

การพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ปริญญานิพนธ์
ของ
ณัฐฐา พวงไพโรจน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
สิงหาคม 2560

การพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
สิงหาคม 2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



บทคัดย่อ
ของ
ณัฐฐา พวงไพโรจน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
สิงหาคม 2559

ณัฐฐา พวงไฟโรจน์. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยุโษะ ภูโน

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยกำหนดเกณฑ์ไม่น้อยกว่า 75/75 ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี เครื่องมือในงานวิจัยนี้ คือ 1. ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี ซึ่งในชุดกิจกรรมประกอบด้วย 1. วัตถุประสงค์ 5 ข้อ 2. การทดลอง เกมสมมูลเคมี เกมบิงโก ใบกิจกรรม 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ชุดกิจกรรมนี้ได้รับการพิจารณาความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน หลังจากนั้นนำไปพัฒนาโดยทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี พบว่า ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.4/77.3 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด หลังจากนั้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรทองในพระราชูปถัมภ์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 นอกจากนี้พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี อยู่ในระดับมากที่สุด

THE DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES PACKAGE FOR PEDAGOGICAL
CONTENT KNOWLEDGE (PCK) ON CHEMICAL EQUILIBRIUM TO PROMOTE
LEARNING ACHIEVEMENT AND SATISFACTION FOR HIGH SCHOOL STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of Requirements for the
Master of Education Degree in Chemistry
at Srinakharinwirot University
August 2017

Nattha Puangpairoj. (2017). *The Development of Learning Activities Package for Pedagogical Content Knowledge (PCK) on Chemical Equilibrium to Promote Learning Achievement and Satisfaction for High School Students*. Master thesis, M.Ed. (Chemistry). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr. Mayuso Kuno.

This research aims to develop a learning activities package for pedagogical content knowledge (PCK) on chemical equilibrium for high school students, which was E_1/E_2 with a criteria not less than seventy five of seventy five to compare learning achievement before and after learning and to study the satisfaction of students toward the learning activities package for pedagogical content knowledge (PCK) on chemical equilibrium. The instruments used in this research include the following: 1) The learning activities package for pedagogical content knowledge (PCK) on chemical equilibrium, consisting of five experimental videos, an equilibrium game, a bingo game and worksheets. 2) Achievement test 3) Student satisfaction questionnaire. This learning activities package was deemed to be appropriate by three experts and then developed by experimenting with non-sample groups to determine effectiveness. The results showed that the efficiency was 82.4 / 77.3, which was under the threshold of seventy five of seventy five. After application of sample group, thirty students in grade 11 of Matthayomwatmaikrongtong School under the Royal Patronage of Her Royal Highness Princess MahaChakriSirindhom, the results revealed that the students had higher learning achievement than before learning at a level of .05. In addition, students were satisfied with this learning activities package for pedagogical content knowledge (PCK) on chemical equilibrium at the highest level.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

ณัฏฐา พวงไฟโรจน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่ เดือน พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยุไช้ะ ภูโน)

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรณี ลีกิจวัฒน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยุไช้ะ ภูโน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยูโซ๊ะ กูโน ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรณี ลีกิจวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาในการเป็นประธานในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต ที่ให้ความกรุณาในการเป็นกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แพน ทองเรือง อาจารย์ อาจารย์แทนวี เล็บครุฑ และอาจารย์จริยาภรณ์ สุกุลวิโรจน์ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา และคณะครูอาจารย์ โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรงทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ ที่ให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลอง และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรงทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ ที่ได้อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลอง ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่อยู่เคียงข้างกันเสมอมาทั้งในยามทุกข์และสุข คอยให้กำลังใจ และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และสมาชิกครอบครัวทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นที่กำลังใจตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

ณัฐฐา พวงไฟโรจน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย	5
กรอบแนวคิดการวิจัย	9
สมมติฐานในการวิจัย	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิชาเคมี	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	11
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา	15
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมดุลเคมี	19
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอน	22
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	31
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจต่อการเรียน	36
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	42
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	42
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	42
การเก็บรวบรวมข้อมูล	50
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	54
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59

สารบัญ (ต่อ)

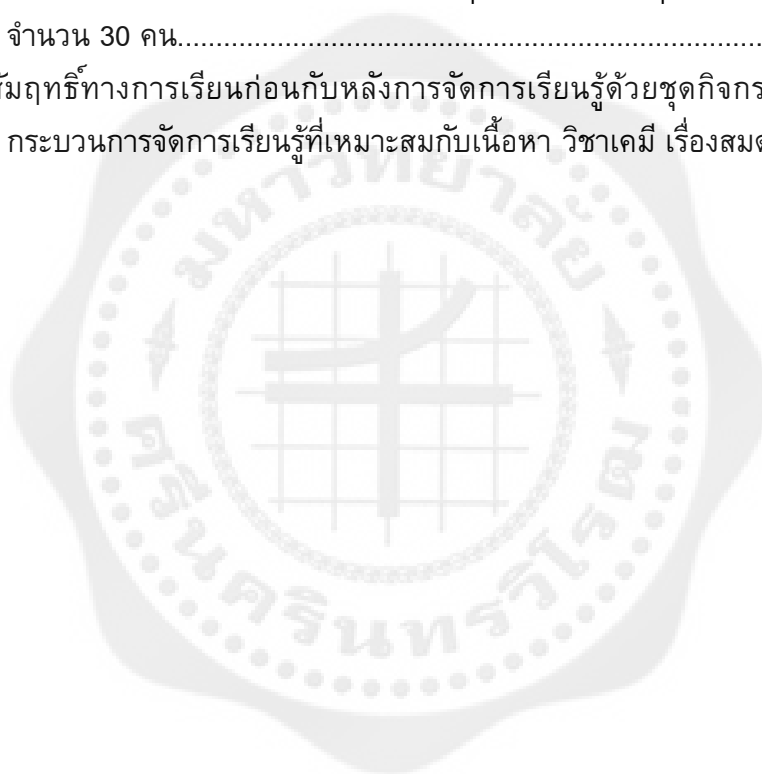
บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	63
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	63
สมมติฐานงานวิจัย.....	64
วิธีดำเนินงานวิจัย.....	64
อภิปรายผลการวิจัย.....	65
ข้อเสนอแนะ.....	70
บรรณานุกรม.....	71
ภาคผนวก.....	78
ภาคผนวก ก.....	79
ภาคผนวก ข.....	85
ภาคผนวก ค.....	89
ภาคผนวก ง.....	99
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	141

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและวิธีสอนจากงานวิจัยต่างๆ.....	20
2 แสดงการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี.....	44
3 การหาแนวโน้มประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี.....	45
4 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี.....	46
5 แสดงแบบแผนการทดลอง One-Group Pretest–Posttest Design.....	49
6 แสดงชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี.....	51
7 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี.....	59
8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี.....	60
9 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี.....	61
10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมดุลเคมี.....	86
11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี.....	88
12 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมดุลเคมี.....	90
13 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ของกลุ่มนักเรียนจำนวน 9 คน.....	92

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ของกลุ่มนักเรียนจำนวน 15 คน.....	93
15 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียน จำนวน 30 คน.....	94
16 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี.....	96



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 การนำเสนอแนวคิดทางเคมี 3 ระดับ.....	10
3 องค์ประกอบที่สำคัญและความสัมพันธ์กันของ PCK.....	18
4 ตัวอย่างวิดีโอการทดลองที่ 1.....	52
5 ตัวอย่างใบกิจกรรมของการทดลองที่ 1.....	52
6 การเล่นเกมสมดุลเคมี.....	53
7 ตัวอย่างใบบันทึกผลของเกสมดุลเคมี.....	54
8 ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพแสดงอนุภาคของสารต่างๆ ณ ภาวะเริ่มต้น (ซ้าย) อนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะสิ้นสุด (ขวา)	67

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและนับวันจะมีบทบาทมากขึ้นในอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนกระบวนการและผลผลิตต่างๆ ที่ใช้ในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตประจำวัน ล้วนเป็นผลมาจากความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่นๆ เช่น ทักษะ ประสิทธิภาพ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อความต้องการและใช้ในการแก้ปัญหาของมวลมนุษย เพราะฉะนั้นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องนำไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม นอกจากนี้ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี ช่วยให้ได้พัฒนาวิธีคิด เช่น คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ญาณ มีทักษะที่สำคัญในการสืบเสาะและค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ประจักษ์พยานและข้อมูลหลากหลายที่ตรวจสอบได้ มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (สสวท. 2555: 2)

อย่างไรก็ตามจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Trends in International Mathematics and Science Study, TIMMS) จาก 63 ประเทศทั่วโลกของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (Grade 4) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Grade 8) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนประเทศไทยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั่วโลก ปีพ.ศ. 2555 (IEA. 2012: 146) และเมื่อแยกวิเคราะห์ตามเนื้อหาสาระ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยลดลงทุกวิชา โดยเฉพาะวิชาเคมี ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ประสบกับปัญหาการเรียนวิชาเคมี ซึ่งมีนักวิทยาศาสตร์ได้วิเคราะห์สาเหตุของความยากและอุปสรรคในการเรียนวิชาเคมี ที่สามารถสรุปได้ 3 ด้าน คือ **ด้านภาษาและการสื่อสาร** ในการเรียนวิชาเคมี คำศัพท์เฉพาะในบทเรียนอาจไม่สอดคล้องกับความหมายที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น คำว่า volatile ในทางวิทยาศาสตร์หมายถึง easily vaporized แต่นักเรียนเข้าใจว่า unstable, explosive, flammable (Cassels and Johnstone. 1980) นอกจากนี้เรื่องสัญลักษณ์ซึ่งนักเรียนจะต้องรู้วาทเรียนที่กำลังเรียนนั้นมีการใช้

สัญลักษณ์อะไรบ้าง และสัญลักษณ์แต่ละสัญลักษณ์มีความหมายว่าอย่างไร นักเรียนจึงเข้าใจแนวคิดในบทเรียนนั้นได้ ทำให้นักเรียนต้องใช้ความจำในการจดจำสัญลักษณ์ต่างๆ ให้ได้ (Ghassan Sirhan. 2007: 1) **ด้านเนื้อหาที่เป็นนามธรรม** วิชาเคมีเป็นวิชาที่มีเนื้อหาบางบทเรียนที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ เช่น เรื่องอนุภาคของสาร นักเรียนไม่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของอะตอมและโมเลกุลของสารได้ เรื่องพันธะเคมี นักเรียนไม่สามารถเห็นพันธะเคมีได้ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนวิชาเคมี อาจเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และอาจนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในบทเรียนต่อไปได้ (Abraham. 1994: 147; Nakhleh. 1992: 191) **ด้านการจัดการเรียนรู้ที่ไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาเคมี** การจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงธรรมชาติของวิชานั้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เป็นการส่งผ่านความรู้ โดยครูเป็นผู้ส่งสารและนักเรียนเป็นผู้รับสารโดยปราศจากการตั้งคำถามว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้อย่างไร ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่แท้จริงไม่ใช่การส่งผ่านความรู้จากครูสู่ผู้เรียน จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 ด้าน ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเผชิญกับความยากลำบาก และเป็นอุปสรรคในการเรียนวิชาเคมีที่สามารถนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ (Ghassan Sirhan. 2007: 4)

ยิ่งไปกว่านั้นการเรียนวิชาเคมี โดยเฉพาะเรื่องสมดุลเคมี จากงานวิจัยที่ผ่านมา ชี้ให้เห็นถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลายประเด็น เช่น ประเด็นในระบบที่เข้าสู่สมดุล ดังตัวอย่าง การเกิดปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สไอโอดีน ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สไฮโดรเจนไอโอไดด์ ดังสมการ



อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คงที่ นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์เท่ากัน (วิทยา ภาชื่น. 2553: 1) ในประเด็นการดำเนินไปของปฏิกิริยา เมื่อเกิดปฏิกิริยา การเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเพิ่มขึ้นที่เริ่มต้นและค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า ปฏิกิริยาย้อนกลับจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อปฏิกิริยาไปข้างหน้าสิ้นสุดแล้ว (Marco Ghirardi. 2014: 59) จากประเด็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุทั้ง 3 ด้าน ที่ได้กล่าวไปข้างต้น จึงควรมีการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเคมีในมาตรฐานการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง เพื่อที่จะทราบว่ามีหัวข้อหรือเนื้อหาใดที่นักเรียนต้องทราบ หรือมีความรู้พื้นฐานใดมาก่อน และจะเรียนเนื้อหาใดต่อไป ครูควรใช้สื่อการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่เป็นนามธรรมให้ชัดเจนมากขึ้น เช่น การใช้รูปภาพแบบจำลอง เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายสารและการเปลี่ยนแปลงของสารได้ทั้งในระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ (Alex H. Johnstone. 1991: 701) โดยครูที่จัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อ

สร้างความเข้าใจแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์จะต้องสามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งสามด้าน คือ ด้านเนื้อหาวิชา ด้านการสอน และด้านบริบท ให้สอดคล้องและเหมาะสม

ปัจจุบันเป็นที่รับรู้กันอย่างกว้างขวางในกลุ่มนักการศึกษาวิทยาศาสตร์เรื่องการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ว่า ครูควรให้ความสำคัญกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge, PCK) กำหนดให้เป็นส่วนที่ครูต้องรู้อย่างชัดเจนเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ตรงตามมาตรฐานของหลักสูตร ซึ่ง PCK ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ **1. ความรู้ด้านเนื้อหา** คือความรู้เนื้อหาของสาขา และการติดตามความก้าวหน้าในองค์ความรู้ต่างๆ **2. ความรู้ด้านการสอน** คือความรู้เรื่องธรรมชาติของนักเรียนและการเรียนรู้ การจัดการในชั้นเรียน หลักสูตรและการสอน **3. ความรู้ด้านบริบท** คือบริบททางการศึกษาทั่วไป และบริบทเฉพาะ เช่น ตัวนักเรียน ความรู้เดิมทั้งความรู้ที่ถูกต้องและอาจเป็นความรู้ที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตรงกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งได้กำหนดสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ 8 สาระ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการใช้ทักษะที่สำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย และเหมาะสมกับระดับชั้นของแต่ละระดับการศึกษา (กระทรวงการศึกษาศึกษาธิการ. 2542: 5) การจัดการศึกษายึดหลักว่านักเรียนทุกคนต้องมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ เพราะฉะนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นแนวทางที่สำคัญเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีงานวิจัยที่ได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และความพึงพอใจของนักเรียน ต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นความรู้คู่คุณธรรมของนักเรียน โดยผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 (ปัญญพร แสนจันทร์. 2558: 1) และงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้วิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ .01 (ขุนทอง คล้ายทอง. 2554: 1) นอกจากนี้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนโดยเป็นการ

เพิ่มพูนศักยภาพทางสติปัญญาของนักเรียนก่อให้เกิดแรงจูงใจภายใน นักเรียนได้ฝึกทักษะความคิดและการกระทำ ทำให้มีความรู้คงทนและเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้ ทำให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้พัฒนาความคิดและมีความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่มมากขึ้น (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 1)

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษา (Alex H. Johnstone. 1991: 701) ได้เสนอหลักการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติและบริบทของเนื้อหาวิชาเคมี ซึ่งเคมีเป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งทางกายภาพในระดับที่สังเกตเห็นได้และทางเคมีในระดับอะตอมและโมเลกุล โดย Johnstone ได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารใน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค (Macroscopic Level) ระดับจุลภาค (Sub-microscopic Level) และระดับสัญลักษณ์ (Symbolic Level) โดยระดับมหภาค เป็นการกล่าวถึงปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงและสามารถมองเห็นได้ ระดับจุลภาค เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงแต่ไม่สามารถมองเห็นได้ซึ่งกล่าวถึงโมเลกุล อะตอม และอิเล็กตรอนโดยใช้ตัวแทนเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้น และระดับสัญลักษณ์ จะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างระดับมหภาคและระดับจุลภาค ซึ่งนักเคมีมักจะสร้างแบบจำลอง (Models) ขึ้นมาเพื่ออธิบายและทำความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของสารและการเปลี่ยนแปลงของสารเหล่านั้น ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 ระดับ จะทำให้นักเรียน เรียนวิชาเคมีได้ง่ายขึ้น และเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง ถึงแม้จะเป็นเรื่องยากและมีเนื้อหาที่เป็นนามธรรม นอกจากนี้มีงานวิจัยในต่างประเทศที่ได้นำหลักการของ Johnstone มาจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ทำการทดลองเป็นกลุ่ม เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงและความเชื่อมโยงทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมดุลเคมี มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเป็นการเรียนที่ส่งเสริมทักษะความคิดเชิงวิพากษ์ (Marco Ghirardi. 2014: 59) งานวิจัยของบินเดล (Bindel. 2012: 759) ได้จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี ในรูปแบบที่เป็นการเล่นเกม นักเรียนจะได้เล่นเป็นทีม โดยใช้โป๊กเกอร์ชิป (Poker Chip) เป็นตัวแทนอนุภาคของสารต่างๆ ที่อยู่ในระบบ ทำให้เรื่องที่เป็นนามธรรมในระดับจุลภาค สามารถมองเห็นในระดับมหภาค และจับต้องได้สอดคล้องกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของสารต่างๆ ที่ภาวะสมดุลเคมี และยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี ในรูปแบบการเล่นเกมอีกด้วย

ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาจึงเป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้การเรียนเรื่องสมดุลเคมีเป็นเรื่องที่ง่าย นักเรียนเกิดการรับรู้แนวคิดที่ถูกต้อง จากหลักการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 ระดับ โดยการแทรกกิจกรรมในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมีเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ขอบเขตการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ จำนวน 1 ห้อง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
 - 2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียน วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องสมดุลเคมี โดยมีเนื้อหาดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- การเปลี่ยนแปลงที่สภาวะสมดุล
- ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ สภาวะสมดุล

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการทดลองและเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ผู้วิจัยใช้เวลาในการศึกษาเอกสารและงานวิจัย ตั้งแต่เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ปี 2560 และใช้เวลาในการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งเป็นคาบเรียน 10 คาบ คาบละ 60 นาที มีเนื้อหา ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- การเปลี่ยนแปลงที่สภาวะสมดุล
- ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ สภาวะสมดุล

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้คิดและค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีครูทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดความสงสัย ให้นักเรียนมีความอยากรู้และอยากเห็น ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เริ่มจากตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในแนวคิดใหม่ โดยใช้วิธีโอสันๆ และบทสนทนา ระหว่างครูและนักเรียนที่ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งกิจกรรมควรจะเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ปัจจุบัน และจัดกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อนำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกิจกรรม

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ให้นักเรียนได้ประสบการณ์ในการสำรวจและค้นหา โดยการจัดกิจกรรมให้กับนักเรียนได้แสดงแนวคิด กระบวนการ และทักษะที่มีอยู่ (อาจรวมทั้งแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือทางเลือกของนักเรียน) ซึ่งประกอบด้วยการทำกิจกรรมร่วมกับการดูวิดีโอการทดลอง การเล่นเกมสมดุลเคมี เกมบิงโก เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ช่วยให้นักเรียนได้นำความรู้เดิมมาพัฒนาสร้างเป็นความรู้ใหม่ ตรวจสอบคำถามหรือคำทำนาย และออกแบบ ดำเนินการการสำรวจและค้นหาเบื้องต้น

1.3 ขั้นอธิบาย (Explanation) จะเน้นที่ความสนใจของนักเรียนจากประสบการณ์ในขั้นการสร้างความสนใจและขั้นการสำรวจและค้นหา เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลง

ทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ โดยมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจในแนวคิด เช่น การวาดภาพแสดงแนวคิดการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค การให้นักเรียนได้อธิบายความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้เรียน ในขั้นนี้ครูจะได้นำเสนอแนวคิดกระบวนการ และทักษะให้กับนักเรียน รวมทั้งคำอธิบายจากครูหรือจากสื่อที่จัดไว้ให้ จะช่วยแนะนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดได้ลึกซึ้งขึ้น

1.4 **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ครูขยายความเข้าใจและทักษะของนักเรียนโดยใช้ประสบการณ์ใหม่ ข้อมูลที่มากขึ้นและทักษะที่เพียงพอ นำไปสู่การประยุกต์ความเข้าใจในแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการเรียนในครั้งถัดไป

1.5 **ขั้นประเมิน (Evaluation)** การประเมินเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนตามผลการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ โดยการตั้งคำถามเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

2. ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา หมายถึง กิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี 3 หัวข้อ (5 แผนการจัดการเรียนรู้) ซึ่งจะแทรกอยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

2.1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ใช้วิดีโอการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 วิดีโอการทดลอง ไปบันทึกผลการทดลอง และใบกิจกรรม

2.2 การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล ใช้เกมสมดุลเคมี ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เกมสมดุลเคมี ไปบันทึกผล และใบกิจกรรม

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล ใช้เกมบิงโก ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เกมบิงโก และใบกิจกรรม

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี โดยพิจารณาคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้ทำการพัฒนาขึ้นให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาการเรียนที่เลือกมาจัดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา โดยวัดพฤติกรรมทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

3.1 **ด้านความรู้** ประกอบด้วย 3 ประการ ดังนี้

- ความรู้-ความจำ
- ความเข้าใจ
- การนำไปใช้

วัดและประเมินโดยพิจารณาคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ

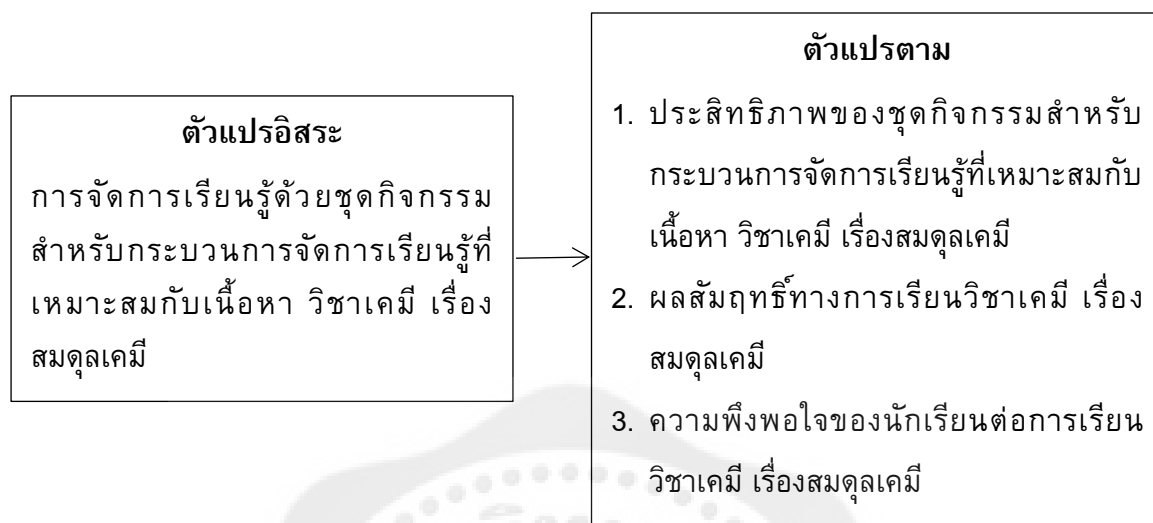
3.2 ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ทักษะ ดังนี้

- ทักษะในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
- ทักษะในการคำนวณ

วัดและประเมินโดยพิจารณาคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ จำนวน จำนวน 10 ข้อ

4. ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึก ความคิดเห็น ทศนะของบุคคลที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยพิจารณาคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบถามความพึงพอใจใน 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสีของสื่อการสอน และด้านการแสดงออกต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ที่คำถามมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 75/75
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีอยู่ในระดับมาก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

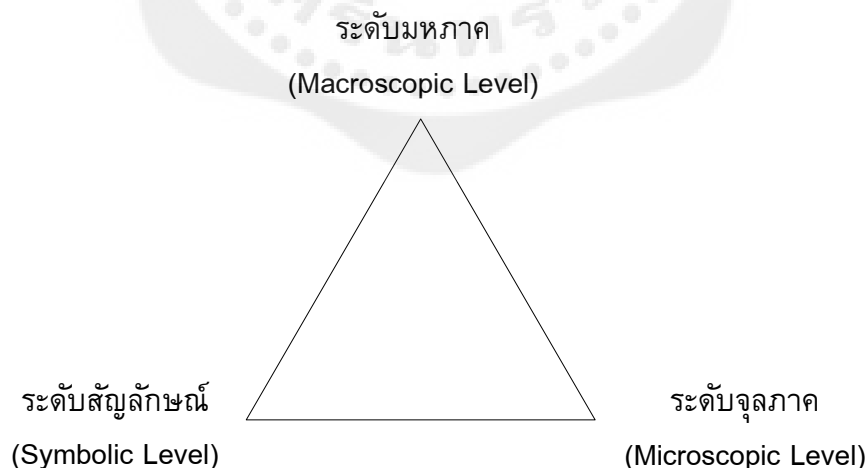
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิชาเคมี
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมดุลเคมี
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอน
6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจต่อการเรียน
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิชาเคมี

1.1 ธรรมชาติของเนื้อหาในวิชาเคมี

(Alex H. Johnstone. 1991: 703) และ (พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ์. 2559: 193) กล่าวว่าธรรมชาติของเนื้อหาในวิชาเคมีเป็นการนำเสนอแนวคิดที่เกี่ยวกับการเรียนในวิชาเคมี โดยมีนักเคมีได้แบ่งเนื้อหาในวิชาเคมีไว้ 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 การนำเสนอแนวคิดทางเคมี 3 ระดับ

ที่มา: Alex H. Johnstone. 1991. The new chemistry has three basic components.

