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3) สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณ (ใช้คัดเลือกนักเรียนกลุ่มอ่อน) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความพึงพอใจของนักเรียน โดยมีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หนังสือ วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่กำลังทำการวิจัยและนำมาสร้างเครื่องมือ

3.2 สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 ตรวจสอบค่าความตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability) ของเครื่องมือ ดังนี้

ตรวจสอบค่าความตรง (Validity)

การหาค่าความตรง (Validity) เป็นการหาความตรงเชิงเนื้อหา แนวคิด สำนวนภาษา และการใช้ข้อความที่เป็นการแสดงความคิดเห็น โดยนำเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปสอบถาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคำถามในแต่ละข้อ ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ จากนั้นจึงมาแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อดำเนินการในขั้นต่อไป

1) นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความตรงของเนื้อหา

2) นำเครื่องมือที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแล้วมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Congruency) (ยุทธพงษ์ กัยวรรณ์, 2543) โดยคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาใช้ ส่วนข้อที่มีค่า IOC น้อยกว่า 0.5 นำมาปรับปรุงให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

การแปลความหมายของคะแนนที่ได้

+1 เมื่อแน่ใจว่ามีความเหมาะสม

0 เมื่อไม่แน่ใจ

-1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสม

<u>ตรวจสอบค่าความเที่ยง (Reliability)</u>

การหาความเที่ยง (Reliability) ผู้วิจัยจะหาค่าความเชื่อมั่นโดยการนำเครื่องมือที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบ (Try Out) กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเคยเรียนในรายวิชาเคมี ในหัวข้อเรื่องพันธะโคเวเลนต์และปริมาณสารสัมพันธ์มาแล้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 10 คน เพื่อหาค่าความเที่ยงของเครื่องมือ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติหาค่าความเที่ยงโดยวิธีการของครอนบาค (ยุทธพงษ์ กัยวรรณ์, 2543)

<u>ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล</u>

1. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.26-0.68 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.30-0.52 ค่าความตรงอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ชุด ชุดละ 20 ข้อ

- ชุดที่ 1 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ 1 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.24-0.66 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.29-0.52 ค่าความตรงอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

- ชุดที่ 2 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ 2 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.27-0.69 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.26-0.56 ค่าความตรงอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

- ชุดที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.28-0.63 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.27-0.57 ค่าความตรงอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

- ชุดที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.27-0.67 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.24-0.56 ค่าความตรงอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ท (Likert Scale) จำนวน 13 ข้อ มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00

4) เก็บข้อมูล

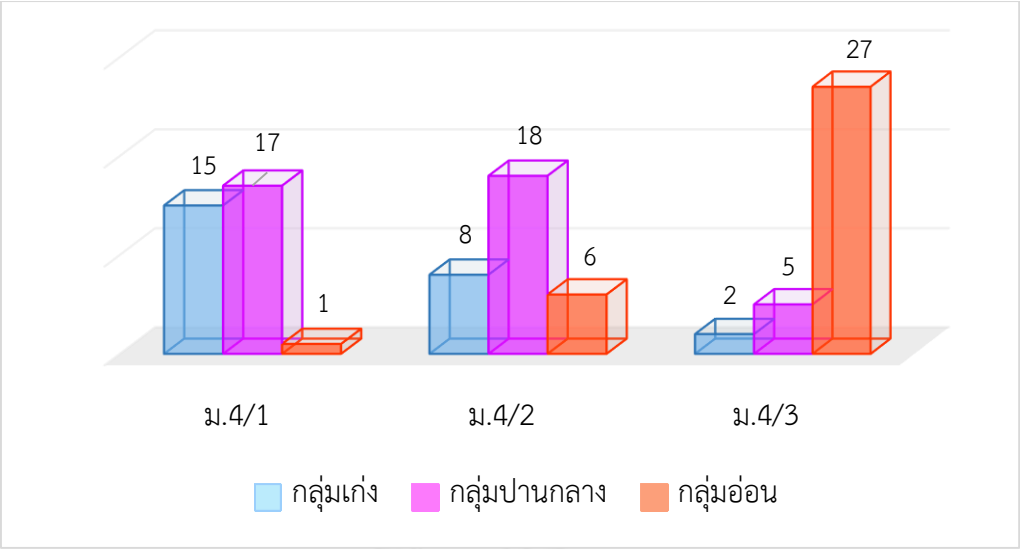
4.1 ทดสอบนักเรียนเพื่อคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (กลุ่มอ่อน) ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 ใช้แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณ ทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 4/2 และ 4/3 จากนั้นนำคะแนนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ เพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 80% ขึ้นไป จัดอยู่ในกลุ่มเก่ง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 60% ขึ้นไป แต่ต่ำกว่า 80% จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง และนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่า 60% จัดอยู่ในกลุ่มอ่อน ผลการแบ่งดังแสดงในตารางที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5 แสดงการแบ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1-4/3 เป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

กลุ่ม	ม.4/1		ม.4/2		ม.4/3		รวม
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
กลุ่มเก่ง	15	60.00	8	25.00	2	5.88	25
กลุ่มปานกลาง	17	32.00	18	56.25	5	14.71	40
กลุ่มอ่อน	1	8.00	6	18.75	27	79.41	34
รวม	**33**	**100.00**	**32**	**100.00**	**34**	**100.00**	**99**



แผนภาพที่ 6 กราฟแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 4/2 และ 4/3

4.1.3 เลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (นักเรียนกลุ่มอ่อน) เป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ

4.2 จัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เป็นจำนวน 4 รอบ โดยในแต่ละรอบ จะมีการวิเคราะห์และประเมินผลการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ดังนี้

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (นักเรียนกลุ่มอ่อน) กับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และร้อยละ แล้วจึงแปลผลร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

ร้อยละ 76 – 100 หมายถึง มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ในระดับสูงมาก

ร้อยละ 51 – 75 หมายถึง มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ในระดับสูง

ร้อยละ 26 – 50 หมายถึง มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลาง

ร้อยละ 0 – 25 หมายถึง มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ในระดับน้อย

4.2.2 ความพึงพอใจของนักเรียน

วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านของนักเรียน โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วจึงแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจตามเกณฑ์ (สมบัติ การจนารักพงศ์, 2545) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ระยะที่ 3 เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

วิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยในระยะที่ 2 เพื่อสรุปแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี

ตอนที่ 2 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี

ตอนที่ 3 เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

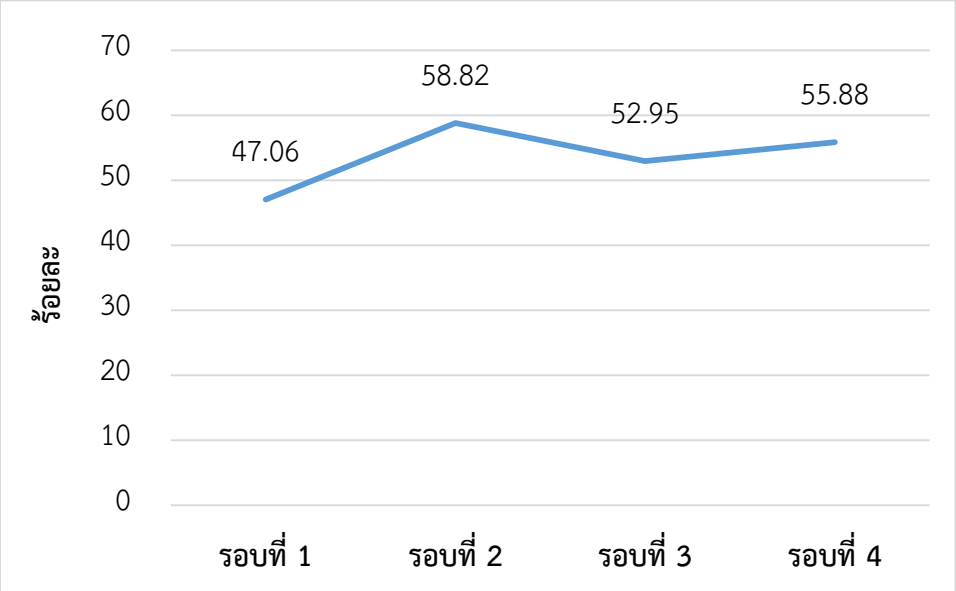
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านจำนวน 34 คน จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และประเมินระดับการผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับเกณฑ์ร้อยละ 60 และประเมินระดับการผ่านเกณฑ์ (n = 34)

รอบ	นักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60		ระดับการผ่านเกณฑ์
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
รอบที่ 1	16	47.06	ปานกลาง
รอบที่ 2	20	58.82	สูง
รอบที่ 3	18	52.95	สูง
รอบที่ 4	19	55.88	สูง
เฉลี่ย	**18.25**	**53.68**	**สูง**



แผนภาพที่ 7 ร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ในแต่ละรอบ

จากตารางที่ 6 พบว่ามีนักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ในรอบที่ 1-4 จำนวน 16, 20, 18 และ 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.06, 58.82, 52.95 และ 55.88 ระดับการผ่านเกณฑ์ ระดับปานกลาง, ระดับสูง, ระดับสูง และระดับสูง ตามลำดับ โดยเฉลี่ยทั้ง 4 รอบ มีนักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 คิดเป็นร้อยละ 53.68 ระดับการผ่านเกณฑ์ ระดับสูง

ตอนที่ 2 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี

ผู้วิจัยสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี โดยสอบถามความพึงพอใจใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านกระบวนการและขั้นตอน และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งค่าความพึงพอใจและระดับความพึงพอใจของทั้ง 4 รอบ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในแต่ละรอบ

รอบที่	ความพึงพอใจ						
	ด้านกระบวนการและขั้นตอน		ด้านกิจกรรมการเรียนรู้		เฉลี่ยรวม		ระดับ
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
1	4.13	0.76	4.01	0.70	4.06	0.72	มาก
2	4.17	0.73	4.11	0.73	4.13	0.73	มาก
3	4.14	0.76	4.09	0.74	4.10	0.75	มาก
4	4.19	0.60	4.18	0.67	4.18	0.64	มาก

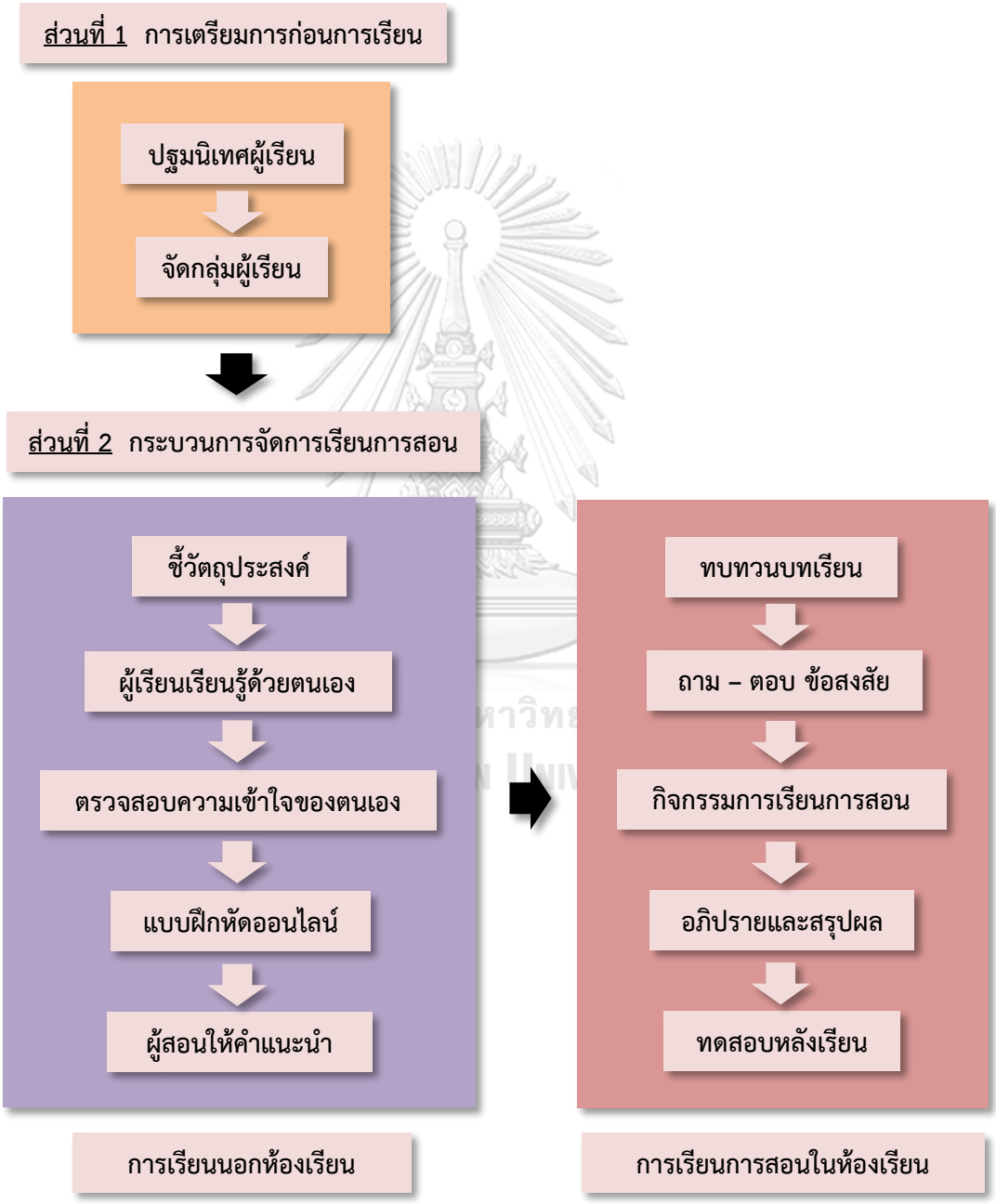
จากตารางที่ 7 พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมีในรอบที่ 1-4 มีความพึงพอใจเฉลี่ยในด้านกระบวนการและขั้นตอน เท่ากับ 4.13, 4.17, 4.14 และ 4.19 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจเฉลี่ยในด้านกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 4.01, 4.11, 4.09 และ 4.18 ตามลำดับ

เมื่อนำคะแนนความพึงพอใจในทั้ง 2 ด้านมารวมกัน พบว่าในรอบที่ 1-4 นักเรียนมีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.06, 4.13, 4.10 และ 4.18 ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่าคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการสอน และจากการประเมินระดับความพึงพอใจพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทั้ง 4 รอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จากการทดลองใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี ทั้ง 4 รอบ ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ได้ดังนี้



แผนภาพที่ 8 แนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

แนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้ ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การเตรียมการก่อนการจัดการเรียนการสอน และกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยในส่วนของกระบวนการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย 2 ส่วนย่อย ได้แก่ การเรียนนอกห้องเรียน และการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยขั้นตอนการเรียนการสอนในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การเตรียมการก่อนการเรียน

1) ปฐมนิเทศ เพื่อทำความรู้จักและสร้างความคุ้นเคยระหว่างครูกับนักเรียน ทำความเข้าใจกับนักเรียน เรื่องคะแนน เวลาเรียน ระเบียบปฏิบัติ และกติกาในการเรียนวิชาเคมี รวมถึงข้อปฏิบัติ และข้อควรระวังในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยครูผู้สอนควรชี้แจงลักษณะการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ขั้นตอนการเรียนการสอนที่ครูกำหนด และบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในแต่ละขั้นของการเรียน โดยอาจทำเป็นใบความรู้เพื่อชี้แจงลักษณะและขั้นตอน รวมถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเตรียมตัวล่วงหน้า และมีความพร้อมในการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านในคาบต่อไป

2) จัดกลุ่มผู้เรียน วิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง เช่น วิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีในภาคการเรียนที่ผ่านมา หรือใช้ผลการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานวิชาเคมีที่ครูผู้สอนจัดทำขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อแบ่งผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่มนักเรียนตามความเหมาะสม โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อเตรียมการในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 2 กระบวนการจัดการเรียนการสอน

การเรียนนอกห้องเรียน

1) ชี้วัตถุประสงค์ ครูผู้สอนแจ้งหัวข้อเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยควรมีการแจ้งในทุกครั้ง ก่อนการมอบหมายให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองนอกห้องเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนทราบว่าหลังจากที่นักเรียนดูวิดีโอการสอนและทำความเข้าใจด้วยตนเองแล้ว นักเรียนควรมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องใด และอย่างไรบ้าง ทำให้นักเรียนดูวิดีโอการสอนและทำความเข้าใจอย่างมีเป้าหมาย

2) นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจากวิดีโอการสอนที่ครูผู้สอนจัดทำ/จัดหาให้ หรือวิดีโอจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ที่นักเรียนสนใจ โดยสำหรับวิดีโอการสอนที่ครูผู้สอนจัดทำขึ้นเองควรจัดทำให้น่าสนใจ และเข้าใจง่าย เนื้อหาที่จัดเตรียมลงไปไม่ควรเป็นเนื้อหาที่ยากจนเกินไป โดยควรเป็นความรู้พื้นฐานของบทเรียนนั้น ๆ ส่วนระยะเวลาของวิดีโอการสอนหนึ่ง ๆ ควรอยู่ในช่วง 12

– 18 นาที นอกจากนี้เพื่อป้องกันนักเรียนไม่ศึกษาวิดีโอการสอนด้วยตนเองมาก่อน ครูผู้สอนอาจกำหนดช่วงเวลาอย่างกว้าง ๆ เพื่อให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ตามช่วงเวลาที่กำหนด

3) นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง โดยประเมินความรู้ความเข้าใจเทียบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล โดยในใบบันทึกนี้มีการระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ของการเรียนในครั้งนั้น ๆ เป็นข้อ ๆ เมื่อนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองแล้ว จะให้นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจลงในใบบันทึก ซึ่งมีระดับการประเมิน 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 4 มีความรู้ความเข้าใจสูงมาก ระดับ 3 มีความรู้ความเข้าใจสูง ระดับ 2 มีความรู้ความเข้าใจปานกลาง และระดับ 1 มีความรู้ความเข้าใจต่ำ โดยเมื่อนักเรียนทำการประเมินแล้ว จะทำให้ทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตนเองเข้าใจแล้ว และที่ยังเข้าใจไม่แจ่มแจ้ง ซึ่งในส่วนที่ยังเข้าใจไม่แจ่มแจ้งนั้น นักเรียนสามารถศึกษาวิดีโอการสอนเพิ่มเติมจนเข้าใจมากขึ้นได้

4) ทำแบบฝึกหัดออนไลน์ เพื่อฝึกทักษะ/เสริมความเข้าใจ โดยควรเป็นแบบฝึกหัดที่นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบและวิธีทำที่ถูกต้องได้ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบว่าตนเองทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้องมากน้อยเพียงใด หากมีข้อที่ไม่เข้าใจหรือทำผิด ก็สามารถทำความเข้าใจวิธีทำที่ถูกต้องได้ด้วยตนเองโดยทันที

5) ครูผู้สอนให้คำแนะนำ โดยจัดให้มีช่องทางที่นักเรียนสามารถสอบถามข้อสงสัยกับครูผู้สอนระหว่างการเรียนนอกห้องเรียน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนสามารถสอบถามข้อสงสัยต่าง ๆ ผ่านทางแชทกลุ่มในแอปพลิเคชันไลน์ได้ในวันเสาร์และอาทิตย์เวลา 19.00 – 21.00 น. ขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง เนื่องจากนักเรียนที่ศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียน อาจมีข้อสงสัยหรือข้อปัญหาต่าง ๆ จนบางครั้งข้อสงสัยหรือปัญหาเหล่านั้น ทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้เนื้อหาเรื่องถัดไป (ในวิดีโอการสอน) หรือไม่สามารถทำแบบฝึกหัดได้ การที่มีช่องทางที่ให้นักเรียนสามารถสอบถามครูผู้สอนได้ทันที จะทำให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำซึ่งเข้าใจเนื้อหาได้ค่อนข้างยาก สามารถเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านได้

การเรียนการสอนในห้องเรียน

1) ทบทวนบทเรียน โดยครูผู้สอนสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา (ที่นักเรียนเรียนนอกห้องเรียน) เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นถัดไป ในขั้นตอนนี้ควรใช้เวลาไม่นานมาก (ประมาณ 5 – 10 นาที) เนื่องจากจะทำให้เวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนลดลง ควรจัดให้เป็นเนื้อหาสั้น ๆ กะทัดรัด แต่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นถัดไป

