



ผลการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก

**THE EFFECTIVENESS OF PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)
TECHNIQUE ON GRADE 12 STUDENTS' ACHIEVEMENT
OF ELECTROLYTIC CELL**

โดย

นราภรณ์ นาคพันธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2560



**THE EFFECTIVENESS OF PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)
TECHNIQUE ON GRADE 12 STUDENTS' ACHIEVEMENT
OF ELECTROLYTIC CELL**

BY

NARAPON NAKPHAN

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF ARTS IN TEACHING SCIENCE
FACULTY OF EDUCATION**

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2017

วิทยานิพนธ์เรื่อง

ผลการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังกัด อธิบาย (POE) ต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก

โดย

นรากรณ์ นาคพันธ์

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2560

ศ.ดร.สุพจน์ ทารหนองบัว
ประธานกรรมการสอบ

ผศ.ดร.เพียงจันทร์ โกญจนาท
กรรมการ

รศ.ดร.กานดา ว่องไวลิขิต
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ร.ต.หญิง ดร.วรรณิ์ สุขสาตร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

16 พฤษภาคม 2561

Thesis entitled

**THE EFFECTIVENESS OF PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE) TECHNIQUE
ON GRADE 12 STUDENTS' ACHIEVEMENT
OF ELECTROLYTIC CELL**

by

NARAPON NAKPHAN

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Arts in Teaching Science

Rangsit University
Academic Year 2017

Prof.Supot Hannongbua, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Asst.Prof.Peangchan Goenchanart, Ed.D.
Member

Assoc.Prof.Kanda Wongwailikhit, Ph.D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Asst.Prof.Plт.Off. Vannee Sooksatra, D.Eng.)

Dean of Graduate School

May 16, 2018

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.กานดา ว่องไวลิขิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจนแนวทางสำหรับการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และให้ความช่วยเหลือใน ทุกด้านด้วยความเอาใจใส่มาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หาญหนองบัว ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพียงจันทร์ โกญจนาท กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุง ทำให้วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาตลอดเวลาอันมีค่าในการเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือสำหรับใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้การเก็บ รวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ (สกวค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้การ สนับสนุนทุนการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่เป็นกำลังใจ รวมถึงให้การ สนับสนุนการศึกษามาโดยตลอด และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ให้ความ ช่วยเหลืออย่างดียิ่งตลอดการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้ จนผู้วิจัยประสบผลสำเร็จได้ด้วยดี

นราภรณ์ นาคพันธ์

ผู้วิจัย

5906733 : สาขาวิชาเอก: การสอนวิทยาศาสตร์; ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
 คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้, ทักษะการคิดวิเคราะห์, เทคนิคแบบทำนาย สังเกต

อธิบาย

นราภรณ์ นาคพันธ์: ผลการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก (THE EFFECTIVENESS OF PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE) TECHNIQUE ON GRADE 12 STUDENTS' ACHIEVEMENT OF ELECTROLYTIC CELL) อาจารย์ที่ปรึกษา: รศ.ดร. กานดา ว่องไวลิขิต, 154 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) ศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และ 3) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เมื่อใช้วิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก จำนวน 8 แผน แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แบบบันทึกภาคสนาม ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนอยู่ในระดับกลาง ($<g> = 0.62$) เมื่อพิจารณารายบุคคลพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (ร้อยละ 48.72) และระดับสูง (ร้อยละ 41.03) จึงกล่าวได้ว่า การเรียนการสอนด้วยวิธีทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน นอกจากนี้ นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยเริ่มต้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94.9) มีทักษะการคิดวิเคราะห์ระดับปรับปรุง หลังจากนั้นมีการเพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นระดับพอใช้ ดี และดีเยี่ยมเป็นลำดับ โดยในแผนการเรียนสุดท้ายมีนักเรียนที่ได้ระดับดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ 10.3 ซึ่งช่วยสนับสนุนว่าการเรียนการสอนด้วยเทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย สามารถช่วยเพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบายให้มีประสิทธิภาพ ต้องเลือกใช้สื่อการเรียนให้เหมาะสมกับบทเรียน จัดกิจกรรมให้มีความหลากหลาย และเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง แต่ควรต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดีที่สุดต่อแผนการเรียนรู้

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

5906733 : MAJOR: TEACHING SCIENCE; M.A. (TEACHING SCIENCE)
**KEYWORDS : ACHIEVEMENT, ANALYTICAL THINKING SKILL, PREDICT-
 OBSERVE-EXPLAIN TECHNIQUE**