1. การนำเสนอแนวคิดในระดับมหภาค หมายถึง ปรากฏการณ์ที่นักเรียนสามารถสังเกตเห็นหรือจับต้องได้ เช่น การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส การตกตะกอน การเกิดแก๊ส และการได้กลิ่นของสาร เป็นต้น ตัวอย่างของการนำเสนอแนวคิดในระดับมหภาค เช่น เมื่อนำเกลือแกงมาละลายน้ำ สิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็นได้คือ ได้สารละลายใส ไม่มีสี

2. การนำเสนอแนวคิดในระดับจุลภาค หมายถึง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับอะตอม โมเลกุล หรือไอออน ตัวอย่างของการนำเสนอแนวคิดในระดับจุลภาค เช่น เมื่อเกลือแกงละลายในน้ำ อธิบายในระดับอนุภาคได้ว่า ไอออนบวกและไอออนลบจะแยกจากกัน และโมเลกุลของน้ำเข้าล้อมรอบ โดยโมเลกุลของน้ำจะหันขั้วลบเข้าล้อมรอบโซเดียมไอออน และหันขั้วบวกเข้าล้อมรอบคลอไรด์ไอออน

3. การนำเสนอแนวคิดในระดับสัญลักษณ์ หมายถึง การใช้สัญลักษณ์ทางเคมี สูตร สมการ รูปภาพแสดงโครงสร้างโมเลกุล แผนภาพหรือโมเดล เพื่อนำเสนอแนวคิดในระดับมหภาคหรือจุลภาค ซึ่งสัญลักษณ์ทางเคมีจะเป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางเคมีในระดับมหภาคและระดับจุลภาค เช่น เมื่อเกลือแกงละลายในน้ำ สามารถเขียนสมการเคมีได้ดังนี้



ซึ่งสัญลักษณ์ NaCl(s) แทนโซเดียมคลอไรด์ในสถานะของแข็ง $\text{Na}^+(\text{aq})$ และ $\text{Cl}^-(\text{aq})$ แทนโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนที่มีโมเลกุลของน้ำล้อมรอบ และสัญลักษณ์ aq (aqueous) หมายถึง มีโมเลกุลของน้ำล้อมรอบ เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาชุดกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี เพื่อให้ นักเรียนได้เห็นการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ และให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงทั้งสาม จากชุดกิจกรรมนี้ ซึ่งประกอบด้วย วิดีโอการทดลอง 5 การทดลอง เกมสมดุลเคมี เกมบิงโก รวมทั้งใบกิจกรรม แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กรมวิชาการ (2546: 80) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือนำไปประยุกต์ใช้อธิบายเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะทำให้เกิดคำถาม ข้อสงสัย และนำไปสู่การตรวจสอบซึ่งเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 13) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรที่มีกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักรหรือการเรียนรู้แบบค้นพบ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 119) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้พบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยและ

นักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

สุพัชยา ปาหา (2555: 36) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนอยากที่จะเรียนรู้ หรืออยากที่จะค้นหาคำตอบเหล่านั้น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวช่วยในการหาคำตอบ

นภาพร เกตทอง (2554: 64) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนวิธีหนึ่งที่มีมุ่งให้นักเรียนคิด วางแผนปฏิบัติกิจกรรม และค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูจะทำหน้าที่ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใฝ่รู้ใฝ่เรียน

สาวิตรี เครือใหญ่ (2548: 14) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นวิธีการมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพการจัดการเรียนรู้ ให้เอื้อต่อกระบวนการสืบสวนและค้นหาคำตอบที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่เขา กำลังประสบอยู่หรือจะพบในอนาคตเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

ในงานวิจัยนี้ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าหมายถึงวิธีการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้คิดและค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีครูทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดความสงสัย ให้นักเรียนมีความอยากรู้และอยากเห็น ด้วยสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ครูสร้างขึ้นและนำมาใช้ เช่น เกมสมดุลงเคมี วิดีโอการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อจัดเป็นกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้

2.2 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ฟราเซอร์ (Fraser. 1978: 81) ได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เราให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ค้นคว้าแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้
3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

ทั้งนี้จะต้องอาศัยการกำหนดและการนิยามปัญหา รวมทั้งการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาแทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้งสามด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 3) ได้มุ่งให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกิจกรรมที่สำคัญ คือ การอภิปรายและการทดลอง ส่วนการอภิปรายจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น และมีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของ

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป ได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัย แนะนำแนวทางให้นักเรียนหาคำตอบตลอดจนให้คำแนะนำในการทดลอง
2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุม ดูแล ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุน ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน
3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่างๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขึ้น และมีการอภิปรายข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลอง

2.3 รูปแบบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบ 3 ขั้น (3E-Learning Cycle)

คาร์ปาสและคณะ (Karplus. 1970) ได้เสนอการจัดการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรการศึกษา เพื่อการพัฒนาการเรียนวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study: SCIS) โดยจัดการเรียนรู้แบบ 3 ขั้น ตามลำดับ ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเองและเกิดคำถามที่ไม่ทราบคำตอบได้
2. ขั้นเกิดความคิด (Invention หรือ Term Introduction) เป็นขั้นที่ให้แนวคิดและคำอธิบายโดยมีครูเป็นผู้ช่วย
3. ขั้นค้นพบ (Discovery หรือ Concept Application) เป็นขั้นที่นำแนวคิดที่ได้มาประยุกต์กับสถานการณ์ใหม่และขยายกรอบแนวคิดให้กว้างขึ้น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์จะมีการให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดและเพื่อให้ได้แนวคิดใหม่เกิดขึ้น

2. การจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5E-Learning Cycle)

การจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น นำเสนอโดย Biological Science Curriculum Study (BSCD) ใช้ชื่อว่า BSCD 5E Instructional Model (Hall. 1990)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เริ่มจากตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนและช่วยให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในแนวคิดใหม่ โดยใช้กิจกรรมสั้นๆ ที่ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น และกระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียน กิจกรรมควรเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ปัจจุบัน แสดงความรู้เดิมและจัดกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อนำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกิจกรรม
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ประสบการณ์ในการสำรวจและค้นหา จะเป็นการจัดกิจกรรมให้กับนักเรียนได้แสดงแนวคิด กระบวนการ และทักษะที่มีอยู่ (อาจรวมทั้งแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือทางเลือกของนักเรียน) เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

นักเรียนอาจจะได้ทำกิจกรรมปฏิบัติการที่ช่วยให้นักเรียนได้นำความรู้เดิมมาพัฒนาสร้างเป็นความรู้ใหม่ ตรวจสอบคำถามหรือคำทำนาย และออกแบบ ดำเนินการการสำรวจและค้นหาเบื้องต้น

3. **ชั้นอธิบาย (Explanation)** จะเน้นที่ความสนใจของนักเรียนจากประสบการณ์ในชั้น การสร้างความสนใจและขั้นการสำรวจและค้นหา มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจในแนวคิด ทักษะกระบวนการ และพฤติกรรม ในขั้นนี้ครูจะได้นำเสนอแนวคิด กระบวนการ และทักษะให้กับนักเรียน นักเรียนได้อธิบายความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้เรียน คำอธิบายจากครูหรือจากสื่อที่จัดไว้ให้ จะช่วยแนะนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดได้ลึกซึ้งขึ้น

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ครูขยายความเข้าใจและทักษะของนักเรียน โดยใช้ประสบการณ์ใหม่ ข้อมูลที่มากขึ้นและทักษะที่เพียงพอ นำไปสู่การประยุกต์ความเข้าใจในแนวคิดเพื่อนำไปใช้หรือสร้างกิจกรรมใหม่

5. **ชั้นประเมิน (Evaluation)** การประเมินเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนตามผลการเรียนรู้ที่ตั้งไว้

3. การจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น (7E-Learning Cycle)

การจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น ได้พัฒนาขึ้น โดยนักศึกษาคือว่า Arthur Eisenkrafts ซึ่งได้เพิ่มขั้นตอนการเรียนรู้ จากเดิม 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น ดังนี้ (Eisenkraft. 2003: 1)

1. **ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation)** เป็นขั้นที่สำรวจความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้เทคนิคหรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ

2. **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)** เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนทำให้เกิดความตื่นตัวในการหาคำตอบ โดยอาจนำบริบทหรือสถานการณ์ที่เป็นที่สนใจของนักเรียนมาใช้ในการกระตุ้นความสนใจ

3. **ขั้นสำรวจ (Exploration)** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนวางแผน ดำเนินการสำรวจและค้นหา เพื่อหาหลักฐานสำหรับใช้ในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์หรือคำถามที่ถูกกระตุ้น ผู้สอนจะทำหน้าที่เอื้ออำนวยและสนับสนุนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ให้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

4. **ชั้นอธิบาย (Explanation)** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่ได้ได้จากการสำรวจและค้นหา ผู้สอนอาจอธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง

5. **ชั้นขยายความรู้ (Expansion)** เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปอธิบายหรือใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้สอนอาจนำคำถามหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้แนวคิดในชั้นก่อนหน้ามาใช้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

6. **ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ แนวคิด ทักษะของตนเองว่ามีความเข้าใจแนวคิดมากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นการประเมินความก้าวหน้าของตนเอง

7. **ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)** เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ แนวคิด ทักษะที่ได้ไปใช้ในบริบทที่แตกต่างออกไปจากเดิม

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น โดยเริ่มจากขั้นสร้างความสนใจ โดยใช้วิธีโอสันๆ และบทสนทนาระหว่างครูและนักเรียนที่ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อนำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกิจกรรม ในขั้นสำรวจและค้นหา ให้นักเรียนได้ประสบการณ์ในการสำรวจและค้นหา โดยการจัดกิจกรรมให้กับนักเรียนได้แสดงแนวคิด กระบวนการ และทักษะที่มีอยู่ ซึ่งในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยการทำกิจกรรมร่วมกับการดูวิดีโอการทดลอง การเล่นเกมสมดุเคมิ เกมบิงโก เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ในขั้นอธิบาย จะเน้นที่ความสนใจของนักเรียนจากประสบการณ์ในขั้นการสร้างความสนใจและขั้นการสำรวจและค้นหา เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ โดยมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจในแนวคิด เช่น การวาดภาพแสดงแนวคิดการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค การให้นักเรียนได้อธิบายความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้เรียน ในขั้นนี้ครูจะได้นำเสนอแนวคิด กระบวนการ และทักษะให้กับนักเรียน รวมทั้งคำอธิบายจากครูหรือจากสื่อที่จัดไว้ให้ จะช่วยแนะนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดได้ลึกซึ้งขึ้น ในขั้นขยายความรู้ ครูขยายความเข้าใจและทักษะของนักเรียน โดยใช้ประสบการณ์ใหม่ ข้อมูลที่มากขึ้นและทักษะที่เพียงพอ นำไปสู่การประยุกต์ความเข้าใจในแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการเรียนในครั้งถัดไป และขั้นประเมิน ครูได้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนตามผลการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ โดยการตั้งคำถามเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา

3.1 การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge, PCK)

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2555: 1) ในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการเปลี่ยนกระบวนทัศน์จากพฤติกรรมนิยมมาเป็นสรคนิยมขึ้นในวงการศึกษ ทำให้นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญและสนใจเกี่ยวกับความรู้ของบุคคลมากขึ้น งานวิจัยเริ่มให้ความสนใจว่าคนเรียนรู้อย่างไร คิดอย่างไร สร้างความรู้อย่างไร แนวคิดดังกล่าวมีผลต่อการศึกษาคำถามของครูว่าครูเรียนรู้ที่จะสอนอย่างไร (Learning How to Teach) ความรู้ใดบ้างที่จำเป็นต่อการสอนของครู ทั้งนี้ความรู้เป็นสิ่งที่กำหนดการปฏิบัติการสอนของครู หากครูมีความรู้ดีก็ทำให้เชื่อว่าครูจะสามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปี 1985 Shulman ได้เรียกร้องให้เกิดการทำวิจัยเกี่ยวกับความรู้สำหรับการสอนให้มากขึ้น โดยเขาได้นำบรรยายผลงานที่ชื่อว่า Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching ในการประชุมวิชาการประจำปีของสมาคมวิจัยทางการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (The 1985 Annual Meeting of The American Educational Research Association, AERA) และให้เสนอว่าสิ่งที่ขาดหายไปจากกระบวนทัศน์ที่เกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษาและการศึกษาเกี่ยวกับ

การสอน (Missing Paradigm) ก็คือ ความรู้ในเนื้อหาของครู โดยเขาได้เสนอว่าความรู้ในเนื้อหา ดังกล่าวนี้อาจแยกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ความรู้ในเนื้อหาสาระ (Subject Matter Content Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร (Curricular Knowledge) และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge, PCK) (Shulman. 1986) โดยในปีต่อมาเขาได้นิยามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนว่าเป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสอนซึ่งประกอบด้วย 1) ความรู้ในการนำเสนอเนื้อหาสาระเพื่อให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจ และ 2) ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหรือความรู้เดิมที่พบบ่อยมากที่สุดในห้องหรือบทเรียนที่สอนที่นักเรียนมีมาก่อน จากนั้นในปี 1978 Shulman ก็ได้พิจารณาแนวคิดเกี่ยวกับความรู้สำหรับการสอนอีกครั้ง โดยเขาได้เสนอว่าความรู้พื้นฐานสำคัญสำหรับการสอน (Knowledge Base for Teaching) ประกอบด้วยความรู้ 7 ประเภท ได้แก่ ความรู้ในเนื้อหา (Content Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับการสอน (General Pedagogical Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร (Curriculum Knowledge) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับนักเรียนและลักษณะของนักเรียน (Knowledge of Learners and Their Characteristics) ความรู้เกี่ยวกับบริบททางการศึกษา (Knowledge of Educational Context) และความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายของการศึกษา (Knowledge of Education Aims) (Shulman. 1987: 1) ในบรรดาความรู้ทั้ง 7 นี้ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเป็นความรู้ที่โดดเด่นที่สุดเพราะเป็นความรู้ที่ใช้บ่งชี้และบ่งบอกความแตกต่างระหว่างครูผู้สอนเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา เช่น ครูสอนวิทยาศาสตร์แตกต่างกับนักวิทยาศาสตร์ตรงที่ครูต้องมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและความรู้ในเนื้อหา ขณะที่นักวิทยาศาสตร์ก็มีเพียงความรู้ในเนื้อหาเท่านั้น โดยเขาให้นิยามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนว่าเป็นการบูรณาการรวมกันระหว่างความรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้วิธีสอนเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจว่าจะจัดกระทำหรือนำเสนอหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงอย่างไรเพื่อให้นักเรียนที่มีความสนใจและความสามารถแตกต่างกันเข้าใจ

ต่อมามีนักการศึกษาหลายท่านได้ขยายแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนมากมาย เช่น Cochran, DeRuiter, and King, 1993 เสนอว่าควรใช้คำว่า Pedagogical Content Knowing หรือ PCKg เพราะเชื่อว่าควรใช้คำว่ากรู้ (Knowing) มากกว่าคำว่าความรู้ (Knowledge) เพื่อสื่อความหมายให้เห็นธรรมชาติของการสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นพลวัตตลอดเวลา โดยความรู้ดังกล่าวประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระ ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของนักเรียน ความรู้เกี่ยวกับบริบทสิ่งแวดล้อมของการเรียนรู้ แต่อย่างไรก็ตามการเสนอดังกล่าวยังไม่ได้รับความสนใจมากนักของนักการศึกษารุ่นต่อๆ มานักการศึกษา (Grossman. 1989: 1) ได้พัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนจากผลการวิจัยของเขาและเสนอว่าองค์ประกอบของความรู้ดังกล่าวดังต่อไปนี้ 1) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนและแนวคิดเคลื่อนไหวในวิชาที่สอน 2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนและการนำเสนอตัวตนของเนื้อหาจากหัวข้อที่สอน 3) แนวคิดเกี่ยวกับว่าการสอนเนื้อหาเฉพาะมีความหมายอย่างไร และ 4) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวัสดุอุปกรณ์หรือแหล่งการเรียนรู้ในหลักสูตร ซึ่งจะเห็นว่าแนวคิดดังกล่าวมีบางส่วนที่เหมือนกับแนวคิดของ Shulman โดยเฉพาะองค์ประกอบที่ 1) องค์ประกอบที่ 2) และ

องค์ประกอบที่ 4) แต่สิ่งที่แตกต่างกันมากก็คือองค์ประกอบที่ 3) ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดหรือความเชื่อของครูเกี่ยวกับต่อสิ่งสอน ความเชื่อของครูจะสะท้อนถึงการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนว่าครูสอนนักเรียนอย่างไร

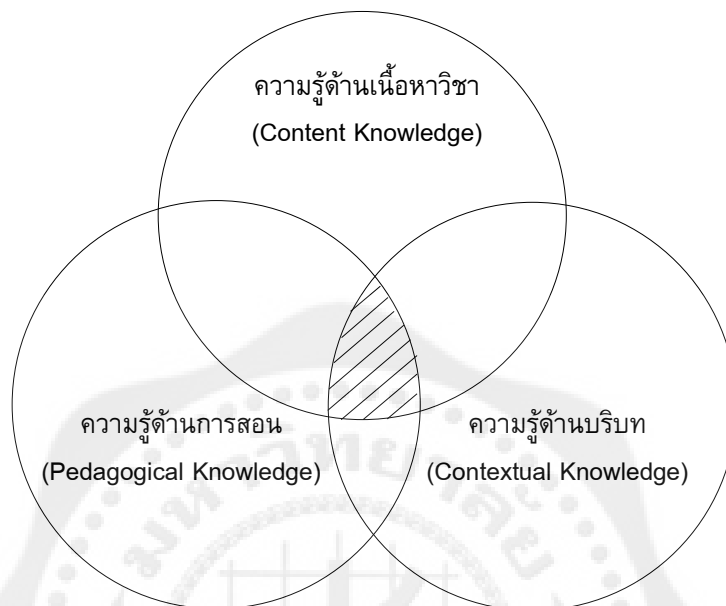
ต่อมานักการศึกษา (Geddis et al. 1993: 1) ได้ขยายแนวคิดและมองว่าความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเป็นการเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหาสาระไปอยู่ในรูปแบบที่ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น โดยกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหาจะต้องอาศัยความรู้ 4 ด้าน ก็คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับความรู้เดิมของนักเรียน 2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพ 3) ความรู้เกี่ยวกับนำเสนอตัวแทนของเนื้อหา และ 4) ความรู้เกี่ยวกับประเด็นสำคัญในหลักสูตร โดยทั้ง 4 ด้านต้องหลอมรวมเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันแล้วถูกเปลี่ยนรูปแบบออกมาเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาให้นักเรียนเข้าใจ จากองค์ประกอบทั้ง 4 ด้านนี้ จะเห็นว่า Geddis ได้นำเสนอด้านที่ 4 ได้โดดเด่นและแตกต่างจากนักการศึกษาอื่นๆ ที่ผ่านมา เพราะเขาเชื่อว่าหากครูมีความรู้เกี่ยวกับประเด็นสำคัญในหลักสูตรก็จะทำให้ทราบว่าเนื้อหาใดที่นักเรียนเรียนมาแล้ว นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใดต่อไป เนื้อหาที่จะสอนในหลักสูตรอยู่ส่วนใดของเนื้อหาในรายวิชาทั้งหมด ต้องใช้เวลาประมาณเท่าใดในการสอน เป็นต้น

ต่อมานักการศึกษา (Magnusson et al. 1999: 1) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ โดยปรับปรุงจากแนวคิดของ Grossman และ Tamir (Tamir. 1988: 1) แล้วนิยามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนว่าเป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหาสาระ วิธีสอน และบริบท เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ 1) แบบแผนการสอนวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ 3) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง 4) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และ 5) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนวิทยาศาสตร์ โดยองค์ประกอบทั้งหมดต้องหลอมรวมกันแล้วเปลี่ยนรูปแบบออกมาในลักษณะของการปฏิบัติการสอนเพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเรียนรู้วิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตามการอธิบายความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนนั้น เราสามารถอธิบายได้หลายระดับทั้งนี้เนื่องจากความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนมีความเฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาที่สอนและวิธีสอนเนื้อหานั้น เช่น ครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์อาจใช้วิธีสอนแตกต่างจากการสอนวิชาพลศึกษา เพราะเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากเนื้อหาวิชาพลศึกษา และแม้ในวิชาวิทยาศาสตร์เองก็ตาม ครูที่สอนวิชาเคมีอาจใช้วิธีสอนที่แตกต่างจากการสอนวิชาชีววิทยา และในวิชาเคมี วิธีสอนที่ใช้สอนเรื่องโมเลกุลแตกต่างจากวิธีสอนที่ใช้สอนเรื่องสมดุลเคมี เป็นต้น จากตัวอย่างจะเห็นว่าระดับของความเฉพาะเจาะจงแบ่งออกได้ 3 ระดับ ก็คือ ระดับวิชา (Subject-Specific PCK) (เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ประวัติศาสตร์ ศิลปะ พลศึกษา เป็นต้น) ระดับสาขาวิชา (Domain-Specific PCK) (เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา โลกและดวงดาว เป็นต้น) และระดับสุดท้ายคือระดับหัวข้อ (Topic-Specific PCK) (เช่น สมดุลเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น)

3.2 องค์ประกอบที่สำคัญและความสัมพันธ์กันของการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge, PCK)

องค์ประกอบที่สำคัญและความสัมพันธ์กันของ PCK แสดงได้ดังภาพ



ภาพประกอบ 3 องค์ประกอบที่สำคัญและความสัมพันธ์กันของ PCK
ที่มา: สสวท. 2555. องค์ประกอบที่สำคัญและความสัมพันธ์กันของ PCK

จากความสัมพันธ์ตามภาพ ส่วนที่วงกลมซ้อนทับกันทั้ง 3 วง คือส่วนที่เรียกว่า PCK ซึ่งเป็นส่วนที่ครูต้องรู้อย่างชัดเจนเพื่อจะนำไปใช้ในการออกแบบ การจัดการเรียนรู้ที่สนองตอบมาตรฐานของหลักสูตร

ความรู้ในแต่ละด้านมีความสำคัญเท่าเทียมกันและต้องมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันเพื่อนำไปสู่นักเรียน หากขาดความรู้ด้านใดด้านหนึ่งหรือไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทั้งสามด้านได้อย่างเหมาะสม ก็จะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยโครงสร้างเชิงระบบเนื้อหาของวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งครูได้เรียนรู้มาแล้วเป็นอันมากก่อนมาเป็นครู และจะต้องติดตามความก้าวหน้าในองค์ความรู้ต่างๆ อยู่ตลอดเวลาในขณะที่ประกอบอาชีพครู

ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge) ประกอบด้วยธรรมชาติของนักเรียนและการเรียนรู้ การจัดการในชั้นเรียน หลักสูตรและการสอน ซึ่งโดยปกติครูจะผ่านการเรียนรู้ในเรื่องเหล่านี้มาแล้ว ก่อนมาประกอบอาชีพครู และจะต้องติดตามงานวิจัยในด้านนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับกลวิธีการสอนในการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม ครูบางคนอาจยังไม่สามารถนำความรู้

ด้านนี้ไปช่วยให้สอดคล้องกับความรู้ด้านเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

ความรู้ด้านบริบท (Contextual Knowledge) ประกอบด้วยบริบททางการศึกษาทั่วไป เช่น นโยบายทางการศึกษาของประเทศ สภาพแวดล้อมและชุมชน วิสัยทัศน์และสภาพแวดล้อมของโรงเรียน รวมทั้งศิษย์เก่าของโรงเรียนและบริบทเฉพาะ เช่น ตัวนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้เดิมซึ่งมีทั้งความรู้ที่ถูกต้องและอาจเป็นความรู้ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งครูจะต้องแก้ไขให้เกิดการเรียนรู้ อย่างถูกต้อง

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียน หมายถึง ความคิด (Idea) ความเชื่อ (Believe) คำอธิบายที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือสิ่งต่างๆ ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งแตกต่างไปจากแนวความคิดหลัก หรือคำอธิบายที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี

4.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา สาระการเรียนรู้วิชาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง สมดุลเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรของสถานศึกษา และการจัดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งปรับปรุงและพัฒนา จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยมีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในรายวิชาต่างๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพนักเรียน ซึ่งมาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่นักเรียนควรรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยองค์ความรู้ ทักษะสำคัญ และคุณลักษณะในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจัดระดับการศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยเน้นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน ตอบสนอง ความสามารถ ความถนัด และความสนใจของนักเรียนแต่ละคน ทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ มีทักษะในการใช้วิทยาการและเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ มุ่งพัฒนาตนและประเทศตามบทบาทของตน สามารถเป็นผู้นำ และการให้บริการชุมชนในด้านต่างๆ

สำหรับการวิจัยนี้ได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตราฐาน ว.3.2 เข้าใจ หลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มี กระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารกับสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ โดยตัวชี้วัดระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4 - มัธยมศึกษาปีที่ 6) ใน ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ซึ่งจะมีกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ วิดีโอการทดลอง เกม สมดุลเคมี เกมบิงโก ซึ่งตอบสนองต่อมาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4.2 แนวความคิดที่สำคัญของเรื่องสมดุลเคมี

เนื้อหาเรื่องสมดุลเคมีเริ่มจากการศึกษาตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในทิศทางเดียว คือ จากสารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทั้งไปข้างหน้าและย้อนกลับ โดยศึกษาการเปลี่ยนสถานะ การละลายของสารละลายอิ่มตัว และการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อนำไปสู่ภาวะสมดุลและสมดุลไดนามิกที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมี ต่อจากนั้น ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ ภาวะสมดุล รวมทั้งการคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา

4.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในการเรียนเรื่อง สมดุลเคมี

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนและศึกษาความพึงพอใจในการเรียน โดยได้ศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและวิธีสอนที่งานวิจัยต่างๆ นำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนตามเนื้อหา ดังแสดงในตารางนี้

ตาราง 1 แสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและวิธีสอนจากงานวิจัยต่างๆ

หัวข้อเรื่อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	วิธีสอน
1. การดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล	นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า การเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าสิ้นสุดลงแล้ว (Marco Giradi. 2014: 59) และยังมีนักเรียนเข้าใจว่า การดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลของปฏิกิริยาเคมีสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของเส้นกราฟของความเข้มข้นของสารต่างๆ จะคงที่และเป็นเส้นตรง แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลของปฏิกิริยาเคมีสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของเส้นกราฟของความเข้มข้นของสารต่างๆ จะคงที่และเป็นเส้นตรง แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น (Heikkinen. 1990: 96)	1. การอุปนัย (Induction) 2. การทดลอง (Experiment) 3. บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction)

ตาราง 1 (ต่อ) แสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและวิธีสอนจากงานวิจัยต่างๆ