2) ถาม–ตอบ ข้อสงสัย โดยครูผู้สอนอธิบายข้อสงสัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนนอกห้องเรียน ซึ่งครูผู้สอนควรอธิบายข้อสงสัยต่าง ๆ จนมั่นใจว่านักเรียนมีความเข้าใจใน

เนื้อหาที่ศึกษานอกห้องเรียนซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐาน อย่างเพียงพอต่อการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นถัดไป

3) กิจกรรมการเรียนการสอน อาจเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะใดก็ได้ ขึ้นอยู่กับเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ โดยควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนลงมือกระทำ และใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้กระทำลงไป (Active Learning) อาจเป็นการจัดการเรียนการสอนในส่วนของเนื้อหาที่ลึกซึ้งมากขึ้น หรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการทดลอง ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกล้าคิดกล้าแสดงออก ให้ความเป็นกันเองกับนักเรียน กระตุ้นให้แรงเสริมต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนมีกำลังใจในการทำงาน และมีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ครูผู้สอนควรทำหน้าที่ในการแนะนำและอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ เมื่อนักเรียนต้องการ

4) อภิปรายและสรุปผล ครูผู้สอนและนักเรียนสรุปสาระสำคัญของกิจกรรมการเรียนการสอนในคาบนั้น ๆ ร่วมกัน โดยจัดให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างครูกับนักเรียนหรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียนโดยมีครูเป็นผู้ประสานงาน มุ่งเน้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สนทนาเพื่ออธิบายสรุปเนื้อหาหรือแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยแทนที่ครูผู้สอนจะเป็นฝ่ายตั้งปัญหาถามนักเรียนฝ่ายเดียว ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามด้วย อีกทั้งควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนในการช่วยตอบปัญหาเหล่านั้น ทั้งนี้จะทำให้นักเรียนได้คิด ได้ทำ ได้แก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น พูดเป็น และกล้าแสดงออก

5) ทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความรู้รวบยอดของนักเรียนเปรียบเทียบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้เป็นข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทำให้ทราบว่านักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ในขณะเดียวกันก็สะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในรอบที่ผ่านมา

โดยหลังจากจบการเรียนการสอนในรอบหนึ่ง ๆ ครูผู้สอนอาจนำข้อมูลทดสอบหลังเรียนของนักเรียนมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองของนักเรียน (ในใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล) เพื่อวางแผนพัฒนาการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในครั้งต่อไป

บทบาทของนักเรียนและครูในแต่ละขั้นตอนของการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 8 และ 9

ตารางที่ 8 แสดงบทบาทของนักเรียนและครูในแต่ละขั้นของการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

ขั้นที่	การดำเนินการ	บทบาท	
		นักเรียน	**ครู**
1	1) ปฐมนิเทศผู้เรียน	- รับทราบข้อมูล - ทำความเข้าใจ	- ชี้แจงลักษณะและขั้นตอนของการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (flipped classroom) - สร้างกลุ่มในแอปพลิเคชันไลน์ (LINE) - นัดหมายช่วงเวลาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ขณะนักเรียนเรียนนอกห้องเรียน
	2) จัดกลุ่มผู้เรียน	- ทำ **แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน**	- จัดสอบวัดความรู้พื้นฐานเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน
2.1	1) ชี้วัตถุประสงค์	- รับทราบข้อมูล - ทำความเข้าใจ	- แจ้งหัวข้อและรายละเอียดของเนื้อหาอย่างคร่าว ๆ - แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้
	2) ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง	- ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง	- แจ้งแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อย่างเพียงพอและหลากหลาย - แหล่งข้อมูลหลัก - แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม
	3) ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง	- ตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ครั้งที่ 1 โดยให้บันทึกลงใน<u>ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล</u>	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่	การดำเนินการ	บทบาท	
		นักเรียน	ครู
	4) แบบฝึกหัดออนไลน์	- ทำ **แบบฝึกหัดออนไลน์** - สรุปความรู้รวบยอดลงใน<u>ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล</u> - ตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ครั้งที่ 2 โดยให้บันทึกลงใน<u>ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล</u>	- ส่งลิงก์ **แบบฝึกหัดออนไลน์**
	5) ผู้สอนให้คำแนะนำ	- ซักถามข้อสงสัยจากครูผู้สอน ตามช่วงเวลาที่นัดหมายไว้กับครู	- เป็นที่ปรึกษาให้แก่นักเรียนตามช่วงเวลาที่นัดหมายไว้กับนักเรียน
2.2	1) ทบทวนบทเรียน	- ร่วมกันสรุปสาระสำคัญ - ทำความเข้าใจ	- สรุปสาระสำคัญ
	2) ถาม – ตอบ ข้อสงสัยจากการเรียนนอกห้องเรียน	- ซักถามข้อสงสัยต่าง ๆ - ทำความเข้าใจ	- อธิบายอย่างละเอียดในส่วนของเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือยังสงสัย
	3) กิจกรรมการเรียนการสอน	- ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูกำหนด - กิจกรรมกลุ่ม - กิจกรรมรายบุคคล - ร่วมกันสรุปสาระสำคัญของกิจกรรม	- จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียน - เข้าใจบทเรียนมากขึ้น - เพิ่มพูนความรู้เชิงลึก/เชิงบูรณาการ - พัฒนาทักษะที่ควรชำนาญ เช่น ทักษะการทดลอง ทักษะการคำนวณโจทย์ปัญหา - สรุปสาระสำคัญของกิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่	การดำเนินการ	บทบาท	
		นักเรียน	**ครู**
		- ซักถามข้อสงสัยต่าง ๆ - ทำความเข้าใจ	- ตอบข้อซักถามของนักเรียน
	4) อภิปรายและสรุปผล	- ร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียน - ความรู้พื้นฐาน - ความรู้เชิงลึก/เชิงบูรณาการ - ตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ครั้งที่ 3 โดยให้บันทึกลงในใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล และส่งใบบันทึกแก่ครูผู้สอน	- สรุปสาระสำคัญของบทเรียน - ความรู้พื้นฐาน - ความรู้เชิงลึก/เชิงบูรณาการ
	5) ทดสอบหลังเรียน	- ทำ **แบบทดสอบหลังเรียน**	- สรุปคะแนนหลังเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 9 เครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นของการเรียนการสอน

ขั้นที่	การดำเนินการ	สิ่งที่ใช้ / เครื่องมือ	ช่วงเวลาในการดำเนินการ
1	1) ปฐมนิเทศผู้เรียน	- เอกสารชี้แจงลักษณะและขั้นตอนของการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (flipped classroom) - แอปพลิเคชันไลน์ (LINE)	คาบแรกของการเรียน
	2) จัดกลุ่มผู้เรียน	- แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน	
2.1	1) ชี้วัตถุประสงค์	- แอปพลิเคชันไลน์ (LINE)	วันเสาร์ - อาทิตย์
	2) ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง	- แหล่งข้อมูลออนไลน์ - แหล่งข้อมูลที่จัดทำขึ้นเอง - แหล่งข้อมูลออนไลน์สาธารณะ - แอปพลิเคชันไลน์ (LINE)	
	3) ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง	- ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	
	4) แบบฝึกหัดออนไลน์	- แบบฝึกหัดออนไลน์ในกูเกิลฟอร์ม (Google Form) - ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	
	5) ผู้สอนให้คำแนะนำ	- แอปพลิเคชันไลน์ (LINE)	
2.2	1) ทบทวนบทเรียน	- แผนการจัดการเรียนรู้	ในคาบเรียน
	2) ถาม – ตอบ ข้อสงสัยจากการเรียนนอกห้องเรียน	- แผนการจัดการเรียนรู้	
	3) กิจกรรมการเรียนการสอน	- แผนการจัดการเรียนรู้ - สื่อการสอน	
	4) อภิปรายและสรุปผล	- ใบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	
	5) ทดสอบหลังเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน	หลังจากจบบทเรียนหนึ่ง ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อควรคำนึงก่อนการเลือกใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

1. ความพร้อมของครูผู้สอน

1.1 ครูผู้สอนเข้าใจลักษณะ และข้อดี – ข้อเสียของรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน

1.2 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

1.3 จัดทำ หรือจัดหาสื่อการเรียนการสอน และเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน และเพียงพอต่อความต้องการ

2. ความพร้อมของนักเรียน

2.1 นักเรียนมีอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนการสอนของครู เพื่อเรียนด้วยตนเองนอกห้องเรียน (ที่บ้าน) ได้

2.2 นักเรียนที่เรียนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน อาจเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง หรือต่ำ ก็ได้ แต่จะต้องเป็นนักเรียนที่มีวินัยในการศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับ ได้แก่ 1) สร้างแนวทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี และ 3) เสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยสามารถสรุปสาระสำคัญของการวิจัยได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี
3. เพื่อเสนอแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคะแนนทดสอบความรู้พื้นฐานวิชาเคมีต่ำกว่าร้อยละ 60

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

รายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ และ ปริมาณสารสัมพันธ์

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น : การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

3.2 ตัวแปรตาม : 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ความพึงพอใจของนักเรียน

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 มีจำนวนร้อยละ 53.68 อยู่ในระดับการผ่านเกณฑ์สูง

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับมาก ทั้ง 4 รอบ

3. การใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีแนวทางดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u> การเตรียมการก่อนการเรียน

1) ปฐมนิเทศผู้เรียน

2) จัดกลุ่มผู้เรียน

<u>ส่วนที่ 2</u> กระบวนการจัดการเรียนการสอน

<u>การเรียนนอกห้องเรียน</u>

1) ชี้วัตถุประสงค์

2) ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

3) ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

4) แบบฝึกหัดออนไลน์

5) ครูผู้สอนให้คำแนะนำ

<u>การเรียนการสอนในห้องเรียน</u>

1) ทบทวนบทเรียน

2) ถาม–ตอบ ข้อสงสัย

3) กิจกรรมการเรียนการสอน

4) อภิปรายและสรุปผล

5) ทดสอบหลังเรียน

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่องแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผู้วิจัยอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ และปริมาณสารสัมพันธ์

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 มีจำนวนร้อยละ 53.68 อยู่ในระดับการผ่านเกณฑ์สูง จากผลการวิจัยในแต่ละรอบพบว่า ในรอบที่ 1-4 มีนักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 จำนวน 16, 20, 18 และ 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.06, 58.82, 52.95 และ 55.88 แปลผลระดับการผ่านเกณฑ์ได้เป็นระดับปานกลาง, ระดับสูง, ระดับสูง และระดับสูง ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่านักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 มีจำนวนน้อยที่สุด (16 คน) ในรอบที่ 1 และมีจำนวนมากที่สุด (20 คน) ในรอบที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากในรอบที่ 1 นักเรียนยังไม่เข้าใจในการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมากนัก ทั้งยังไม่เข้าใจว่าส่วนของการเรียนด้วยตนเองนอกห้องเรียนนั้น เป็นส่วนสำคัญมากส่วนหนึ่ง ทำให้นักเรียนส่วนหนึ่งไม่ได้ศึกษาด้วยตนเองมาก่อน หรือศึกษาด้วยตนเองมาอย่างไม่ละเอียด เช่น ดูวิดีโอเพียงครั้งเดียว หรือการดูวิดีโอแต่ไม่ทำแบบฝึกหัดออนไลน์ ทำให้นักเรียนส่วนนี้มีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอต่อการเรียนเพื่อต่อยอดความรู้ในชั้นเรียน เป็นสาเหตุหลักทำให้นักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 มีจำนวนน้อยที่สุดในรอบที่ 1 ส่วนในรอบที่ 2 ครูผู้สอนได้เน้นย้ำเรื่องวินัยการศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียนมากขึ้น อีกทั้งนักเรียนเริ่มมีความเข้าใจและคุ้นชินกับการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ ทำให้จำนวนนักเรียนที่ได้รับคะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 มีจำนวนมากขึ้น โดยเป็นจำนวนมากที่สุดใน 4 รอบ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในส่วนของรอบที่ 3 และ 4 พบว่านักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 มีจำนวนลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากในรอบที่ 1 และ 2 เป็นเนื้อหาเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดเป็นเนื้อหาในส่วนของการบรรยาย ส่วนในรอบที่ 3 และ 4 เป็นเนื้อหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นการคำนวณ โดยจากการสังเกต สอบถาม และตรวจสอบคะแนนของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในส่วนที่เป็นการคำนวณ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มเป้าหมายมีพื้นฐานทักษะการคำนวณที่ไม่ดี จึงเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 มีจำนวนลดลง อย่างไรก็ตามในรอบที่ 3 และ 4 ครูผู้สอนได้มีการให้แบบฝึกทักษะพื้นฐานการคำนวณเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุทำให้ในรอบที่ 4 จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 จึงมีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

จากการวิจัยทั้ง 4 รอบ กล่าวได้ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำโดยเฉลี่ยจำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่ง ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 (เกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด) ระดับการผ่านเกณฑ์ อยู่ในระดับสูง โดยในส่วนของการที่นักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 มีจำนวนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 75 (ระดับการผ่านเกณฑ์สูงมาก) เนื่องจากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาเคมีต่ำ ดังนั้นการที่จะให้นักเรียนได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 เป็นจำนวนถึงร้อยละ 75 ภายในระยะเวลาการวิจัยจึงเป็นเรื่องที่ยาก อย่างไรก็ตามจากการตรวจสอบการวิจัยรอบที่ 1-4 พบว่านักเรียนที่มีคะแนนทดสอบหลังเรียนน้อยกว่าร้อยละ 50 มีจำนวน 3, 1, 4 และ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 8.82, 2.94, 11.76 และ 2.94 ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่ามีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 50 ค่อนข้างน้อย จึงสรุปได้ว่าการใช้ห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำได้จริง ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน นักเรียนแต่ละคนสามารถเข้าไปศึกษาเนื้อหาจากวิดีโอการสอนได้อย่างไม่จำกัด ทำให้นักเรียนซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน มีอิสระในการกำหนดแนวทางการเรียนด้วยตนเอง สามารถดูวิดีโอการสอนกี่ครั้งก็ได้จนกว่าตนเองจะเข้าใจ สามารถกดย้อนกลับหรือกดหยุดวิดีโอเพื่อทำความเข้าใจ หรือกดข้ามในกรณีที่นักเรียนเข้าใจเนื้อหาส่วนนั้นดีแล้ว ทำให้นักเรียนสามารถเลือกแนวทางการเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง มีความยืดหยุ่นในแง่ของเวลา และไม่รู้สึกเบื่อหน่ายกับการเรียน นอกจากนี้ครูผู้สอนมีการกำหนดช่วงเวลาให้นักเรียนได้สอบถามครูผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองแล้ว แต่ยังเข้าใจไม่แจ่มแจ้ง โดยผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนสามารถสอบถามทางแชทกลุ่มในแอปพลิเคชันไลน์ได้ในวันเสาร์และอาทิตย์เวลา 19.00 – 21.00 น. ซึ่งพบว่ามีนักเรียนเข้ามาสอบถามอยู่เสมอ โดยปกติครูผู้สอนก็จะอธิบายข้อสงสัยต่าง ๆ ให้นักเรียนที่สอบถามได้เข้าใจมากขึ้น บางครั้งเมื่อมีนักเรียนคนใดคนหนึ่งสอบถาม ก็จะมีเพื่อนนักเรียนมาช่วยอธิบาย ถือเป็นรูปแบบเพื่อนช่วยเพื่อนอีกแบบหนึ่ง บางครั้งในเนื้อหาหนึ่ง ๆ เมื่อนักเรียนเข้าใจไม่ตรงกัน ก็จะซักถามและอภิปรายซึ่งกันและกันเพื่อหาข้อสรุป โดยในท้ายที่สุดครูผู้สอนก็จะเข้ามาสรุปสิ่งที่ถูกต้องให้ ในส่วนของการเรียนในห้องเรียน เริ่มจากขั้นตอนการถาม-ตอบข้อสงสัย และสรุปความรู้ที่ได้ร่วมกัน ครูผู้สอนจะสอนเนื้อหาในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจจนมั่นใจว่านักเรียนทุกคนเข้าใจเนื้อหาพื้นฐานแล้ว จึงทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนต่อไป โดยการเรียนการสอนในห้องเรียนจะเน้นสอนเนื้อหาที่ลึกซึ้งมากขึ้น หรือใช้เพื่อฝึกทักษะในการทำโจทย์ปัญหา ซึ่งการที่นักเรียนเข้าใจในส่วนของเนื้อหาเบื้องต้นมาก่อน ทำให้มีเวลามากขึ้นในการฝึกทักษะและทำโจทย์ปัญหา อีกทั้งในห้องเรียนยังมีครูผู้สอนที่คอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยก็สามารถสอบถามได้ทันที ทำให้ได้ผลดีกว่าการให้แบบฝึกทักษะและโจทย์ปัญหาไปทำเป็นการบ้าน สอดคล้องกับ Bergmann and Sams (2012b) ที่กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีส่วนช่วยให้ผู้เรียน

เกิดการเรียนรู้ที่ดี เกิดการเรียนรู้แบบจริง ช่วยส่งเสริมการเรียนแบบ Inquiry-based หรือเรียนแบบตั้งข้อสงสัยหรือตั้งคำถาม ผู้เรียนเรียนกันเป็นกลุ่มและเดี่ยวหรือเรียนรู้ด้วยการฝึกทักษะด้วยตนเอง ช่วยผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตน ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน และความมั่นใจในตนเองของผู้เรียนได้

จากผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tune, Sturek, and Basile (2013) ซึ่งได้ศึกษาผลของรูปแบบการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางกับห้องเรียนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชฎา บุตรยะถาวระ (2558) ที่ศึกษาและเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีค่าสูงกว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะ เนื่องจากวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านทำให้นักเรียนมีเวลาในการลงมือปฏิบัติ มีเวลาเรียนรู้ และฝึกทักษะกระบวนการได้มากกว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะ อีกทั้งนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้จากสื่อออนไลน์ได้ในทุกที่ทุกเวลาตามที่นักเรียนต้องการ ซึ่งตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียนในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันเฉลิม อุดมทวี (2556) ที่พัฒนาทักษะการคิดเชิงบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภูมิศาสตร์ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) ร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีคะแนนการคิดเชิงบูรณาการเฉลี่ยผ่านเกณฑ์มีจำนวนสูงกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ และนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยและมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลัทธพล ด่านสกุล (2558) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยพอดคาสต์ โดยใช้กลวิธีการกำกับตนเองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างการโปรแกรม และการกำกับตนเองของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ลัลน์ลลิต เอี่ยมอำนวยสุข (2556) ที่สร้างสื่อการสอนบนคอมพิวเตอร์พกพา เรื่องการเคลื่อนไหวในระบบดิจิตอลเบื้องต้น โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน พบว่านักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน จากการประเมินความสามารถในการทำงานของนักเรียนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดพบว่าอยู่ในเกณฑ์ดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิชาภา บุรีกาญจน์ (2556) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาสุขศึกษาโดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้านที่มีผลต่อความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ

นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสุขศึกษาของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

2. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับมาก ทั้ง 4 รอบ โดยในรอบที่ 1-4 นักเรียนมีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.06, 4.13, 4.10 และ 4.18 ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่าคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละรอบของการสอน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน จากการตรวจสอบความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของนักเรียนในแบบสอบถามความพึงพอใจ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากในการที่จะได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากวิดีโอการสอน เนื่องจากสามารถเลือกได้ว่าจะดูวิดีโอกี่รอบ ดูช้า ๆ พร้อมกับทำความเข้าใจ หรือดูอย่างรวดเร็วแล้วค่อยย้อนมาเก็บรายละเอียดทีหลังตามความต้องการของตนเอง การใช้สื่อและเทคโนโลยีทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียน เพราะได้ทำในสิ่งที่ชอบ นอกจากนักเรียนจะดูเทปการสอนของครูแล้ว นักเรียนจำนวนหนึ่งยังชอบสืบค้นหาคลิปที่มีความน่าสนใจ และสนุกสนาน แล้วมาแนะนำให้เพื่อน ๆ ได้ดูด้วย การที่ครูไม่ต้องสอนเนื้อหาพื้นฐานในห้องเรียน ทำให้นักเรียนมีเวลามากขึ้นในการซักถามข้อสงสัย และทำโจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนมีความพึงพอใจมากกับการที่เมื่อมีข้อสงสัยแล้วสามารถสอบถามครูผู้สอนได้ทันที สอดคล้องกับ Bergmann and Sams (2013) ที่พบว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีส่วนช่วยทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ กระตือรือร้นที่จะเรียน มีอิสระในการเรียนรู้ เกิดความสนุกสนาน มีความสุขกับการเรียนและพึงพอใจในการทำกิจกรรม การที่นักเรียนทุกคนเป็นผู้ลงมือดำเนินกิจกรรม ทำให้สามารถแก้ปัญหาพฤติกรรม เช่น เด็กเบื่อเรียน นั่งหลับ ไม่สนใจเรียน เล่นโทรศัพท์ พูดคุยเรื่องอื่นหรือก่อกวนชั้นเรียน ได้ ดังที่ วิจารณ์ พานิช (2557) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้น บทบาทของครูจะเปลี่ยนไป จากแต่เดิมที่ครูมีบทบาทเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และอธิบายเนื้อหา มาเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น โดยตัวครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน ลักษณะคล้ายเป็นผู้ฝึกหัด (Coach) หรือผู้จุดประกาย ทั้งนี้ทำได้โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น และเกิดความคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ท้าทาย และสนุกสนานไปกับการได้ตอบคำถามและเรียนรู้ ซึ่งการที่ครูปฏิสัมพันธ์สองทางกับนักเรียนทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้าได้รับการเอาใจใส่มากขึ้น สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงออกถึงความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอน เช่น “...ชอบที่ครูมีเวลาอธิบายแบบฝึกหัดมากขึ้น...” “...ดูครั้งแรกยังงงๆ แต่ดู 3-4 รอบ ก็เข้าใจมากขึ้นค่ะ...” “...มีการแจ้งขั้นตอนการเรียนทำให้ได้ฝึกความรับผิดชอบของตัวเองค่ะ...” “...ครูมีเวลาใส่ใจเด็กมากขึ้น

โดยเฉพาะคนที่ยังไม่ค่อยเข้าใจและตามไม่ทัน…” “…ชอบที่จะดูคลิปตอนไหนก็ได้…” “…รูปร่าง 3 มิติ เข้าใจยากมาก ครูทำคลิปให้ได้ดูซ้ำ ๆ หลาย ๆ รอบ ดีมาก ๆ ค่ะ…” “…ชอบการทำโจทย์ในห้องเพราะถามครูได้ทันทีที่ไม่เข้าใจค่ะ…” “…ดีใจที่ไม่มีการบ้านครับ บางครั้งทำที่บ้านแล้วงง…” “…หนูไม่ได้เข้าเรียนแต่ตามเรียนจากคลิป ทำให้เข้าใจทันเพื่อนได้ ชอบมากค่ะ…” “…ชอบที่ครูใส่ใจที่จะอธิบายกับนักเรียนทุกคนค่ะ…” “…ได้ฝึกลองทำโจทย์เอง ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น…” “…ชอบที่ครูให้เวลาถามจุดที่ยังไม่เข้าใจก่อนเรียน…” และ “…มีประโยชน์มากครับ…”

ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Johnson (2013) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนพึงพอใจกับวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมากกว่าการสอนแบบดั้งเดิม ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านสามารถลดภาระปริมาณของการเรียนการสอน และทำให้มีเวลาในการลงมือปฏิบัติมากขึ้น เป็นกลยุทธ์ที่ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลัลน์ลลิต เอี่ยมอำนวยสุข (2556) ที่สร้างสื่อการสอนบนคอมพิวเตอร์พกพา เรื่องการเคลื่อนไหวในระบบดิจิตอลเบื้องต้น โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จากการวิจัยพบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อสื่ออยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรวรรณ เพชรอุไร (2556) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจจากการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาสมบัติทางกายภาพของยางและพอลิเมอร์ของนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ จากผลการประเมินความพึงพอใจ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาสมบัติทางกายภาพของยางและพอลิเมอร์ ประจำภาคการศึกษาที่ 2/2556 โดยได้ค่าผลการประเมินอยู่ในช่วง 3.86-4.17 ซึ่งคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยของผลการประเมินทุกกิจกรรมเท่ากับ 4.03 ซึ่งภาพรวมอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันเฉลิม อุดมทวี (2556) ที่พัฒนาทักษะการคิดเชิงบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภูมิศาสตร์ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) ร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ในระดับมากที่สุด

3. แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จากการนำแนวทางห้องเรียนกลับด้านที่สร้างจากการศึกษางานวิจัยอ้างอิง มาใช้จัดการเรียนการสอนในวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ทำให้ผู้วิจัยสรุปได้เป็นแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การเตรียมการก่อนการเรียน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งส่วนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ก็จะแบ่งเป็น 2 ส่วนย่อย ได้แก่ การเรียนนอกห้องเรียน และการเรียนการสอนในห้องเรียน

ในส่วนของการเตรียมการก่อนการเรียน ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ 1) การปฐมนิเทศผู้เรียน โดยครูผู้สอนชี้แจงลักษณะการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ขั้นตอนการเรียนการสอนที่ครูกำหนด และบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในแต่ละขั้นของการเรียน ทำให้นักเรียนที่ยังไม่เคยเรียนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน ได้เข้าใจขั้นตอนและบทบาทหน้าที่ของตนเองในการเรียน โดยผู้วิจัยพบว่าขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่ง โดยจากผลการวิจัยพบว่า ในการเรียนการสอนรอบที่ 1 ที่นักเรียนยังไม่เข้าใจรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าในรอบที่ 2 อย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องจากในรอบที่ 2 นักเรียนเริ่มเข้าใจและคุ้นชินกับรูปแบบห้องเรียนกลับด้านมากขึ้น และ 2) การจัดกลุ่มผู้เรียน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน เพื่อจัดกลุ่มทำกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนตามความเหมาะสมก็แต่ละกิจกรรม

ในส่วนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งเป็น 2 ส่วนย่อย ส่วนแรกคือ การเรียนนอกห้องเรียน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้วัตถุประสงค์ ครูผู้สอนควรแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้รวมถึงหัวข้อเนื้อหาของการเรียนด้วยตนเองนอกห้องเรียนในแต่ละครั้ง โดยผู้วิจัยพบว่าการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และหัวข้อเนื้อหาให้นักเรียนทราบ เป็นการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน โดยพบว่ามีนักเรียนบางส่วนทำการสืบค้นสื่อออนไลน์เพื่อศึกษาเนื้อหาดังกล่าวก่อนที่ครูผู้สอนจะให้คลิปวิดีโอ นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนศึกษาคลิปวิดีโอของครูอย่างมีเป้าหมาย สอดคล้องกับ ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2524) ที่กล่าวไว้ว่า การที่นักเรียนทราบจุดประสงค์ของการเรียนซึ่งเป็นจุดหมายปลายทางของการเรียนการสอนก่อน จะทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย วางแผนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง จากวิดีโอการสอนที่ครูผู้สอนจัดทำ/จัดหาให้ หรือวิดีโอจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ที่นักเรียนสนใจ โดยนักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาจากวิดีโอได้อย่างไม่จำกัดจำนวนรอบ ทำให้นักเรียนซึ่งมีความสามารถ

ในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน สามารถเลือกแนวทางการเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง มีความยืดหยุ่นในแง่ของเวลา สอดคล้องกับ แนวคิดของ Knowles (1975) ที่กล่าวไว้ว่า มนุษย์เติบโตมาด้วยความสามารถและมีความต้องการที่จะนำตนเอง บุคคลจะเรียนรู้ในสิ่งที่แต่ละคนต้องการ ผู้ที่เรียนรู้ด้วยตนเองจะเรียนรู้ได้มากกว่าและดีกว่าการรอรับจากผู้อื่น จะเรียนอย่างตั้งใจ มีจุดมุ่งหมาย และแรงจูงใจสูง โดยจากการสอบถามนักเรียนพบว่า นักเรียนแต่ละคนพึงพอใจในการศึกษาวิดีโอในลักษณะที่แตกต่างกัน บางคนศึกษาโดยการดูวิดีโอการสอนคร่าว ๆ หนึ่งรอบ ก่อนการดูซ้ำเพื่อทำความเข้าใจอย่างจริงจัง บางคนดูวิดีโอเป็นช่วง ๆ และกดหยุดเพื่อทำความเข้าใจตั้งแต่รอบแรกของการดูวิดีโอการสอน บางคนชอบดูวิดีโอการสอนซ้ำหลายรอบเพื่อทำความเข้าใจ บางคนชอบดูวิดีโอการสอนเพียงแค่ 1-2 ครั้งแล้วทำแบบฝึกหัด บางคนชอบดูวิดีโอการสอนในช่วงเช้า บางคนชอบดูวิดีโอการสอนในช่วงบ่าย เป็นต้น 3) ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง โดยให้นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจเทียบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนอาจต้องจัดทำเป็นแบบประเมินความรู้ของตนเอง โดยใส่จุดประสงค์แป็นข้อ ๆ แต่ละข้อจัดทำเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ให้นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเองว่ามีความรู้ความเข้าใจมาก ปานกลาง หรือน้อยเพียงใด ทำให้นักเรียนทราบสิ่งที่ตนเองเข้าใจแล้ว และสิ่งที่ตนเองยังเข้าใจไม่แจ่มแจ้ง สามารถศึกษาเพิ่มเติมในส่วนที่ยังเข้าใจไม่สมบูรณ์ได้ ทั้งนี้การที่สื่อมีลักษณะเป็นวิดีโอการสอนทำให้สะดวกต่อการกลับไปศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากสามารถกดเข้าไปดูช่วงใดช่วงหนึ่งของวิดีโอได้ 4) นักเรียนทำแบบฝึกหัดออนไลน์เพื่อฝึกทักษะ/เสริมความเข้าใจ และ 5) ครูผู้สอนให้คำแนะนำ โดยครูผู้สอนควรจัดให้มีช่องทางให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัยระหว่างการเรียนนอกห้องเรียน เช่น แอปพลิเคชันไลน์ เฟสบุ๊ค เป็นต้น อาจมีการกำหนดช่วงเวลา เพื่อความสะดวกของทั้งนักเรียนและครูผู้สอน เช่น ในวันเสาร์หรืออาทิตย์เวลา 19.00 – 21.00 น. เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 2 คือ การเรียนการสอนในห้องเรียน ในส่วนนี้จะมีลักษณะที่แตกต่างจากการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ คือ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องอธิบายเนื้อหาทั้งหมด เนื่องจากนักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองส่วนหนึ่งแล้วจากที่บ้าน โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การทบทวนบทเรียน เป็นการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา (ที่นักเรียนเรียนนอกห้องเรียน) ร่วมกันระหว่างครูผู้สอนและนักเรียน โดยการที่นักเรียนแต่ละคนศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียนตามแนวทางที่แตกต่างกัน ทำให้ไม่ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจในเนื้อหามากน้อยเพียงใด จึงควรต้องร่วมสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาก่อน เพื่อเป็นการปูพื้นฐานสำหรับนักเรียนที่ยังเข้าใจไม่ดีพอ *2)* ถาม–ตอบ ข้อสงสัยจากการเรียนนอกห้องเรียน โดยครูผู้สอนอธิบายข้อสงสัยต่าง ๆ ของนักเรียนจนมั่นใจว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเพียงพอที่จะทำกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นถัดไป 3) กิจกรรมการเรียนการสอน เน้นให้

นักเรียนลงมือกระทำ และได้ใช้กระบวนการคิด เช่น การสอนเนื้อหาที่ลึกซึ้งมากขึ้น หรือฝึกทักษะในการทำโจทย์ปัญหา โดยนักเรียนสามารถสอบถามได้ทันทีที่เกิดข้อสงสัย 4) อภิปรายและสรุปผล โดยครูผู้สอนและนักเรียนอภิปรายและสรุปสาระสำคัญของกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกัน และ 5) ทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

อย่างไรก็ตามการเลือกใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอน ควรคำนึงถึงความพร้อมของครูผู้สอน โดยครูผู้สอนควรเข้าใจลักษณะ และข้อดี – ข้อเสียของรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน สามารถจัดทำหรือจัดหาสื่อการเรียนการสอน และเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน และเพียงพอต่อความต้องการ ส่วนนักเรียนที่เรียนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน ควรมีอุปกรณ์เทคโนโลยีที่สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนการสอนของครูเพื่อเรียนด้วยตนเองนอกห้องเรียน (ที่บ้าน) ได้ โดยควรเป็นนักเรียนที่มีวินัยในการศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ก่อนการเรียนการสอนในครั้งแรก ครูผู้สอนจะต้องชี้แจงรูปแบบการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านให้นักเรียนเข้าใจลักษณะของการเรียนและภาระหน้าที่ของตนเอง ควรเน้นย้ำเรื่องความรับผิดชอบ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะมีประสิทธิภาพ หากนักเรียนเป็นผู้มีความรับผิดชอบ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลของการเรียนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้านต่อทักษะอื่น ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร เป็นต้น

2.2 ควรนำไปใช้ในรายวิชาที่มีบริบทใกล้เคียงกับวิชาเคมี เช่น ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ ชีววิทยา และใช้กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ

2.3 ควรนำไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้หรือแนวคิดอื่น ๆ ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะต่าง ๆ เพื่อให้มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายมากขึ้น

2.4 ควรมีการศึกษาผลของปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เช่น ความรับผิดชอบของนักเรียน การเตรียมความพร้อมของครูผู้สอน ประสบการณ์ในการใช้ห้องเรียนกลับด้านของครูผู้สอน ประสบการณ์ในการเรียนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้านของนักเรียน เป็นต้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.*2542* และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ *2)* พ.ศ.*2545*. กรุงเทพฯ: องค์รับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2526). หน่วยที่ 7 เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ *1-7*. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จันทิมา ปัทมธรรมกุล. (2557). Flipped Classroom. https://piyanutphrasong025.wordpress.com

ชาตรี เกิดธรรม. (2542). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ดิสคัพเวอรี่.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2560). สื่อ นวัตกรรม และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. หน่วยที่ *3* สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเคมี. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2557). การเรียนรู้ในยุคสมัยหน้า: ตอนรูปแบบและทฤษฎี การเรียนรู้อนาคต. http://thanompo.edu.cmu.ac.th

ธงชัย เส็งศรี. (2555). ชุดกิจกรรมพัฒนาโครงงานแบบมีส่วนร่วมจากหลายฝ่ายสำหรับนิสิตครูระดับปริญญาตรี. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, *15*(4), 129-141.

นะโอะโกะ โยะฌิดะ และทนพร ตรีรัตน์สกุลชัย. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อการสอนแบบห้องเรียนกลับทาง รายวิชาภาษาญี่ปุ่นพื้นฐาน 1 ของนักศึกษาที่ไม่ใช่วิชาเอกภาษาญี่ปุ่น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. วารสารเครือข่ายญี่ปุ่นศึกษา, *6*(2), 71-83.

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรานนท์. (2529). หน่วยที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. เอกสารชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นิชาภา บุรีกาญจน์. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาสุขศึกษาโดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้าน ที่มีผลต่อความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และณมน จีรังสุวรรณ. (2558). การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนแบบ

ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กิจกรรม WebQuest เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, *6*(1), 151-158.

พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2545). จิตวิทยาการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ *5)*. กรุงเทพฯ: เสริมสินพรีเพรสิส เท็ม.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. (2553). หมวดที่ 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา. ราชกิจจานุเบกษา.

พัชฎา บุตรยะถาวระ. (2558). ผลการสอนของวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์ กับวิธีการสอนแบบสืบเสาะ เรื่อง ระบบไหลเวียนเลือด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน *1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2524). หลักและวิธีสอนระดับอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ไพศาล หวังพานิช. (2523). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ยุทธพงษ์ กัยวรรณ์. (2543). พื้นฐานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ. *2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุคส์ พับลิเคชั่นส์.

รุ่งนภา นุตราวงศ์. (2556). กลับด้านชั้นเรียน: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2542). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

ลัทธพล ด่านสกุล. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยพอดคาสต์โดยใช้กลวิธีการกำกับตนเองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโครงสร้างการโปรแกรมและการกำกับตนเองของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติ โสตฯ – เทคโนฯ สัมพันธ์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ *29* ระหว่างวันที่ *22-23* มกราคม *2558*: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ลัลน์ลลิต เอี่ยมอำนวยสุข. (2556). การสร้างสื่อบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เรื่องการเคลื่อนไหวในระบบดิจิตอลเบื้องต้นที่ใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

วรพจน์ นวลสกุล. (2540). ผลของการเลือกช่วงการทำแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วรวรรณ เพชรอุไร. (2556). ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบผสมผสานในวิชา

กระบวนการแปรรูปยางของนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์. รายงานการวิจัยในชั้นเรียน: คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วันเฉลิม อุดมทวี. (2556). การพัฒนาความสามารถการคิดเชิงบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3* หน่วยการเรียนรู้ที่ *1* และ *2* ภูมิศาสตร์ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (*Problem – based Learning)* ร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับทาง (*Flipped classroom).* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วารุณี จินดาศรี. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5* ระหว่างรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้กับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, สุรินทร์.

วิจารณ์ พานิช. (2556). ครูในศตวรรษที่ *21* หน่วยทะเบียนและพัฒนาวิชาการ งานบริการการศึกษาและพัฒนาคุณภาพนักศึกษา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิจารณ์ พานิช. (2557). ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง. กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พริ้นติ้ง แมส โปรดักส์.

สมบัติ การจนารักพงค์. (2545). เทคนิคการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2542). มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สมสุข ธีระพิจิตร. (2545). หน่วยที่ 8 การสอนวิทยาศาสตร์. ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุชาดา ธูปทอง. (2529). การศึกษาปัจจัยทางบ้านและโรงเรียนที่มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *6 :* ศึกษาเฉพาะกรณีโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ *3/1* กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (วิทยานิพนธ์สังคมสงเคราะห์ศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

สุเทพ อุตสาหะ. (2526). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). ห้องเรียนกลับทาง: ห้องเรียนมิติใหม่ในศตวรรษที่ 21. เอกสารประกอบการประชุมผู้บริหารโรงเรียน จังหวัดแพร่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เขต 2 สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

อดุลย์ วังศรีคูณ. (2557). การศึกษาไทยในศตวรรษที่ 21: ผลผลิตและแนวทางการพัฒนา. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, *8*(1), 1-17.

ภาษาอังกฤษ

Ahmad, S. Z. (2016). The Flipped Classroom Model to Develop Egyptian EFL Students' Listening Comprehension. *English Language Teaching, 9*(9). doi:10.5539/elt.v9n9p166

Aidinopoulou, V., & Sampson, D. G. (2017). An Action Research Study from Implementing the Flipped Classroom

Model in Primary School History Teaching and Learning. *Educational Technology & Society, 20*(1), 237-247.

Alsowat, H. (2016). An EFL Flipped Classroom Teaching Model: Effects on English Language Higher-order Thinking Skills, Student Engagement and Satisfaction. *Journal of Education and Practice, 7*(9), 108-121.

Bergmann, J., & Sams, A. (2012a). *Flip Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day*: International Society for Technology in Education.

Bergmann, J., & Sams, A. (2012b). *Why Flipped Classrooms Are Here to Stay*: Education Week.

Bergmann, J., & Sams, A. (2013). *Flip your student's learning*: Educational Leadership.

Debela, N. (2007). Using Discussions to Promote Critical Thinking in an Online Environment. *Paper presented at the EISTA'07*.

Harel, I., & Papert, S. (1991). Constructionism. *Constructionism: research reports and essays, 1985-1990*.

Hung, H.-T. (2014). Flipping the classroom for English language learners to foster active learning. *Computer Assisted Language Learning, 28*(1), 81-96. doi:10.1080/09588221.2014.967701

Johnson, B. G. (2013). *Student Perception of flipped classroom.* University of British Columbia.

Johnstone, A. H. (1993). Why Is Science Difficult to Learn? Things Are Seldom What They Seem. . *In Teaching, Learning and Assessment in Science Education.* (pp. 118). London: Paul Chapman Publishing.

Kim, J.-e., Park, H., Jang, M., & Nam, H. (2017). Exploring Flipped Classroom Effects on Second Language Learners' Cognitive Processing. *Foreign Language Annals, 50*(2), 260-284. doi:10.1111/flan.12260

Knowles, M. S. (1975). *Self – diraccted Learning: A Guide for Learners and Teachers*.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Chicago: Association Press.

Lai, C.-L., & Hwang, G.-J. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers & Education, 100*, 126-140. doi:10.1016/j.compedu.2016.05.006

Likert, R. A. (1967). *The Method of Constructing and Attitude Scale.* New York: Wiley & Son.