หัวข้อเรื่อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	วิธีสอน
2. ภาวะสมดุลใน ปฏิกิริยาเคมี	นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า อัตรา การเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเท่ากับอัตรา การเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับก็ต่อเมื่อความ เข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เท่ากัน นอกจากนี้ยังมีนักเรียนเข้าใจว่าไม่สามารถ ระบุได้ว่าจะพบสารใดมาก ณ ภาวะสมดุล เนื่องจากเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ (Nakhleh 1992: 191) นักเรียนเข้าใจว่า ณ ภาวะสมดุล ของปฏิกิริยาเคมีไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น (Voska and Heikkinen. 2000: 1)	1. การอุปนัย (Induction) 2. เกม (Game) 3. บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) 4. การบรรยาย (Lecture)
3. ค่าคงที่สมดุล	นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า มีสาร ตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่เท่ากัน เนื่องจากปฏิกิริยานั้นอยู่ในภาวะสมดุล นอกจากนี้นักเรียนเข้าใจว่า ณ ภาวะสมดุล อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเพิ่มขึ้น เรื่อยๆ (เยาวเรศ ใจเย็น และคณะ. 2550: 549)	1. การอุปนัย (Induction) 2. เกม (Game) 3. บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction)
4. ปัจจัยที่มีผลต่อ ภาวะสมดุลและ หลักของเลอชาเต อลิเ	นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า เมื่อ เพิ่มความเข้มข้นของแก๊สไนโตรเจนใน กระบวนการผลิตแอมโมเนียจะส่งผลให้ความ เข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียลดลงเพื่อให้ ระบบเข้าสู่สมดุล นักเรียนเข้าใจว่าการลด ปริมาตรหรือเพิ่มความดันของระบบจะไม่มี ผลกระทบหรือการเปลี่ยนแปลงใดๆ ต่อ ภาวะสมดุล นอกจากนี้นักเรียนเข้าใจว่าการ เพิ่มความเข้มข้นของสารหรือเป็นการเพิ่ม อุณหภูมิให้สูงขึ้น หรือทำให้ปฏิกิริยาดำเนิน ไปข้างหน้าและปริมาณของผลิตภัณฑ์มาก ขึ้น (เยาวเรศ ใจเย็น และคณะ. 2550: 549)	1. การอุปนัย (Induction) 2. บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) 3. การบรรยาย (Lecture)

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอน

5.1 ความหมายของวิธีสอน

ทิศนา ขัมมณี (2548: 318) ได้ให้ความหมายของวิธีสอนว่า คือ วิธีการสอนที่ใช้เทคนิคการสอนมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพ โดยวิธีการสอน คือ ขั้นตอนการสอนที่ทำให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งแต่ละวิธีจะมีขั้นตอน มีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

ในงานวิจัยนี้ให้ความหมายของวิธีสอนว่า คือ วิธีสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้งในระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ และเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

5.2 ประเภทของวิธีสอน

ทิศนา ขัมมณี (2546: 323) วิธีสอนแบ่งออกเป็น 14 วิธี ดังนี้

1. **วิธีสอนโดยใช้การบรรยาย (Lecture)** เป็นวิธีสอนที่อาศัยความสามารถของผู้สอนในการเรียบเรียงเนื้อหาสาระและการใช้เทคนิคในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระให้น่าสนใจ เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการพูดบอกเล่า อธิบาย สิ่งที่ต้องการสอนแก่นักเรียน ให้นักเรียนซักถาม แล้วประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การบรรยาย

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาน้อย เมื่อเทียบกับวิธีสอนแบบอื่นๆ
2. เป็นวิธีสอนที่ใช้กับนักเรียนจำนวนมากได้
3. เป็นวิธีสอนที่สะดวก ไม่ยุ่งยาก
4. เป็นวิธีสอนที่ถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้มาก

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การบรรยาย

1. เป็นวิธีการสอนที่นักเรียนมีบทบาทน้อย จึงทำให้นักเรียนขาดความสนใจในการบรรยาย
2. เป็นวิธีการสอนที่อาศัยความสามารถของผู้บรรยาย ถ้าผู้บรรยายไม่มีศิลปะในการบรรยายที่ดึงดูดใจนักเรียน นักเรียนอาจขาดความสนใจ และถ้าผู้สอนขาดการเรียบเรียงเนื้อหาสาระอย่างเหมาะสม นักเรียนอาจเกิดความไม่เข้าใจ และไม่สามารถซักถามได้
3. เป็นวิธีการสอนที่ไม่สามารถสนองความต้องการและความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. **วิธีสอนโดยใช้การสาธิต (Demonstration)** เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง เห็นสิ่งที่เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำในเรื่องที่สาธิตได้ดีและนาน เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการแสดงหรือทำสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ ให้นักเรียนสังเกตดู แล้วให้นักเรียนซักถาม อภิปราย และสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกตการณ์สาธิต

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การสาธิต

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง เห็นสิ่งที่เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำในเรื่องที่สาธิตได้ดีและนาน
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยประหยัดเวลา อุปกรณ์และค่าใช้จ่าย หากใช้ทดแทนการทดลอง
3. เป็นวิธีที่สามารถสอนนักเรียนได้จำนวนมาก

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การสาธิต

1. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนอาจไม่สังเกตเห็นการสาธิตอย่างชัดเจนอย่างทั่วถึง หากเป็นกลุ่มใหญ่
2. เป็นวิธีสอนที่ผู้สาธิต จึงอาจไม่เห็นพฤติกรรมของนักเรียน
3. เป็นวิธีที่นักเรียนอาจมีส่วนร่วมไม่ทั่วถึง
4. เป็นวิธีที่นักเรียนไม่ได้ลงมือทำด้วยตัวเอง จึงอาจไม่เกิดความรู้ที่ลึกซึ้งเพียงพอ

3. **วิธีสอนโดยใช้การทดลอง (Experiment)** เป็นวิธีสอนที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ผ่านกระบวนการต่างๆ ได้พิสูจน์ ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจ และจดจำการเรียนรู้ได้นาน เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลองและลงมือทดลองปฏิบัติตามขั้นตอนตามที่กำหนดโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทดลอง

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

1. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ผ่านกระบวนการต่างๆ ได้พิสูจน์ ทดสอบและเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจ และจะจดจำการเรียนรู้ได้นาน
2. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ จำนวนมาก เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการคิด ทักษะกระบวนการกลุ่ม รวมทั้งได้พัฒนาลักษณะนิสัยใฝ่รู้
3. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมาก จะทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

1. เป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เครื่องมือ วัสดุสำหรับนักเรียนจำนวนมาก หรือในกรณีที่ต้องออกไปเก็บข้อมูลนอกสถานที่ ก็ต้องมีค่าใช้จ่าย ค่าการเดินทาง ค่าที่พัก และวัสดุต่างๆ ด้วย

2. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลานานมาก เนื่องจากการดำเนินการแต่ละขั้นตอนต้องใช้ เวลา

3. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องมีความรู้ ความเข้าใจและมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ จึงจะสามารถสอนและฝึกฝนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

4. วิธีสอนโดยใช้การนิรนัย (Deduction) คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วย ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการช่วยให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง เช่น ตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้น หรืออาจให้นักเรียนฝึกนำทฤษฎี ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่หลากหลายเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ หรือ ข้อสรุปนั้นๆ อย่างลึกซึ้งขึ้น หรือกล่าวสั้นๆ ได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อยๆ

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การนิรนัย

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้อย่างรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก
2. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีโอกาสดำเนินการนำทฤษฎี หลักการไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่ๆ
3. เป็นวิธีสอนที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนมีความสามารถหรือเรียนรู้ได้เร็ว สามารถพัฒนาโดยไม่ต้องรอนักเรียนที่ช้ากว่า

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การนิรนัย

1. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมตัวอย่าง สถานการณ์ ปัญหาที่ หลากหลายมาให้นักเรียนได้ฝึกทำ
2. เป็นวิธีสอนที่ขึ้นกับความเข้าใจและความสามารถของผู้สอนในการนำเสนอ ทฤษฎี หลักการ
3. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้าอาจจะตามไม่ทันเพื่อน และเกิดปัญหา ในการเรียนรู้

5. วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย (Induction) คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วย ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการแนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่ นักเรียนศึกษาวิเคราะห์ จน สามารถดึงหลักการ หรือแนวคิดที่แฝงอยู่ออกมาเพื่อใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป กล่าวอย่างสั้นๆ ได้ว่า เป็นการสอนที่ให้นักเรียนสรุปหลักการจากตัวอย่างต่างๆ ด้วยตัวเอง

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การอุปนัย

1. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิด ความเข้าใจและจดจำได้ดี
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อันเป็น เครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้

3. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้และกระบวนการ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การอุปนัย

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก
2. เป็นวิธีสอนที่อาศัยตัวอย่างที่ดี หากผู้สอนขาดความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญๆ ของหลักการและแนวคิดที่สอน การสอนจะไม่ประสบผลสำเร็จ
3. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนจะต้องคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง หากนักเรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อาจไม่เกิดผลสมบูรณ์ตามต้องการ

6. วิธีสอนโดยใช้การไปทัศนศึกษา (Field Trip) คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยผู้สอนและนักเรียนร่วมกันวางแผนและเดินทางไปศึกษาเรียนรู้ ณ สถานที่อันเป็นแหล่งความรู้ในเรื่องนั้น โดยมีการศึกษาสิ่งต่างๆ ในสถานที่นั้นตามกระบวนการที่ได้วางแผนไว้ และมีการอภิปรายสรุปการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้ศึกษา

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การไปทัศนศึกษา

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้สภาพความเป็นจริง มีความเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้ในห้องเรียนและความเป็นจริง
2. เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นและชุมชนให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน และช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนและชุมชน
3. เป็นวิธีสอนที่เอื้อให้นักเรียนมีโอกาสดูฝึกทักษะต่างๆ จำนวนมาก เช่น ทักษะการวางแผน ทักษะการประสานงาน ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการแสวงหาความรู้ นอกจากนี้ยังส่งเสริมการพัฒนาคุณธรรมต่างๆ เช่น ความรับผิดชอบ ความสามัคคี ความเสียสละ เป็นต้น
4. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เปลี่ยนบรรยากาศในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การไปทัศนศึกษา

1. เป็นวิธีสอนที่ยุ่งยากสำหรับผู้สอน เนื่องจากต้องมีการเตรียมการติดต่อสื่อสาร จัดการ และรับผิดชอบงานหลายงาน
2. เป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลามาก และมีความเสี่ยง อาจเกิดอันตรายระหว่างการเดินทางได้
3. เป็นวิธีสอนที่อาจเกิดผลไม่คุ้มค่า หากการจัดการและกระบวนการศึกษาไม่ดีเท่าที่ควร

7. วิธีสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion) คือ กระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการจัดนักเรียน

เป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 4-8 คน และให้นักเรียนในกลุ่มพูดคุยและเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ในประเด็นที่กำหนด และสรุปผลการอภิปรายออกมาเป็นข้อสรุปของกลุ่ม

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อย

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนกลุ่มใหญ่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนและผู้สอนได้รับความเห็นที่หลากหลาย ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขึ้น
3. เป็นวิธีสอนที่ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างนักเรียน ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่างๆ จำนวนมาก เช่น ทักษะการพูด การแสดงความคิดเห็น การโต้แย้ง การวิพากษ์วิจารณ์ และทักษะการคิด เป็นต้น

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อย

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก
2. เป็นวิธีสอนที่ต้องอาศัยสถานที่หรือบริเวณที่กว้างพอที่จะจัดกลุ่มให้อภิปรายกันได้ โดยไม่รบกวนกัน
3. หากนักเรียนไม่รู้หรือไม่ปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มที่ดี การอภิปรายอาจไม่ได้ผลดี
4. หากสมาชิกกลุ่มและผู้สอนไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ได้ดีอาจเกิดปัญหาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้

8. วิธีสอนโดยใช้การแสดงละคร (Dramatization) คือ กระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการให้นักเรียนแสดงละคร ซึ่งเป็นเรื่องราวที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนตามเนื้อหาและบทละครที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่ต้นจนจบเรื่อง ทำให้เรื่องราวนั้นมีชีวิตขึ้นมา และสามารถทำให้ทั้งผู้แสดงและผู้ชมเกิดความเข้าใจและจดจำเรื่องนั้นได้นาน

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การแสดงละคร

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เห็นสิ่งที่เรียนมีชีวิตขึ้นมา ทำให้การเรียนรู้มีความเป็นจริง และมีความหมายสำหรับนักเรียน
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน มีส่วนร่วมในการเรียนสูง
3. เป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะต่างๆ เช่น ทักษะการพูด การเขียน การแสดงออก การจัดการ การแสวงหาข้อมูลความรู้ และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นต้น

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การแสดงละคร

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก ต้องมีการจัดเตรียมบทละคร และการแสดงที่ยุ่งยาก
2. เป็นวิธีสอนที่ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องแต่งการประกอบการแสดง ซึ่งอาจทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น
3. เป็นวิธีสอนที่ต้องอาศัยการแสวงหาข้อมูลที่ถูกต้องมาใช้ในการเขียนบท หากผู้สอนไม่มีข้อมูลเพียงพอ หรือไม่สามารแสวงหาข้อมูลที่ต้องการได้ จะทำให้เรื่องราวหรือการแสดงไม่สมบูรณ์

9. วิธีสอนโดยใช้การแสดงบทบาทสมมติ (Role Playing) คือ กระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการให้นักเรียนสวมบทบาทในสถานการณ์ซึ่งมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริง และแสดงออกตามความรู้สึกนึกคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมที่สังเกตพบ มาเป็นข้อมูลในการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การแสดงบทบาทสมมติ

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจความรู้สึก และพฤติกรรมของผู้อื่น ได้เรียนรู้การเอาใจเขามาใส่ใจเรา เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ และเกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติ และพฤติกรรมของตน
3. เป็นวิธีสอนที่ช่วยพัฒนาทักษะในการเผชิญสถานการณ์ ตัดสินใจและแก้ปัญหา
4. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง
5. เป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมาก นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน และการเรียนรู้มีความหมายสำหรับนักเรียน เพราะข้อมูลมาจากนักเรียนโดยตรง

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การแสดงบทบาทสมมติ

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามากพอสมควร
2. เป็นวิธีสอนที่ต้องอาศัยการเตรียมการและการจัดการอย่างรัดกุม หากจัดการไม่ดีพอ อาจเกิดความยุ่งยากสับสนขึ้นได้
3. เป็นวิธีสอนที่ต้องอาศัยความไวในการเรียนรู้ ของผู้สอน หากผู้สอนขาดคุณสมบัตินี้ อาจเกิดปัญหาความต่อเนื่องได้
4. เป็นวิธีสอนที่ต้องอาศัยความสามารถของครูในการแก้ปัญหา เนื่องจากการแสดงของนักเรียนอาจไม่เป็นไปตามความคาดหวังของผู้สอน ผู้สอนจะต้องสามารถแก้ปัญหาหรือปรับสถานการณ์และประเด็นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้

10. วิธีสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง (Case) คือ กระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยให้นักเรียนศึกษาเรื่องที่สมมติขึ้นจากความเป็นจริง และตอบประเด็นคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้น หลังจากนั้นนำคำตอบและเหตุผลที่มาของคำตอบนั้นมาใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง และได้ฝึกแก้ปัญหาโดยไม่ต้องเสี่ยงกับผลที่จะเกิดขึ้น ช่วยให้เกิดความพร้อมที่จะแก้ปัญหาเมื่อเผชิญปัญหานั้นในสถานการณ์จริง
3. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนสูง ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และส่งเสริมการเรียนรู้จากกันและกัน
4. เป็นวิธีสอนที่ให้ผลดีมากสำหรับกลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ และประสบการณ์หลากหลายสาขา

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง

1. หากกลุ่มนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์ไม่แตกต่างกัน การเรียนรู้อาจไม่กว้างเท่าที่ควร เพราะนักเรียนมักมีมุมมองคล้ายกัน
2. แม้ปัญหาและสถานการณ์จะใกล้เคียงกับความเป็นจริง แต่ก็ไม่ได้เกิดขึ้นจริง ๆ กับนักเรียน ความคิดในการแก้ปัญหาจึงเป็นไปตามเหตุผลที่ถูกที่ควรซึ่งอาจไม่ตรงกับการปฏิบัติจริงได้

11. วิธีสอนโดยใช้เกม (Game) คือ กระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการให้นักเรียนเล่นเกมตามกติกา และนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นของนักเรียนมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้เกม

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนสูง นักเรียนได้รับความสนุกสนาน และเกิดการเรียนรู้จากการเล่นเกม
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการเห็นประจักษ์แจ้งด้วยตนเอง ทำให้การเรียนรู้มีความหมาย และอยู่คงทน

3. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนไม่เหนื่อยแรงมากขณะที่สอนและนักเรียนชอบ

ข้อจำกัดวิธีสอนโดยใช้เกม

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก
2. เป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่าย

12. วิธีสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) คือ กระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยให้นักเรียนลงไปเล่นในสถานการณ์ที่มีบทบาท ข้อมูล และกติกาการเล่น ที่สะท้อนความเป็นจริง และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในสถานการณ์นั้น โดยใช้ข้อมูลที่มีเป็นข้อมูลที่มีสภาพคล้ายกับข้อมูลในความเป็นจริง ในการตัดสินใจ และการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งการตัดสินใจนั้นจะส่งผลถึงผู้เล่นในลักษณะเดียวกันกับที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องที่มีความสัมพันธ์ซับซ้อนได้อย่างเข้าใจ เกิดความเข้าใจ เนื่องจากได้รับประสบการณ์ที่เห็นประจักษ์ชัดด้วยตนเอง
2. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนสูงมาก นักเรียนได้เรียนอย่างสนุกสนาน การเรียนรู้มีความหมายต่อนักเรียน
3. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีโอกาสดูฝึกกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น กระบวนการสื่อสาร กระบวนการตัดสินใจ กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการคิด เป็นต้น

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง

1. เป็นวิธีสอนที่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงเพราะมีวัสดุอุปกรณ์ และข้อมูลสำหรับผู้เล่นทุกคน และสถานการณ์จำลองบางเรื่องมีราคาแพง
2. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามากเพราะต้องใช้เวลาแก่ผู้เล่นในการเล่นและการอภิปราย

13. วิธีสอนโดยใช้ศูนย์การเรียนรู้ (Learning Center) คือ กระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยผู้สอนให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากศูนย์การเรียนรู้หรือมุมความรู้ ซึ่งผู้สอนได้จัดเตรียมเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่ใช้สื่อการสอนหลายๆ อย่าง รวมกันเอาไว้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ปกติศูนย์การเรียนรู้จะมีหลายศูนย์ แต่ละศูนย์จะมีเนื้อหาสาระเบ็ดเสร็จในตัวเอง นักเรียนจะหมุนเวียนเข้าศูนย์ต่างๆ จนครบทุกศูนย์ โดยมีศูนย์สำรองไว้สำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วและทำกิจกรรมเสร็จก่อนคนอื่นๆ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้จัดเตรียมศูนย์การเรียนรู้ ให้คำแนะนำ ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่นักเรียน และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้ศูนย์การเรียนรู้

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้
3. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนทราบผลการเรียนรู้ทันทีที่เรียนรู้จบ
4. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มย่อยได้

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้ศูนย์การเรียนรู้

1. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องใช้เวลาในการเตรียมการมาก เพราะต้องจัดชุดการจัดการเรียนรู้ จัดวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อมก่อนสอน
2. เป็นวิธีสอนที่ต้องใช้สื่อและวัสดุต่างๆ จำนวนมาก ใช้งบประมาณมาก

14. วิธีสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) คือ

กระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยผู้สอนให้นักเรียนได้ศึกษาจากบทเรียนสำเร็จรูปด้วยตนเอง ซึ่งเป็นบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาสาระที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้มาแตกเป็นหน่วยย่อย เพื่อให้ง่ายแก่นักเรียนในการเรียนรู้ และนำเสนอแก่นักเรียนในลักษณะที่ให้นักเรียนสามารถตอบสนองสิ่งที่เรียน และตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันทีว่าผิดหรือถูก เพราะบทเรียนจะมีทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้มากน้อยตามความสามารถของนักเรียน

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

1. เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนเป็นรายบุคคลสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตน เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. เป็นวิธีสอนที่ช่วยลดภาระครูและลดปัญหาการขาดแคลนครู

ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

1. เป็นวิธีสอนที่พึ่งบทเรียนแบบโปรแกรม หากไม่มีบทเรียนหรือบทเรียนมีคุณภาพไม่ดีพอ ก็ย่อมส่งผลต่อการเรียนของนักเรียน
2. การสร้างบทเรียนให้มีคุณภาพที่ดี เป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาและมีความยุ่งยากในการจัดทำ ผู้สร้างจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการสร้างบทเรียน

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีสอน ได้แก่ วิธีสอนโดยใช้การทดลอง คือการทดลองผ่านวิดีโอ ประกอบด้วย วิดีโอการทดลอง 5 การทดลอง ร่วมกับใบบันทึกผลการทดลองและใบกิจกรรม และวิธีสอนโดยใช้เกม ประกอบด้วย เกมสมดุลเคมีและเกมบิงโก ร่วมกับใบกิจกรรม

6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2535: 41) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวัดความสามารถด้านความรู้และความคิดของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวัดทั้งหมด 4 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา

สุภาพร รัตน์น้อย (2552: 4) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ดารุณี พรายแสงเพชร (2548: 20) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ ที่วัดได้จากพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้

ไพศาล หวังพานิช (2523: 137) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการสอนหรือการอบรม จึงใช้ตรวจสอบความสามารถของบุคคล

กระทรวงศึกษาธิการ (2552: 131) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใดๆ ที่ต้องอาศัยทักษะ หรือต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

ขุนทอง คล้ายทอง (2554: 53) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของบุคคลจนทำให้เกิดผลสำเร็จทั้งด้านตัวความรู้วิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้นักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมตามกลยุทธ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องสมดุลเคมี โดยพิจารณาคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม ซึ่งได้ทำการพัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาการเรียนที่เลือกมาสร้างกิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และสื่อการจัดการเรียนรู้ โดยวัดพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์

6.2 ประเภทของการทดสอบผลสัมฤทธิ์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529: 31) ได้แบ่งประเภทของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ลักษณะคือ การทดสอบแบบอิงกลุ่มหรือการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Measurement) กับการทดสอบเชิงอิงเกณฑ์หรือการวัดแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement) ซึ่งการทดสอบแบบนี้มีคุณลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. การทดสอบแบบอิงกลุ่มหรือการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Testing or Norm Referenced Measurement) เป็นการทดสอบหรือการสอบวัดที่เกิดจากความเชื่อในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ว่า ความสามารถของบุคคลใดๆ ในเรื่องใดนั้นมีไม่เท่ากัน บางคนมีความสามารถเด่น บางคนมีความสามารถด้อย และส่วนใหญ่มีความสามารถปานกลาง การกระจายของความสามารถของบุคคล ถ้านำมาเขียนกราฟจะมีลักษณะคล้ายๆ โค้งรูปประฆังหรือที่เรียกว่า โค้งปกติ (Normal Curve) ดังนั้นการทดสอบแบบนี้จึงยึดคนส่วนใหญ่เป็นหลักในการเปรียบเทียบ โดยพิจารณาคะแนนผลของการสอบของบุคคลเทียบกับคนอื่นๆ ในกลุ่ม คะแนนจะมีความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนของบุคคลอื่นที่สอบด้วยข้อสอบฉบับเดียวกัน จุดมุ่งหมายของการทดสอบแบบนี้ ก็เพื่อจะกระจายบุคคลทั้งกลุ่มไปตามความสามารถของแต่ละบุคคล นั่นก็คือ คนที่มีความสามารถสูงจะได้คะแนนสูง คนที่มีความสามารถด้อยกว่าก็จะได้คะแนนลดหลั่นลงมาจากจนถึงคะแนนต่ำสุด

2. การทดสอบเชิงอิงเกณฑ์หรือการวัดแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Testing or Criterion Referenced Measurement) ยึดความเชื่อในการเรียนเพื่อรอบรู้ กล่าวคือ ยึดหลักการว่าในการจัดการเรียนรู้นั้นจะต้องมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดประสบความสำเร็จในการเรียน แม้ว่านักเรียนจะมีลักษณะแตกต่างกันก็ตาม แต่ทุกคนควรได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาไปถึงขีดความสามารถสูงสุดของตนโดยอาจใช้เวลาแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ดังนั้นการทดสอบแบบอิงเกณฑ์จึงมีการกำหนดเกณฑ์ขึ้นแล้วนำผลของการสอบวัดของแต่ละบุคคลเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่ได้มีการนำผลไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นๆ ในกลุ่ม ความสำคัญของการทดสอบแบบนี้จึงอยู่ที่การกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เป็นสำคัญ เกณฑ์ หมายถึง กลุ่มของพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละรายวิชานั้นซึ่งอาจเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Domain of Behavior) ก็ได้ จุดมุ่งหมายของการทดสอบแบบนี้ จึงเป็นการตรวจสอบดูว่า ใครเรียนได้ถึงเกณฑ์ และใครยังเรียนไม่ถึงเกณฑ์ ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขต่อไป เช่น อาจให้มีการเรียนซ่อมเสริม เป็นต้น

6.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2553: 96) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบแบบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบ

อัตรานี้ แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบคือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐานกล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

โชติกา ภาสีผลและคณะ (2558: 21) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้ 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ และแบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบดังนี้

1. แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ (Supply Type) เป็นแบบทดสอบที่ให้อิสระแก่ผู้สอบในการเขียนบรรยายคำตอบ แบบทดสอบประเภทนี้สามารถวัดได้หลายด้าน เช่น วัดความรู้ การใช้ภาษา ความคิดเห็น จำแนกได้เป็น

1.1 แบบทดสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ (Essay-Extended) เป็นข้อสอบที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการตอบมากกว่าแบบจำกัดคำตอบ โดยการเลือกข้อความรู้ หลักการ ทฤษฎีหรือแนวคิดอื่นๆ มาเรียบเรียงสนับสนุนคำตอบเพื่อที่จะให้ดีที่สุด ไม่จำกัดขอบเขตของคำตอบแต่ตอบภายใต้เวลาที่กำหนด ลักษณะของคำตอบที่สร้างขึ้นจึงมีความยืดหยุ่นและให้เสรีภาพในการตอบมาก ดังนั้นคำตอบจึงกว้างซึ่งอาจจะส่งผลต่อความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนที่ทำให้ผลการตรวจไม่สอดคล้องกัน ในกรณีที่ผู้ตรวจมีหลายคน หรือไม่มีความคงเส้นคงวาของผลการตรวจในกรณีที่มีการตรวจซ้ำ

1.2 แบบทดสอบความเรียงจำกัดคำตอบ (Essay-Restricted) เป็นข้อสอบที่มีการจำกัดกรอบเนื้อหาและความยาวของคำตอบหรือเป็นข้อสอบที่มีการกำหนดแนวทางในการตอบค่อนข้างตายตัว โดยกำหนดขอบเขตของประเด็นในการตอบ ผู้ตอบต้องตอบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด คำตอบจึงสั้นและแคบกว่าข้อสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ

1.3 แบบทดสอบตอบสั้น และเติมคำ (Short-Answer and Completion) ลักษณะข้อสอบแบบเติมคำหรือแบบคำตอบสั้น ผู้สอบต้องคิดและสร้างคำตอบขึ้นมาเอง แต่เป็นการเติมคำหรือตอบเพียงสั้นๆ เช่น เป็นคำ วลี จำนวน สัญลักษณ์ ข้อแตกต่างของข้อสอบแบบเติมคำ และแบบคำตอบสั้นอยู่ที่ประเด็นคำถามคือ ข้อสอบแบบเติมคำ คำถามเป็นประโยคที่ไม่สมบูรณ์เว้นช่องว่างไว้ให้เติมเพื่อให้ใจความของประโยคสมบูรณ์ ส่วนคำตอบแบบตอบสั้น คำถามเป็นประโยคคำถามโดยตรงมีใจความสมบูรณ์ เช่น ถ้าใช้การนำผลการวัดไปใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของการประเมิน สามารถแบ่งได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

2. แบบทดสอบประเภทเลือกตอบ (Selection Type) เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบตอบตามตัวเลือกที่กำหนดไว้ ที่ผู้สอบคิดว่าเป็นคำตอบที่ถูก มีการตรวจให้คะแนนแบบมีเกณฑ์ตายตัว จำแนกเป็น

2.1 แบบทดสอบถูก-ผิด (True-False) ข้อสอบถูกผิดประกอบด้วยข้อความหรือประโยคที่ต้องการให้ผู้ตอบตัดสินใจเพื่อเลือกคำตอบที่เป็นได้ 2 อย่าง ว่าคำตอบหรือประโยคที่กำหนดมานั้น ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือเท็จ

2.2 แบบทดสอบจับคู่ (Matching) เป็นข้อสอบเลือกตอบประเภทหนึ่งให้ผู้ตอบจับคู่ระหว่างคำหรือข้อความ ประกอบด้วย 2 คอลัมน์ คอลัมน์หนึ่งมักอยู่ซ้ายมือ เป็นกลุ่มของคำถาม อาจเป็นคำ ข้อความ วลี ประโยค อีกคอลัมน์หนึ่งอยู่ขวามือ เป็นกลุ่มของคำตอบอาจเป็นคำ จำนวนหรือสัญลักษณ์

2.3 แบบทดสอบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) เป็นข้อสอบที่ให้ผู้ตอบเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ข้อสอบแบบนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวคำถาม (Stem) และส่วนที่เป็นคำตอบหรือตัวเลือก (Alternative หรือ Options) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก เรียกตัวคำตอบ (Answer หรือ Key) ซึ่งมี 1 ตัวเลือก ส่วนที่เหลือเป็นตัวเลือกที่ผิดหรือเรียกว่า ตัวลวง (Distracters)

6.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2553: 97) ได้กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับนักเรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการจัดการเรียนรู้ และสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษารายละเอียดหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้ตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักการและวิธีการเขียนข้อสอบตามข้อ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วความถูกต้องตามหลักวิชา มีความครบถ้วนสมบูรณ์ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและทบทวนตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบส่วนใหญ่ นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

โชติกา ภาณุผลและคณะ (2558: 39) ได้แบ่งลำดับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ ในการสร้างแบบทดสอบต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้ชัดเจนว่าต้องการนำผลการวัดไปใช้ประเมินแบบอิงกลุ่มหรืออิงเกณฑ์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงกลุ่ม มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาต่างๆ ซึ่งผลที่ได้จากการวัดและแปลความหมายโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้สอบด้วยกัน สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในรายวิชานั้นๆ หรือเพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถของนักเรียนว่ามีความรอบรู้หรือไม่รอบรู้ในเนื้อหาแต่ละเรื่องนั้นๆ โดยนำผลการวัดที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อการจัดกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนและการจัดการสอนซ่อมเสริมตลอดจนนำผลการวัดไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เป็นสำคัญ

2. วิเคราะห์ข้อสอบ เป็นการแยกแยะให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ เนื้อเรื่อง กิจกรรม/ประสบการณ์ หรือพฤติกรรมที่เป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์หลักสูตรจะช่วยให้ครูมีความเข้าใจว่าจะสร้างข้อสอบที่วัดนักเรียนเกี่ยวกับสมรรถภาพใด ในเนื้อหาใด และในช่วงเวลาใด ดังนั้นสิ่งที่ครูต้องคำนึงถึงคือวัตถุประสงค์ และเนื้อหาที่ใช้สร้างข้อสอบ ว่าต้องการให้นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง ในสถานการณ์ใด และมีเกณฑ์ในการตัดสินอย่างไรที่ยอมรับว่านักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ต้องแปลงคุณลักษณะที่ต้องการวัดให้เป็นพฤติกรรมที่วัดได้ หรือที่เรียกว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขตและแนวทางการสร้างประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

3.1 วางแผนการทดสอบ ครูจะต้องวางแผนการวัดผลก่อนว่าจะมีการทดสอบกี่ครั้งในภาคการศึกษา มีความถี่ห่างของการสอบแต่ละครั้งเท่าไร และแต่ละครั้งจะต้องครอบคลุมเนื้อหาจุดมุ่งหมาย และใช้เวลาเท่าใด

3.2 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ ครูจะต้องเลือกรูปแบบของแบบทดสอบว่ารูปแบบใดจะเหมาะสมกับสมรรถภาพและเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยพิจารณาได้จากรูปแบบต่างๆ

3.3 สร้างแผนผังการสอบ ทำให้เห็นจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด การให้น้ำหนัก ความสำคัญ ความถี่บ่อยของการสอบและรูปแบบของแบบทดสอบ

เตือนใจ เกตุษา (2544: 24) ได้กล่าวว่า ในการสร้างแบบทดสอบนั้น ครูจะต้องเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร นั่นคือ ข้อสอบที่สร้างขึ้นจะต้องวัดครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร การเขียนข้อสอบให้เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดีได้นั้น ผู้เขียนข้อสอบจะต้องมีความรู้ ความชำนาญในเรื่องต่างๆ เป็นอย่างดี คือ

1. รู้เทคนิคการเขียนข้อสอบ
2. รู้คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ
3. รู้หลักการเขียนข้อสอบแบบอัตนัยและปรนัย
4. รู้เนื้อหาวิชาที่จะเขียนข้อสอบ
5. มีความสามารถในการใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร

ส่วนการตัดสินใจว่าควรใช้แบบทดสอบประเภทใดนั้น ควรยึดหลักการว่าข้อสอบนั้นต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. สะดวกต่อการให้คะแนน
2. สามารถถามวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด
3. ประหยัดเวลาในการตรวจ
4. ประหยัดรายจ่าย
5. สามารถหาวัสดุมาใช้จ่ายในการจัดพิมพ์ได้สะดวก

7. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ราชบัณฑิตยสถาน (2542: 775) ได้ให้ความหมายของคำว่า “พึง” เป็นคำช่วยกริยา หมายความว่า “ควร” เช่น พึงใจ ชอบใจ และคำว่า “พอ” หมายความว่า เท่าที่ถูกต้องตามที่ต้องการ

กู๊ด (Good. 1973: 320) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า สภาพคุณภาพหรือระดับความพึงพอใจ ซึ่งมาจากความพึงพอใจต่างๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่

สฤจิรา (2556: 30) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกที่เป็นนามธรรมที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่แสดงออกในทางที่ดีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จะเกิดได้ก็ต่อเมื่อมีสิ่งมากระตุ้น

มานพ ทับทิมเมือง (2551: 18) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า การที่ผู้มีส่วนร่วมในการฝึกสอนมีความรู้สึกหรือทัศนคติต่อการฝึกสอนของนักศึกษาในเชิงประเมินค่าใน 5 ด้าน คือ ด้านความเป็นครู ด้านการสอน ด้านลักษณะนิสัย ด้านความรับผิดชอบ และด้านบุคลิกภาพ เป็นบวกหรือเป็นลบ กล่าวคือ ความรู้สึกทัศนคติในทางบวก ได้แก่ ความพึงพอใจ ประทับใจ ชื่นชม ยินดี หรือความรู้สึกพึงพอใจในทางลบ ได้แก่ ความรู้สึกพึงพอใจน้อย ประทับใจน้อย ชื่นชมยินดีน้อย เป็นต้น

รุม (Vroom. 1988: 6) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ทัศนคติและความพึงพอใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง คือผลที่ได้จากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น มีทัศนคติทางบวกและแสดงถึงสภาพความพึงพอใจในสิ่งนั้น และทัศนคติในทางลบที่แสดงถึงสภาพความไม่พึงพอใจในสิ่งนั้น

เทพนม เมืองแมน และสวีส สุวรรณ (2540: 41) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ระดับความลงรอยกันระหว่างความคาดหวังที่บุคคลมีอยู่และรางวัลหรือสิ่งตอบแทนที่บุคคลนั้นได้รับ

ในงานวิจัยนี้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ความรู้สึกตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหลังจากได้รับการกระตุ้นหรือได้รับการสอน ขึ้นอยู่กับความคาดหวังของบุคคลนั้น ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งสองแง่ไม่ว่าจะเป็นความพึงพอใจมากหรือความพึงพอใจน้อย

7.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

มาสโลว์ (Maslow. 2549: 1) ทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการของมาสโลว์ โดยตั้งอยู่บนสมมุติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ ดังนี้

1. ลักษณะความต้องการของมนุษย์ ได้แก่

1.1 ความต้องการของมนุษย์เป็นไปตามลำดับขั้นความสำคัญ โดยเริ่มระดับความต้องการขั้นสูงสุด

1.2 มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ เมื่อความต้องการอย่างหนึ่งได้รับตอบสนองแล้ว ก็มีความต้องการสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่

1.3 เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่สนใจให้เกิดพฤติกรรมต่อสิ่งนั้น แต่จะมีความต้องการในระดับสูงเข้ามาแทน และเป็นแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมนั้น

1.4 ความต้องการที่เกิดขึ้นอาศัยซึ่งกันและกัน มีลักษณะควบคู่กัน คือเมื่อความต้องการอย่างหนึ่งยังไม่หมดสิ้นไป ก็มีความต้องการอีกอย่างหนึ่งเกิดขึ้นมา

2. ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ มี 5 ระดับ ได้แก่

2.1 ความต้องการพื้นฐานทางร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิต เช่น ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค

ที่อยู่อาศัย และความต้องการทางเพศ ความต้องการทางด้านร่างกาย จะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคน ก็ต่อเมื่อความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้รับการตอบสนอง

2.2 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Security Needs) เป็นความรู้สึกที่ต้องการความมั่นคงปลอดภัยในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งรวมถึงความก้าวหน้า และความอบอุ่นใจ

2.3 ความต้องการทางสังคม (Social or Belonging Needs) ได้แก่ ความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคม ความเป็นมิตร และความรักจากเพื่อน

2.4 ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง (Esteem Needs) เป็นความต้องการระดับสูง ได้แก่ ความต้องการอยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสระและเสรีภาพ และการเป็นที่ยอมรับนับถือของคนทั้งหลาย

2.5 ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self Actualization Needs) เป็นความต้องการระดับสูงของมนุษย์ ส่วนมากจะเป็นการนี้่อกอยากจะเป็น อยากจะได้ตามความคิดเห็นของตนเอง แต่ไม่สามารถหาแสวงหาได้

เฮิร์ทเบ็ก (Herzberg, 1959: 113) ทฤษฎีปัจจัยสองประการของเฮิร์ทเบ็ก ทฤษฎีนี้แบ่งปัจจัยที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานออกเป็น 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยสร้างแรงจูงใจ (Motivator Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับงานที่มีอิทธิพลในการสร้างความพึงพอใจ ซึ่งจะช่วยสร้างแรงจูงใจในการทำงานประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- 1.1 ความสำเร็จของงาน
- 1.2 การได้รับความยอมรับนับถือ
- 1.3 ลักษณะของงานที่ทำ
- 1.4 ความรับผิดชอบ
- 1.5 ความก้าวหน้าในตำแหน่งงาน
- 1.6 ความเจริญเติบโตขององค์กร

2. ปัจจัยค้ำจุนหรือปัจจัยสุขอนามัย (Hygiene Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่มีมาซึ่งความไม่พึงพอใจในการทำงานจำเป็นต้องป้องกันหรือค้ำจุนไม่ให้คนเกิดความท้อถอยไม่อยากทำงาน ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- 2.1 ค่าตอบแทนในการทำงาน
- 2.2 โอกาสที่ได้รับความก้าวหน้าในอนาคต
- 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในองค์กร
- 2.4 ฐานะของอาชีพ
- 2.5 การปกครองบังคับบัญชา
- 2.6 นโยบายและการบริหารขององค์กร
- 2.7 สภาพการทำงาน
- 2.8 ความเป็นอยู่ส่วนตัว
- 2.9 ความมั่นคงปลอดภัยในการทำงาน

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

สุรจิรา บุญเลิศ (2557: 1) ได้ทำการพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวัดผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีผลการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และมีความพึงพอใจต่อบททดลองเสมือนจริงมาก

ธัญญรัตน์ สุภษร (2555: 66) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียนและความคงทน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ขุนทอง คล้ายทอง (2554: 77) ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ .01

ปัญจพร แสงจันทร์ (2558: 78) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นความรู้คู่คุณธรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นความรู้คู่คุณธรรมของนักเรียน โดยผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นความรู้คู่คุณธรรมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 77.63/72.45 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นความรู้คู่คุณธรรมอยู่ในระดับมาก

ภัทรสุดา ภาสศักดิ์ชัย (2558: 75) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 83.75/80.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 และนักเรียนที่ได้รับการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเจตคติต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี

เยาวเรศ ใจเย็น และคณะ (2550: 541) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดจันทบุรี นักเรียนได้ตอบคำถามในแบบสำรวจแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี (Chemical Equilibrium Concept Survey, CECS) จำนวน 10 ข้อ ผลการวิจัยพบว่าแนวคิดของนักเรียนในเรื่องการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ค่าคงที่สมดุล ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและหลักของเลอชาเตอลิเอ และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม เป็นแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ จนถึงไม่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ มีนักเรียนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องสมดุลเคมี

วิทยา ภาชีน (2553: 1) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษามโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนโดยใช้วิธีสอนที่ใช้การเปรียบเทียบ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลงานวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนมากยังคงมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนดังเช่นก่อนเรียน โดยพบว่า นักเรียนมีปัญหาในการเรียนรู้โดยวิธีการเปรียบเทียบในหลายประการได้แก่ นักเรียนไม่เข้าใจมโนคติพื้นฐานบางมโนคติ นักเรียนเกิดความชัดเจนหรือไม่คุ้นเคยกับมโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบที่ครูนำเสนอ และนักเรียนมีทักษะการพูดและการอธิบายในระดับต่ำ นอกจากนั้น ผลจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมและการสังเกตชั้นเรียน ยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดความตระหนักในการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างมโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบและมโนคติทางวิทยาศาสตร์

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

กิราติ (Ghirardi. 2014: 59) ได้จัดการจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับ macroscopic และให้เด็กนำเสนอในระดับ microscopic และระดับ symbolic กับเนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง สมดุลเคมี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดสมดุลไดนามิกได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

กิราติ (Ghirardi. 2015: 4) ได้จัดการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี เนื้อหาครอบคลุมที่ระบบเข้าสู่สมดุล และค่าคงที่สมดุล โดยให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เรียงจากความเข้าใจจากง่ายไปหาเรื่องที่มีความซับซ้อนขึ้น ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้จะนำพานักเรียนให้มีความเข้าใจในเนื้อหาที่มีความยากและซับซ้อนได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

บินเดล (Bindel. 2012: 759) ได้จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี ในรูปแบบที่เป็นการเล่นเกม นักเรียนจะได้เล่นเป็นทีม โดยใช้โป๊กเกอร์ชิป (Poker Chip) เป็นตัวแทนอนุภาคของสารต่างๆ ที่อยู่ในระบบ ทำให้เรื่องที่เป็นนามธรรมในระดับจุลภาค (Microscopic) สามารถมองเห็นในระดับมหภาค (Macroscopic) และจับต้องได้ สอดคล้องกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ

คลูแนน (Cloonan. 2011: 1400) ได้จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี ในรูปแบบที่เป็นการเล่นเกม นักเรียนจะได้เล่นเป็นกลุ่ม 4-5 คน โดยจะใช้ตัวต่อ (Building Block) มาใช้เป็นตัวแทนอนุภาคของสารต่างๆ ที่อยู่ในระบบ ทำให้เรื่องที่เป็นนามธรรมในระดับจุลภาค

สามารถมองเห็นในระดับมหภาค และจับต้องได้ สอดคล้องกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ และยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มากขึ้นด้วย

วิลสัน (Wilson. 1998: 1176) ได้พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมี จากที่เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ทดลองจากในห้องปฏิบัติการเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่สามารถมองเห็นหรือจับต้องความเป็นไปในระบบที่เกิดสมดุล คุณสมบัติของระบบ ณ สภาวะสมดุล ให้ออกมาในรูปแบบที่เป็นเกม ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจากการที่ได้เล่นเกมและมีความเข้าใจในเรื่องสมดุลเคมีมากขึ้น

คูลเลน และเพนทีคอส (Deanna M. Cullen and Thomas C. Pentecost. 2011: 1562) ได้พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องไฟฟ้าเคมี โดยให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองอนุภาคต่างๆ ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี โดยเริ่มจากการทดลองจากเซลล์ไฟฟ้าจริง ๆ ก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองที่แสดงถึงอนุภาคต่างๆ ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ซึ่งนักเรียนจะได้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ (Macroscopic) และการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค (Particulate) เพื่อลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการเรียนเรื่องไฟฟ้าเคมี

ดาเวนพอร์ท (Judi L. Davenport. 2014: 1517) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมดุลเคมี 2 วิธี ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีที่เน้นให้นักเรียนเห็นกระบวนการเกิดปฏิกิริยา และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธี M&M (Majority and Minority) เป็นวิธีที่ใช้หลักฐานเป็นฐาน (Evidence-Based Approach) ผลการวิจัยพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธี M&M ในเรื่องสมดุลเคมี ให้ผลที่ดีมากกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแรกเพราะเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยการมีทักษะการแก้ไขปัญหาพร้อมกับเหตุผลสนับสนุนด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในเรื่องสมดุลเคมีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจําภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรงทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ จำนวน 10 ห้อง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรงทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ จำนวน 1 ห้อง จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรงทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ จำนวน 1 ห้อง จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี จำนวน 10 ข้อ ที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

โดยขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแต่ละเครื่องมือ มีรายละเอียดการดำเนินการตามลำดับดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

1.3 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย คือ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์เนื้อหา จากหนังสือเคมีเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีของเขตเนื้อหา ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล
- ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

1.4 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี จากเอกสารต่างๆ

1.5 วางแผนและดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ให้มีเนื้อหาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องสมดุลเคมีที่กำหนดไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 2

1.6 จัดทำชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ที่กำหนดไว้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

- 1.6.1 มาตรฐานการเรียนรู้
- 1.6.2 ตัวชี้วัด
- 1.6.3 สาระสำคัญ
- 1.6.4 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.6.5 สาระการเรียนรู้
- 1.6.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้
 - ขั้นกระตุ้นความสนใจ
 - ขั้นสำรวจและค้นหา

- ขั้นสรุปและอภิปรายผล
- ขันขยายความรู้
- ขั้นประเมินผล

ตาราง 2 ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

หัวข้อเรื่อง	วิธีสอนในงานวิจัยนี้
1. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	วิดีโอการทดลอง (Experiment) ประกอบด้วย วิดีโอการทดลอง 3 การทดลอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พัฒนามาจากงานวิจัยของ มาร์โค (Marco Ghirardi. 2013)
2. การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล	วิดีโอการทดลอง (Experiment) ประกอบด้วย วิดีโอการทดลอง 2 การทดลอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พัฒนามาจากงานวิจัยของ มาร์โค (Marco Ghirardi. 2013)
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล	เกมสมดุลเคมี (Equilibrium Game) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พัฒนามาจากงานวิจัยของบินเดล (Bindel. 2012) กับงานวิจัยของคลูแนน (Cloonan. 2011) และเกมบิงโก (Bingo Game) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

เนื้อหาวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ประกอบด้วย 4 หัวข้อ คือ 1) การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ 2) การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล 3) ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล และ 4) ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและหลักของเลอชาเตอลิเอร์ ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเนื้อหาที่แสดงดังตาราง 2 โดยใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา เนื่องจากหัวข้อดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่สำคัญ หากนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานแล้ว นักเรียนจะเข้าใจเนื้อหาในหัวข้อต่อไปได้

วิธีการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

1. ประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีตามขั้นตอนดังนี้

1.1 นำชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ประธานควบคุมปริญาพันธ์พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมขั้นต้น จากนั้นนำสื่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมดุลเคมี ไปตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตสื่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 ท่าน

1.2 นำชุดกิจกรรมชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. นำชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ที่ผ่านการตรวจสอบและประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงและแก้ไขชุดกิจกรรม ดังนี้

2.1 ทดลองใช้กับเด็กชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 คน ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมในระหว่างเรียน ชักถามปัญหา และสอบถามนักเรียนแล้วจดบันทึกปัญหา และข้อเสนอต่าง ๆ ที่นักเรียนนำเสนอมาปรับปรุงและแก้ไข เพื่อให้ได้สื่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมดุลเคมี ที่มีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งพบว่า คำอธิบายของวิธีการเล่นเกมยังไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนใช้เวลานานในการทำ ความเข้าใจกติกาของเกม ผู้วิจัยจึงจัดทำคำอธิบายวิธีการเล่นเกมให้มีความชัดเจนมากขึ้นและจัดทำวิธีโอวิธีการเล่นเกมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2.2 ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 คน โดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนหลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละตอนและเมื่อเรียนจบทุกตอนแล้ว และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนไปวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพของกิจกรรมตามกลยุทธ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี โดยใช้สูตร E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 75/75 ซึ่งแสดงผลดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

N	ใบกิจกรรม			แบบทดสอบ			ประสิทธิภาพ E_1/E_2
	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	
9	40	30.27	1.36	30	22.77	1.20	75.6/75.9

จากตาราง 3 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนเท่ากับ 30.27 และค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 22.77 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนเท่ากับ 75.6 มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนเท่ากับ 75.9 ซึ่งสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

เท่ากับ 75.6/75.9 อย่างไรก็ตามยังพบว่า นักเรียนมีปัญหาในการทำใบกิจกรรมผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงใบกิจกรรมให้มีลำดับตั้งแต่ง่ายไปยาก

2.3 ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 คน นักเรียนจะต้องทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนหลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละตอนและเมื่อเรียนจบทุกตอนแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่งแสดงผลดังตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

N	ใบกิจกรรม			แบบทดสอบ			ประสิทธิภาพ E_1/E_2
	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	
15	40	31.76	1.20	30	22.73	1.70	79.4/75.7

จากตาราง 4 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนเท่ากับ 31.76 และค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 22.73 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนเท่ากับ 79.4 มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 75.7 ซึ่งสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี เท่ากับ 79.4/75.7

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลักการวัดและการประเมินผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ที่คาดหวัง และเนื้อหา เรื่อง สมดุลเคมี วิชาเคมี เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3. กำหนดจุดประสงค์ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องขั้นต้น แล้วนำแบบทดสอบไปปรับปรุงแก้ไข

2. ประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาข้อคำถามนั้นๆ ที่สามารถวัดความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ +1, 0, -1 โดยการให้คะแนนแต่ละค่ามีเงื่อนไขดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดความสอดคล้องได้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดความสอดคล้องได้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถวัดความสอดคล้องได้

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ -0.33-1.00 โดยปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในข้อที่ได้คะแนนไม่ถึง 0.50 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

3. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เคยผ่านการเรียน เรื่อง สมดุลเคมีมาแล้ว จำนวน 50 คน

4. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบแต่ละข้อ ทำการเลือกแบบทดสอบจาก 60 ข้อ ให้เหลือ 30 ข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.66 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22- ขึ้นไป (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น KR-20 ของ คูเตอร์-ริชาร์ดสัน (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2537: 246) พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ที่ผ่านการหาค่าความเชื่อมั่นแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

**ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมสำหรับ
กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี**

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถาม แนวคิดและทฤษฎีความพึงพอใจ การวัดความพึงพอใจ โดยแบบสอบถามความพึงพอใจมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

(บุญสม ศรีสะอาด. 2545: 103) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3. ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

4. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อประเมินความคิดเห็น และประเมินความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็น และความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี เป็นแบบสอบถามแบบประเมิน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นเพิ่มเติม เป็นแบบสอบถามปลายเปิด

**วิธีการหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมสำหรับ
กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี**

การหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญา นิพนธ์ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องขั้นต้น

2. นำแบบสอบถามความพึงพอใจ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาข้อคำถามแล้วลงความเห็นเป็นรายข้อว่า ข้อคำถามนั้นๆ สามารถใช้วัดตัวแปรที่จะศึกษาได้หรือไม่ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาว่าสามารถวัดได้ถูกต้องตรงประเด็นและครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ต้องการวัด

3. หลังจากนั้นนำผลที่ได้จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117) ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ +1, 0, -1 โดยการให้คะแนนแต่ละค่ามีเงื่อนไขดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดความสอดคล้องได้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดความสอดคล้องได้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถใช้วัดความสอดคล้องได้

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา พบว่า สัมประสิทธิ์แอลฟา มีค่าเท่ากับ 0.55

(α -Coefficient) ของครอนบาค (พิสณุ พองศรี. 2554: 290)

6. นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

ตาราง 5 แสดงแบบแผนการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบ ก่อนเรียน	ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่อง สมดุลเคมี	การทดสอบ หลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
X	แทน	ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่อง สมดุลเคมี (Treatment)
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pre - test)
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Post - test)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีแบบแผนการทดลอง (Experimental design) เป็นแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว One-Group Pretest-Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 60-61) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี ด้วย E₁/E₂

1.2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี จำนวน 30 ข้อ

1.3 เริ่มการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี กับกลุ่มตัวอย่าง

1.4 กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำคะแนนก่อนกับหลังเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยสถิติ

1.5 นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ก่อนเรียนกับหลังเรียนมาเปรียบเทียบ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

1.6 ทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี เพื่อนำคะแนนไปวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจ

2. วิธีการดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเองโดยประสานงานกับโรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรทอง ในพระราชูปถัมภ์ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลและดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยผู้วิจัยทำการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี กับนักเรียนจำนวน 1 ห้อง จากนั้นนำชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ที่มีประสิทธิภาพแล้วไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ใช้เวลาทั้งหมด 10 คาบ คาบเรียนละ 60 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์ มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 6 ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