Lin, Y., Zhu, Y., Chen, C., Wang, W., Chen, T., Li, T., . . . Liu, Y. (2017). Facing the challenges in ophthalmology clerkship teaching: Is flipped classroom the answer? *PLoS One, 12*(4), e0174829. doi:10.1371/journal.pone.0174829

Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017a). A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: possible solutions and recommendations for future research. *Res Pract Technol Enhanc Learn, 12*(1), 4. doi:10.1186/s41039-016-0044-2

Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017b). Using "First Principles of Instruction" to Design Secondary School Mathematics Flipped Classroom: The Findings of Two Exploratory Studies. *Educational Technology & Society, 20*(1), 222-236.

Lo, C. K., Hew, K. F., & Chen, G. (2017). Toward a set of design principles for mathematics flipped classrooms: A synthesis of research in mathematics education. *Educational Research Review, 22*, 50-73. doi:10.1016/j.edurev.2017.08.002

Lo, C. K., Lie, C. W., & Hew, K. F. (2018). Applying "First Principles of Instruction" as a design theory of the flipped classroom: Findings from a collective study of four secondary school subjects. *Computers & Education, 118*, 150-165. doi:10.1016/j.compedu.2017.12.003

McCollum, B. M., Fleming, C. L., Plotnikoff, K. M., & Skagen, D. N. (2017). Relationships in the Flipped Classroom. *Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 1-21. doi:10.5206/cjsotl-rcacea.2017.3.8

P.E., L. S. L., Hackett, R. K., & Estrada, H. (2015). Evaluation of a Flipped Classroom in Mechanics of Materials. *American Society for Engineering Education*.

Rui, Z., Lian-Rui, X., Rong-Zheng, Y., Jing, Z., Xue-Hong, W., & Chuan, Z. (2017). Friend or Foe? Flipped Classroom for Undergraduate Electrocardiogram Learning: a Randomized Controlled Study. *BMC Med Educ, 17*(1), 53. doi:10.1186/s12909-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

017-0881-8

Shiau, S., Kahn, L. G., Platt, J., Li, C., Guzman, J. T., Kornhauser, Z. G., . . . Martins, S. S. (2018). Evaluation of a flipped classroom approach to learning introductory epidemiology. *BMC Medical Education, 18*(1). doi:10.1186/s12909-018-1150-1

Smith, S. C., & Piele, P. K. (2006). *School leadership: Handbook for excellence in student learning.* Thousand Oaks, CA: Corwin.

Taber, K. (2009). Learning at the Symbolic Level. *In Multiple Representations in Chemical Education: Model and Modeling in Science Education 4.* (pp. 78).

Tang, F., Chen, C., Zhu, Y., Zuo, C., Zhong, Y., Wang, N., . . . Liang, D. (2017). Comparison between flipped classroom and lecture-based classroom in ophthalmology clerkship. *Med Educ Online, 22*(1), 1395679. doi:10.1080/10872981.2017.1395679

Trilling, F. (2009). What Is 21st Century Learning. *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*.

Tune, J. D., Sturek, M., & Basile, D. P. (2013). Flipped classroom model improves graduate student performance. *Advances in Physiology Education, 37*(4), 316-320.

Wang, X.-H., Wang, J.-P., Wen, F.-J., wang, J., & Tao, J.-Q. (2016). Exploration and Practice of Blended Teaching Model Based Flipped Classroom and SPOC in higher University. *Journal of Education and Practice, 7*(10), 99-104.

Wu, W. V., Hsieh, J. S. C., & Yang, J. C. (2016). Creating an Online Learning Community in a Flipped Classroom to Enhance EFL Learners' Oral Proficiency. *Educational Technology & Society, 20*(2), 142-157.

Yeung, K., & O'Malley, P. J. (2014). Making 'The Flip' Work: Barriers to and Implementation Strategies for Introducing Flipped Teaching Methods into Traditional Higher Education Courses. *New Directions, 10*(1), 59-63. doi:10.11120/ndir.2014.00024

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่อง แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1

1. ดร. กมล รอดคล้าย	ประธานศูนย์อินเทอร์เน็ตสร้างสรรค์และปลอดภัย กระทรวงศึกษาธิการ
2. รศ. ดร. จินตวีร์ คล้ายสังข์	อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผศ. สันติ ศรีประเสริฐ	อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ดร. ชนกานต์ สุวรรณทรัพย์	อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
5. นางสาวมยุรี มรกต	ครูชำนาญการพิเศษ (เอกเคมี) โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร

CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือที่ตรวจสอบ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
    - วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ จำนวน 6 แผน
    - วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 6 แผน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี 1 (ว31224) และวิชาเคมี 2 (ว31225)

ผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 2

1. นางวีณา จันทะริมา	ครูชำนาญการพิเศษ (เอกเคมี) โรงเรียนพนมไพรวิทยาคาร จังหวัดร้อยเอ็ด
2. นายมรกต ทัพจันทร์	ครูชำนาญการพิเศษ (เอกเคมี) โรงเรียนพนมไพรวิทยาคาร จังหวัดร้อยเอ็ด
3. นางสาวมยุรี มรกต	ครูชำนาญการพิเศษ (เอกเคมี) โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร

เครื่องมือที่ตรวจสอบ

1. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน วิชาเคมี 1 (ว31224) และทักษะการคำนวณ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) และวิชาเคมี 2 (ว31225)
    - วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ จำนวน 2 ชุด
    - วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 2 ชุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

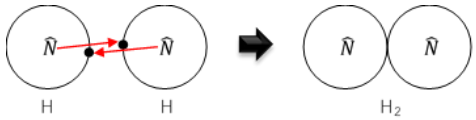
3. ตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

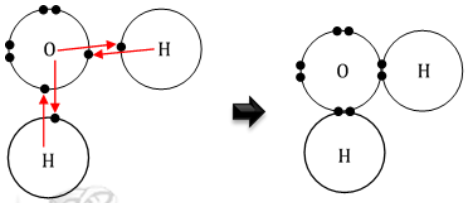
แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 พันธะเคมี
วิชา เคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ว31224
ผู้สอน นางสาวเบญจพร สุคนธร
เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์ การอ่านชื่อสารประกอบ การเขียนสูตรโมเลกุล
สาระการเรียนรู้ เคมี
จำนวนคาบ 2 คาบ (100 นาที)
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง : อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์ เขียนสูตรโมเลกุล และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
เมื่อเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนสามารถ	**การเกิดพันธะโคเวเลนต์** พันธะที่เกิดจากอะตอม 2 อะตอม นำอิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน เรียกว่า อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ส่วนอิเล็กตรอนที่ไม่ได้ใช้ร่วมกัน เรียกว่า อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว **การอ่านชื่อสารประกอบ** สารประกอบโคเวเลนต์ต้องอ่านเลขห้อยของอะตอม เนื่องจากอโลหะมีเลขออกซิเดชันหลายค่า จึงสามารถเกิดสารประกอบได้หลายสูตรโมเลกุล	**การเรียนรู้นอกห้องเรียน** **1. ขั้นการรวบรวมข้อมูล (Gathering)** 1. ครูกำหนดประเด็นในการรวบรวมข้อมูล โดยระบุเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ให้นักเรียนกำหนดวันและเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้นอกห้องเรียนด้วยตนเอง 2. นักเรียนศึกษาจากสื่อวิดีทัศน์ แล้วตรวจสอบการบรรลุจุดประสงค์ ครั้งที่ 1 ***รายละเอียดของสื่อ ระบุไว้ใน Dialogue*** 3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดออนไลน์ 5 ข้อ 4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ซักถาม ข้อสงสัยเกี่ยวกับเนื้อหาในสื่อวิดีทัศน์	- สื่อวิดีทัศน์ เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์ - แบบฝึกหัดออนไลน์ - Line			**นักเรียนประเมินตนเองครั้งที่ 1**

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
	การเขียนสูตร เขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่มีค่า EN ต่ำก่อน แล้วนำประจุของธาตุมาคูณไขว้กัน และทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ	5. นักเรียนบันทึกสาระสำคัญเพิ่มเติมลงในแบบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล 6. นักเรียนตรวจสอบการบรรลุจุดประสงค์ ครั้งที่ 2		แบบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	สรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง	**นักเรียนประเมินตนเองครั้งที่ 2**
1. เข้าใจการเกิดพันธะโคเวเลนต์	**การเกิดพันธะโคเวเลนต์** เกิดจากแรงดึงดูดของนิวเคลียสของอะตอมธาตุอโลหะที่มีต่อเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมธาตุอโลหะอื่น เรียกว่า พันธะโคเวเลนต์ โดยโมเลกุลที่มีพันธะนี้เรียกว่า โมเลกุลโคเวเลนต์ สารประกอบแบบนี้เรียกว่า สารประกอบโคเวเลนต์	**2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase)** [5 นาที] ครูนำอภิปรายเนื้อหาเพิ่มเติมจากสื่อวิดีทัศน์ ดังนี้ 1. ครูยกตัวอย่างการเกิดพันธะระหว่างของอะตอมไฮโดรเจน (H) ด้วยกันเอง  2. ครูยกตัวอย่างการเกิดพันธะระหว่างของอะตอมไฮโดรเจน (H) และอะตอมของออกซิเจน (O)	เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์			

CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
	ธาตุที่เกิดพันธะโคเวเลนต์ 1. อโลหะ + อโลหะ 2. กึ่งโลหะ + อโลหะ 3. โลหะบางชนิดที่มีค่า IE สูง รวมตัวกับ Cl เช่น $BeCl_2$, $SnCl_2$, $PbCl_4$ 4. ไอออนเชิงซ้อนของโลหะทรานซิชัน เช่น MnO_4^- , $Fe(CN)_4^{3-}$	 3. ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถาม ดังนี้ Q_1 : เพราะเหตุใดโลหะบางชนิดจึงสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์ได้ [อะตอมของโลหะที่มีค่า IE สูง ต้องใช้พลังงานมากเพื่อทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม จึงชอบใช้อิเล็กตรอนร่วมกันมากกว่าที่จะยอมเสียอิเล็กตรอน ทำให้อะตอมเกิดพันธะแบบโคเวเลนต์] Q_2 : นักเรียนคิดว่ามีธาตุโลหะตัวใดบ้างที่สามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์ได้ [.....]				

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
	กฎออกเตต อะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่เข้าทำปฏิกิริยากัน จะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนอิเล็กตรอน เพื่อให้มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนแบบเดียวกับก๊าซเฉื่อย คือ มีเวเลนส์อิเล็กตรอนครบ 8 * ยกเว้น H ครบ 2 *	**3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)** [10 นาที] 1. ครูและนักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลดังนี้ Q_1 : ธาตุโลหะที่มีค่า IE สูง ได้แก่ ธาตุอะไรบ้าง [ธาตุ Be, Sn, Pb, Bi] Q_2 : ธาตุโลหะที่เกิดพันธะโคเวเลนต์ มีหลักการอ่านชื่ออย่างไร [$BeCl_2$ อ่านว่า แบริลเลียมคลอไรด์ $SnCl_2$ อ่านว่า ทิน(II)คลอไรด์ $PbCl_4$ อ่านว่า เลด(IV)คลอไรด์ ซึ่งเป็นหลักการอ่านชื่อแบบสารประกอบไอออนิก] 2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบของโจทย์คำถาม เรื่อง กฎออกเตต อะตอมกลาง → **มี + รับ** ← อะตอมล้อมรอบ				

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
		4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) [30 นาที]				
2. อ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ได้	**การอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์** 1. อ่านจำนวนอะตอมของธาตุเป็นภาษากรีก (ถ้าตัวแรกเท่ากับ 1 ไม่ต้องอ่าน) 2. เปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น ไ–ด์ (–ide) เช่น A_2B_3 อ่านว่า 2 – A – 3 – B	1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบของโจทย์คำถาม เรื่อง การอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ 2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อยกเว้นของการอ่านชื่อ ดังนี้ – กรด *ลงท้ายเสียงอิก (–ic)* – สารประกอบไฮโดรคาร์บอน – ธาตุพิเศษ (สารประกอบคลอไรด์) – กลุ่มไอออนเชิงซ้อน 3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติสารประกอบที่อ่านชื่อไปข้างต้น	เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่อง การอ่านชื่อสาร ประกอบโคเวเลนต์			
3. เขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์	**การเขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์** 1. เขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่มีค่า EN ต่ำก่อน (H เขียนไว้หลัง ธาตุหมู่ IIIA, IVA, VA)	4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบของ โจทย์คำถาม เรื่อง การเขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ 5. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนพันธะของธาตุอโลหะ ดังนี้	เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่อง การเขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบ			

<table>
<tr><th rowspan="2">จุดประสงค์การเรียนรู้</th><th rowspan="2">สาระการเรียนรู้</th><th rowspan="2">กิจกรรมการเรียนรู้</th><th rowspan="2">สื่อการเรียนรู้</th><th colspan="2">การวัดและประเมินผล</th><th rowspan="2">หมายเหตุ</th></tr>
<tr><th>การวัด</th><th>การประเมิน</th></tr>
<tr>
<td>ได้</td>
<td>2. เขียนประจุที่ใช้สร้างพันธะบนสัญลักษณ์แต่ละธาตุ เช่น H^+ , O^{2-}
3. นำตัวเลขด้านบนของธาตุมา “คูณไขว้กัน” (ทำให้ผลรวมของโมเลกุลเป็นศูนย์)
4. ทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ
$H^+ \; O^{2-} \Rightarrow H_2O$</td>
<td>
<table>
<tr><th>ธาตุ</th><th>หมู่ A</th><th>ประจุ</th><th>โครงสร้างแบบเส้น</th></tr>
<tr><td>H</td><td>–</td><td>1+</td><td>H—</td></tr>
<tr><td>C</td><td>IV</td><td>4–</td><td>—C(—)(—)— =C(—)— =C=</td></tr>
<tr><td>N</td><td>V</td><td>3–</td><td>—N(—)— —N=</td></tr>
<tr><td>O</td><td>VI</td><td>2–</td><td>—O— O=</td></tr>
<tr><td>F</td><td>VII</td><td>1–</td><td>F—</td></tr>
</table>
</td>
<td>โคเวเลนต์</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>5. ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase)
[10 นาที]
1. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ธาตุโลหะที่มีค่า IE สูง จะเกิดพันธะโคเวเลนต์ เมื่อจับกับอะตอมของ Cl โดยเกิดเป็นโครงสร้างแบบโครงผลึกร่างตาข่าย ซึ่งเป็นโครงสร้างแบบโคเวเลนต์ แต่เมื่อเกิดกับ O จะเกิดโครงสร้างแบบโครงร่างผลึกของไอออนิก
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า $BeCl_2$ จึงมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง เนื่องจากเกิดพันธะในลักษณะโครงผลึกร่างตาข่าย</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</table>

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
4. สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้		**6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** [30 นาที] 1. นักเรียนทำโจทย์เสริมสร้างความเข้าใจ โดยมีครูคอยชี้แนะแนวทาง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ 2. นักเรียนตรวจสอบการบรรลุจุดประสงค์ ครั้งที่ 3	โจทย์เสริมสร้างความเข้าใจ			**นักเรียนประเมินตนเอง ครั้งที่ 3**
		7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) [10 นาที] 1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เพื่อวัดความเข้าใจหลังจบบทเรียน จำนวน 2 ข้อ Q_1 : สารประกอบต่อไปนี้ XCl_3 , YCl , ZCl_2 ข้อใดจัดเป็นสารโคเวเลนต์ ถ้าธาตุ X , Y และ Z มีเลขอะตอมเป็น 7, 11 และ 30 ตามลำดับ [XCl_3]		แบบทดสอบย่อย	ตอบคำถามพร้อมอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง	

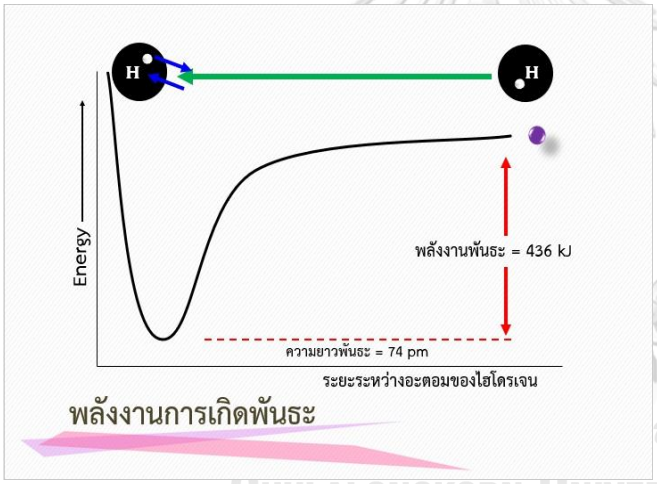
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
5. มีความภาคภูมิใจในตนเอง		O_2 : เมื่อธาตุ C รวมตัวกับ Cl และ N รวมตัวกับ O และ C รวมตัวกับ O จะได้สูตรโมเลกุลแบบใด [CCl_4 , N_2O_3 , CO_2] 2. นักเรียนสรุปความรู้รวบยอดที่ได้เพิ่มเติมจากการเรียนในชั้นเรียน		แบบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	สรุปองค์ความรู้ครบถ้วน	**สรุปด้วยปากกาคนละสีกับของเดิม**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dialogue การเกิดพันธะ การอ่านชื่อ และการเขียนสูตร

การเกิดพันธะโคเวเลนต์ คือ อะตอม 2 อะตอมสร้างพันธะระหว่างกัน โดยการนำอิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน เนื่องจากต่างมีค่า EN สูง จึงไม่อยากสูญเสียอิเล็กตรอนให้อะตอมใดอะตอมหนึ่ง

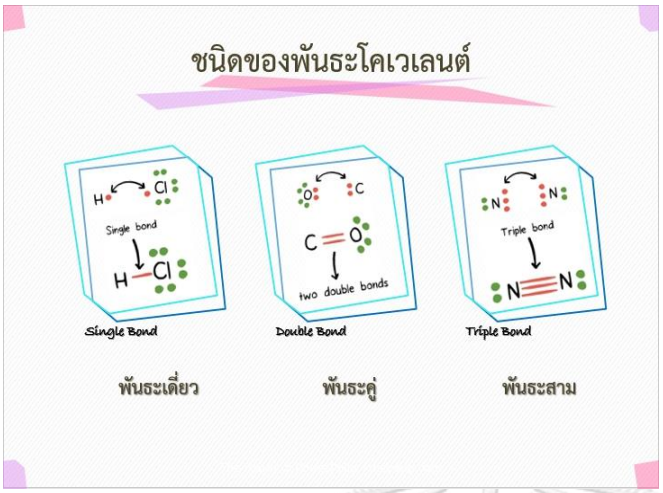


เมื่ออะตอมเข้าใกล้กัน นิวเคลียสของอะตอมจะดึงดูดอิเล็กตรอนของอะตอมที่อยู่ใกล้ ทำให้เกิดการสร้างพันธะระหว่างกัน เมื่ออะตอมอยู่ใกล้กันในระยะที่เหมาะสม

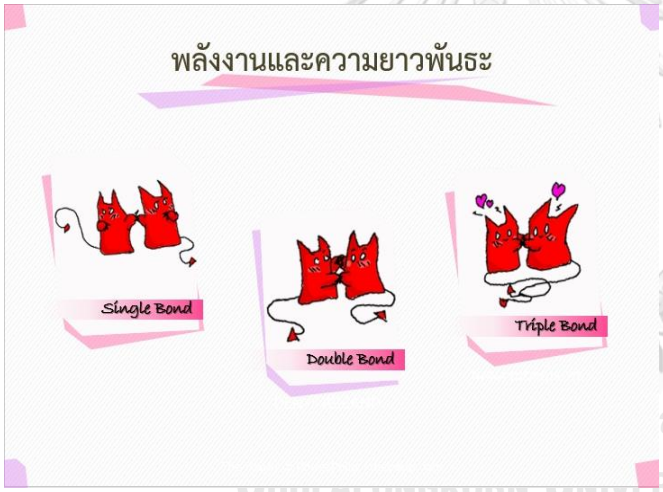
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารประกอบโคเวเลนต์ เกิดจากอะตอมของอโลหะ สร้างพันธะกับ อะตอมของอโลหะหรือกึ่งโลหะ และสามารถเกิดกับธาตุโลหะที่มีค่า IE สูง ได้อีกด้วย โดยไอออนเชิงซ้อนจะเกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์ เมื่อรวมตัวเป็นสารประกอบจะเป็นพันธะไอออนิก

Dialogue การเกิดพันธะ การอ่านชื่อ และการเขียนสูตร



พันธะโคเวเลนต์มี 3 ชนิด คือ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม โดยการนำอิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน 2 อิเล็กตรอน นับเป็น 1 พันธะ



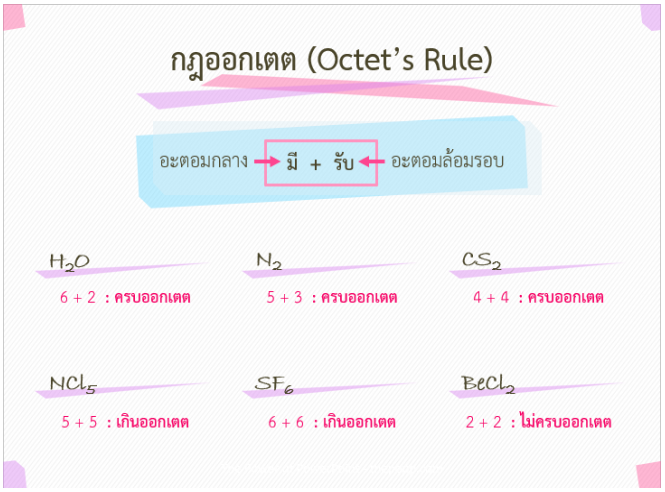
พลังงานพันธะและความยาวพันธะ มีค่าแปรผกผันกัน

พลังงานพันธะ :

$$- < = < \equiv$$

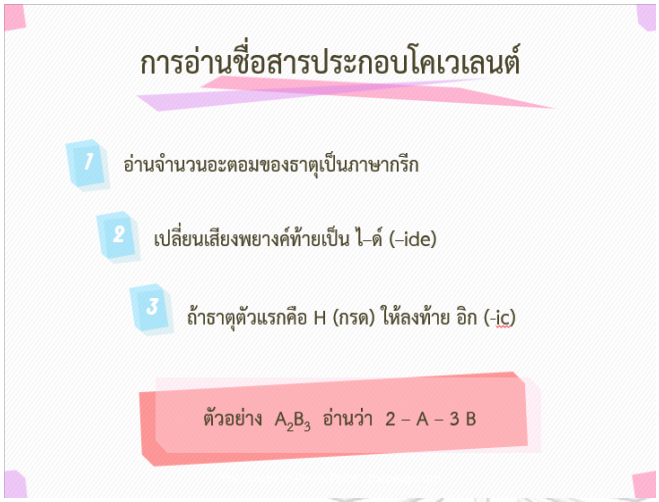
ความยาวพันธะ :

$$- > = > \equiv$$



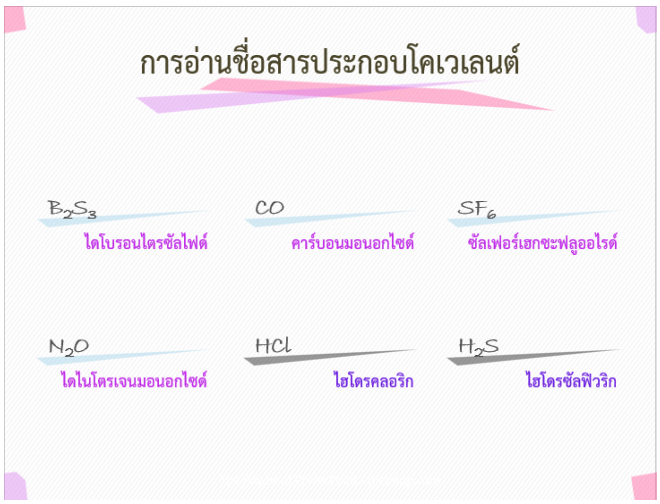
อะตอมของธาตุพยายามจัดเรียงตัวให้เหมือนกับธาตุหมู่ 8 หรือตามกฎออกเตต โดยสามารถใช้สูตรในการตรวจสอบสารประกอบว่าเป็นไปตามกฎออกเตตหรือไม่ คือ มี + รับ

Dialogue การเกิดพันธะ การอ่านชื่อ และการเขียนสูตร



การอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ต้องอ่านจำนวนอะตอมของธาตุ เนื่องจากธาตุอโลหะมีเลขออกซิเดชันหลายค่า จึงสามารถเกิดสารประกอบได้

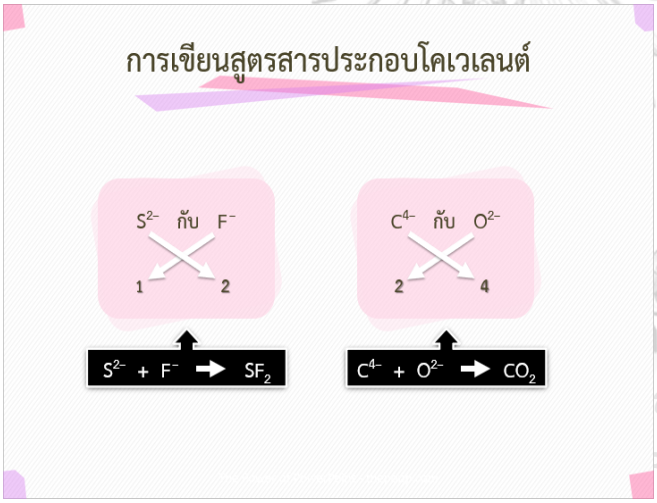
การอ่านจำนวนอะตอม หรือเลขห้อยของธาตุ ต้องอ่านเป็นภาษากรีก โดย mono มีคำอ่านว่า มอนอ แต่นิยมออกเสียงเป็น โมโน



ตัวอย่างการอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ โดยถ้าธาตุตัวแรกมี 1 อะตอม จะไม่อ่านจำนวนอะตอมของธาตุนั้น

Dialogue การเกิดพันธะ การอ่านชื่อ และการเขียนสูตร

หลักการเขียนสูตรโมเลกุล คือ เขียนสัญลักษณ์ของธาตุโดยเขียนธาตุที่มีค่า EN ต่ำไว้ข้างหน้า แล้วนำประจุมาคูณไขว้เพื่อให้ผลรวมโมเลกุลเป็นศูนย์ หรือเป็นกลางธาตุไฟฟ้า

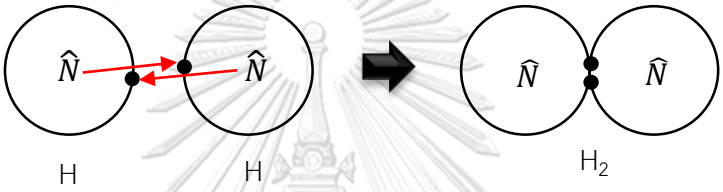


ตัวอย่างการเขียนสูตรโมเลกุลโดยการตัดทอนประจุให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

การเกิดพันธะโคเวเลนต์

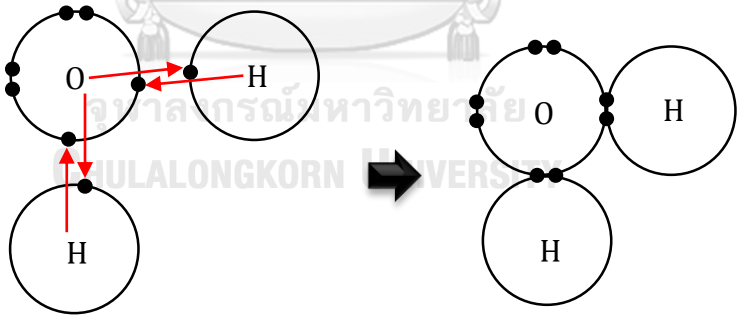
การเกิดพันธะโคเวเลนต์ หมายถึง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม 2 อะตอม นำอิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกันเป็นคู่ เรียกว่า **อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ** เพื่อให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดเท่ากับ 8 หรือเป็นไปตามกฎออกเตต คล้ายกับการจัดเรียงตัวของแก๊สเฉื่อย ส่วนอิเล็กตรอนที่ไม่ได้ใช้ร่วมกันเรียกว่า **อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว** และแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนนี้กับนิวเคลียส เรียกว่า **พันธะโคเวเลนต์** โดยโมเลกุลที่มีพันธะนี้เรียกว่า **โมเลกุลโคเวเลนต์** สารประกอบแบบนี้เรียกว่า **สารประกอบโคเวเลนต์**

เช่น การเกิดพันธะของอะตอมไฮโดรเจน (H) 2 อะตอม กลายเป็นโมเลกุลแก๊สไฮโดรเจน (H_2)



เช่น การเกิดพันธะของอะตอมไฮโดรเจน (H) กับอะตอมออกซิเจน (O)

อะตอมไฮโดรเจนต้องการ 1 e^- เพื่อให้เต็มระดับพลังงาน K ($2e^-$) ส่วนอะตอมของออกซิเจน มีการจัดเรียง e^- แบบ 2, 6 ซึ่งต้องการอีก 2 e^- เพื่อให้เวเลนซ์ e^- ครบ 8 ดังนั้น อะตอมออกซิเจน 1 อะตอม จึงต้องสร้างพันธะกับอะตอมไฮโดรเจน 2 อะตอม



สาเหตุที่พันธะโคเวเลนต์ใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence electron) ร่วมกัน เนื่องจากเป็นพันธะที่เกิดจากอะตอมของธาตุอโลหะรวมตัวกัน ซึ่งธาตุอโลหะเป็นธาตุที่มีค่า EN สูง จึงไม่ต้องการสูญเสียอิเล็กตรอน

ธาตุที่เกิดพันธะโคเวเลนต์ *การใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน*

1. อโลหะ + อโลหะ
2. กึ่งโลหะ + อโลหะ : ธาตุกึ่งโลหะมีค่า IE สูง จึงรวมกันด้วยพันธะโคเวเลนต์
3. โลหะบางชนิดที่มีค่า IE สูง รวมตัวกับ Cl เช่น $BeCl_2$, $SnCl_2$, $PbCl_4$

4. ไอออนเชิงซ้อนของโลหะทรานซิชัน เช่น MnO_4^- , $Fe(CN)_4^{3-}$

ชนิดของพันธะโคเวเลนต์

มี 3 ชนิด ได้แก่

1. พันธะเดี่ยว : ใช้ e^- ร่วมกัน 1 คู่ —
2. พันธะคู่ : ใช้ e^- ร่วมกัน 1 คู่ =
3. พันธะสาม : ใช้ e^- ร่วมกัน 1 คู่ ≡

การอ่านชื่อสารประกอบ

หลักการอ่านชื่อ

1. อ่านจำนวนอะตอมของธาตุเป็นภาษากรีก (ถ้าตัวแรกเท่ากับ 1 ไม่ต้องอ่าน)
2. เปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น ไ–ด์ (–ide)

เช่น A_2B_3 อ่านว่า 2 – A – 3 – B

การอ่านเลขอะตอม

จำนวนอะตอม	ภาษากรีก	คำอ่าน	จำนวนอะตอม	ภาษากรีก	คำอ่าน
1	mono	มอนอ	6	hexa	เฮกซะ
2	di	ได	7	hepta	เฮปตะ
3	tri	ไตร	8	octa	ออกตะ
4	tetra	เตตระ	9	nona	โนนะ
5	penta	เพนตะ	10	deca	เดคะ

โจทย์

สูตรโมเลกุล	ชื่อสารประกอบโคเวเลนต์	
B_2O_3	ไดโบรอนไตรออกไซด์	Diboron trioxide / Boron oxide
CS_2	คาร์บอนไดซัลไฟด์	Carbon disulfide
SF_6	ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	Sulfur hexafluoride
N_2O	ไดไนโตรเจนมอนอกไซด์	Dinitrogen monoxide
BF_3	โบรอนไตรฟลูออไรด์	Boron trifluoride
$SiCl_4$	ซิลิกอนเตตระคลอไรด์	Silicon tetrachloride
N_2O_3	ไดไนโตรเจนไตรออกไซด์	Dinitrogen trioxide
GeH_4	เจอร์มาเนียมเตตระไฮไดรด์	Germanium tetrahydride

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การอ่านชื่อสารประกอบเฉพาะ

1. กรด *ลงท้ายเสียงอิก (–ic)*

สาร	สารละลาย	แก๊ส
HF	ไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric)	ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (Hydrogen fluoride)
HCl	ไฮโดรคลอริก (Hydrochloric)	ไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen chloride)
H_2S	ไฮโดรซัลฟิวริก (Hydrosulfuric)	ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide)
HNO_3	ไนตริก (Nitric)	–
H_2CO_3	คาร์บอนิก (Carbonic)	–
H_2SO_4	ซัลฟิวริก (Sulfuric)	–
H_3PO_4	ฟอสฟอริก (Phosphoric)	–

2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ชื่อเรียก	สูตรเคมี	ตัวอย่าง	การอ่านชื่อสารประกอบ
Alkane	C_nH_{2n+2}	C_2H_6	อีเทน (Ethane)
Alkene	C_nH_{2n}	C_2H_4	อีทีน (Ethene / Ethylene)
Alkyne	C_nH_{2n-2}	C_2H_2	อีไทน์ (Ethyne / Acetylene)

3. ธาตุพิเศษ (สารประกอบคลอไรด์) *เป็นสารประกอบโคเวเลนต์ ที่อ่านชื่อแบบไอออนิก*

เช่น

– $BeCl_2$: แบริลเลียมคลอไรด์

– $SnCl_4$: ทิน(IV)คลอไรด์

– $PbCl_2$: เลด(II)คลอไรด์

4. กลุ่มไอออนเชิงซ้อน * เมื่อเกิดสารประกอบ จะเกิดเป็นพันธะไอออนิก *

สาร	ชื่อสาร	ตัวอย่าง	การอ่านชื่อสารประกอบ
NO_3^-	ไนเตรด	KNO_3	โพแทสเซียมไนเตรต (ดินประสิว)
CO_3^{2-}	คาร์บอเนต	$CaCO_3$	แคลเซียมคาร์บอเนต (หินปูน)
SO_4^{2-}	ซัลเฟต	$MgSO_4$	แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ)
PO_4^{3-}	ฟอสเฟต	H_3PO_4	ฟอสฟอริก
CH_3COO^-	อะซิเตต	CH_3COOH	อะซิติก (น้ำส้มสายชู)
MnO_4^{2-}	แมงกาเนต		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

MnO_4^-	เปอร์แมงกาเนต	$KMnO_4$	โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (ด่างทับทิม)
ClO_3^-	คลอเรต	$KClO_3$	โพแทสเซียมคลอเรต
ClO_4^-	เปอร์คลอเรต	$HClO_4$	เปอร์คลอริก
CrO_4^{2-}	โครเมต	H_2CrO_4	กรดโครมิก
$Cr_2O_7^{2-}$	ไดโครเมต	$K_2Cr_2O_7$	โพแทสเซียมไดโครเมต
CN^-	ไซยาไนด์	HCN	ไฮโดรเจนไซยาไนด์
OCN^-	ไซยาเนต		
OH^-	ไฮดรอกไซด์	NaOH	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ)
H_3O^+	ไฮโดรเนียม		
NH_4^+	แอมโมเนียม	NH_4Cl	แอมโมเนียมคลอไรด์ (รักษาด่างขาว)
HCO_3^-	ไบคาร์บอเนต	$NaHCO_3$	โซเดียมไบคาร์บอเนต (ผงฟู)
HSO_4^-	ไบซัลเฟต	$NaHSO_4$	โซเดียมไบซัลเฟต (กรดเกลือ)
HPO_4^{2-}	ไฮโดรเจนฟอสเฟต	K_2HPO_4	โพแทสไฮโดรเจนเซียมฟอสเฟต
$H_2PO_4^-$	ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	$Ca(H_2PO_4)_2$	แคลเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (สารส้ม)
NO_2^-	ไนไตรท์ (Nitrite)	HNO_2	ไนตรัส (Nitrous)
SO_3^{2-}	ซัลไฟท์ (sulfite)	H_2SO_3	ซัลฟิวรัส (Sulfurous)

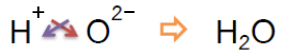
* NO_3^- = ไนเตรต (Nitrate) , NO_2^- = ไนไตรท์ (Nitrite) , N^{3-} = ไนไตรด์ (Nitride) *

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเขียนสูตร

หลักการเขียนสูตร

1. เขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่มีค่า EN ต่ำก่อน (H เขียนไว้หลัง ธาตุหมู่ IIIA, IVA, VA)
2. เขียนประจุที่ใช้สร้างพันธะบนสัญลักษณ์แต่ละธาตุ เช่น H^+ , O^{2-}
3. นำตัวเลขด้านบนของธาตุมา “คูณไขว้กัน” (ทำให้ผลรวมของโมเลกุลเป็นศูนย์)
4. ทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ



ตัวอย่าง

ธาตุคู่สร้างพันธะ	สูตรโมเลกุล
C^{4+} + O^{2-}	CO_2
P^{3+} + Cl^-	PCl_3
N^{3+} + S^{2-}	N_2S_3

ธาตุคู่สร้างพันธะ	สูตรโมเลกุล
P^{3-} + H^+	PH_3
Si^{4-} + H^+	SiH_4
F^- + H^+	HF

โจทย์

1. X และ Y มีเลขอะตอม 15 และ 17 ถ้าเกิดสารประกอบกับออกซิเจน (O) จะมีสูตรอย่างไร

ตอบ X (2 8 5) คือ P + O = P_2O_3

Y (2 8 7) คือ Cl + O = Cl_2O

2. X และ Y มีเลขอะตอม 14 และ 34 ถ้าเกิดสารประกอบกับคลอรีน (Cl) จะมีสูตรอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอบ X (2 8 4) คือ Si + Cl = $SiCl_4$

Y (2 8 18 6) คือ Se + Cl = $SeCl_2$

จำนวนพันธะของธาตุอโลหะ

ธาตุ	หมู่ A	ประจุ	โครงสร้างแบบเส้น
H	–	1+	H—
C	IV	4–	—C— =C= =C=
N	V	3–	—N— —N=
O	VI	2–	—O— O=
F	VII	1–	F—

ตัวอย่างโจทย์

จุดประสงค์ : 1. เข้าใจการเกิดพันธะโคเวเลนต์

1. ข้อใดกล่าวถึงพันธะโคเวเลนต์ได้ถูกต้อง 1. เกิดจากโลหะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 2. เกิดจากอโลหะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 3. เกิดจากอโลหะเสียอิเล็กตรอนให้กับโลหะ 4. เกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอนให้กับอโลหะ	2.

2. เพราะเหตุใด อโลหะจึงยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ 1. อโลหะมีค่า EN ต่ำเสียอิเล็กตรอนง่าย 2. อโลหะมีค่า EN สูงเสียอิเล็กตรอนง่าย 3. อโลหะมีค่า EN สูงเสียอิเล็กตรอนยาก 4. อโลหะมีค่า EN ต่ำเสียอิเล็กตรอนยาก	3.

จุดประสงค์ : 2. อ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ได้

3. การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ ข้อใด **<u>ไม่ถูกต้อง</u>** 1. NO ไนโตรเจนมอนอกไซด์ 2. N_2O_3 ไนโตรเจนไตรออกไซด์ 3. N_2O_4 ไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์ 4. N_2O_5 ไดไนโตรเจนเพนตะออกไซด์	2.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. สารโคเวเลนต์ที่ชื่อว่า “ฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์” คือข้อใด 1. PCl_5 2. P_5Cl 3. P_3Cl_2 4. P_2Cl_3	1.

5. ข้อใดคือชื่อที่ถูกต้องของสารประกอบ P_2O_5 1. ฟอสฟอรัสออกไซด์ 2. ฟอสฟอรัส (II) ออกไซด์ 3. ฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์ 4. ไดฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์	4.

6. ข้อใดอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ได้ถูกต้อง 1. Cl_2O อ่านว่า ไดคลอรีนมอนอกไซด์ 2. PCl_5 อ่านว่า ฟอสฟอรัสเฮกซะคลอไรด์ 3. Cl_2O_{10} อ่านว่า ไดคลอรีนเพนตะออกไซด์ 4. P_4O_{10} อ่านว่า ไตรฟอสฟอรัสเฮกซะออกไซด์	1.

จุดประสงค์ : 3. เขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ได้

7. ธาตุ X มีเลขอะตอมเท่ากับ 17 เมื่อรวมตัวกับ Cl เกิดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์มีสูตรอย่างไร 1. XCl 2. XCl_2 3. XCl_3 4. X_2Cl	2.
8. B เกิดพันธะโคเวเลนต์กับ F จะมีสูตรโมเลกุลอย่างไร 1. BF 2. FB 3. F_2B 4. BF_3	4.
9. Be เกิดพันธะโคเวเลนต์กับ H จะมีสูตรโมเลกุลอย่างไร 1. HBe 2. BeH 3. H_2Be 4. BeH_2	4.
10. ธาตุ X และธาตุ Y มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น X (2 8 18 6) และ Y (2 8 6) สารประกอบระหว่าง X และ Y ควรมีลักษณะเป็นอย่างไร 1. XY 2. X_2Y 3. XY_2 4. XYX	1.
11. สูตรโมเลกุลที่เกิดจากพันธะโคเวเลนต์ระหว่างธาตุ F และ P มีเลขอะตอมเป็น 9 และ 15 ตามลำดับ ข้อใดเป็นไปได้ที่สุด 1. F_4P 2. PF_4 3. F_3P 4. PF_3	4.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

12. ธาตุ N ที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 7 เกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุ Cl ที่มีเลขอะตอม 17 สูตรโมเลกุลที่ได้ ข้อใดถูกต้องที่สุด 1. ClN 2. Cl_2N 3. NCl_3 4. N_7Cl_6	3.