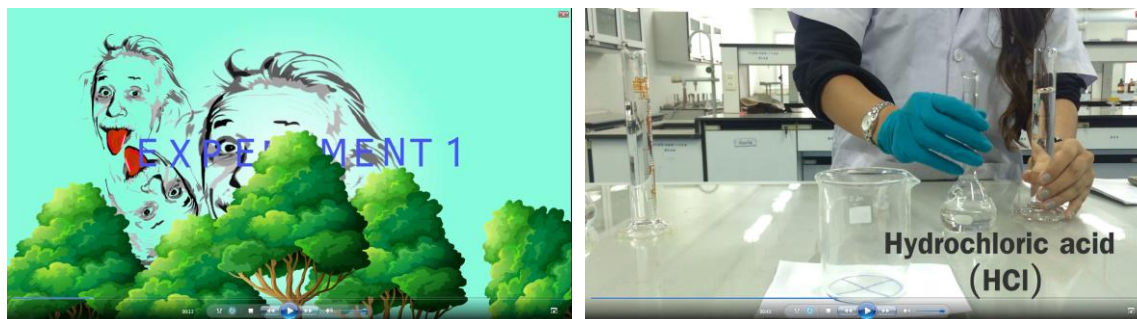
ลำดับที่	เนื้อหา	สัปดาห์ที่	จำนวนคาบ
1	ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน	1	1
2	การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	1	2
3	การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล	2	1
4	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ	2	2
	ณ ภาวะสมดุล	3	3
5	ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนและ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน	4	1
รวม			10

จากตาราง 6 ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ซึ่งมีรายละเอียดตามเนื้อหา ดังนี้

หัวข้อที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี (หัวข้อที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้) เริ่มต้นจากการบทสนทนาระหว่างครูและนักเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและเปิดวิดีโอ Amazing chemical reactions หลังจากชมวิดีโอจบครูจึงตั้งคำถามต่อว่า ปฏิกริยาต่างๆ จากวิดีโอ นักเรียนจะพิจารณาได้อย่างไรว่าปฏิกิริยานั้นสิ้นสุดแล้ว หลังจากนั้นครูจึงเริ่มนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องสมดุลเคมี ครูเปิดวิดีโอการทดลองที่ 1 พร้อมกับให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) หลังจากนั้นครูยกตัวอย่างและตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนนึกภาพตาม ด้วยคำถามดังนี้ 1. เมื่อนำเกลือแกง $\text{NaCl}_{(s)}$ ละลายในน้ำจะแตกตัวได้ไอออนใดบ้าง 2. เมื่อปฏิกิริยาเริ่มต้นจะมีไอออนใดอยู่บ้าง 3. เมื่อปฏิกิริยาอยู่ระหว่างการเปลี่ยนแปลงจะมีไอออนใดอยู่ในระบบบ้าง ครูยกตัวอย่างการวาดภาพการเปลี่ยนแปลงเมื่อนำ AB ละลายในน้ำจะแตกตัวได้ A^+ และ B^- โดยครูวาดการเปลี่ยนแปลงในระบบให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างบนกระดานแล้วจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมต่อจากตาราง บันทึกผลการทดลองที่ 1 ระหว่างที่นักเรียนทำใบกิจกรรมครูตั้งคำถามเพิ่มเติมว่า มีสิ่งของอยู่ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส อนุภาคใดที่เรียงตัวชิด ติดกันมากที่สุด และอนุภาคใดที่เรียงตัวไม่เป็นระเบียบมากที่สุด เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนวาดภาพการเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามกิจกรรมการทดลอง เพื่อสรุปผลการทดลองและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตจากการทดลอง และ

การเปลี่ยนแปลงจากการให้นักเรียนได้วาดภาพในใบกิจกรรม ต่อจากนั้นจึงดำเนินการเข้าสู่การทดลองที่ 2 และ 3 ต่อไป



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างวิดีโอการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1						
ชื่อ	ชั้น	เลขที่				
จุดประสงค์						
1. อธิบายแนวคิดของปฏิกิริยาเคมี และปฏิกิริยาที่สังเกตได้						
2. อธิบายแนวคิดของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ได้						
$\text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$						
ตารางบันทึกผล						
เวลา (วินาที)	10	20	30	40	50	60
ยังไม่สิ้นสุด						
สิ้นสุดแล้ว						
1. ทำให้นักเรียนจึงคิดว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือไม่สิ้นสุด						
2. ทำให้นักเรียนจึงคิดว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีสิ้นสุดแล้ว						
3. ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะเริ่มต้น โดยใช้รูปภาพที่กำหนดให้						
4. ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะสิ้นสุด โดยใช้รูปภาพที่กำหนดให้						

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างใบกิจกรรมของการทดลองที่ 1

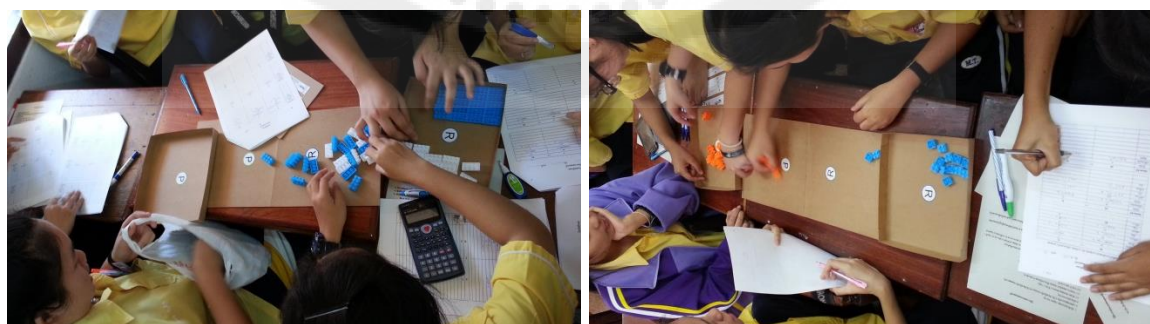
หัวข้อที่ 2 การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล

ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี (หัวข้อที่ 2 การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล) เริ่มต้นจากครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปเมื่อครั้งที่แล้ว ถึงการทดลองและการพิจารณาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสิ้นสุดและสมบูรณ์ ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า นอกเหนือจากการที่สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว นักเรียนคิดว่ามีปฏิกิริยาที่ผลิตภัณฑ์กลับมาเป็นสารตั้งต้นหรือไม่ อย่างไร หลังจากนั้นครูจึงนำนักเรียนเข้าสู่ขั้นสำรวจและค้นหา ครูแนะนำปฏิกิริยาของการทดลองที่ 4 ครูเปิดวิดีโอสาธิตการทดลอง พร้อมกับให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมต่อจากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4 หลังจากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น โดยใช้คำถามดังนี้ 1) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น สมบูรณ์หรือไม่ เพราะเหตุใด 2) ปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับมีความสัมพันธ์กันอย่างไร หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามกิจกรรมการทดลอง เพื่อสรุปการทดลองเชื่อมโยง

ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตจากการทดลอง และการเปลี่ยนแปลงจากการให้นักเรียนได้วาดภาพในใบกิจกรรม ต่อจากนั้นจึงดำเนินการเข้าสู่การทดลองที่ 5 ต่อไป

หัวข้อที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี (หัวข้อที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล) เริ่มต้นจากครูทบทวนความรู้จากครั้งที่แล้ว ที่ได้เรียนเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ การทดลองและการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดแบบไม่สมบูรณ์ ปฏิกิริยาที่ตรงข้ามกัน หลังจากนั้นครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า ที่ภาวะสมดุลจะมีคุณสมบัติอย่างไร และเข้าสู่ขั้นสำรวจและค้นหาโดยให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรม เรื่อง สมดุลเคมี ครูแนะนำการเล่นเกมน พร้อมทั้งอธิบายกติกาการเล่นแล้วจึงแจกอุปกรณ์ของเกสมดุลเคมี ให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 5-6 คน ครูแจกใบกิจกรรมประกอบการเล่นเกมสมดุลเคมี แล้วให้นักเรียนเริ่มเล่นเกม พร้อมทั้งบันทึกผลการเล่นเกมลงในใบกิจกรรม เรื่อง สมดุลเคมี หลังจากให้นักเรียนเล่นเกมจบ ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น 1. ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์สัมพันธ์กันอย่างไร 2. นักเรียนสามารถหาค่าคงที่สมดุลได้อย่างไร นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการเล่นเกมโดยสุ่มจากกลุ่มนักเรียนมา 1 กลุ่ม เพื่อรายงานผลการเล่น หน้าชั้นเรียน เพื่อร่วมกันอภิปรายผลการเล่นเกมให้ได้ข้อสรุปคุณสมบัติของสารต่างๆ ที่ภาวะสมดุล เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่นักเรียนได้เล่นจากเกสมดุลเคมี และคุณสมบัติของสารต่างๆ ที่ภาวะสมดุล ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าจากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ภาวะสมดุล สามารถคำนวณได้ออกมาเป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า “ค่าคงที่สมดุล” หลังจากนั้นครูแนะนำให้ นักเรียนได้รู้จักกับค่าคงที่สมดุลที่คำนวณจากความดันย่อย และให้นักเรียนได้แก้โจทย์ปัญหาจากใบกิจกรรม และฝึกเพิ่มเติมจากการเล่นเกมบิงโก (ดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ง)



ภาพประกอบ 6 การเล่นเกมสมดุลเคมี

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

เมื่อ S.D แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
x แทน	ข้อมูลแต่ละจำนวน
$\bar{x}$ แทน	ค่าเฉลี่ย
n แทน	จำนวนข้อมูล หรือนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี สามารถคำนวณได้จากสูตร E_1/E_2 ดังต่อไปนี้ (มนตรี แย้มกสิกร. 2550: 12)

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน	ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน
$\sum x$ แทน	ผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนทุกคน
N แทน	จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
A แทน	คะแนนเต็มของการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum y}{N} \right]}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน	ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน
$\sum y$ แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนทุกคน
N แทน	จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

4. การตรวจสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

4.1 การหาค่าความยากง่าย (p) (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2555: 207)

$$p = \frac{R_H + R_L}{2n}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย
 R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
n แทน จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม

4.2 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2555: 210)

$$r = \frac{R_H + R_L}{2n}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
n แทน จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม

4.3 การหาค่าความเชื่อมั่น โดยคำนวณจากสูตร KR-20 (บุญธรรม กิจปรีดาภิรุทธิ์. 2537: 246)

$$r = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ r แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อนั้น
q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อนั้น (1-p)
 s^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

4.4 การหาค่าความเชื่อมั่น โดยคำนวณจากสูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (พิสนุ ฟองศรี. 2554: 290)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

k แทน จำนวนข้อของแบบสอบถาม

s_i^2 แทน ผลรวมความแปรปรวนของแต่ละข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

5. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 165 - 167)

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนคู่ของคะแนนจากการสอบครั้งแรกและครั้งหลัง

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี แต่ละตัวยกกำลังสอง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
ΣD	แทน	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
ΣD^2	แทน	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
df	แทน	ลำดับชั้นของความเป็นอิสระ
t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
3. การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีดังนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 75/75 ซึ่งแสดงผลดังตาราง 7 ดังนี้

ตาราง 7 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

N	ใบกิจกรรม			แบบทดสอบ			ประสิทธิภาพ E_1/E_2
	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	
30	40	34.03	1.62	30	23.20	1.37	82.4/77.3

จากตาราง 7 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนเท่ากับ 34.03 และค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 23.20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนเท่ากับ 82.4 มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 77.3 ซึ่งสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี เท่ากับ 82.4/77.3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 ตามที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ซึ่งแสดงผลดังตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	$\sum D$	$\sum D^2$	df	t
หลังเรียน	30	30	23.20	1.37	288	2836	29	-33.55**
ก่อนเรียน	30	30	13.60	1.35				

$$t_{\alpha} = t_{\alpha.05.29}$$

**มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จากตาราง 8 สรุปได้ว่า จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.60 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 23.20 โดยมีผลต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 9.60 ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี เท่ากับ 288 และผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี แต่ละตัวยกกำลังสองเท่ากับ 2836 จากการคำนวณโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample ค่า t ที่คำนวณได้เท่ากับ 33.55 และค่า t ในลำดับชั้นของความเป็นอิสระ 29 ที่ระดับนัยทางสถิติ .05 มีค่าเท่ากับ 2.045 (ค่า t ในตาราง) จะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าค่า t ในตาราง ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ซึ่งแสดงดังตาราง 7 ดังนี้

ตาราง 9 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.50	0.73	มาก
1.2 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้เข้าใจง่าย	4.33	0.71	มาก
1.3 การจัดเนื้อหาในกิจกรรมเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.40	0.56	มาก
2. ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสีของสื่อการสอน			
2.1 ภาพและการออกแบบสื่อการสอนดูสวยงามและดึงดูดความสนใจ	4.76	0.43	มากที่สุด
2.2 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย	4.45	0.68	มาก
2.3 ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดพอเหมาะ	4.50	0.68	มาก
3. ด้านการแสดงออกต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี			
3.1 นักเรียนสนุกสนาน และตื่นตัวกับการเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี	4.66	0.60	มากที่สุด
3.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.46	0.68	มาก
3.3 เกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี	4.66	0.54	มากที่สุด
3.4 อยากเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี แบบนี้อีก	4.83	0.37	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.56	2.72	มากที่สุด

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากที่สุด ต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ซึ่งมีช่วงของค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.33 ถึง 4.83 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากที่สุดต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี และอยากให้จัดกิจกรรมแบบนี้อีก และมีค่าเฉลี่ยรองลงมาตามลำดับดังนี้ ภาพและการออกแบบสื่อการสอนดูสวยงามและดึงดูดความสนใจ ($\bar{X} = 4.76$) เกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ($\bar{X} = 4.66$) เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจและตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดพอเหมาะ ($\bar{X} = 4.50$) นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ($\bar{X} = 4.46$) ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.45$) การจัดเนื้อหาในกิจกรรมเหมาะสมกับเวลาเรียน ($\bar{X} = 4.40$) การจัดเนื้อหาในกิจกรรมเหมาะสมกับเวลาเรียน ($\bar{X} = 4.33$)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ($\bar{X} = 4.56$) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.27 ซึ่งเป็นการกระจายข้อมูลที่น้อย

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีนักเรียนเขียนสรุปได้ดังนี้

1. อยากให้มีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในหัวข้ออื่นๆ ในวิชาเคมี
2. กิจกรรมมีความน่าสนใจและดึงดูดให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมอย่างไม่น่าเบื่อ
3. นักเรียนชอบและให้ความสนใจกับวิดีโอการทดลองมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรรทองในพระราชูปถัมภ์ฯ ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2554 โดยกำหนดเนื้อหา 3 เรื่อง คือ การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ การเปลี่ยนแปลงที่สภาวะสมดุล และความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ สภาวะสมดุล เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี และศึกษาความพึงพอใจใช้เวลา 10 คาบ คาบละ 60 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 75/75
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีอยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

นำแผนชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขด้านความเหมาะสมทั้งกิจกรรมและเวลา รวมทั้งผ่านการวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพแล้ว จากนั้นนำชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ซึ่งนักเรียนจะต้องทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนหลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละตอน และเมื่อเรียนจบทุกตอนแล้วนักเรียนทุกคนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

2. การทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

2.1 เก็บข้อมูลก่อนเรียน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 30 ข้อ เวลา 60 นาที

2.2 ทำการดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ที่หาประสิทธิภาพแล้ว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ one group pre test post test design

2.3 เก็บข้อมูลหลังเรียน เมื่อนักเรียนได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ครบทุกคาบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจำนวน 30 ข้อ แล้วนำค่าคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับชุดกิจกรรม

สำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ไปวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยสถิติ t-test for Dependent Sample

3. ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี หลังจากที่นักเรียนได้รับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ครบทุกคาบแล้ว

สรุปผลการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.4/77.6

2. นักเรียนที่ได้รับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

3. นักเรียนที่ได้รับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี (E_1) เท่ากับ 82.4 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี (E_2) เท่ากับ 77.6 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้และสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่านักเรียนที่ได้รับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และในการศึกษาความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ซึ่งสามารถอภิปรายตามสมมติฐานการวิจัยได้ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 75/75

ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 75/75 ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องมาจาก

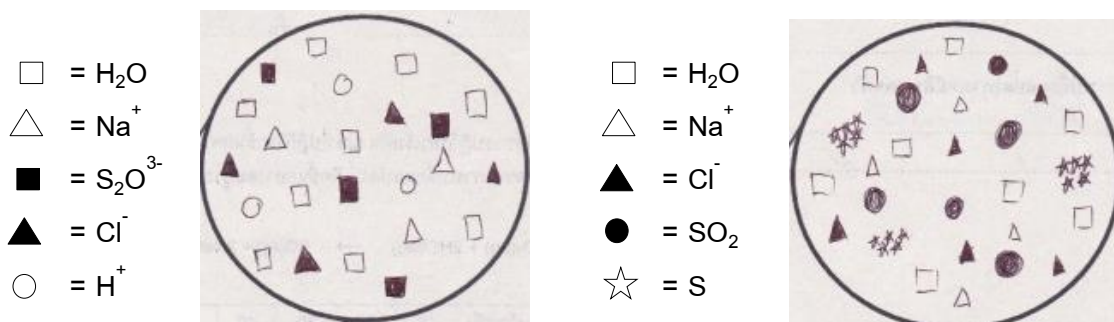
1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบตามแผนการดำเนินการที่กำหนดไว้ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537: 56-60) และจากการปรับปรุงเครื่องมือวิจัย โดยมีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ศึกษาแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวางแผนการสร้างชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี โดยได้รับการให้คำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ได้รับการประเมินและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ (ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ. 2528: 214-275) ในด้านเนื้อหา นอกจากนี้ยังนำชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ไปทดลองกับนักเรียนในกลุ่มเล็กเพื่อหาแนวโน้มประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ก่อนที่จะนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่ได้รับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องมาจาก

1. ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจวิชาเคมีอย่างที่เคมีเป็น โดยให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาวิชาเคมีตามธรรมชาติของเคมี เช่น การให้นักเรียนได้เห็นการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ และในแต่ละกิจกรรมเอื้อให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียนในหัวข้อต่อไปโดยนักเรียนจะได้เรียนในหัวข้อที่ง่ายไปสู่หัวข้อที่มีความยากและซับซ้อนมากขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นในแต่ละกิจกรรมมีความหลากหลาย ทำท่าย ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในทุกคาบเรียน และเกิดความสนุกสนานในการเรียน ซึ่งนอกจากจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิชาเคมีอย่างถ่องแท้และไม่เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนแล้ว ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิด ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องธรรมชาติวิชาเคมี และการจัดการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา ของ Johnstone (Alex H. Johnstone. 1991: 703) และ (พัชรี รมพยอม วิชัยดิษฐ. 2559: 193) ที่จัดการจัดการเรียนรู้ตามธรรมชาติของธรรมชาติของวิชาเคมี ทำให้การเรียนวิชาเคมีเป็นเรื่องที่ไม่ยากเกินไป และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติ .05 และงานวิจัยของกิริชาติ (2014: 59) ได้จัดการจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับ macroscopic และให้เด็กนำเสนอในระดับ microscopic และระดับ symbolic

กับเนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง สมดุลเคมี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดสมดุลไดนามิกได้อย่างถูกต้องมากขึ้น



ภาพประกอบ 8 ใบบันทึกการทดลองที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพแสดงอนุภาคของสารต่างๆ ณ ภาวะเริ่มต้น (ซ้าย) อนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะสิ้นสุด (ขวา)

จากภาพประกอบ 8 แสดงใบบันทึกการทดลองที่ 1 เป็นปฏิริยาระหว่าง Hydrogen chloride และ Sodium thiosulfate ซึ่งเขียนในรูปสมการได้ดังนี้



เป็นการศึกษาปฏิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เมื่อผสม Hydrogen chloride กับ Sodium thiosulfate จะได้สารละลายใสไม่มีสี เมื่อเวลาผ่านไปนักเรียนจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายจากสารละลายใสไปเป็นสารละลายสีขาวขุ่น หลังจากนั้นนักเรียนได้สังเกตการเปลี่ยนแปลงจากวิดีโอการทดลองแล้ว (Macroscopic Level) นักเรียนจะต้องตอบคำถามว่า ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมียังไม่สิ้นสุด นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า “เพราะยังคงเห็นการเปลี่ยนสีของสารละลายอยู่” และทำไมนักเรียนจึงคิดว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีสิ้นสุดแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า “เพราะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นแล้ว” หลังจากนั้นนักเรียนจะได้แสดงการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค (Microscopic Level) โดยวาดภาพแสดงอนุภาคของสารต่างๆ ณ ภาวะเริ่มต้น และ ณ สภาวะสิ้นสุด ดังภาพประกอบ.8. หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตจากวิดีโอการทดลองและการเปลี่ยนแปลงที่นักเรียนได้แสดงจากการวาดภาพ สุดท้ายจึงร่วมกันสรุปคุณสมบัติของปฏิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ คือ 1. เมื่อปฏิริยาสิ้นสุดลงจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้ 2. ปฏิริยาสิ้นสุดเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีปริมาณที่คงที่ ในการทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 เป็นวิดีโอการทดลองแสดงปฏิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ เพื่อนำไปสู่ภาวะสมดุล นักเรียนจะได้เห็นถึงความแตกต่างอย่างชัดเจนในคุณสมบัติของทั้งสองปฏิริยา และด้วยความเข้าใจนี้จะช่วยป้องกันการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล ที่ว่า “ปฏิริยาย้อนกลับจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อปฏิริยาไปข้างหน้าสิ้นสุดแล้ว” (Marco Ghirardi. 2014: 59)

หัวข้อความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล นักเรียนจะได้แบ่งกลุ่มเล่นเกมสมดุลเคมี และเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคจากการเล่นเกมที่ใช้ “ตัวต่อ (Building Block)” แทน “อนุภาคที่เป็นอะตอม และโมเลกุล” “จำนวนอนุภาค” แทน “ความเข้มข้นของสาร” หลังจากที่นักเรียนเล่นเกมจบแล้ว ครูจะตั้งคำถามว่า นักเรียนคิดว่า “ตัวต่อ” ใช้แทนอะไร เมื่อเทียบกับการเกิดปฏิกิริยา นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า “อะตอม” แล้วนักเรียนคิดว่า “จำนวนตัวต่อ” ใช้แทนอะไรเมื่อเทียบกับการเกิดปฏิกิริยา มีนักเรียนบางส่วนที่ตอบว่า “ความเข้มข้นของสารต่างๆ ในระบบ” ขั้นตอนต่อไป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ นักเรียนได้ข้อสรุปสมบัติของระบบที่เข้าสู่สมดุลว่า ณ สมดุลมีการเปลี่ยนแปลง (ตัวต่อ) ทั้งไปข้างหน้าและย้อนกลับอยู่ตลอดเวลาแต่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เท่ากัน (อัตราการเกิดปฏิกิริยา) และมีจำนวนตัวต่อ (ความเข้มข้น) คงที่ ซึ่งจะป้องกันการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่ระบบเข้าสู่สมดุล ที่ว่า “อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์เท่ากัน” (วิทยา ภาชีน. 2553: 6) หรือ “ณ ภาวะสมดุล ของปฏิกิริยาเคมีไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น” (Voska and Heikkinen. 2000: 1)

2. รูปแบบชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี เป็นการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้โดยให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองจะทำให้ นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพสมองได้อย่างมาก โดยภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 156-157) กล่าวว่าข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือนักเรียนจะสามารถเรียนรู้โมเมนต์ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น ทำให้ความรู้ออกมาและสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้อย่างดี ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประถมพร โคตา (2544: 56) ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และงานวิจัยของเสาวลักษณ์ หล้าสิงห์ (2558: 64) ได้จัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่ได้รับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีอยู่ในระดับมาก

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีอยู่ในระดับมากที่สุด ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องมาจาก

1. เวลาในการจัดกิจกรรมแต่ละคาบนั้นเป็นเวลาที่เหมาะสมกับกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ทำด้วยความผ่อนคลาย ไม่ตึงเครียดเกินไป โดยได้รับการปรับปรุงจากขั้นตอนในการพัฒนา

เครื่องมือแล้ว จึงทำให้นักเรียนมีเวลาที่เพียงพอในการคิด การทำใบกิจกรรม และการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความน่าสนใจและมีความหลากหลายไม่ซ้ำ เพราะแต่ละคาบเรียนมีสื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย ทำให้นักเรียนสนุกไปกับการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งใจเรียน พร้อมทั้งจะเรียน นอกจากนี้เนื้อหาและใบกิจกรรมจัดให้มีลำดับจากง่ายไปสู่ยากตามลำดับ ส่งเสริมให้นักเรียนมีกำลังใจและสนุกกับการทำกิจกรรม จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความสนใจที่จะทำกิจกรรม และยังเป็นการฝึกให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจผ่านใบกิจกรรม มีการจัดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บินเดล (Bindel. 2012: 759) ได้จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี ในรูปแบบที่เป็นการเล่นเกม นักเรียนจะได้เล่นเป็นทีม โดยใช้โป๊กเกอร์ชิป (Poker Chip) เป็นตัวแทนอนุภาคของสารต่างๆ ที่อยู่ในระบบ ทำให้เรื่องที่เป็นนามธรรมในระดับจุลภาค (Microscopic) สามารถมองเห็นในระดับมหภาค (Macroscopic) และจำเป็นต้องได้สอดคล้องกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมการเรียนระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี เพื่อให้การแนะนำและช่วยเหลือกับนักเรียน เหนือสิ่งอื่นใดครูผู้สอนมีผลกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยตรง การเตรียมความพร้อมก่อนการสอน การใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย รวมทั้งการเอาใจใส่นักเรียน เป็นสิ่งสำคัญที่ครูสมควรมี นอกจากนี้การมีอารมณ์ดีระหว่างการสอน และความอดทนเป็นอีกหนึ่ง ปัจจัยที่สำคัญในการรับรู้ของนักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่นและมีความสุขทุกครั้งที่ได้มีการจัดการเรียนรู้

2. ครูควรมีการตั้งคำถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และตั้งคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี รวมทั้งเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดอีกด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับเนื้อหาเรื่องสมดุลเคมี ในหัวข้อหลักของเลอชาเตอลีเอร์ เพื่อให้การเรียนรู้ครบทั้งบท

2. ในเกมสมดุลเคมีนั้น อาจนำไปต่อยอดกับสมการอื่นที่มีความหลากหลายมากขึ้น หรืออาจจัดกติกาใหม่เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในหัวข้ออื่นๆ ได้

3. ในเรื่องวิดีโอการทดลองอาจนำไปปรับปรุง ให้มีภาษาอังกฤษหรือให้มีความหลากหลายมากขึ้น

4. อาจนำชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้นเพื่อให้ชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี มีมาตรฐานและได้รับการยอมรับ มีความเป็นสากลมากขึ้น



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ.; และคนอื่น ๆ. (2546). แนวทางจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา. (แผนวิทัศน์).
กรุงเทพฯ: ซีดี มีเดีย ไกด์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ:
- กฤษณมูรติ จิฑฑุ; และ นวลคำ จันภา. (2548). การศึกษาและสาระสำคัญของชีวิต = *Education and the Significance of Life*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มูลนิธิอันวิภษา.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). ไอซีทีเพื่อการศึกษา = *ICT for Education*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.
- ขุนทอง คล้ายทอง; ชุตินา วัฒนศิริ อาจารย์ที่ปรึกษา; และ ราชันย์ บุญธิมา อาจารย์ที่ปรึกษา.
(2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
ร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น.
ปริญญาณิพนธ์ (กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2554.
- ฉลองชัย สุขวัฒนบุรณ. (2528). เทคโนโลยีการศึกษา = *Educational Technology*. กรุงเทพฯ:
ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2551). แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์*
(มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี). ปีที่ 19, ฉบับที่ 2 (ก.ค.-ธ.ค. 2551),
หน้า 10-28.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2555). การวิจัยศึกษาตนเอง กลยุทธ์ทางเลือกในการพัฒนาวิชาชีพครูของครู.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 15, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2556), หน้า
100-110.
- โชติกา ภาณุผล; ญัฐภรณ์ หลาวทอง; และ กมลวรรณ ตังชนกานนท์. (2558). *การวัดและ
ประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ดารุณี พรายแสงเพชร. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบการ
แก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ. สารนิพนธ์ (กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)) – มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ 2548.
- เตือนใจ เกตุษา. (2544). การประเมินหลักสูตร ปริญญาตรีวิชาเอกวัดผลการศึกษา คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง*. ปีที่ 4,
ฉบับที่ 2 (ก.ค.-ธ.ค. 2544), หน้า 26-36.

- ทศนา แคมมณี. (2546). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศนา แคมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 4 (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทพนม เมืองแมน; และ สวิง สุวรรณ. (2540). พฤติกรรมองค์การ = *Organization Behavior*. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ธัญญรัตน์ สุภษร; และ มะยูโซะ คุโน อาจารย์ที่ปรึกษา. (2555). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องธาตุแตรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสีเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. สารนิพนธ์ (กศ.ม. (เคมี)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2555.
- นภาพร เกตทอง; ชุตติมา วัฒนะศิริ อาจารย์ที่ปรึกษา; และ ราชันย์ บุญธิมา . (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหากับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ. (2537). เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4, ฉบับปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ: B & B.
- ประถมพร โคตา; ชุตติมา วัฒนะศิริ อาจารย์ที่ปรึกษา; และ ราชันย์ บุญธิมา อาจารย์ที่ปรึกษา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมิติ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ประนอม อุตกฤษฎ์. (2537). การวิจัยด้านอาชีพและเทคโนโลยีการศึกษา = *Research Design in Vocational and Technical Education*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาภาษาและสังคม คณะครูศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปัญจพร แสนจันทร์; สนอง ทองปาน อาจารย์ที่ปรึกษา; และ สุณิสสา สุมิตรณะ อาจารย์ที่ปรึกษา. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นความรู้คู่คุณธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2555). วิธีการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8 ปรับปรุงแก้ไข. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องและพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545. (2546). กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7 (ฉบับปรับปรุงใหม่ล่าสุด). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ. (2559). ธรรมชาติของวิชาเคมีและการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. ปีที่ 31, ฉบับที่ 2 (ธ.ค. 2558), หน้า 187-199.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2553). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.
- พิสนุ ฟองศรี. (2554). การประเมินทางการศึกษา : แนวคิดสู่การปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 4, ปรับปรุง. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรสุดา ภาสศักดิ์ชัย; มะยูโซ๊ะ กูโน อาจารย์ที่ปรึกษา; และ ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษา. (2558). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เคมี) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- มนตรี แยมกสิกร. (2550). เกณฑ์ประสิทธิภาพในงานวิจัยและพัฒนาสื่อการสอน ความแตกต่าง 90/90 Standard และ E1/E2. วารสารศึกษาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยบูรพา). ปีที่ 19, ฉบับที่ 1 (ต.ค. 2550-ม.ค. 2551), หน้า 1-16.
- มานพ ทับทิมเมือง. (2551). การศึกษาความพึงพอใจของผู้บริหารสถานศึกษา อาจารย์พี่เลี้ยง และอาจารย์นิเทศก์ที่มีต่อนักศึกษาฝึกสอน ของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร : รายงานการวิจัย. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- มาสโลว อับราฮัม เอช; และ อานันท์ ชินบุตร. (2549). การบริหารแบบมาสโลว = Maslow on Management. กรุงเทพฯ: ผู้จัดการ.
- เยาวเรศ ใจเย็น; และ เพ็ญศรี บุญสุวรรณค์สง. (2550). แนวคิดเรื่องสมดุลงานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. ปีที่ 13, ฉบับที่ 4 (ต.ค.-ธ.ค. 2550), หน้า 541-553.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). ศัพท์เทคโนโลยีสารสนเทศ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

ล้วน สายยศ. (2538). หลักการอุปมาอุปไมย. วารสารการวัดผลการศึกษา. ปีที่ 17, ฉบับที่ 50 (ก.ย.-ธ.ค.2538), หน้า 19-27.

วิทยา ภาชื่น; และ ไพศาล สุวรรณน้อย. (2553). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบเพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่องสมมูลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น). ปีที่ 4, ฉบับพิเศษ (2553), หน้า 1-9.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบัน.

สาวิตรี เครือใหญ่; ชุติมา วัฒนะคีรี อาจารย์ที่ปรึกษา; และ นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษา. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ญาณในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้กับการสอนที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ.

สุพัชยา ปาหา; ชุติมา วัฒนะคีรี; และ ราชันย์ บุญธิมา. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค Tgt และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วารสารสิ่งแวดล้อมศึกษา-สสศท. ปีที่ 3, ฉบับที่ 5 (ม.ค.-มิ.ย. 2555), หน้า 263-270.

สุภาพร รัตน์น้อย; และ ทศนา แสงศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา. (2552). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการบริหารงานกับการบริหารโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรปราการ เขต 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุรจิรา บุญเลิศ; และ มะยูโซ๊ะ ภูโน. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนเรื่อง สารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. ปีที่ 5, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มิ.ย. 2557), หน้า 37-44.

สุวัฒน์ นิยมคำ. (2535). ครูที่ดี และหน้าที่บทบาทอาจารย์มหาวิทยาลัย. ข่าวสารกองบริการการศึกษา. ปีที่ 3, ฉบับที่ 27 (ก.ย. 2535), หน้า 5-25.

เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์; ศรัณย์ ภิบาลชนม์ อาจารย์ที่ปรึกษา; และ สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ อาจารย์ที่ปรึกษา. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยสื่อประสม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

- Bindel, T. H. (2012). Exploring Chemical Equilibrium with Poker Chips: A General Chemistry Laboratory Exercise. *Journal of Chemical Education*. 89(6): 759-762. <Go to ISI>://000304021300016
- Cloonan, C. A.; & Hutchinson, J. S. (2011). A Chemistry Concept Reasoning Test. *Chemistry Education Research and Practice*. 12(2): 205-209. <Go to ISI>://000289951500010
- Cullen, D. M.; & Pentecost, T. C. (2011). A Model Approach to the Electrochemical Cell: An Inquiry Activity. *Journal of Chemical Education*. 88(11): 1562-1564. <Go to ISI>://000296312600024
- Davenport, J. L.; et al. (2014). Evidence-Based Approaches to Improving Chemical Equilibrium Instruction. *Journal of Chemical Education*. 91(10): 1517-1525. <Go to ISI>://000343682000002
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model : A Proposed 7E Model Emphasizes Transferring Learning and the Importance of Eliciting Prior Understanding. *The Science Teacher*. 70(6): 56-59.
- Fraser, B. J. (1978). Australian science education project: Overview of evaluation studies. *Science Education*. 62(3): 417-426.
- Geddis, A. N., B. Onslow, C. Beynon, & Oesch, J. (1993). Transformation content knowledge: learning to teaching isotopes. *Science Education*. 77(6): 575-591.
- Ghirardi, M. L. (2014). Implementation of Photobiological H-2 Production: The O-2 Sensitivity of Hydrogenases. *Photosynthesis Research*. 125(3): 383-393. <Go to ISI>://000359730300003
- Ghirardi, Marco; et al. (2013). A Teaching Sequence for Learning the Concept of Chemical Equilibrium in Secondary School Education. *Journal of Chemical Education*. 91(1): 59-65.
- Good, Thomas L.; & Brophy, Jere. (1973). *Looking in Classrooms*. New York: Harper & Row.
- Grossman, Herbert. (1995). *Teaching in a Diverse Society*. Boston: Allyn and Bacon.
- Hall, D. A., McCurdy, D. W. (1990), A comparison of a biological sciences curriculum study (BSCS) laboratory and a traditional laboratory on student achievement at two private liberal arts colleges. *Journal of Research in Science Teaching*. 27: 625–636.
- Herzberg, F.; et al. (1959). *The Motivation to Work*. New York: John Wiley.

- Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Education*. 70(9): 701-705.
- Karplus, Martin. (1970). *Atom and Molecules : An Introduction for Students of Physical Chemistry*. Menlo Park, California: W.A. Benjamin Inc.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education*. (pp. 95-132). Boston: Kluwer.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why Some Students Don't Learn Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 69(3): 191-195.
- secondary English teachers. *Journal of Teacher Education*. 40(5): 24-31.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*. 57(1): 1-22.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*. 15(2): 4-14.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4(2): 99-110.
- Vroom, Victor Harold; & Jago, Arthur G. (1988). *The New Leadership : Managing Participation in Organizations*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall.
- Wilson, A.H. (1998). Equilibrium: A Teaching/Learning Activity. *Journal of Chemical Education*. 75(9): 1176-1177

ภาคผนวก





ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือ

ผศ.ดร.แพน ทองเรือง	สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์แทนวี เล็บครุฑ	ตำแหน่ง อาจารย์ หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดใหม่เกรงทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ
อาจารย์จริยาภรณ์ สุกุลวิโรจน์	ตำแหน่ง อาจารย์ หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดใหม่เกรงทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ



ที่ ศธ 0519.12/ ๖๖๖3



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2559

เรื่อง ขออนุญาตขอเคราะห้เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ

เนื่องด้วย นางสาวณัฐฐา พวงไฟโรจน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์การสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรีไซะ กุโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขออนุญาตขอเคราะห้เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยใช้เครื่องมือดังนี้ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องสมมูลเคมี 2) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์การสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี 3) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์การสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี และ 4) สื่อการเรียนการสอน ร่วมกับแผนการสอน กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย และขอใช้สถานที่ห้องเรียน และห้องคอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนของท่าน ระหว่างเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนมีนาคม 2560 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 085 400 9106



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 15664

ที่ ศธ 0519.12/ ๒๒๖๒

วันที่ ๑๖ ธันวาคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์การสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง สมดุลเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยูโซ๊ะ กูโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แพน ทองเรือง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการสอน แบบทดสอบ และสื่อการสอน ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าว และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 085 400 9106

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์ และขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ศธ 0519.12/ ๖๖๖๑



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ

เนื่องด้วย นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์การสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง สมดุลเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยุไช๊ะ ภูโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์แทนทวี เล็บครุฑ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนการสอน แบบทดสอบ และสื่อการสอน ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์ และขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

พิศมัย ๑.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 085 400 9106

ที่ ศธ 0519.12/ ๖๖๖๑



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2559

เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรทอง ในพระราชูปถัมภ์ฯ

เนื่องด้วย นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์การสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง สมดุลเคมี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มະยูไซะ กูโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์จรรยาภรณ์ สกฤวิโรจน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการสอน แบบทดสอบ และสื่อการสอน ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์ และขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

นันทิยา อ.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 085 400 9106

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี
2. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมมูลเคมี

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุป	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้	29	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	30	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	31	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
4	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	32	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	33	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้	34	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	35	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	36	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง	37	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	38	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
11	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	39	0	0	-1	-0.33	ปรับปรุง
12	0	0	-1	-0.33	ปรับปรุง	40	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	41	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
14	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้	42	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
15	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้	43	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	44	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	45	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	46	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	47	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
20	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง	48	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	49	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	50	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	51	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	52	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	53	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	54	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	55	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	56	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตาราง 10 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมมูลเคมี

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุป	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
57	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง	59	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
58	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง	60	+1	+1	+1	1	ใช้ได้



ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุป
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. ด้านเนื้อหา					ใช้ได้
1.1 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
1.2 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้เข้าใจง่าย	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
1.3 การจัดเนื้อหาในกิจกรรมเหมาะสมกับเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสีของสื่อการสอน					ใช้ได้
2.1 ภาพและการออกแบบสื่อการสอนดูสวยงามและดึงดูดความสนใจ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.2 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.3 ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดพอเหมาะ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. ด้านการแสดงออกต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี					ใช้ได้
3.1 นักเรียนสนุกสนาน และตื่นตัวกับการเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.3 เกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.4 อยากเรียนด้วยการจัดชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี แบบนี้อีก	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมมูลเคมี
2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมมูลเคมี
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมมูลเคมี
4. ค่า t -test จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS

ตาราง 12 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องสมดุลเคมี

ข้อ	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ข้อ	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
*1	0.233	0.783	30	0.567	-0.053
2	0.467	0.218	*31	0.200	0.508
3	0.667	0.018	*32	0.433	0.334
*4	0.400	0.413	33	0.600	0.207
5	0.433	0.224	*34	0.333	0.701
6	0.267	-0.067	35	0.433	0.012
*7	0.367	0.511	36	0.267	-0.067
*8	0.500	0.354	37	0.367	-0.011
*9	0.267	0.519	*38	0.433	0.485
*10	0.233	0.666	39	0.233	0.182
11	0.200	0.197	*40	0.500	0.344
12	0.333	0.278	41	0.533	-0.128
*13	0.267	0.373	42	0.367	-0.124
*14	0.333	0.225	*43	0.433	0.666
15	0.400	-0.004	*44	0.300	0.475
*16	0.567	0.400	*45	0.367	0.496
17	0.267	0.001	*46	0.433	0.324
*18	0.333	0.604	47	0.133	-0.051
19	0.333	-0.018	48	0.267	0.113
*20	0.467	0.428	*49	0.200	0.645
21	0.400	-0.045	50	0.333	0.194
*22	0.367	0.393	*51	0.233	0.417
*23	0.333	0.521	*52	0.300	0.486
24	0.367	0.227	*53	0.333	0.299
25	0.200	-0.090	*54	0.533	0.351
26	0.300	0.214	55	0.367	0.155
*27	0.400	0.311	*56	0.267	0.553
28	0.300	0.018	57	0.267	0.192
29	0.400	0.138	58	0.400	0.230

ตาราง 12 (ต่อ) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมมูลเคมี

ข้อ	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ข้อ	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
*59	0.367	0.520	*60	0.367	0.596



ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของกลุ่มนักเรียนจำนวน 9 คน

จำนวน นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน 40 คะแนน				รวม	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนนจากแบบทดสอบ
	ไปงานที่ 1	ไปงานที่ 2	ไปงานที่ 3	ไปงานที่ 4		
1	9	8	10	3	30	22
2	10	7.50	13	3	33.50	22
3	10	7.50	9	3	29.50	21
4	9.50	7.50	11	3	31	23
5	9	8	10	3	30	24
6	8	7	11	3	29	22
7	10	7	9	3	29	23
8	9	8	10.50	3	30.50	25
9	8	8	11	3	30	23
รวม					272.50	205
ค่าเฉลี่ย					30.27	22.77

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{272.5}{9} \right]}{40} \times 100$$

$$= 75.6$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum Y}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{205}{9} \right]}{30} \times 100$$

$$= 75.9$$

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของกลุ่มนักเรียนจำนวน 15 คน

จำนวน นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน 40 คะแนน				รวม	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนนจากแบบทดสอบ
	ไปงานที่ 1	ไปงานที่ 2	ไปงานที่ 3	ไปงานที่ 4		
1	10	7.5	13	3	33.50	24
2	10	7	11	2.5	30.50	20
3	10	8	12.50	3	33.50	24
4	10	8	12.50	3	33.50	24
5	10	8	11	3	32	21
6	10	8	11	3	32	21
7	10	8	11	3	32	23
8	10	7.50	11	3	31.50	22
9	9	7.50	11	3	30.50	22
10	8	7	12	3	30	20
11	8	7.50	12	3	30.50	24
12	10	7	13	3	33	25
13	10	7.50	11	3	31.50	22
14	10	8	11	3	32	24
15	8.50	8	11	3	30.50	25
รวม					475.50	341
ค่าเฉลี่ย					31.76	22.73

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{475.5}{15} \right]}{40} \times 100$$

$$= 79.4$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum Y}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{341}{15} \right]}{30} \times 100$$

$$= 75.7$$

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 30 คน

จำนวน นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน 40 คะแนน				รวม	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนนจากแบบทดสอบ
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	ใบงานที่ 4		
1	9	8.50	7.50	8.50	33	24
2	11	7	7.50	8	33.50	21
3	7.50	8	8	8.50	32	22
4	11	8.50	8	8.50	36	24
5	10	8.50	8	8.50	35	22
6	11.50	8	8	9.50	37	23
7	12	8	8	9	37	24
8	9.50	8	7.50	9	34	24
9	10	7.50	7.50	9	34	24
10	10	8	7.50	8.50	34	22
11	10	6	7.50	8.50	32	24
12	10.50	7.50	7.50	8	33.50	24
13	11	8.50	7.50	9.50	36.50	26
14	9	8.50	7.50	9.50	34.50	23
15	12	7	7.50	8.50	35	21
16	7	7	7.50	9	31.50	24
17	11	7	7.50	9	34.50	25
18	10	8.50	7.50	9	35	24
19	8.50	8	7.50	8.50	32.50	23
20	9.50	8.50	7.50	9	34.50	21
21	9.50	7.50	7.50	9	33.50	24
22	10	7.50	7.50	9	34	23
23	9.50	7.50	7.50	9	33.50	21
24	11.50	7.50	7.50	9.50	36	22
25	8	7.50	7.50	9	32	23
26	8.50	8.50	7.50	9	33.50	24

ตาราง 15 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 30 คน

จำนวน นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน 40 คะแนน				รวม	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนนจากแบบทดสอบ
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	ใบงานที่ 4		
27	11	8	7.50	9	35.50	26
28	10	8.50	7.50	9	35	22
29	8.50	7.50	8	8.5	32.50	24
30	9.50	7.50	7.50	8	32.50	22
รวม					989	696
ค่าเฉลี่ย					32.96	23.20

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{989}{30} \right]}{40} \times 100$$

$$= 82.4$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum Y}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{696}{30} \right]}{30} \times 100$$

$$= 77.3$$

ตาราง 16 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ		ผลต่าง (D)	ผลต่าง (D^2)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	15	24	9	81
2	15	21	6	36
3	12	22	10	100
4	13	24	11	121
5	12	22	10	100
6	14	23	9	81
7	15	24	9	81
8	15	24	9	81
9	11	24	13	169
10	14	22	8	64
11	13	24	11	121
12	15	24	9	81
13	13	26	13	169
14	12	23	11	121
15	13	21	8	64
16	15	24	9	81
17	16	25	9	81
18	13	24	11	121
19	15	23	8	64
20	12	21	9	81
21	15	24	9	81
22	12	23	11	121
23	14	21	7	49
24	14	22	8	64
25	13	23	10	100
26	13	24	11	121
27	15	26	11	121
28	12	22	10	100

ตาราง 16 (ต่อ) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ		ผลต่าง (D)	ผลต่าง (D^2)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
29	15.00	24.00	9	81
30	12.00	22.00	10	100
รวม	408	696	288	2836



ค่า t-test จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	prescore	13.6000	30	1.35443	.24728
	postscore	23.2000	30	1.37465	.25098

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	prescore & postscore	30	.341	.065

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	prescore - postscore	-9.6000	1.56690	.28608	-10.18509	-9.01491	-33.558	29	.000

ภาคผนวก ง

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี
2. ใบกิจกรรม เรื่อง สมดุลเคมี
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี
4. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่อง สมดุลเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง สมดุลเคมี

วิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 2 คาบ (120 นาที)

ผู้สอน นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมดุลเคมี

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3

สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1

เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

3. สาระสำคัญ

ศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างสมบูรณ์ และการพิจารณาคุณสมบัติของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างสมบูรณ์ มีดังนี้

1. เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงจะไม่มีเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้

2. ปฏิกิริยาสิ้นสุดเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีปริมาณที่คงที่

3. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะสิ้นสุดและสมบูรณ์ เมื่อสารตั้งต้นตัวใดตัวหนึ่งถูกใช้หมดไปและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีปริมาณที่คงที่

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนอธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (10 นาที)

1.1 ในชีวิตประจำวันของการเรามีการเปลี่ยนแปลงมากมาย ทั้งที่เรามองเห็น และมองไม่เห็น ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า ถ้าครูนำกระดาษไปเผาได้เป็นผงเถ้า มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ รู้ได้อย่างไร

1.2 เปิดวิดีโอ Amazing chemical reactions

1.3 ปฏิบัติต่าง ๆ จากได้ชมวิดีโอมีการเปลี่ยนแปลง นักเรียนจะพิจารณาได้อย่างไรว่าการปฏิบัตินั้นสิ้นสุดแล้ว

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (50 นาที)

2.1 ครูให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมดุลเคมี

2.2 ครูแจกใบกิจกรรมประกอบการทดลองที่ 1, 2 และ 3 เรื่อง สมดุลเคมี

2.3 ครูแนะนำวิธีการเรียนรู้การทดลองที่ 1 เรื่อง สมดุลเคมีและแนะนำปฏิกิริยาของการทดลองที่ 1

2.4 ครูเปิดวิดีโอสาธิตการทดลอง พร้อมกับให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม)

3. ขั้นอธิบาย (20 นาที)

3.1 ครูยกตัวอย่างและตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนนึกภาพตาม ด้วยคำถามดังนี้

1. เมื่อนำ เกลือแกง $\text{NaCl}_{(s)}$ ละลายในน้ำจะแตกตัวได้ไอออนใดบ้าง

2. เมื่อปฏิกิริยาเริ่มต้นจะมีไอออนใดอยู่บ้าง

3. เมื่อปฏิกิริยาอยู่ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงจะมีไอออนใดอยู่บ้าง

3.2 ครูยกตัวอย่างการวาดภาพการเปลี่ยนแปลงเมื่อนำ AB ละลายในน้ำจะแตกตัวได้ A^+ และ B^- โดยครูวาดการเปลี่ยนแปลงในระบบให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างบนกระดาน

3.3 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมต่อจากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

3.4 ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมว่า มีสิ่งของอยู่ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส อนุภาคใดที่เรียงตัวชิด ติดกันมากที่สุด และอนุภาคใดที่เรียงตัวไม่เป็นระเบียบมากที่สุด เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนวาดภาพการเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

4. ขั้นอภิปราย (20 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามกิจกรรมการทดลอง เพื่อสรุปว่า

ตอนที่ 1

1. เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้
2. ปฏิกิริยาสิ้นสุดเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีปริมาณที่คงที่

***เมื่อสรุปการทดลองที่ 1 แล้ว ให้เริ่มเข้าสู่การทดลองที่ 2 โดยครูเปิดวิดีโอสาริตการทดลองที่ 2 และทำแบบฝึกหัด สรุปผลการทดลองต่อไป

ตอนที่ 2

1. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะสิ้นสุดและสมบูรณ์ เมื่อสารตั้งต้นตัวใดตัวหนึ่งถูกใช้หมดไป

ตอนที่ 3

1. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะสิ้นสุดและสมบูรณ์ เมื่อสารตั้งต้นตัวใดตัวหนึ่งถูกใช้หมดไปและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีปริมาณที่คงที่

5. ชั้นประเมิน (10 นาที)

5.1 ครูถามนักเรียนว่าวันนี้สรุปแล้วการเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์มีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง ทราบได้อย่างไรว่าปฏิกิริยานั้นสิ้นสุดแล้ว

5.2 ครูถามถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับมหภาค จุลภาคและสัญลักษณ์ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

6.2 คลิปวิดีโอ Amazing chemical reactions

6.3 คลิปวิดีโอสาริตการทดลองตอนที่ 1, 2 และ 3

7. การวัดผลและการประเมินผล

วัดผลตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยพิจารณาจากการร่วมอภิปราย การทำแบบฝึกหัด การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และการตอบคำถามในชั้นเรียน

7.1 เครื่องมือวัดผล

- ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด

7.2 เกณฑ์การวัดผล

- ตอบคำถามในใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดได้มากกว่าร้อยละ 80

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง สมดุลเคมี

วิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 1 คาบ (60 นาที)

ผู้สอน นางสาวณัฐรา พวงไพโรจน์

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมดุลเคมี

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3

สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1

เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้อธิบายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

3. สาระสำคัญ

สารบางชนิดเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วอาจเปลี่ยนเป็นสารเดิมได้ เช่น น้ำที่ได้รับความร้อนจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ เมื่อลดอุณหภูมิลงไอน้ำจะควบแน่นกลับเป็นน้ำ หรือการละลายของน้ำตาลทรายในน้ำร้อนจนได้สารละลายอิ่มตัว เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจะมีน้ำตาลทรายบางส่วนตกผลึกออกมา เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 อธิบายปฏิกิริยาเคมีที่สิ้นสุดแบบไม่สมบูรณ์

4.2 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้

4.3 อธิบายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตรงข้าม

5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (5 นาที)

1.1 ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปเมื่อครั้งที่แล้ว ถึงการทดลองและการพิจารณา ปฏิบัติการที่เกิดขึ้นสิ้นสุดและสมบูรณ์

1.2 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า นอกเหนือจากการที่สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็น ผลิตภัณฑ์แล้ว นักเรียนคิดว่ามีปฏิบัติการที่ผลิตภัณฑ์กลับมาเป็นสารตั้งต้นหรือไม่ อย่างไร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (30 นาที)

2.1 ครูให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการทดลอง เรื่องสมดุลเคมี

2.2 ครูแจกใบกิจกรรมประกอบการทดลองที่ 4 เรื่องสมดุลเคมี

2.3 ครูแนะนำปฏิบัติการของการทดลองที่ 4

2.4 ครูเปิดวิดีโอสาธิตการทดลอง พร้อมกับให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลอง ในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม)

2.5 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมต่อจากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4

3. ขั้นอธิบาย (10 นาที)

3.1 ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น โดยใช้คำถามดังนี้

1. ปฏิบัติการที่เกิดขึ้น สมบูรณ์หรือไม่ เพราะเหตุใด

2. ปฏิบัติการไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

4. ขั้นอภิปราย (10 นาที)

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามกิจกรรมการทดลอง เพื่อสรุปว่า