13. ธาตุ A อยู่ในคาบที่ 3 มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 5 และมีนิวตรอนเท่ากับ 16 ดังนั้นธาตุ A เมื่อรวมกับ Br อาจได้สารที่มีสูตรอย่างไร 1. ABr 2. ABr_2 3. ABr_3 4. ABr_4	3.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาณสัมพันธ์ วิชา เคมี 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ว31225

ผู้สอน นางสาวเบญจพร สุคนธร เรื่อง มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย

สาระการเรียนรู้ เคมี จำนวนคาบ 2 คาบ (100 นาที)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง : บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
เมื่อเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนสามารถ	**มวลอะตอม** คือ มวลที่เปรียบเทียบระหว่างมวลของธาตุ 1 อะตอมกับมวลของธาตุมาตรฐาน เพื่อบอกให้ทราบว่ามวลของธาตุ 1 อะตอมหนักเป็น กี่เท่าของมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม $\text{มวลอะตอม} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$ **มวลอะตอมเฉลี่ย** คือ มวลเฉลี่ยของอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทป ซึ่งแต่ละไอโซโทปมีมวลอะตอมและปริมาณในธรรมชาติ	**<u>การเรียนรู้นอกห้องเรียน</u>** **1. ขั้นการรวบรวมข้อมูล (Gathering)** 1. ครูกำหนดประเด็นในการรวบรวมข้อมูล โดยระบุเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ให้นักเรียนกำหนดวันและเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้นอกห้องเรียนด้วยตนเอง 2. นักเรียนศึกษาจากสื่อวิดีทัศน์ แล้วตรวจสอบการบรรลุจุดประสงค์ ครั้งที่ 1 ***รายละเอียดของสื่อ ระบุไว้ใน Dialogue*** 3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดออนไลน์ 5 ข้อ 4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ซักถาม ข้อสงสัยเกี่ยวกับเนื้อหาในสื่อวิดีทัศน์	- สื่อวิดีทัศน์ เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์ - แบบฝึกหัดออนไลน์			**นักเรียนประเมินตนเอง ครั้งที่ 1**

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
	แตกต่างกัน มวลอะตอม = $\frac{\Sigma \text{ (มวลของธาตุ x \%ไอโซโทปในธรรมชาติ)}}{100}$	5. นักเรียนบันทึกสาระสำคัญเพิ่มเติมลงในแบบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล 6. นักเรียนตรวจสอบการบรรลุจุดประสงค์ ครั้งที่ 2	- Line	แบบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	สรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง	**นักเรียนประเมินตนเองครั้งที่ 2**
		<u>การเรียนรู้ในห้องเรียน</u> **1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)** [5 นาที] 1. ครูตรวจสอบความรู้ของนักเรียน ที่ได้จากการศึกษาสื่อวิดีทัศน์ โดยใช้คำถามดังนี้ Q_1 : มวลของธาตุ 1 อะตอม คือเท่าใด [เท่ากับ มวลอะตอม x 1.66×10^{-24} กรัม] Q_2 : มวลอะตอมกับมวลของธาตุ 1 อะตอม ต่างกันอย่างไร				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
		[มวลของธาตุ 1 อะตอม คือมวลที่แท้จริงของธาตุ 1 อะตอม ส่วนมวลอะตอมคือมวลที่เกิดจากการเปรียบเทียบกับมวลของธาตุมาตรฐานเป็นจำนวนเท่า] Q_3 : เหตุใดจึงคิดมวลของธาตุเป็นมวลอะตอม [มวลที่แท้จริงของธาตุมีน้ำหนักเบามาก คิดคำนวณได้ยาก ดอลตันจึงใช้ค่าเปรียบเทียบกับมวลของธาตุมาตรฐานมาคิดแทน] Q_4 : มวลอะตอมเฉลี่ยต่างจากมวลอะตอมอย่างไร [มวลอะตอมของธาตุคือมวลที่ได้มาจากการหาค่าเฉลี่ยของมวลธาตุแต่ละไอโซโทป โดยคำนึงถึงปริมาณร้อยละในธรรมชาติของแต่ละไอโซโทปด้วย]				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุได้		**2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase)** [5 นาที] 1. ครูนำอภิปรายการหาหน่วยของมวลอะตอมว่า มวลอะตอมเป็นมวลเปรียบเทียบ จึงไม่มีหน่วย ส่วนมวลของธาตุ 1 อะตอม เป็นมวลที่แท้จริงของธาตุ จึงมีหน่วยเป็นกรัม 2. ครูนำอภิปรายการหามวลอะตอมเฉลี่ยในธรรมชาติ ไม่ควรปัดตัวเลขมวลของธาตุ เนื่องจากธาตุมีค่ามวลใกล้เคียงกัน 3. ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถาม ดังนี้ Q_1 : เหตุใดจึงเปลี่ยนมวลของธาตุมาตรฐานจาก ไฮโดรเจน (H) มาเป็นคาร์บอน (C) [เนื่องจากธาตุคาร์บอนสามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอื่นๆ เกิดเป็นสารประกอบได้เป็นจำนวนมาก และคาร์บอน–12 เป็นไอโซโทปที่มีสูงที่สุดในไอโซโทปอื่นๆ ของ	เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่อง มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย			

Chulalongkorn University

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
		คาร์บอน] Q_2 : หากโจทย์ไม่ระบุปริมาณร้อยละของไอโซโทปของธาตุในธรรมชาติ จะสามารถหาปริมาณร้อยละของธาตุอย่างไร [ผลรวมของร้อยละ คือ 100 หากโจทย์ไม่กำหนดมา สามารถใส่ตัวแปรเป็น x และ 100 – x]				
	<u>โจทย์ปัญหา</u> 1. จงหามวลอะตอมของกำมะถัน (S) เมื่อ S 1 อะตอม มีมวล 32.0655 x 1.66 x 10^{-24} กรัม 2. ออกซิเจน (O) มีมวลอะตอม 15.9994 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอม มีมวลเป็น 4 เท่าของมวลของ O 2 อะตอม	**3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)** [10 นาที] 1. ครูนำอภิปรายแก้โจทย์ตัวอย่าง โดยใช้รูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) โดยนำมาปรับใช้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้ <u>ขั้นที่ 1</u> ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้	เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่อง มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

<table>
<tr><th rowspan="2">จุดประสงค์การเรียนรู้</th><th rowspan="2">สาระการเรียนรู้</th><th rowspan="2">กิจกรรมการเรียนรู้</th><th rowspan="2">สื่อการเรียนรู้</th><th colspan="2">การวัดและประเมินผล</th><th rowspan="2">หมายเหตุ</th></tr>
<tr><th>การวัด</th><th>การประเมิน</th></tr>
<tr>
<td></td>
<td>3. มวลอะตอมของไฮโดรเจน (H) เท่ากับ 1.0079 ไฮโดรเจน 1 อะตอม จะมีมวลเป็นกี่กรัม
4. จงหามวลอะตอมของอิริเดียม (Ir) จากข้อมูลต่อไปนี้
<table>
<tr><th>ไอโซโทป</th><th>มวลอะตอม</th><th>ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ</th></tr>
<tr><td>Ir – 191</td><td>190.9606</td><td>37.300</td></tr>
<tr><td>Ir – 193</td><td>192.9629</td><td>62.700</td></tr>
</table>
5. ธาตุซิลิคอน (Si) ที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 27.9769, 28.9765 และ 29.9738 คิดเป็นปริมาณร้อยละ 92.223, 4.685 และ 3.092 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมของธาตุซิลิคอน
6. ธาตุยูโรเพียม (Eu) พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทป คือ ^{151}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.9198 และ ^{153}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 152.9219 ถ้ามวล</td>
<td><u>ขั้นที่ 2</u> ขั้นวางแผนแก้ปัญหา
นักเรียนเลือกสูตรที่ใช้จากข้อมูลที่ได้จากโจทย์ โดยคำนึงถึงตัวแปรที่โจทย์ระบุให้
<u>ขั้นที่ 3</u> ขั้นดำเนินการตามแผน
นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์กำหนด
<u>ขั้นที่ 4</u> ขั้นตรวจสอบผล
นักเรียนตรวจสอบคำตอบและหน่วยของคำตอบให้สอดคล้องกับหน่วยที่โจทย์กำหนดให้
2. นักเรียนร่วมกันแก้โจทย์ตัวอย่างจำนวน 2 ข้อ โดยการจับคู่กัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา</td>
<td></td><td></td><td></td>
</tr>
</table>

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
	อะตอมเฉลี่ยของธาตุเท่ากับ 151.964 จงหาปริมาณร้อยละของธาตุแต่ละไอโซโทป 7. ธาตุเงิน (Ag) ที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{107}Ag มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.9051 และ ^{109}Ag มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 48.161 ถ้าธาตุเงินมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.868 จงคำนวณหามวลอะตอมของ ^{109}Ag					
2. คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้		**4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)** [30 นาที] 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตรวจคำตอบของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้	เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่อง มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
		5. ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase) [10 นาที] 1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่องการสังเกตหน่วย และเปลี่ยนหน่วยให้ตรงกับที่โจทย์กำหนดให้ 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นที่นักเรียนมักจะเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือสับสนจากการแก้โจทย์ปัญหาข้างต้น				
3. สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้		**6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** [30 นาที] 1. นักเรียนทำโจทย์เสริมสร้างความเข้าใจ โดยมีครูคอยชี้แนะแนวทาง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ 2. นักเรียนตรวจสอบการบรรลุจุดประสงค์ ครั้งที่ 3	โจทย์เสริมสร้างความเข้าใจ			**นักเรียนประเมินตนเอง ครั้งที่ 3**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
		7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) [10 นาที] 1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เพื่อวัดความเข้าใจหลังจบบทเรียน จำนวน 2 ข้อ Q_1 : เบริลเลียม 1 อะตอม มีมวล 1.494×10^{-23} g ถ้าอะตอมของสแกนเดียมมีมวลเป็น 5 เท่าของอะตอมเบริลเลียม มวลอะตอมของสแกนเดียมมีค่าเท่าใด [45] Q_2 : ธาตุ X จำนวน 3 ไอโซโทป มีจำนวนนิวตรอน 18, 20 และ 22 ตามลำดับ ปริมาณที่พบในธรรมชาติ 0.3, 0.1 และ 99.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถ้าไอโซโทปที่ 3 มี 18 โปรตอน ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่าไร [39.99]		แบบทดสอบย่อย	ตอบคำถามพร้อมอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง	

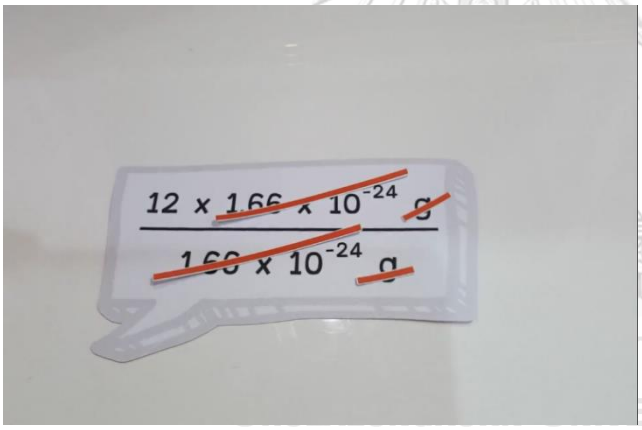
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล		หมายเหตุ
				การวัด	การประเมิน	
4. มีความภาคภูมิใจในตนเอง		2. นักเรียนสรุปความรู้รวบยอดที่ได้เพิ่มเติมจากการเรียนในชั้นเรียน		แบบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล	สรุปองค์ความรู้ครบถ้วน	**สรุปด้วยปากกาคนละสีกับของเดิม**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dialogue มวลอะตอม มวลอะตอมเฉลี่ย

จอห์น ดอลตัน เสนอให้ใช้ธาตุไฮโดรเจนเป็นธาตุมาตรฐานในการเปรียบเทียบมวลของอะตอมของธาตุอื่น



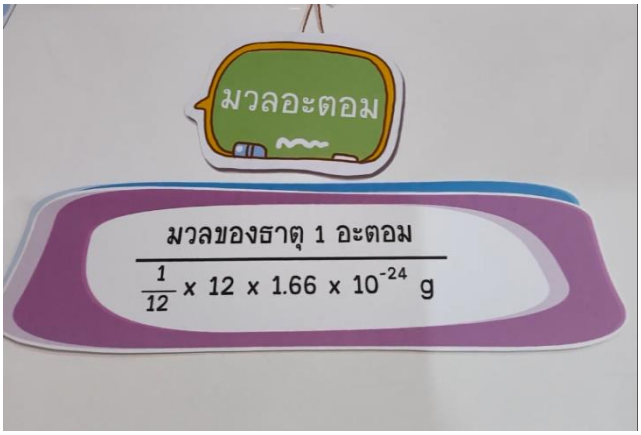
มวลอะตอมคิดจากการเปรียบเทียบกับมวลของธาตุมาตรฐาน ดังนั้น มวลอะตอมคือมวลเปรียบเทียบ จึงไม่มี

มวลของธาตุ 1 อะตอม คือ มวลที่แท้จริง ส่วนมวลอะตอม คือ มวลที่เปรียบเทียบเป็นจำนวนเท่ากับมวลของธาตุ

Dialogue มวลอะตอม มวลอะตอมเฉลี่ย

ตัวอย่าง อะตอมของธาตุคาร์บอน (C)
มวลของคาร์บอน 1 อะตอม = $12 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g
ส่วนมวลอะตอมของคาร์บอน = 12

เปลี่ยนธาตุมาตรฐานจากไฮโดรเจน (H) เป็นคาร์บอน (C) เนื่องจากธาตุไฮโดรเจนมีน้ำหนักเบา ทำให้คำนวณมวลได้ยาก จึงเปลี่ยนมาใช้คาร์บอนเป็นธาตุมาตรฐาน

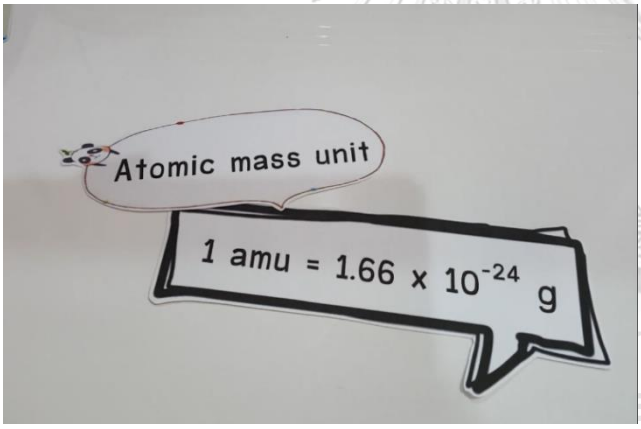


เนื่องจาก C มีมวลเป็น 12 เท่าของ H เมื่อใช้คาร์บอนเป็นธาตุมาตรฐาน จึงต้องหารด้วย 12 เพื่อให้ค่ายังเท่าเดิม

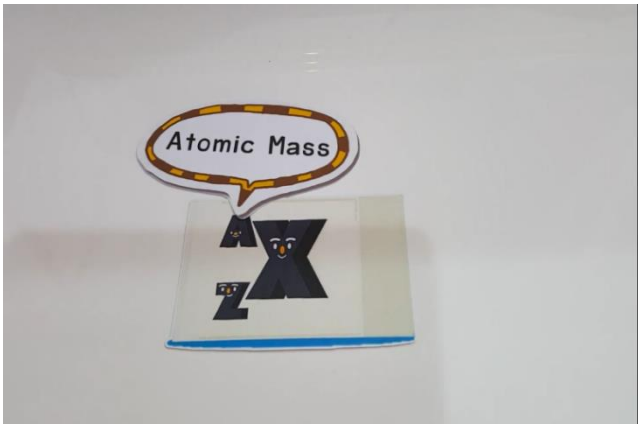
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Dialogue มวลอะตอม มวลอะตอมเฉลี่ย

มวลอะตอมของคาร์บอน = 12 แสดงว่าคาร์บอนหนักเป็น 12 เท่าของ H หรือ มวลอะตอมของ Li = 7 แสดงว่า Li หนักเป็น 1/12 ของ C–12

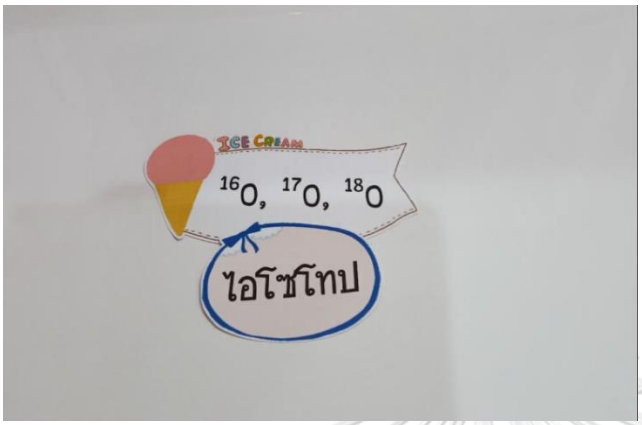


Atomic Mass Unit หรือ AMU คือหน่วยของมวลอะตอม มีค่าเท่ากับ 1.66 x 10^{-24} กรัม โดยเทียบมาจากไฮโดรเจน 1 อะตอม หรือ 1/12 ของคาร์บอน–12 1 อะตอม หรือ 1/16 ของออกซิเจน–16 1 อะตอม

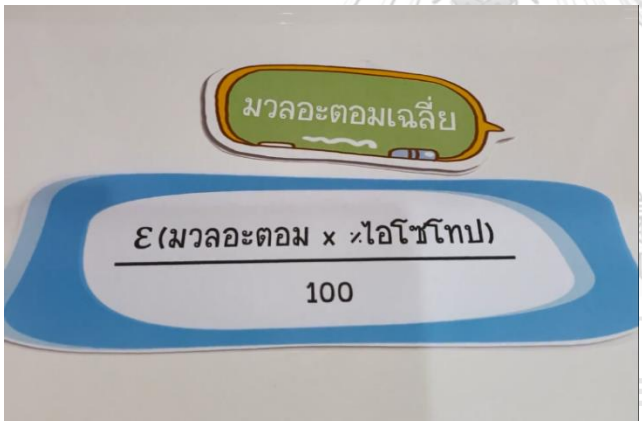


มวลอะตอม สามารถหาได้จากเลขมวล คือจำนวนโปรตอนและนิวตรอน ในเรื่องสัญลักษณ์นิวเคลียร์

Dialogue มวลอะตอม มวลอะตอมเฉลี่ย



ธาตุบางชนิดมีหลายไอโซโทป ทำให้มีมวลอะตอมไม่เท่ากัน



การหามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทป ต้องหาเป็นค่ามวลอะตอมเฉลี่ย

การหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยนำมวลอะตอมของธาตุแต่ละไอโซโทป x ปริมาณร้อยละในธรรมชาติของไอโซโทปนั้น แล้วหารด้วย 100

Dialogue โจทย์เสริมสร้างความเข้าใจ ชุดที่ 1

1. ธาตุ B มีมวลอะตอมเท่ากับ 7 จงหามวลของธาตุ B 1 อะตอม

$$\text{มวลอะตอม} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$7 = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$B = 7 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}$$

$$= 1.16 \times 10^{-23}\ \text{g}$$

B มีมวลอะตอมเท่ากับ 7 แสดงว่า B หนักกว่า H 7 เท่า

2. ธาตุไนโตรเจนมีมวลอะตอม 14 ไนโตรเจน 2 อะตอม หนักกี่กรัม

N 1 อะตอม หนัก $14 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

$$\text{N 2 อะตอม} \rightarrow \frac{2 \times 14 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}{1}$$

$$= 4.65 \times 10^{-23}\ \text{g}$$

N 1 อะตอม หนักกว่า H 14 เท่า แสดงว่า N 2 อะตอม จะหนักกว่า H 28 เท่า

3. C 10 อะตอม หนักเป็น 50 เท่าของ $\frac{1}{14}$ ของ N-14 3 อะตอม มวลอะตอมของ C เท่ากับเท่าใด

$$\frac{1}{14} \text{ ของ N-14} = \frac{1}{14} \times 14 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}$$

$$\text{ถ้า C 10 อะตอม} = 50 \times \frac{1}{14} \times 14 \times 3 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}$$

$$\text{ถ้า C 1 อะตอม} = \frac{50 \times 3 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}{10}$$

$$= 15 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}$$

C 1 อะตอม หนักเป็น 5 เท่าของ 1/14 ของ N 3 อะตอม แสดงว่า C หนักกว่า N 15 เท่า

Dialogue โจทย์เสริมสร้างความเข้าใจ ชุดที่ 1

4. ออกซิเจนมีมวลอะตอม 16 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด
เมื่อ X 1 อะตอม มีมวลเป็น 4 เท่าของมวล O 2 อะตอม