ตอนที่ 1

ปฏิกิริยาเคมีจะสิ้นสุดและไม่สมบูรณ์ เมื่อมีปริมาณของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ และไม่มีสารตั้งต้นตัวใดถูกใช้จนหมด

***เมื่อสรุปการทดลองที่ 4 แล้ว ให้เริ่มเข้าสู่การทดลองที่ 5 โดยครูเปิดวิดีโอสาธิตการทดลองที่ 5 และ ทำแบบฝึกหัด สรุปผลการทดลองต่อไป

ตอนที่ 2

ปฏิกิริยาทั้งสองที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตรงข้ามกันโดยปฏิกิริยาแรกเป็นการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์และปฏิกิริยาที่สองเป็นการเปลี่ยนแปลงจากผลิตภัณฑ์ไปเป็นสารตั้งต้น

5. ขั้นประเมิน (10 นาที)

5.1 ครูถามนักเรียนว่าวันนี้สรุปแล้วการเกิดปฏิกิริยาอย่างไม่สมบูรณ์มีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง

5.2 ความแตกต่างระหว่างปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์และปฏิกิริยาที่เกิดอย่างไม่สมบูรณ์มีอะไรบ้าง

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

6.2 คลิปวิดีโอการเกิดปฏิกิริยาเคมี

7. การวัดผลและการประเมินผล

วัดผลตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยพิจารณาจากการร่วมอภิปราย การทำแบบฝึกหัด การ ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และการตอบคำถามในชั้นเรียน

7.1 เครื่องมือวัดผล

- ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด

7.2 เกณฑ์การวัดผล

- ตอบคำถามในใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดได้มากกว่าร้อยละ 80



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง สมดุลเคมี

วิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 2 คาบ (120 นาที)

ผู้สอน นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมดุลเคมี
2. มาตรฐานการเรียนรู้
 - สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร
 - มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
 - มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
3. สาระสำคัญ

ภาวะที่ระบบเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และย้อนกลับด้วยอัตราที่เท่ากันและสมบัติของระบบคงที่ เรียกว่า ภาวะสมดุล สมดุลของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับเกิดขึ้นต่อเนื่องกันตลอดเวลาด้วยอัตราที่คงที่เท่ากันเรียกว่า “สมดุลไดนามิก” และที่สมดุลเคมีมีคุณสมบัติดังนี้

 1. ที่สมดุลอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
 2. ที่สมดุลมีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่
 3. ที่อุณหภูมิเดียวกัน ค่าคงที่สมดุลจะคงที่

ค่าคงที่สมดุลบอกให้ทราบถึงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา กล่าวคือถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ จึงมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นมาก ถ้าค่าคงที่สมดุลน้อยกว่า 1 แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากกว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้า จึงมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นน้อย
4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 4.1 ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) นักเรียนสามารถ

- นักเรียนอธิบายสมบัติต่างๆ ของระบบ ณ ภาวะสมดุลได้
- แปลความหมายของค่าคงที่สมดุลได้
- นักเรียนสามารถทำนายแนวโน้มของปฏิกิริยาเคมีได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (10 นาที)

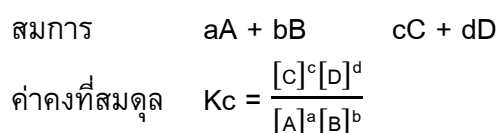
- 1.1 ครูทบทวนความรู้จากครั้งที่แล้ว ที่ได้เรียนเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ การทดลองและการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดแบบไม่สมบูรณ์ ปฏิกิริยาที่ตรงข้ามกัน
- 1.2 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า นักเรียนคิดว่า ที่ภาวะสมดุลจะมีคุณสมบัติอย่างไร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (50 นาที)

- 2.1 ครูให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรม เรื่อง สมดุลเคมี
- 2.2 ครูแนะนำการเล่นเกมน พร้อมทั้งอธิบายกติกาการเล่นแล้วจึงแจกอุปกรณ์ของ เกมสมดุลเคมี
- 2.3 ให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 5-6 คน ครูแจกใบกิจกรรมประกอบการเล่นเกมสมดุลเคมี
- 2.4 นักเรียนเริ่มเล่นเกม
- 2.5 นักเรียนบันทึกผลการเล่นเกมลงในใบกิจกรรม เรื่องสมดุลเคมี
- 2.6 ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น ดังนี้
 1. ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์สัมพันธ์กันอย่างไร
 2. นักเรียนสามารถหาค่าคงที่สมดุลได้อย่างไร
- 2.7 นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการเล่นเกมโดยสุ่มจากกลุ่มนักเรียนมา 1 กลุ่ม เพื่อ รายงานผลการเล่น หน้าชั้นเรียน

3. ขั้นอธิบาย (20 นาที)

- 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการเล่นเกมเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ที่ภาวะสมดุลที่ระบบจะมีคุณสมบัติดังนี้
 1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
 2. ที่สมดุลมีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่
 3. ที่อุณหภูมิเดียวกัน ค่าคงที่สมดุลจะคงที่
- 3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าจากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ภาวะสมดุล สามารถคำนวณได้ออกมาเป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า “ค่าคงที่สมดุล” ดังนี้

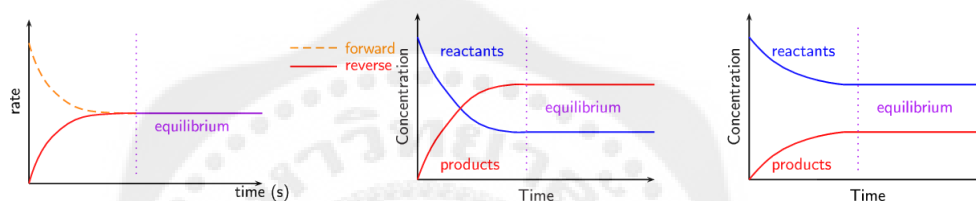


3.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ค่าคงที่สมดุลบอกให้ทราบถึงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา ถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ จึงมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นมาก ถ้าค่าคงที่สมดุลน้อยกว่า 1 แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากกว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้าจึงมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นน้อย

3.4 นักเรียนตอบคำถามหลังจากเล่นเกม สมดุลเคมี

4. ขั้วอภิปราย (20 นาที)

4.1 ครูเชื่อมโยงความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงกับกราฟความสัมพันธ์แบบต่างๆ ที่สภาวะสมดุลดังนี้



4.2 ครูแนะนำให้นักเรียนได้รู้จักกับค่าคงที่สมดุลที่คำนวณจากความดันย่อยดังนี้

$$\text{ค่าคงที่สมดุล } K_p = \frac{[P_c]^c [P_d]^d}{[P_a]^a [P_b]^b}$$

5. ขั้นประเมิน (10 นาที)

5.1 ครูถามนักเรียนว่าวันนี้สรุปแล้ว ระบบที่เข้าสู่สมดุลสารต่างๆ มีคุณสมบัติอย่างไร

5.2 กราฟความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงของสารต่างๆ ที่สภาวะสมดุลมีแบบใดบ้าง

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

6.2 เกมสมดุลเคมี

7. การวัดผลและการประเมินผล

วัดผลตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยพิจารณาจากการร่วมอภิปราย การทำแบบฝึกหัด การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และการตอบคำถามในชั้นเรียน

7.1 เครื่องมือวัดผล

- ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด

7.2 เกณฑ์การวัดผล

- ตอบคำถามในใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดได้มากกว่าร้อยละ 80

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง สมดุลเคมี

วิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 1 คาบ (60 นาที)

ผู้สอน นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมดุลเคมี
2. มาตรฐานการเรียนรู้
 - สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร
 - มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
 - มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
3. สาระสำคัญ

ค่าคงที่สมดุลเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล โดยพิจารณาจากสมการที่ดุลแล้ว ของเหลวและของแข็งไม่นำความเข้มข้นมาคำนวณหาค่าคงที่สมดุล โดยคุณสมบัติของค่าคงที่สมดุลมีดังนี้

 1. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย้อนกลับ เป็นส่วนกลับกับค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาไปข้างหน้า
 2. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเดียวกันอาจแตกต่างกันได้ ถ้าตัวเลขที่ใช้ในการดุลสมการเคมีแตกต่างกัน
 3. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยารวม มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยในแต่ละขั้น
4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้
 - นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลได้ คุณสมบัติของค่าคงที่สมดุล

- นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (5 นาที)

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมที่ได้จากการเล่นเกมคราวที่แล้ว เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล และการคำนวณค่าคงที่สมดุล

1.2 ครูยกตัวอย่างสมการเคมีให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ของความเข้มข้น ณ ภาวะสมดุลเพื่อคำนวณค่าคงที่สมดุล ด้วยสมการดังนี้



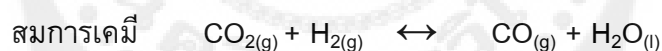
1.3 ครูถามนักเรียนว่าเราควรพิจารณาความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (30 นาที)

2.1 ครูนำนักเรียนเข้าสู่การพิจารณาความเข้มข้นและคุณสมบัติของค่าคงที่สมดุล

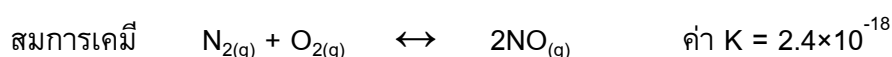
2.2 ครูแจกใบกิจกรรม เรื่องสมดุลเคมี

2.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์สมการเคมี แล้วให้นักเรียนลองเขียนการคำนวณค่าคงที่สมดุลดังนี้



2.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ของแข็งและของเหลวไม่มีผลต่อค่าคงที่สมดุลซึ่งในทางไดนามิกให้ของแข็งและของเหลวมีความเข้มข้นเท่ากับ 1 ถึงแม้จะใส่เพิ่มหรือลดลงในระบบ ก็ไม่มีผลต่อค่าคงที่สมดุล

2.3 ครูถามนักเรียนให้ช่วยกันคิดว่า หากกลับสมการเคมีแล้วค่าคงที่สมดุลจะมีค่าเท่าไร ยกตัวอย่างสมการเคมีดังนี้



2.4 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า

1. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย้อนกลับ เป็นส่วนกลับกับค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาไปข้างหน้า

2. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเดียวกันอาจแตกต่างกันได้ ถ้าตัวเลขที่ใช้ในการดุลสมการเคมีแตกต่างกัน

3. ค่าคงที่สมมูลของปฏิกิริยารวม มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างค่าคงที่สมมูลของปฏิกิริยาย่อยในแต่ละขั้น

2.5 นักเรียนเริ่มทำใบกิจกรรม

3. ขั้นอธิบาย (10 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของการทำกิจกรรมดังนี้

1. ค่าคงที่สมมูลของปฏิกิริยาย้อนกลับ เป็นส่วนกลับกับค่าคงที่สมมูลของปฏิกิริยาไปข้างหน้า
2. ค่าคงที่สมมูลของปฏิกิริยาเดียวกันอาจแตกต่างกันได้ ถ้าตัวเลขที่ใช้ในการดุลสมการเคมีแตกต่างกัน
3. ค่าคงที่สมมูลของปฏิกิริยารวม มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างค่าคงที่สมมูลของปฏิกิริยาย่อยในแต่ละขั้น

3.2 ครูยกตัวอย่างสมการเคมีดังนี้

4. ขั้นอภิปราย (10 นาที)

4.1 ครูเชื่อมโยงความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงทั้งระดับมหภาค จุลภาคและสัญลักษณ์

5. ขั้นประเมิน (10 นาที)

5.1 ครูถามนักเรียนว่าวันนี้สรุปแล้ว คุณสมบัติของค่าคงที่หรือค่า K มีอะไรบ้าง

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

7. การวัดผลและการประเมินผล

วัดผลตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยพิจารณาจากการร่วมอภิปราย การทำแบบฝึกหัด การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และการตอบคำถามในชั้นเรียน

7.1 เครื่องมือวัดผล

- ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด

7.2 เกณฑ์การวัดผล

- ตอบคำถามในใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดได้มากกว่าร้อยละ 80

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง สมดุลเคมี

วิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 2 คาบ (120 นาที)

ผู้สอน นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมดุลเคมี
2. มาตรฐานการเรียนรู้
 - สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร
 - มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้อย่างเป็นระบบและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
 - มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
3. สาระสำคัญ

การคำนวณค่าคงที่สมดุล มีหลักและขั้นตอนในการคำนวณหาค่าคงที่สมดุลดังต่อไปนี้

 1. ต้องทราบชนิดของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยา และดุลสมการให้ถูกต้อง
 2. ทราบความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่อยู่ในภาวะสมดุล
 3. ความเข้มข้นที่นำมาแทนค่าจะต้องมีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
 4. เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล
4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้
 - นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลได้
 - แปลความหมายของค่าคงที่สมดุลได้
 - นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้
5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (10 นาที)
 - 1.1 ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนเมื่อครั้งที่แล้วเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลและคุณสมบัติของค่าคงที่สมดุล รวมทั้งการคำนวณค่าคงที่สมดุล และความรู้ที่ใช้ในการคำนวณ
 - 1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันแก้โจทย์โดยยกตัวอย่างโจทย์ ดังนี้
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (50 นาที)
 - 2.1 ครูแนะนำเกมบิงโกให้นักเรียนเพื่อฝึกการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี
 - 2.2 ครูอธิบายกติกาในการเล่นเกมบิงโก
 - 2.3 ครูแจกอุปกรณ์ในการเล่นเกมนคนละ 1 ชุด
 - 2.4 ครูแจกใบคำตอบให้นักเรียนคนละ 1 ชุด
 - 2.5 ครูและนักเรียนเริ่มเล่นเกมบิงโกโดยครูจะเปิดโจทย์จาก power point และเฉลยคำตอบไปที่ละข้อพร้อมกับนักเรียน
 - 2.6 กลุ่มที่ได้แต้มครบตามที่กำหนด (บิงโก) เป็นคนที่ชนะในรอบนั้น อาจเล่นเกมได้หลายรอบ
3. ขั้นอธิบาย (20 นาที)
 - 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังจากที่เล่นเกม
4. ขั้นอภิปราย (20 นาที)
 - 4.1 ครูอธิบายการคำนวณเพิ่มเติมในโจทย์ที่นักเรียนมีข้อสงสัย โดยให้นักเรียนช่วยกันทำ
5. ขั้นประเมิน (10 นาที)
 - 5.1 ครูถามนักเรียนว่า ค่าคงที่สมดุลมีประโยชน์อย่างไร และเราสามารถนำความรู้ในการคำนวณค่าคงที่สมดุลไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร
6. สื่อและแหล่งเรียนรู้
 - 6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
 - 6.2 เกมบิงโก
 - 6.3 power point โจทย์คำถามเรื่องสมดุลเคมี
7. การวัดผลและการประเมินผล

วัดผลตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยพิจารณาจากการร่วมอภิปราย การทำแบบฝึกหัด การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และการตอบคำถามในชั้นเรียน

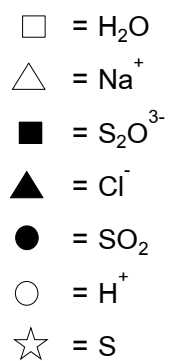
 - 7.1 เครื่องมือวัดผล
 - ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด
 - 7.2 เกณฑ์การวัดผล
 - ตอบคำถามในใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดได้มากกว่าร้อยละ 80

ใบกิจกรรม

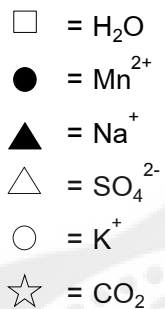
เรื่อง สมดุลเคมี

กำหนดให้อนุภาคต่าง ๆ ในแต่ละการทดลองแทนด้วยรูปภาพดังต่อไปนี้

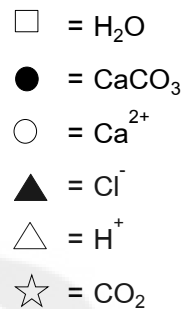
การทดลองที่ 1



การทดลองที่ 2



การทดลองที่ 3



=

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำรูปภาพที่กำหนดให้ในแต่ละการทดลอง วาดลงในการเปลี่ยนแปลงระดับอนุภาค

การทดลองที่ 1

ชื่อ.....

ชั้น.....

เลขที่.....

จุดประสงค์

- อธิบายแนวคิดของปฏิกิริยาเริ่มต้น และที่ปฏิกิริยาสิ้นสุดได้
- อธิบายแนวคิดของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ได้



ตารางบันทึกผล

เวลา (วินาที)	10	20	30	40	50	60
ยังไม่สิ้นสุด						
สิ้นสุดแล้ว						

- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมียังไม่สิ้นสุด

.....

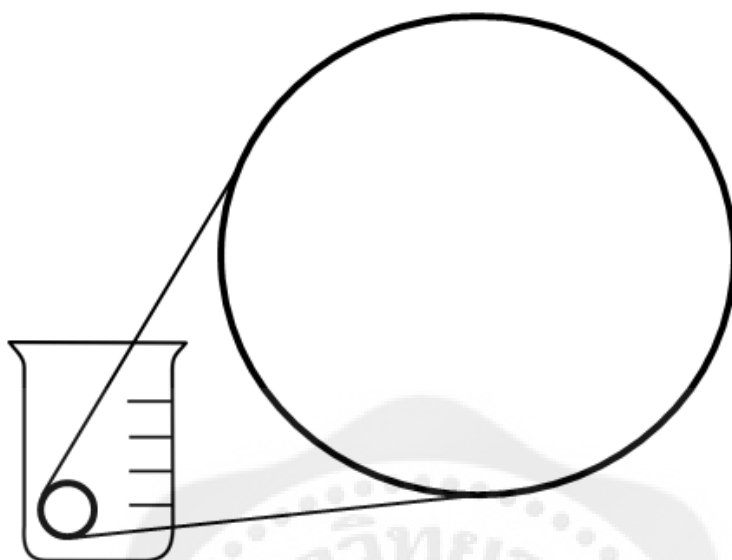
.....

- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีสิ้นสุดแล้ว

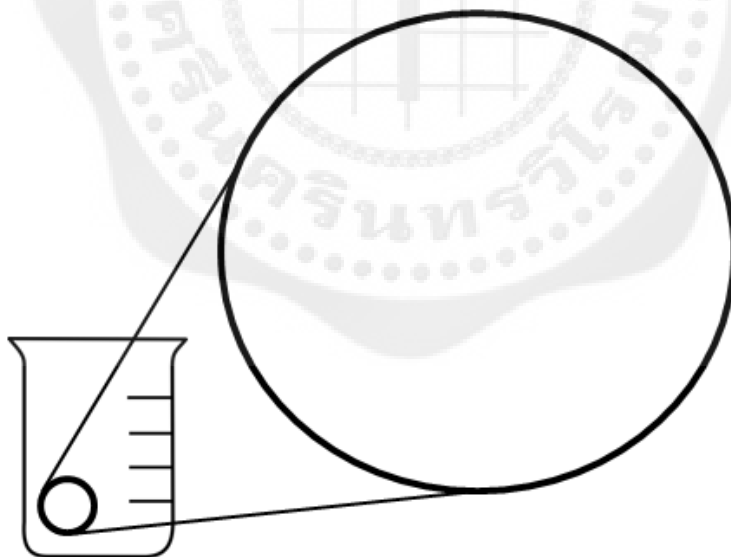
.....

.....

3. ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะเริ่มต้น โดยใช้รูปภาพที่กำหนดให้



4. ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะสิ้นสุด โดยใช้รูปภาพที่กำหนดให้



สรุปการทดลอง

.....

.....

.....

การทดลองที่ 2

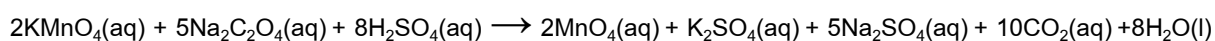
ชื่อ.....

ชั้น.....

เลขที่.....

จุดประสงค์

- อธิบายแนวคิดของปฏิกิริยาเริ่มต้น และที่ปฏิกิริยาสิ้นสุดและสมบูรณ์ได้อย่างถูกต้อง



ตารางบันทึกผล

เวลา (นาที)	1.00	2.00	3.00	4.00	4.50
ยังไม่สิ้นสุด					
สิ้นสุดแล้ว					

- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมียังไม่สิ้นสุด

.....

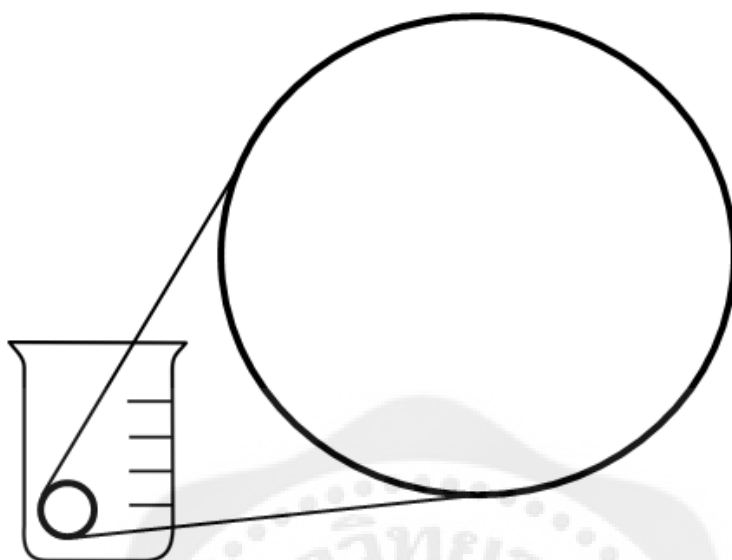
.....

- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีสิ้นสุดแล้ว

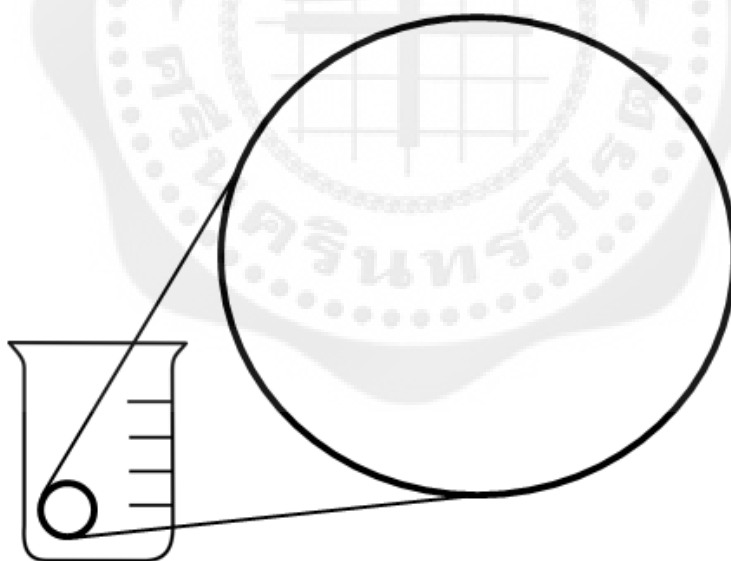
.....

.....

3. ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะเริ่มต้น โดยใช้รูปภาพที่กำหนดให้



4. ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะสิ้นสุด โดยใช้รูปภาพที่กำหนดให้



สรุปการทดลอง

.....

.....

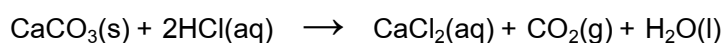
.....

การทดลองที่ 3

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

จุดประสงค์

- อธิบายแนวคิดของปฏิกิริยาเริ่มต้น และที่ปฏิกิริยาสิ้นสุดและสมบูรณ์ได้อย่างถูกต้อง



ตารางบันทึกผล

เวลา (วินาที)	10	20	30	40	45
ยังไม่สิ้นสุด					
สิ้นสุดแล้ว					

- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมียังไม่สิ้นสุด

.....

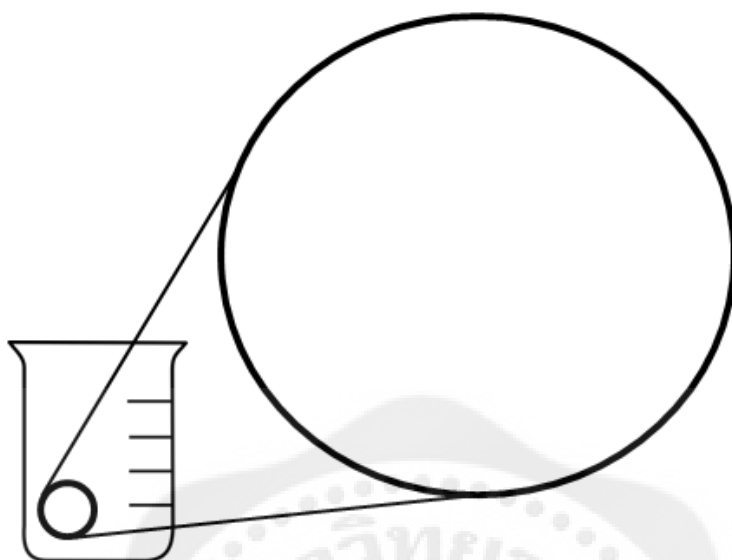
.....

- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีสิ้นสุดแล้ว

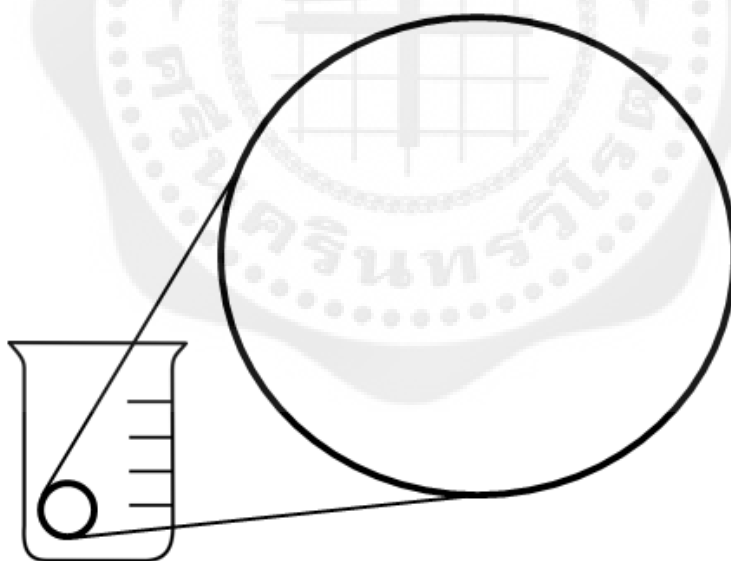
.....

.....

3. ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะเริ่มต้น โดยใช้รูปภาพที่กำหนดให้



4. ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะสิ้นสุด โดยใช้รูปภาพที่กำหนดให้



สรุปการทดลอง

.....

.....

.....

การทดลองที่ 4

ชื่อ.....