มวลอะตอม X = 4 เท่าของ 20

= 4 x 2(16)

= 128

X มีมวลเป็น 4 เท่าของ O 2 อะตอม แสดงว่า X มีมวลอะตอม = 128

5. มวลอะตอมเฉลี่ย=?, A = 14, 99.63% และ A = 15, 0.37%

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\Sigma\ (\text{มวลอะตอม} \times \%\text{ไอโซโทป})}{100}$$

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{(14 \times 99.63) + (15 \times 0.37)}{100}$$

= 14.0037

ธาตุชนิดเดียวกัน มีมวลหลายค่า การหามวลอะตอมของธาตุจึงต้องใช้ค่าเฉลี่ย

6. %=?, ^{63}Cu = 63 และ ^{65}Cu = 65, มวลเฉลี่ย Cu = 63.546

6354.6 = 63X + 6500 – 65X

65X – 63X = 6500 – 6354.6

2X = 145.4

X = 72.7

ดังนั้น $\%^{63}Cu$ = 72.7, $\%^{65}Cu$ = 27.3

ธาตุชนิดเดียวกัน มีมวลหลายค่า การหามวลอะตอมของธาตุจึงต้องใช้ค่าเฉลี่ย

มวลอะตอม มวลอะตอมเฉลี่ย และมวลโมเลกุล

ทฤษฎี

มวลอะตอม คือ มวลที่เปรียบเทียบกับธาตุมาตรฐาน เพื่อบอกให้ทราบว่ามวลของธาตุ 1 อะตอม หนักเป็นกี่เท่าของมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม

$$\text{มวลอะตอม} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

มวลอะตอม คือ มวลที่เปรียบเทียบกับธาตุมาตรฐาน เพื่อบอกให้ทราบว่ามวลของธาตุ 1 อะตอม หนักเป็นกี่เท่าของมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\Sigma(\text{มวลของธาตุแต่ละไอโซโทป} \times \%\text{ไอโซโทปในธรรมชาติ})}{100}$$

มวลโมเลกุล คือ มวลของสารที่เปรียบเทียบกับธาตุมาตรฐาน เพื่อบอกให้ทราบว่ามวลของสาร 1 โมเลกุล หนักเป็นกี่เท่าของมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม

$$\text{มวลโมเลกุล} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}} = \Sigma \text{มวลอะตอม}$$

โจทย์เสริมสร้างความเข้าใจ

1.	จงหามวลอะตอมของกำมะถัน (S) เมื่อกำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32.07 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
	หา มวลอะตอม$_S$ จากสูตร $\text{มวลอะตอม} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$ $= \frac{32.07 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$ $= 32.07$

2.	มวลอะตอมของไฮโดรเจน (H) เท่ากับ 1.0079 ไฮโดรเจน 1 อะตอม จะมีมวลเป็นกี่กรัม
	หา มวลของธาตุ 1 อะตอม จากสูตร $\text{มวลอะตอม} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$ $\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม} = 1.0079 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}$ $= 1.67 \times 10^{-24}\ \text{g}$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.	เบริลเลียม 1 อะตอม มีมวล 1.494×10^{-23} g ถ้าอะตอมของสแกนเดียมมีมวลเป็น 5 เท่าของอะตอมเบริลเลียม มวลอะตอมของสแกนเดียมมีค่าเท่าใด
	หา มวลอะตอม $_{Sc}$ สมการ $Sc = 5Be$ จากสูตร มวลอะตอม $= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ g}$ $= \frac{5 \times 1.494 \times 10^{-23}\ g}{1.66 \times 10^{-24}\ g}$ $= 45$

4.	ออกซิเจน (O) มีมวลอะตอม 15.994 ธาตุ X มีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อ X 1 อะตอม มีมวล 4 เท่าของของ O 2 อะตอม
	หา มวลอะตอม $_{X}$ จากสมการ $X\ 1\ atom = 4(O\ 2\ atom)$ $X\ 1 \times \cancel{1.66 \times 10^{-24}\ g} = 4(O\ 2 \times \cancel{1.66 \times 10^{-24}\ g})$ $X = 4 \times 20$ $X = 4 \times 2(16)$ $= 128$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.	ธาตุ A 6 อะตอม มีมวลเท่ากับธาตุ B 3 อะตอม ถ้าธาตุ A มีมวลอะตอมเท่ากับ 28 จงหามวลอะตอมของ B
	หา มวลอะตอม $_{B}$ จากสมการ $6A = 3B$ $6 \times 28 = 3B$ $B = \frac{6 \times 28}{3}$ $= 56$

6. ธาตุ He มีมวลอะตอมเท่ากับ 4 ธาตุ Ne มีมวลอะตอมเท่ากับ 20 ถ้าธาตุ He 50 อะตอม จะมีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุ Ne 10 อะตอม

หา จำนวนเท่า

จากสมการ $\text{He 50 atom} = \text{n x Ne 10 atom}$

$50 \times 4 = n \times 10 \times 20$

$200 = 200n$

$n = 1$ เท่า

7. จงหามวลอะตอมของอิริเดียม (Ir) จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
Ir – 191	190.9606	37.300
Ir – 193	192.9629	62.700

หา มวลอะตอมเฉลี่ย $_{Ir}$

จากสูตร มวลอะตอมเฉลี่ย $= \frac{\Sigma(\text{มวลของธาตุ x \%ไอโซโทป})}{100}$

$= \frac{(190.96 \times 37.3) + (192.96 \times 62.7)}{100}$

$= \frac{19221.4}{100}$

$= 192.21$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. ธาตุซิลิคอน (Si) ที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 27.9769, 28.9765 และ 29.9738 คิดเป็นปริมาณร้อยละ 92.223, 4.685 และ 3.092 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมของธาตุซิลิคอน

หา มวลอะตอมเฉลี่ย $_{Si}$

จากสูตร มวลอะตอมเฉลี่ย $= \frac{\Sigma(\text{มวลของธาตุ x \%ไอโซโทป})}{100}$

$= \frac{(27.98 \times 92.2) + (28.98 \times 4.7) + (29.97 \times 3.1)}{100}$

$= \frac{2808.869}{100}$

$= 28.09$

9.	ธาตุเงิน (Ag) ที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{107}Ag มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.9051 และ ^{109}Ag มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 48.161 ถ้าธาตุเงินมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.868 จงคำนวณหามวลอะตอม ^{109}Ag
	หา มวลอะตอม ^{109}Ag จากสูตร มวลอะตอมเฉลี่ย $= \frac{\Sigma(\text{มวลของธาตุ x \%ไอโซโทป})}{100}$ $107.87 = \frac{(106.91 \times 51.84) + (^{109}Ag \times 48.16)}{100}$ $10787 = 5542.21 + 48.16\ ^{109}Ag$ $5244.79 = 48.16\ ^{109}Ag$ $^{109}Ag = \frac{5244.79}{48.16}$ $^{109}Ag = 108.90$

10.	ธาตุยูโรเพียม (Eu) พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทป คือ ^{151}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.9198 และ ^{153}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 152.9219 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเท่ากับ 151.964 จงหาปริมาณร้อยละของธาตุแต่ละไอโซโทป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หา มวลอะตอม ^{151}Eu , ^{153}Eu

จากสูตร มวลอะตอมเฉลี่ย $= \frac{\Sigma(\text{มวลของธาตุ x \%ไอโซโทป})}{100}$

$$151.96 = \frac{(150.92 \times X) + (152.92 \times Y)}{100}$$

จาก $X + Y = 100$ $\therefore Y = 100 - X$

$$151.96 = \frac{(150.92 \times X) + (152.92 \times (100 - X))}{100}$$

$$15196 = 150.92X + 15292 - 152.92X$$

$$152.92X - 150.92X = 15292 - 15196$$

$$2X = 96$$

$$X = 48$$

$\therefore$ $^{151}Eu = 48\%$, $^{153}Eu = 100 - 48 = 52\%$

11. แก๊ส A_3 5 โมเลกุล มีมวล $130 \times 1.66 \times 10^{-23}$ กรัม จงหามวลโมเลกุลและมวลอะตอม ของ A_3

หา มวลโมเลกุล A_3 , มวลอะตอม A

จากสูตร มวลโมเลกุล $= \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{1.66 \times 10^{-24}\ g}$

$$A_3 = \frac{130 \times 1.66 \times 10^{-23}\ g}{5 \times 1.66 \times 10^{-24}\ g}$$

$$= 260$$

จากสูตร มวลโมเลกุล $= \Sigma$ มวลอะตอม

$260 = 3 \times$ มวลอะตอม

มวลอะตอม $= \frac{260}{3}$

$= 86.67$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

12.	จงหามวลสูตรของ $CaSO_4 \bullet 2H_2O$ (มวลอะตอม Ca = 40)
	จากสูตร มวลโมเลกุล $= \varepsilon$ มวลอะตอม $= 40 + 32 + (16x4) + 2(18)$ $= 172$

13.	ธาตุ X มีมวลอะตอม = 16 ทำปฏิกิริยากับธาตุ Y ได้สารประกอบมีสูตรโมเลกุลเป็น Y_2X_5 ถ้าธาตุ Y 6.2 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับธาตุ X 8.0 กรัม จงหามวลอะตอมของธาตุ Y
	หา มวลอะตอม Y เทียบอัตราส่วน X : Y $\frac{8.0}{5 \times 16} = \frac{6.2}{2 \times Y}$ $Y = \frac{3.1}{0.1}$ $= 31$ หรือ $2Y = \frac{6.2\ g_Y}{8.0\ g_X} \times 5 \times 16\ g_X$ $Y = \frac{62}{2}$ $= 31$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้รายบุคคล

วางแผนการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้	วันที่	เวลา	ความสำเร็จ		
1. สอบถามออนไลน์					
2. สรุปความรู้รวบยอด					

ตรวจสอบการบรรลุจุดประสงค์

จุดประสงค์	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2				ครั้งที่ 3			
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
1. คำนวณหามวลอะตอมและมวลโมเลกุล												
2. สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้												
3. มีความภาคภูมิใจในตนเอง												

สรุปความรู้รวบยอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Note !

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน วิชาเคมี 1 (ว31224) และทักษะการคำนวณ

2. ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

3. ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี 1 (ว31224) และวิชาเคมี 2 (ว31225)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

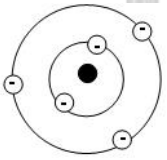
แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณ

<u>ตอนที่ 1</u> แบบทดสอบปรนัย จำนวน 12 ข้อ

1. เพราะเหตุใดจึงพบนิวตรอนเป็นอนุภาคสุดท้าย
   1. นิวตรอนมีน้ำหนักเบามาก
   2. นิวตรอนเป็นแก๊สจึงฟุ้งกระจายได้ง่าย
   3. นิวตรอนไม่เกิดปฏิกิริยาในสนามไฟฟ้า
   4. นิวตรอนเป็นกลางทางไฟฟ้าจึงไม่รวมตัวกับโปรตอน

2. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกสามารถอธิบาย สิ่งใดได้ดีกว่าแบบจำลองอะตอมของโบร์
   1. ขนาดของอะตอม
   2. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
   3. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม
   4. จำนวนอิเล็กตรอนในแต่ละระดับพลังงาน

3. แบบจำลองอะตอมนี้ได้มาจากการค้นคว้าวิธีใด



   1. ยิงอนุภาคแอลฟาไปกระทบแผ่นทองคำ โดยมีฉากเรืองแสงกั้น
   2. ศึกษาเส้นสีของสเปกตรัมของธาตุที่ได้จากการเผาสารประกอบต่าง ๆ
   3. ผ่านกระแสไฟฟ้าศักย์สูงเข้าไปในหลอดรังสีแคโทดที่บรรจุแก๊สต่าง ๆ
   4. สร้างสมการคำนวณหาโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ

4. แสงสีส้มมีความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เมื่อเปรียบ เทียบกับแสงสีครามซึ่งมีความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร ข้อความใดถูกต้อง
   1. สีส้มมีพลังงานสูงกว่า เพราะความถี่สูงกว่า
   2. สีส้มมีพลังงานสูงกว่า เพราะความถี่ต่ำกว่า
   3. สีครามมีพลังงานสูงกว่า เพราะความถี่ต่ำกว่า
   4. สีครามมีพลังงานสูงกว่า เพราะความถี่สูงกว่า

5. $_{20}Ca^{2+}$ มีจำนวนอิเล็กตรอน **<u>ไม่เท่ากัน</u>** กับไอออนใด
   1. $_{17}Cl^{-}$
   2. $_{16}S^{2-}$
   3. $_{19}K^{+}$
   4. $_{12}Mg^{2+}$

6. A และ B เป็นไอโซโทปกัน เมื่อ A เป็นไอออนบวก มีสัญลักษณ์ A^{3+} มี 10 อิเล็กตรอน และ B มีเลขมวล 27 จงหาจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอม B
   1. $p^{+} = 7$ $e^{-} = 10$ $n = 14$
   2. $p^{+} = 13$ $e^{-} = 13$ $n = 14$
   3. $p^{+} = 7$ $e^{-} = 10$ $n = 17$
   4. $p^{+} = 13$ $e^{-} = 13$ $n = 17$

งกรณ์มหาวิทยาลัย
.ONGKORN UNIVERSITY

7. จงเลือกข้อความที่ **ถูกต้องที่สุด**

   1. นิวเคลียสของ Cl^- มีประจุเป็นลบ
   2. $^{32}_{16}S$ กับ $^{35}_{17}Cl$ มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน
   3. $^{23}_{11}Na^+$ มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่า $^{16}_{8}O^{2-}$ สามอิเล็กตรอน
   4. $^{35}_{17}Cl$ มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่า $^{32}_{16}S$ หนึ่งอิเล็กตรอน

8. จงจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุที่มีเลขอะตอม 19

   1. 2 8 8
   2. 2 8 9
   3. 2 8 8 1
   4. 2 8 8 2

9. จงจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุที่มีเลขอะตอม 24

   1. 2 8 8 6
   2. 2 8 18 6
   3. 2 8 12 2
   4. 2 8 13 1

10. จงจัดเรียงอิเล็กตรอนของหมู่ 1 คาบ 6

    1. 2 8 18 18 8 1
    2. 2 8 18 18 8 6
    3. 2 8 18 32 18 1
    4. 2 8 18 32 18 6

11. จงจัดเรียงอิเล็กตรอนของหมู่ 8 คาบ 4

    1. 2 8 8 4
    2. 2 8 8 8
    3. 2 8 18 4
    4. 2 8 18 8

12. จงจัดเรียงอิเล็กตรอนแบบย่อของเลขอะตอม 86

    1. [Xe]
    2. [Rn]
    3. [Xe] $6s^2$ $5d^{10}$ $6p^6$
    4. [Rn] $6s^2$ $5d^{10}$ $6p^6$

ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

13. จงหาค่าของ X จากสมการ

    $4x = 12x - 24$

14. จงหาค่าของ X จากสมการ

    $\frac{5x}{3} = x - 4$

15. จงหาค่าของ X จากสมการ

    $\frac{2x}{3} + 5 = \frac{x}{2}$

16. จงหาค่าของ X จากสมการ $3x = 2x$

17. มีเงิน 5 บาท ซื้อมะนาวได้ 7 ลูก ถ้าต้องการมะนาว 100 ลูก จะต้องใช้เงินกี่บาท

18. ฟาร์มแห่งหนึ่งเลี้ยงวัวและควาย ในอัตราส่วน 5 : 3 ถ้ามีควาย 102 ตัว จะมีวัวกี่ตัว

19. คุณยายเลี้ยงไก่ เป็ด และห่าน ในอัตราส่วน 3 : 2 : 1 ถ้ามีสัตว์ทั้งหมด 90 ตัว แสดงว่ามีไก่และห่านรวมกันกี่ตัว

20. เทน้ำตาล 2 kg ละลายในน้ำ 8 kg คนให้เข้ากัน ถ้าตักน้ำเชื่อมขึ้นมา 200 g จะมีน้ำตาลในนั้นกี่กรัม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างแบบทดสอบ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

1. สารในข้อใด **<u>ไม่มี</u>** สารประกอบโคเวเลนต์
   1. NaCl , Al_2S_3 , BeF_2
   2. CaO , $AlCl_3$, $HgCl_2$
   3. CCl_4 , CH_3OH , BCl_3
   4. $BaSO_4$, $MgCl_2$, HCl

2. สูตรของสารที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุ A ที่มีเลขอะตอม 8 กับธาตุ B ที่มีเลขอะตอม 17 ได้แก่ข้อใด
   1. A_2B
   2. B_2A
   3. AB_2
   4. BA_2

3. ข้อใดอ่านชื่อโมเลกุลตามสูตร Al_2O_3 ถูกต้อง
   1. อะลูมินัมออกไซด์
   2. อะลูมิเนียมออกไซด์
   3. ไดอะลูมินัมไตรออกไซด์
   4. ไดอะลูมิเนียมไตรออกไซด์

4. ข้อใดเรียกชื่อสารประกอบต่อไปนี้ **<u>ไม่ถูกต้อง</u>**
   1. N_2O ไนโตรเจนไดออกไซด์
   2. N_2O_4 ไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์
   3. N_2O_5 ไดไนโตรเจนเพนตะออกไซด์
   4. P_4O_{10} เตตระฟอสฟอรัสเดคะออกไซด์

5. ชื่อสารประกอบ $BeCl_2$ อ่านว่าอย่างไร
   1. แบริลเลียมคลอไรด์
   2. แบริลเลียมไดคลอไรด์
   3. มอนอแบริลเลียมไดคลอไรด์
   4. อ่านได้ทั้งแบบ 1. และ 2.

6. สารโคเวเลนต์ใดมีพันธะคู่ในโมเลกุล 1 พันธะ
   1. CO_2
   2. SiO_2
   3. NBr_3
   4. C_2H_4

7. จงเปรียบเทียบความยาวพันธะระหว่างอะตอมของธาตุคาร์บอนในโมเลกุลของ C_2H_6 , C_2H_4 และ C_2H_2 ข้อใดถูกต้อง
   1. $C_2H_6 > C_2H_4$
   2. $C_2H_2 > C_2H_4$
   3. $C_2H_4 > C_2H_6$
   4. $C_2H_2 > C_2H_6$

8. จงเปรียบเทียบพลังงานพันธะระหว่างอะตอมของธาตุคาร์บอนในโมเลกุลของ C_2H_6 , C_2H_4 และ C_2H_2 ข้อใดถูกต้อง
   1. $C_2H_4 < C_2H_6$
   2. $C_2H_4 > C_2H_6$
   3. $C_2H_2 < C_2H_4$
   4. $C_2H_6 > C_2H_2$

9. กำหนดพลังงานพันธะของ

   H – H = 436 kJ/mol

   F – F = 159 kJ/mol

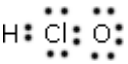
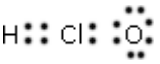
   H – F = 567 kJ/mol

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยา $H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g)$ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. พลังงานที่ใช้สลายพันธะ = 539 kJ
2. พันธะที่สร้างใหม่ คือพันธะ H–H 2 โมล
3. พันธะที่สลายคือพันธะ F–F และ H–F
4. พันธะที่สลายคือพันธะ H–H และ H–F

10. สูตรแบบจุด (Electron-dot formula) ของกรดไฮโปคลอรัส คือข้อใด

1.
2. 
3.
4. 