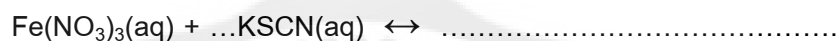
ชั้น.....

เลขที่.....

จุดประสงค์

- อธิบายแนวคิดของปฏิกิริยาสิ้นสุดและไม่สมบูรณ์ได้อย่างถูกต้อง
- ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

- จงเขียนการเปลี่ยนแปลงในรูปของสมการเคมีที่เกิดขึ้น



- จงอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น เมื่อเติม $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$ ลงไปในสารละลาย เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

- จงอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น เมื่อเติม $\text{KSCN}(\text{aq})$ ลงไปในสารละลาย เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

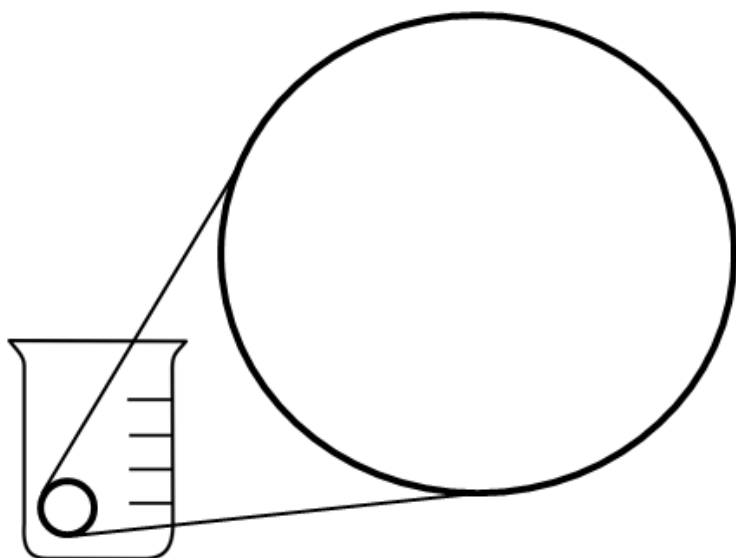
.....

- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเกิดอย่างสมบูรณ์หรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

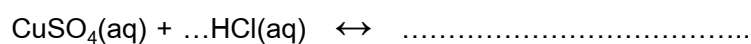
- ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะสิ้นสุด โดยใช้รูปภาพที่กำหนดให้

□ = H_2O △ = Fe^{3+} ■ = NO_3^- ▲ = K^+ ● = SCN^-

การทดลองที่ 5

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

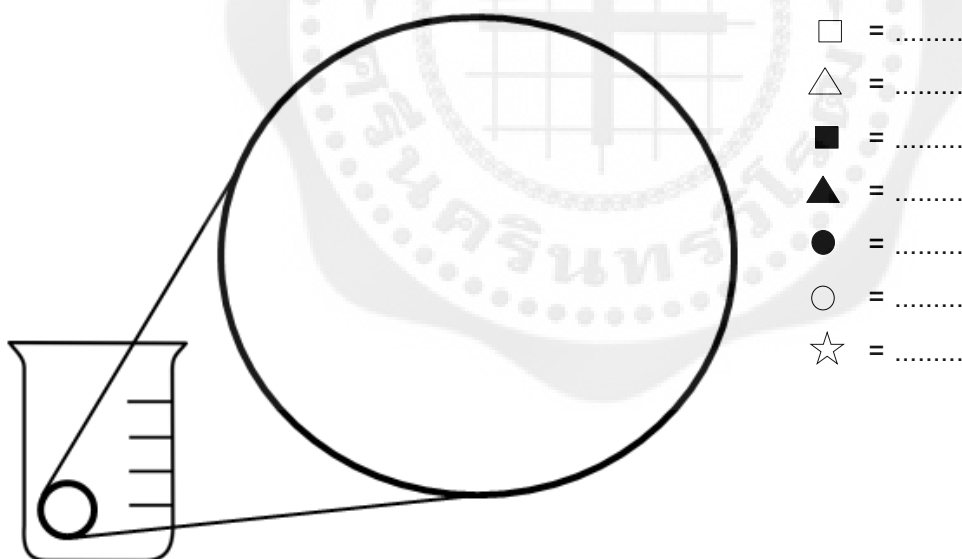
1. จงเขียนการเปลี่ยนแปลงในรูปของสมการเคมีที่เกิดขึ้น



2. อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น หลังจากเติม $\text{HCl}(\text{aq})$ และเติมน้ำลงไปจนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลง

.....

3. ให้นักเรียนวาดรูปอนุภาคของสารต่างๆ ณ สภาวะที่สิ้นสุด โดยกำหนดรูปภาพในแต่ละอนุภาคด้วยตนเอง



□ =
 △ =
 ■ =
 ▲ =
 ● =
 ○ =
 ☆ =

4. สรุปผลการทดลอง

.....

ใบบันทึกผล
เรื่อง สมดุลเคมี

1. ให้นักเรียนสรุปคุณสมบัติของระบบที่เข้าสู่ภาวะสมดุล จากการเล่นเกม

.....

.....

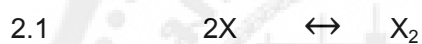
.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล ในรูปของค่าคงที่สมดุล

ดังสมการต่อไปนี้



.....

.....

.....



.....

.....

.....

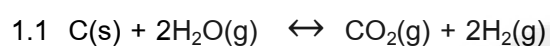
ค่าคงที่สมดุล

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

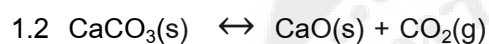
K = ค่าคงที่สมดุล
 $[]$ = ความเข้มข้น หน่วย mol/dm^3 , mol/L
 a, b, c, d = สัมประสิทธิ์จำนวนโมล (ดุลสมการ)
 ** สารที่มีสถานะเป็นของเหลว (l) กับของแข็ง (s) ไม่นำมาคิดค่า K

1. จงแสดงค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



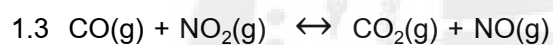
.....

.....



.....

.....



.....

.....

2. จากปฏิกิริยา $A(s) + 2B(g) + 2C(g) \rightleftharpoons 5D(g) + 2E(s)$ ที่ภาวะสมดุล มีสาร $A = 2 \text{ mol/dm}^3$, $B = 3 \text{ mol/dm}^3$, $C = 4 \text{ mol/dm}^3$, $D = 2 \text{ mol/dm}^3$, $E = 1 \text{ mol/dm}^3$ จงหาค่า K

.....

.....

.....

.....

3. จากปฏิกิริยา $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ มีค่า $K = 9$ ที่ภาวะสมดุลมี H_2 1 mol, I_2 1 mol ในภาชนะขนาด 1 ลิตร จงหาความเข้มข้นของ HI ที่ภาวะสมดุล

.....

.....

.....

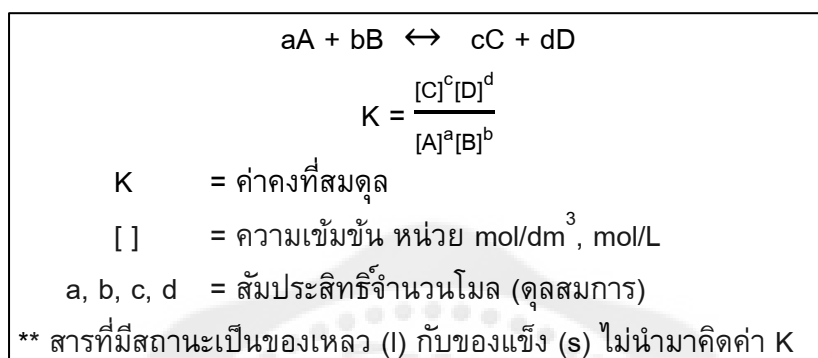
ใบกิจกรรม

ชื่อ.....

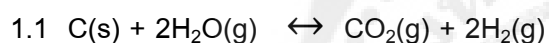
ชั้น.....

เลขที่.....

ค่าคงที่สมดุล



1. จงแสดงค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



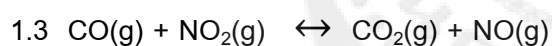
.....

.....



.....

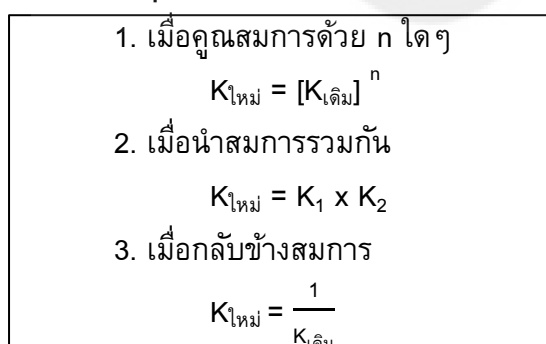
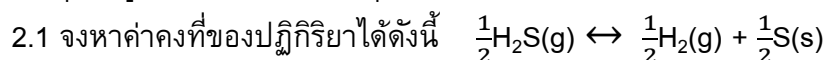
.....



.....

.....

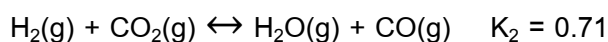
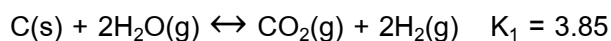
คุณสมบัติของค่าคงที่สมดุล

2. ที่อุณหภูมิ 90°C ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $H_2(g) + S(s) \leftrightarrow H_2S(g)$ มีค่าเท่ากับ 4.0×10^{-2} 

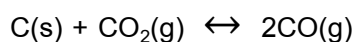
.....

.....

3. ที่อุณหภูมิ 1000 °C หาค่าคงที่ของปฏิกิริยาได้ดังนี้



จงคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา



.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด

1. จากปฏิกิริยา $\text{A(s)} + 2\text{B(g)} + 2\text{C(g)} \leftrightarrow 5\text{D(g)} + 2\text{E(s)}$ ที่ภาวะสมดุล มีสาร A = 2 mol/dm³, B = 3 mol/dm³, C = 4 mol/dm³, D = 2 mol/dm³, E = 1 mol/dm³ จงหาค่า K

.....

.....

.....

.....

2. ที่อุณหภูมิ 700 °C เมื่อนำ N₂ 2 mol มาทำปฏิกิริยากับ H₂ 2 mol ในภาชนะ 5 ลิตร ที่ภาวะสมดุลมีแก๊ส NH₃ เกิดขึ้น 2 mol จงหาค่า K

สมการ.....

.....

.....

.....

.....

4. จากปฏิกิริยา $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ มีค่า K = 9 ที่ภาวะสมดุลมี H₂ 1 mol, I₂ 1 mol ในภาชนะขนาด 1 ลิตร จงหาความเข้มข้นของ HI ที่ภาวะสมดุล

.....

.....

.....

.....

3. กำหนดให้ปฏิกิริยา $2\text{HCl} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2$ ในภาชนะขนาด 2 ลิตร โดยเริ่มจาก HCl 2.86 mol/dm^3 และ H_2 1 mol/dm^3 เมื่อระบบเข้าสู่สมดุลแล้ว มี HCl เหลือ 1.3 mol ที่ภาวะสมดุลมี H_2 กี่กรัม

สมการ	
เริ่มต้น	
เปลี่ยนแปลง	
สมดุล	

.....

.....

.....

.....

.....

5. กำหนดให้ $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$ ที่ภาวะเริ่มต้นมีความเข้มข้นของ SO_2 เท่ากับ 0.5 mol/dm^3 และ NO_2 เท่ากับ 0.6 mol/dm^3 ที่ภาวะสมดุล มี NO_2 เท่ากับ 0.2 mol/dm^3 จงหาค่า K

สมการ	
เริ่มต้น	
เปลี่ยนแปลง	
สมดุล	

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

เรื่อง สมดุลเคมี

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี
2. แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากข้อ ก ข ค ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

ก	ข	ค	ง
		X	

4. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงใน
กระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือคุณสมบัติของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

1. สารตั้งต้นตัวใดตัวหนึ่งถูกใช้หมดไป
2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากัน
3. ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีปริมาณคงที่
4. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นแล้ว

ก. 1, 2 และ 3

ข. 1, 3 และ 4

ค. 2,3 และ 4

ง. ถูกทุกข้อ

2. เมื่อนำสารละลาย CuSO_4 0.1 M จำนวน 5 cm^3 เติมสารละลาย HCl เข้มข้น 5 cm^3 และเติมน้ำลงไป ได้ผลดังตาราง

สารละลายที่เติมลงไป	ผลที่สังเกตได้
-	สารละลายสีฟ้า
HCl	สารละลายสีเขียวแกมเหลือง
H_2O	สารละลายสีฟ้า
HCl	สารละลายสีเขียวแกมเหลือง
H_2O	สารละลายสีฟ้า

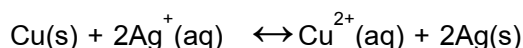
จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ เพราะเมื่อเติมกรด HCl เป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้า จะได้ $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ ซึ่งมีสีเหลือง เมื่อเติม H_2O ลงไป ปฏิกิริยาย้อนกลับ จะได้ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$
- ข. เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ เพราะเมื่อเติม H_2O เป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้า จะได้ $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ ซึ่งมีสีเหลือง เมื่อเติม HCl ลงไป ปฏิกิริยาย้อนกลับ จะได้ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$
- ค. เป็นปฏิกิริยาผันกลับไม่ได้ เพราะ HCl ถูกใช้ไปจนหมดแล้ว
- ง. เป็นปฏิกิริยาผันกลับไม่ได้ เพราะ H_2O ถูกใช้ไปจนหมดแล้ว

3. ข้อใดเป็นความหมายของสมดุลไดนามิก

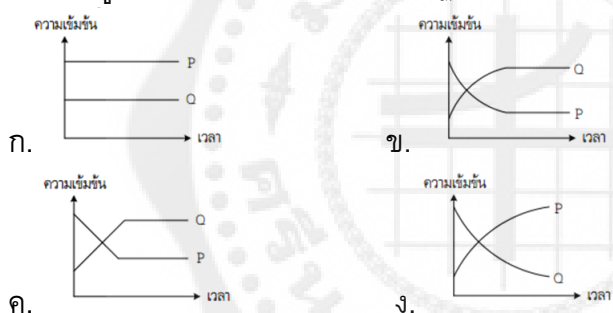
- ก. การเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับยังดำเนินต่อไป
- ข. ระบบยังมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์
- ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีค่าคงที่
- ง. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากัน

4. ถ้าปฏิกิริยาต่อไปนี้อยู่ในภาวะสมดุล



ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน
- ข. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะคงที่
- ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะเท่ากัน
- ง. ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์จะคงที่

5. ข้อใดเป็นกราฟที่ถูกต้องของการดำเนินไปในปฏิกิริยา $\text{P} \rightleftharpoons \text{Q}$ 

6. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์จากค่าคงที่สมดุล

- ก. ทำนายทิศทางของปฏิกิริยา
- ข. คำนวณความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล
- ค. พิจารณาว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้าเพียงใด
- ง. พิจารณาว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด

7. ถ้าปฏิกิริยาต่อไปนี้อยู่ในภาวะสมดุล ปฏิกิริยาใดสามารถเกิดภาวะสมดุลได้

- ก. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$
- ข. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- ค. $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
- ง. $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

8. จากปฏิกิริยา $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ เมื่อถึงสมดุลจะมี H_2S 2 mol H_2 0.40 mol และ S_2 1.6 mol ในภาชนะขนาด 2 dm^3 ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้เท่ากับเท่าใด

- ก. 0.032
- ข. 0.064
- ค. 0.16
- ง. 0.32

9. ข้อใดคือสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่มีค่าคงที่สมดุลดังนี้

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2[\text{Cl}_2]}{[\text{NO}_2\text{Cl}]^2}$$

- ก. $2\text{NO}_2 + \text{Cl}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2\text{Cl}$
- ข. $2\text{NO}_2\text{Cl} \leftrightarrow 2\text{NO}_2 + \text{Cl}_2$
- ค. $\text{NO}_2\text{Cl} \leftrightarrow \text{NO}_2 + \text{Cl}_2$
- ง. $\text{NO}_2 + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{NO}_2\text{Cl}$

10. ข้อใดคือค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



- ก. $\frac{[\text{CO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{CO}_2]^2}$
- ข. $\frac{[\text{CO}][\text{O}_2]}{[\text{CO}_2]}$
- ค. $\frac{[\text{CO}]^2}{[\text{O}_2][\text{CO}]^2}$
- ง. $\frac{[\text{CO}]}{[\text{O}_2][\text{CO}]_2}$

11. กำหนดให้ $2\text{HI}(\text{g}) \leftrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$; $K = 2.0 \times 10^{-2}$

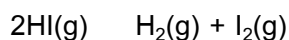
จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $\text{HI}(\text{g}) \leftrightarrow \frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{I}_2(\text{g})$

- ก. 1.0×10^{-2}
- ข. 2.0×10^{-2}
- ค. 1.0×10^{-1}
- ง. 1.4×10^{-1}

12. ค่า K_p ที่อุณหภูมิ 500°C ของปฏิกิริยา $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ มีค่า 1.50×10^{-5} จงคำนวณค่า K_c

- ก. 6.04×10^{-5}
- ข. 6.04×10^{-2}
- ค. 1.20×10^{-5}
- ง. 1.20×10^{-2}

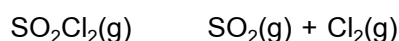
13. ที่อุณหภูมิ 400 K สาร HI เข้มข้น 1 M สลายตัวไป 60% จึงถึงสภาวะสมดุล



จงคำนวณหาค่า K_c ของปฏิกิริยานี้

- ก. 0.56
- ข. 5.60
- ค. 0.12
- ง. 1.20

14. ปฏิกิริยาการสลายตัวของ SO_2Cl_2 เป็นไปตามสมการ



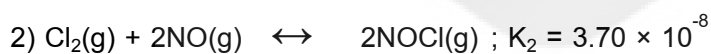
ที่อุณหภูมิ 100 °C K_p มีค่า 2.65 ความดันย่อยของ SO_2Cl_2 ในภาชนะหลังเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 100 °C จึงถึงสภาวะสมดุลมีค่า 0.45 atm จงคำนวณหาความดันย่อยของ SO_2 และ Cl_2

- ก. 0.05
- ข. 0.12
- ค. 1.00
- ง. 1.09

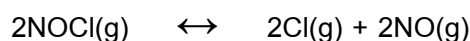
15. แก๊ส PCl_5 จำนวน 15 g บรรจุในภาชนะขนาด 2.00 L ที่อุณหภูมิ 250 °C ปล่อยให้ PCl_5 สลายตัวจนถึงสภาวะสมดุล พบว่ามีแก๊ส Cl_2 จำนวน 3.64 g จงคำนวณหาค่า K_c ของปฏิกิริยานี้ที่อุณหภูมิ 250 °C

- ก. 6.04×10^{-5}
- ข. 6.04×10^{-2}
- ค. 6.35×10^{-2}
- ก. ง. 1.20×10^{-2}

16. กำหนดค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาดังนี้



จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



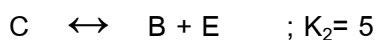
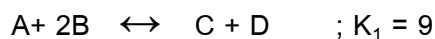
ก. $\frac{K_1}{K_2}$

ค. $\sqrt{\frac{K_1}{K_2}}$

ข. $\frac{K_2}{K_1}$

ง. $\sqrt{\frac{K_2}{K_1}}$

17. กำหนดปฏิกิริยาที่สภาวะสมดุล



ค่าของ K_3 คือข้อใด

ก. 3

ข. 5

ค. 15

ง. 45

18. ปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 1476 K เขียนได้ดังนี้



จงหาค่า K ของ $C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)$ ที่อุณหภูมิเดียวกัน

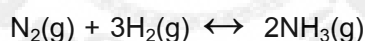
ก. 5.0×10^8

ข. 10.0×10^{11}

ค. 12.5×10^{14}

ง. 1.25×10^{14}

19. แก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากันในภาชนะปิดขนาด 250 cm^3 ที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่งดังสมการ



ที่ภาวะสมดุลพบว่ามีแก๊สไนโตรเจนแก๊สไฮโดรเจน และแก๊สแอมโมเนียเท่ากับ 2.0 3.0 และ 4.0 mol ตามลำดับ จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุล

ก. 2.96×10^{-1}

ข. 1.90×10^{-2}

ค. 3.38×10^{-1}

ง. 4.14×10^{-2}

20. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ เท่ากับ 9.0 ที่ 30°C ณ ภาวะสมดุล ที่อุณหภูมิเดียวกันนี้พบว่าในภาชนะขนาด 2 dm^3 มีแก๊สไฮโดรเจนไอโอด์และแก๊สไฮโดรเจนอยู่ 0.6 และ 0.4 mol ตามลำดับ จะมีแก๊สไอโอดีนอยู่ที่ mol/dm^3

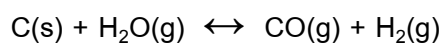
ก. 0.01 mol/dm^3

ข. 0.05 mol/dm^3

ค. 0.10 mol/dm^3

ง. 0.50 mol/dm^3

21. ที่อุณหภูมิ 800 °C เมื่อผ่านไอน้ำไปบนถ่านโค้กจะได้ Water gas ซึ่งเป็นแก๊สผสมระหว่างแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนตั้งสมการ



ณ ภาวะสมดุล มีสารต่างๆ อยู่ดังนี้ แก๊สไฮโดรเจน $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ และไอน้ำ $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ ข้อใดคือค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้

ก. 0.25×10^{-2}

ข. 0.50×10^{-2}

ค. 4.0×10^{-1}

ง. 1.6×10^{-1}

22. จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $\text{A} + 2\text{B} \leftrightarrow 2\text{C}$ เมื่อผสมสาร A 2 mol กับสาร B 4 mol ในภาชนะขนาด 2 dm^3 พบว่าที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสาร C เท่ากับ 1.00 mol/dm^3

ก. 0.5

ข. 1.0

ค. 2.0

ง. 4.0

23. เมื่อผสมก๊าซ A และก๊าซ B เข้าด้วยกันในภาชนะขนาด 500 cm^3 ที่อุณหภูมิ 70 °C เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลพบว่า มีก๊าซ A , B และ C เท่ากับ 2 , 2.5 และ 4 mol ตามลำดับ จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่กำหนดให้



ก. 0.06

ข. 0.08

ค. 0.36

ง. 0.64

24. พิจารณาสมการ $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 4.5 ที่ 28 °C

เมื่อก๊าซผสมเข้าสู่สมดุลแล้วในภาชนะ 4 dm^3 พบว่ามี $\text{HI} = 1.2 \text{ mol}$ และ $\text{I}_2 = 0.4 \text{ mol}$ ที่ภาวะสมดุลมี H_2 อยู่กี่ mol/dm^3

ก. 0.01 mol/dm^3

ข. 0.02 mol/dm^3

ค. 0.10 mol/dm^3

ง. 0.20 mol/dm^3

25. จากปฏิกิริยา $A(s) + 3B(g) + 2C(g) \leftrightarrow 4D(g)$ ที่สมดุลภายในภาชนะ 5 dm^3 มี A, B, C และ D อยู่ 2, 2, 1 และ 3 mol ตามลำดับ จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุล

- ก. 5.06
- ข. 50.6
- ค. 50
- ง. 51.6

26. จากปฏิกิริยา $Y(s) + 2W(g) \leftrightarrow 2Z(g)$ ที่สมดุลความเข้มข้นของ $Y = 0.01 \text{ mol/dm}^3$, $W = 0.50 \text{ mol/dm}^3$ จงคำนวณหาความเข้มข้นของ Z ถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่าเท่ากับ 0.64

- ก. 0.3 mol/dm^3
- ข. 0.2 mol/dm^3
- ค. 0.4 mol/dm^3
- ง. 0.5 mol/dm^3

27. เมื่อนำก๊าซ A และ B อย่างละ 0.8 mol ผสมกันในภาชนะขนาด 1 dm^3 เกิดปฏิกิริยาได้ก๊าซ C และ D ดังสมการ $A + B \leftrightarrow C + D$ เมื่อถึงภาวะสมดุลพบว่าความเข้มข้นของ C เท่ากับ 0.60 mol/dm^3 จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุล

- ก. 6.0
- ข. 7.0
- ค. 8.0
- ง. 9.0

28. PCl_5 จำนวน 4 mol ถูกบรรจุในภาชนะขนาด 2 dm^3 ที่ภาวะสมดุลพบว่า Cl_2 เท่ากับ 0.40 mol ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $\text{PCl}_5(g) \leftrightarrow \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$ มีค่าเท่าใด

- ก. 0.022 mol/dm^3
- ข. 0.03 mol/dm^3
- ค. 0.12 mol/dm^3
- ง. 0.42 mol/dm^3

29. เมื่อปฏิกิริยา $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(g)$ ดำเนินไปจนถึงสมดุลแล้วพบว่า SO_2 12.8 กรัม มี O_2 9.6 กรัม ในภาชนะขนาด 1 ลิตร มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 30 ที่ภาวะสมดุลมี SO_3 กี่กรัม (S = 32, O = 16)

- ก. 80
- ข. 48
- ค. 4
- ง. 24

30. จากปฏิกิริยา $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ เมื่อถึงสมดุลจะมี H_2S 2 mol H_2 0.40 mol และ S_2 1.6 mol ในภาชนะขนาด 2 dm^3 ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้เท่ากับเท่าใด

- ก. 0.032
- ข. 0.064
- ค. 0.16
- ง. 0.32



**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
ต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา
วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี ฉบับนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 5 ช่อง
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อและพิจารณาเลือกตอบในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด โดยทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องนั้นทุกข้อ
3. การตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมดุลเคมี เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับนักพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องสมดุลเคมี ต่อไป

4. เมื่อทำแบบสอบถามเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนส่งคืนแบบสอบถามให้กับผู้สอน

ระดับ	5	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
1.2 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้เข้าใจง่าย					
1.3 การจัดเนื้อหาในกิจกรรมเหมาะสมกับเวลาเรียน					
2. ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสีของสื่อการสอน					
2.1 ภาพและการออกแบบสื่อการสอนดูสวยงามและดึงดูดความสนใจ					
2.2 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย					
2.3 ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดพอเหมาะ					
3. ด้านการแสดงออกต่อชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี					
3.1 นักเรียนสนุกสนาน และตื่นตัวกับการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี					
3.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
3.3 เกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมี					
3.4 อยากเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องสมมูลเคมีแบบนี้					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวณัฐฐา พวงไพโรจน์
วันเดือนปีเกิด	24 ตุลาคม 2534
สถานที่เกิด	จังหวัด เพชรบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	456/1 ตำบล หน้าเมือง อำเภอ เมือง จังหวัด ปราณบุรี 25000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2547	มัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนปราจีนกัลยาณี จังหวัด ปราจีนบุรี
พ.ศ. 2550	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนปราจีนราษฎร์บำรุง จังหวัด ปราจีนบุรี
พ.ศ. 2553	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา เคมี จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา เคมี จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