11. พันธะใดมีขั้วของพันธะ **<u>น้อยที่สุด</u>**

1. O – F
2. H – F
3. Cl – F
4. Ca – F

12. สารใดที่พันธะโคเวเลนต์มีขั้ว แต่โมเลกุล**<u>ไม่มีขั้ว</u>**

1. BF_3
2. NH_3
3. BrCl
4. Cl_2O

13. สารประกอบข้อใดมี **<u>โมเลกุลไม่มีขั้วทั้งหมด</u>**

1. PCl_3 , H_2O , CO_2
2. CCl_4 , NH_3 , SiH_4
3. $CHCl_3$, SO_2 , HCl
4. CH_4 , CCl_4 , CH_3Cl

14. โมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้า (Tetrahedral) คือข้อใด

1. PF_3
2. NO_3^-
3. C_2H_4
4. NH_4^+

15. รูปร่างโมเลกุลของ NO_3^- มีลักษณะอย่างไร

1. เส้นตรง
2. ทรงสี่หน้า
3. สามเหลี่ยมแบนราบ
4. พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม

16. รูปร่างของโมเลกุล NH_3 มีลักษณะอย่างไร

1. มุมงอ
2. ทรงแปดหน้า
3. สี่เหลี่ยมแบนราบ
4. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม

17. สารในข้อใด **<u>ไม่มี</u>** อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและการรวมตัวเป็นไปตามกฎออกเตต

1. BF_3 , CH_4 , BeH_2
2. SF_6 , AsF_3 , PCl_5
3. PBr_3 , O_2 , $BeCl_2$
4. SiH_4 , C_2H_6 , CO_2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

18. จงเรียงขนาดมุมพันธะในโมเลกุลของมีเทน (CH_4) แอมโมเนีย(NH_3) และน้ำ (H_2O)
    1. น้ำ > มีเทน > แอมโมเนีย
    2. แอมโมเนีย > มีเทน > น้ำ
    3. น้ำ > แอมโมเนีย > มีเทน
    4. มีเทน > แอมโมเนีย > น้ำ

19. สารประกอบคู่ใดที่มีพันธะไฮโดรเจน
    1. CH_4 , NH_3 2. H_2O , CO_2
    3. CO_2 , CCl_4 4. CH_3OH , H_2O

20. โมเลกุลของสารใดเมื่ออยู่ในสถานะของแข็งแล้วใช้แรงแวนเดอร์วาล์สยึดกันเพียงอย่างเดียว
    1.น้ำ (H_2O)
    2.แอมโมเนีย (NH_3)
    3.คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO_2)
    4.คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างแบบทดสอบ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

กำหนด **มวลอะตอมของธาตุ** ดังนี้

H = 1	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	Na = 23	Al = 27
S = 32	Cl = 35.5	K = 39	Ca = 40	Fe = 56	Co = 59	Cu = 63.5

1. จงหามวลอะตอมของกำมะถัน เมื่อกำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $16 \times 2 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

   1. 16 2. 32
   3. 16 กรัม 4. 32 กรัม

2. ธาตุ Y 10 อะตอม มีมวล a กรัม มวลอะตอมของ Y มีค่าเท่าใด

   1. $a / 1.66 \times 10^{-23}$
   2. $a \times 1.66 \times 10^{23}$
   3. $a / 1.66 \times 10^{-24}$
   4. $a \times 1.66 \times 10^{24}$

3. ธาตุ D มีมวลอะตอมเท่ากับ 108 จงหาว่าธาตุ D 2 อะตอมหนักกี่กรัม

   1. $27 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
   2. $54 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
   3. $108 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
   4. $216 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

4. ธาตุ X ประกอบด้วยไอโซโทป 2 ชนิด ที่มีมวลอะตอมเท่ากับ 14.00 และ 15.00 ตามลำดับ หากมวลอะตอมของธาตุ X เท่ากับ 14.10 ปริมาณในธรรมชาติของ X ที่มีมวลอะตอม 15.00 จะเท่ากับเท่าใด

   1. 5 % 2. 10 %
   3. 15 % 4. 20 %

5. ทองแดงมีไอโซโทปที่เสถียร 2 ไอโซโทป คือ ^{63}Cu กับ ^{65}Cu มีมวลอะตอมเท่ากับ 63 และ 65 ตามลำดับ มวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 63.546 จงหาปริมาณร้อยละในธรรมชาติของ ^{65}Cu

   1. 23.7 % 2. 27.3 %
   3. 72.7 % 4. 77.2 %

6. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุออกซิเจนในธรรมชาติเท่ากับ 16.032 แสดงว่าไอโซโทปใดของออกซิเจนที่มีมากที่สุดในธรรมชาติ

   1. ^{16}O 2. ^{17}O
   3. ^{18}O 4. เท่ากัน

7. ธาตุ V 1 โมเลกุล มี 6 อะตอม ถ้ามวลโมเลกุลของธาตุ V เท่ากับ 288 จงหามวลอะตอมของธาตุ V

   1. 48 2. 96
   3. 48 กรัม 4. 96 กรัม

8. จากสูตรโมเลกุลจงคำนวณหามวลสูตรของ $Na_2B_4O_7 \bullet 10H_2O$

   1. 162 2. 275
   3. 381 4. 496

9. แก๊ส X_2 2 โมเลกุล หนักเป็น 5 เท่าของ C–12, 1 อะตอม ธาตุ X มีมวลอะตอมเท่าไร

   1. 5 2. 10
   3. 15 4. 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10. X 2 โมเลกุล ประกอบด้วย X กี่อะตอม ถ้า X มีมวลโมเลกุล 345 และมวลอะตอมเท่ากับ 23

    1. 15 2. 20
    3. 25 4. 30

11. สาร A_5 2 โมเลกุล มีมวล 7.89×10^{-22} กรัม จงคำนวณหามวลอะตอมของสารประกอบนี้

    1. 13.4 2. 21.3
    3. 34.8 4. 47.5

12. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วย C และ H โดยมีสัดส่วน จำนวนอะตอมเป็น 3 : 8 ตามลำดับ ถ้านำสารดังกล่าวจำนวน 11 กรัม มาวิเคราะห์ จะได้ C กี่กรัม

    1. 9 กรัม 2. 18 กรัม
    3. 36 กรัม 4. 72 กรัม

13. $CoSO_4 \bullet 7H_2O$ 0.7 กรัม มีกำมะถันกี่อะตอม

    1. 1.3×10^{21} อะตอม
    2. 1.5×10^{21} อะตอม
    3. 1.7×10^{21} อะตอม
    4. 1.9×10^{21} อะตอม

14. NH_3 8.5 กรัม มีจำนวนโมเลกุลกี่โมเลกุล

    1. 3.01×10^{23} โมเลกุล
    2. 6.02×10^{23} โมเลกุล
    3. 9.03×10^{23} โมเลกุล
    4. 12.04×10^{23} โมเลกุล

15. จงคำนวณหาจำนวนอนุภาคของไนเตรตไอออน (NO_3^-) 1.00×10^{-5} โมล

    1. 1.66×10^{-19} ไอออน
    2. 1.66×10^{-29} ไอออน
    3. 6.02×10^{18} ไอออน
    4. 6.02×10^{28} ไอออน

16. กรดแอซิติก (CH_3COOH) 3 โมล จะมีมวลของออกซิเจนในสารประกอบกี่กรัม

    1. 48 กรัม 2. 69 กรัม
    3. 84 กรัม 4. 96 กรัม

17. เหล็กกี่กรัม จึงจะมีจำนวนอะตอมเท่ากับคาร์บอน 45 กรัม

    1. 45 กรัม 2. 105 กรัม
    3. 160 กรัม 4. 210 กรัม

18. จงคำนวณหาจำนวนโมลของเหล็กไอออน (Fe^{3+}) 100 ไอออน

    1. 1.66×10^{-22} โมล
    2. 1.66×10^{-25} โมล
    3. 6.02×10^{21} โมล
    4. 6.02×10^{25} โมล

19. สารประกอบใดต่อไปนี้ มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบโดยมวล **<u>มากที่สุด</u>**

    1. $Na_2B_4O_7$ 2. $C_6H_{12}O_6$
    3. $Ca(NO_3)_2$ 4. $H_2S_2O_7$

20. อะซิโตน 1 โมเลกุล ประกอบด้วยคาร์บอน (C) 3 อะตอม ไฮโดรเจน (H) 6 อะตอม และออกซิเจน (O) 1 อะตอม ถ้ามีไอระซิโตน 1.74 กรัม จงคำนวณหาปริมาตรของ H ที่ STP

    1. 2 dm^3 2. 4 dm^3
    3. 6 dm^3 4. 8 dm^3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

วิชาเคมี 1 (ว31224) และวิชาเคมี 2 (ว31225) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงตามความคิดเห็นของตนเอง

ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านกระบวนการและขั้นตอนการสอน						
1	มีการชี้แจงขั้นตอนการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน					
2	มีการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนที่กำหนด					
3	มีการเตรียมการสอนในแต่ละครั้งเป็นอย่างดี					
4	ขั้นตอนการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน					
5	ขั้นตอนการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตน					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
6	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
7	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
8	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดและตัดสินใจ					
9	กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
10	กิจกรรมการเรียนรู้ตอบสนองความต้องการ และความแตกต่างของผู้เรียน					
11	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดร่วมกันในห้องเรียน					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
12	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสอบถาม ขอคำแนะนำจากครูผู้สอน					
13	สื่อการสอนมีคุณภาพและเพียงพอต่อความต้องการ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ตารางที่ 10 ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

รายการขอความคิดเห็น	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{x}$	S.D.
	1	2	3	4	5		
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับหลักสูตร	5	5	5	5	5	5.00	0.00
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับธรรมชาติวิชา	4	4	4	5	5	4.40	0.55
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	5	5	5	4.80	0.45
4. ความเหมาะสมกับความสนใจของนักเรียน	5	5	4	4	5	4.60	0.55
5. ความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันและปัญหา	5	5	5	4	5	4.80	0.45
6. ความเหมาะสมของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน	5	4	4	5	5	4.60	0.55
7. ความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้	4	5	5	5	5	4.80	0.45
8. ความเหมาะสมของกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
9. ความเหมาะสมของรูปแบบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45
10. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	5.00	0.00
เฉลี่ย						**4.78**	**0.34**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

ตารางที่ 11 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

รายการขอความคิดเห็น	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{x}$	S.D.
	1	2	3	4	5		
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับหลักสูตร	5	5	5	5	5	5.00	0.00
2. ความครบถ้วนขององค์ประกอบสำคัญในแผน	5	5	4	5	5	4.80	0.45
3. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์	4	5	5	5	5	4.80	0.45
4. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมกับเนื้อหา	5	4	4	5	5	4.60	0.55
5. ความเหมาะสมของกิจกรรมกับความสามารถของผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
6. ความเหมาะสมของกิจกรรมกับความสนใจของผู้เรียน	4	5	3	5	5	4.40	0.89
7. ความเหมาะสมของกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
8. ความเหมาะสมของสื่อและแหล่งเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45
9. ความสอดคล้องเหมาะสมของวิธีการวัดผลและเครื่องมือ	5	5	5	5	5	5.00	0.00
10. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00
เฉลี่ย						**4.80**	**0.37**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตารางที่ 12 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

รายการขอความคิดเห็น	**คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**					$\bar{x}$	**S.D.**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับหลักสูตร	5	5	4	5	5	4.80	0.45
2. ความครบถ้วนขององค์ประกอบสำคัญในแผน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
3. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์	4	5	5	5	5	4.80	0.45
4. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00
5. ความเหมาะสมของกิจกรรมกับความสามารถของผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
6. ความเหมาะสมของกิจกรรมกับความสนใจของผู้เรียน	4	5	3	5	5	4.40	0.89
7. ความเหมาะสมของกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.45
8. ความเหมาะสมของสื่อและแหล่งเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45
9. ความสอดคล้องเหมาะสมของวิธีการวัดผลและเครื่องมือ	5	5	5	5	5	5.00	0.00
10. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00
เฉลี่ย						**4.84**	**0.31**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณ วิชาเคมี 1 (ว31224)

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณ วิชาเคมี 1 (ว31224)

ข้อสอบข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			$\mathcal{E}R$	IOC	ผลการประเมิน	
	1	2	3			ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	+1	+1	+1	2	1	✓	
2	+1	+1	+1	3	1	✓	
3	0	+1	+1	3	0.67	✓	
4	+1	+1	+1	3	1	✓	
5	+1	+1	+1	3	1	✓	
6	+1	+1	+1	3	1	✓	
7	+1	+1	+1	3	1	✓	
8	+1	+1	+1	3	1	✓	
9	+1	+1	+1	3	1	✓	
10	+1	+1	+1	2	1	✓	
11	+1	+1	0	3	0.67	✓	
12	+1	+1	+1	3	1	✓	
13	+1	+1	+1	3	1	✓	
14	+1	+1	+1	3	1	✓	
15	0	+1	+1	3	0.67	✓	
16	0	+1	+1	3	0.67	✓	
17	+1	+1	+1	3	1	✓	
18	+1	+1	+1	3	1	✓	
19	+1	+1	+1	3	1	✓	
20	+1	+1	+1	3	1	✓	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

ตารางที่ 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชุดที่ 1

ข้อสอบข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			$\mathcal{E}$R	IOC	ผลการประเมิน	
	1	2	3			ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	+1	+1	0	2	0.67	✓	
2	+1	+1	+1	3	1	✓	
3	+1	+1	+1	3	1	✓	
4	+1	+1	+1	3	1	✓	
5	+1	+1	+1	3	1	✓	
6	+1	+1	+1	3	1	✓	
7	+1	+1	+1	3	1	✓	
8	+1	+1	+1	3	1	✓	
9	+1	+1	+1	3	1	✓	
10	+1	+1	0	2	0.67	✓	
11	+1	+1	+1	3	1	✓	
12	+1	+1	+1	3	1	✓	
13	+1	+1	+1	3	1	✓	
14	+1	+1	+1	3	1	✓	
15	+1	+1	+1	3	1	✓	
16	+1	+1	+1	3	1	✓	
17	+1	+1	+1	3	1	✓	
18	+1	+1	+1	3	1	✓	
19	+1	+1	+1	3	1	✓	
20	+1	+1	+1	3	1	✓	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชุดที่ 2

ข้อสอบข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			$\mathcal{E}$R	IOC	ผลการประเมิน	
	1	2	3			ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	+1	+1	+1	3	1	✓	
2	+1	+1	+1	3	1	✓	
3	+1	+1	+1	3	1	✓	
4	+1	+1	+1	3	1	✓	
5	+1	+1	+1	3	1	✓	
6	+1	+1	0	2	0.67	✓	
7	+1	+1	+1	3	1	✓	
8	+1	+1	0	2	0.67	✓	
9	+1	+1	+1	3	1	✓	
10	+1	+1	+1	3	1	✓	
11	+1	+1	+1	3	1	✓	
12	+1	+1	+1	3	1	✓	
13	+1	+1	+1	3	1	✓	
14	+1	+1	+1	3	1	✓	
15	+1	+1	+1	3	1	✓	
16	+1	+1	+1	3	1	✓	
17	+1	+1	+1	3	1	✓	
18	+1	+1	+1	3	1	✓	
19	+1	+1	+1	3	1	✓	
20	+1	+1	+1	3	1	✓	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชุดที่ 1

ข้อสอบข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			$\mathcal{E}R$	IOC	ผลการประเมิน	
	1	2	3			ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	+1	+1	+1	3	1	✓	
2	+1	+1	+1	3	1	✓	
3	+1	+1	+1	3	1	✓	
4	+1	+1	+1	3	1	✓	
5	+1	+1	+1	3	1	✓	
6	+1	0	+1	2	0.67	✓	
7	+1	+1	+1	3	1	✓	
8	+1	+1	+1	3	1	✓	
9	+1	+1	+1	3	1	✓	
10	+1	+1	+1	3	1	✓	
11	+1	+1	+1	3	1	✓	
12	+1	+1	+1	3	1	✓	
13	+1	+1	+1	3	1	✓	
14	+1	+1	+1	3	1	✓	
15	+1	+1	+1	3	1	✓	
16	+1	+1	+1	3	1	✓	
17	+1	+1	+1	3	1	✓	
18	+1	+1	+1	3	1	✓	
19	+1	+1	+1	3	1	✓	
20	+1	+1	+1	3	1	✓	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชุดที่ 2

ข้อสอบข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			$\mathcal{E}R$	IOC	ผลการประเมิน	
	1	2	3			ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	+1	+1	+1	3	1	✓	
2	+1	+1	+1	3	1	✓	
3	+1	+1	+1	3	1	✓	
4	+1	+1	+1	3	1	✓	
5	+1	+1	+1	3	1	✓	
6	+1	+1	+1	3	1	✓	
7	+1	+1	+1	3	1	✓	
8	+1	0	+1	2	0.67	✓	
9	+1	+1	+1	3	1	✓	
10	+1	+1	+1	3	1	✓	
11	+1	+1	+1	3	1	✓	
12	+1	+1	+1	3	1	✓	
13	+1	+1	0	2	0.67	✓	
14	+1	+1	+1	3	1	✓	
15	+1	+1	+1	3	1	✓	
16	+1	+1	+1	3	1	✓	
17	+1	+1	+1	3	1	✓	
18	+1	+1	+1	3	1	✓	
19	+1	+1	+1	3	1	✓	
20	+1	+1	0	2	0.67	✓	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน และทักษะการคำนวณ วิชาเคมี 1 (ว31224)

ตารางที่ 18 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณ วิชาเคมี 1 (ว31224)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.29	0.36
2	0.39	0.41
3	0.68	0.37
4	0.38	0.40
5	0.59	0.46
6	0.60	0.42
7	0.35	0.41
8	0.52	0.43
9	0.26	0.44
10	0.33	0.30
11	0.57	0.51
12	0.63	0.34
13	0.40	0.42
14	0.43	0.36
15	0.56	0.31
16	0.62	0.37
17	0.31	0.38
18	0.40	0.52
19	0.27	0.34
20	0.39	0.42

**มีค่าความเชื่อมั่น 0.80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
HULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

ตารางที่ 19 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชุดที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.46	0.29
2	0.41	0.47
3	0.66	0.35
4	0.40	0.39
5	0.54	0.52
6	0.60	0.49
7	0.42	0.43
8	0.42	0.37
9	0.24	0.44
10	0.39	0.30
11	0.49	0.38
12	0.60	0.32
13	0.37	0.50
14	0.47	0.43
15	0.58	0.33
16	0.29	0.41
17	0.35	0.29
18	0.37	0.47
19	0.29	0.35
20	0.36	0.40

**มีค่าความเชื่อมั่น 0.85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
HULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 20 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 (ว31224) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชุดที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.35	0.56
2	0.41	0.26
3	0.59	0.44
4	0.43	0.40
5	0.48	0.52
6	0.61	0.45
7	0.44	0.37
8	0.42	0.40
9	0.27	0.41
10	0.35	0.27
11	0.33	0.50
12	0.29	0.33
13	0.31	0.35
14	0.43	0.26
15	0.48	0.40
16	0.69	0.33
17	0.35	0.41
18	0.37	0.52
19	0.48	0.52
20	0.59	0.30

**มีค่าความเชื่อมั่น 0.81

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
HULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตารางที่ 21 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชุดที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.29	0.46
2	0.63	0.33
3	0.52	0.39
4	0.35	0.40
5	0.57	0.56
6	0.61	0.35
7	0.52	0.46
8	0.28	0.41
9	0.38	0.50
10	0.32	0.48
11	0.40	0.45
12	0.36	0.41
13	0.46	0.35
14	0.32	0.41
15	0.51	0.37
16	0.43	0.43
17	0.58	0.27
18	0.34	0.38
19	0.56	0.57
20	0.32	0.39

**มีค่าความเชื่อมั่น 0.82

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
HULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 22 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2 (ว31225) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชุดที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.41	0.44
2	0.32	0.48
3	0.42	0.30
4	0.37	0.41
5	0.28	0.32
6	0.62	0.39
7	0.67	0.35
8	0.27	0.44
9	0.59	0.36
10	0.50	0.38
11	0.41	0.40
12	0.56	0.24
13	0.31	0.37
14	0.53	0.56
15	0.66	0.32
16	0.50	0.41
17	0.28	0.47
18	0.34	0.49
19	0.38	0.41
20	0.42	0.44

**มีค่าความเชื่อมั่น 0.85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
HULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี 1 (ว31224) และวิชาเคมี 2 (ว31225)

ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี 1 (ว31224) และวิชาเคมี 2 (ว31225)

ข้อสอบข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\mathcal{E}$R	IOC	ผลการประเมิน	
	1	2	3	4	5			ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	✓	
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	✓	
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	✓	
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	✓	
5	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	✓	
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	✓	
7	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	✓	
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	✓	
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	✓	
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	✓	
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	✓	
12	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	✓	
13	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	✓	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวเบญจพร สุคนธร
วัน เดือน ปี เกิด	21 กรกฎาคม 2531
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	127/16 ซอยสายไหม 64 ถ.สายไหม แขวงสายไหม เขตสายไหม กรุงเทพฯ 10220

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University