**NARAPON NAKPHAN: THE EFFECTIVENESS OF PREDICT-OBSERVE-
 EXPLAIN (POE) TECHNIQUE ON GRADE 12 STUDENTS' ACHIEVEMENT OF
 ELECTROLYTIC CELL. THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF. KANDA
 WONGWAILIKHIT, Ph.D., 154 p.**

The purposes of this research were to study 1) the student improvement, 2) the analytical thinking skill, and 3) the learning management using the predict-observe-explain technique (POE). The sample group consisted of 39 students from Mattayomsuksa 6 during the first semester in the academic year 2017. The research instruments composed of the 8 lesson plans of electrolytic cell, observation form, field study report, activity sheet, and achievement test. The result showed that the average class normalized gain $\langle g \rangle$ was 0.62 referring to a medium level of the class. In addition, most of the students were individually improved at the medium level (48.72%) and high level (41.03%). Therefore, there was an improvement of the students when the predict-observe-explain technique was applied. The students showed the gradual development of their analytical thinking skill. Initially, their evaluations were mostly “needs improvement” (94.9%). Later, “fair” and “good” evaluations were obtained and eventually 10.3 percent of the students were achieved “excellent” levels in the final learning activity. These results supported the effectiveness of predict-observe-explain technique regarding the development of students’ analytical thinking skill. However, the management of predict-observe-explain technique required the suitable equipment and varieties of activities for encouraging the students to participate and learn by doing. We also suggested that time management for each activity should be carefully controlled for the efficiency of the studies.

Student’s Signature Thesis Advisor’s Signature

สารบัญ

| | หน้า |
|--------------------|---|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ช |
| สารบัญรูป | ซ |
| บทที่ 1 | บทนำ |
| | 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา |
| | 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย |
| | 1.3 สมมติฐานของการวิจัย |
| | 1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย |
| | 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ |
| บทที่ 2 | ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง |
| | 2.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ |
| | 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย |
| | 2.3 ทักษะการคิดวิเคราะห์ |
| | 2.4 ความก้าวหน้าทางการเรียน |
| | 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง |
| บทที่ 3 | ระเบียบวิธีการวิจัย |
| | 3.1 การสำรวจบริบทและสภาพทั่วไปของโรงเรียน |
| | 3.2 รูปแบบการวิจัย |
| | 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย |
| | 3.4 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|-----------|
| 3.5 วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล | 25 |
| 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล | 26 |
| บทที่ 4 | |
| ผลการวิจัย | 29 |
| 4.1 ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ | 29 |
| 4.1.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน | 30 |
| 4.1.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล | 30 |
| 4.1.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ | 34 |
| 4.2 ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ | 36 |
| 4.2.1 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายหัวข้อ | 36 |
| 4.2.2 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายแผนการจัดการเรียนรู้ | 41 |
| 4.3 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ | 44 |
| 4.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 | 45 |
| 4.3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 | 47 |
| 4.3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 | 50 |
| 4.3.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 | 52 |
| 4.3.5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 | 54 |
| 4.3.6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 | 56 |
| 4.3.7 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 | 59 |
| 4.3.8 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 | 62 |
| บทที่ 5 | |
| สรุปผลและข้อเสนอแนะ | 71 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย | 71 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 75 |
| บรรณานุกรม | 77 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|------------------------|------------|
| ภาคผนวก | 81 |
| ภาคผนวก ก | 82 |
| ภาคผนวก ข | 84 |
| ภาคผนวก ค | 136 |
| ภาคผนวก ง | 139 |
| ภาคผนวก จ | 147 |
| ภาคผนวก ฉ | 152 |
| ประวัติผู้วิจัย | 154 |

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 3.1 | แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย | 26 |
| 4.1 | ค่าเฉลี่ยรายชั้นเรียนของคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย | 30 |
| 4.2 | คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ | 34 |
| 4.3 | เกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ | 36 |
| 4.4 | สรุปปัญหาที่มีการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ | 66 |

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--------|------|
| 1.1 | 6 |
| 4.1 | 31 |
| 4.2 | 35 |
| 4.3 | 37 |
| 4.4 | 38 |
| 4.5 | 39 |
| 4.6 | 40 |
| 4.7 | 42 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนทุกคนมีความรู้และเกิดทักษะต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานและมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต ทั้งด้านการศึกษาและการประกอบอาชีพในอนาคตของผู้เรียน โดยตระหนักถึงความสำคัญที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มที่ตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ซึ่งปัจจุบันวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในหลายด้านในสังคม เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องอย่างมากสำหรับการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพของทุกคน ตลอดจนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิต ซึ่งสิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้เป็นผลมาจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์และความรู้ในวิชาอื่น ๆ มาผนวกเข้าด้วยกัน ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีส่วนช่วยในการพัฒนาการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การวิจารณ์ และการมีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย มีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ อีกทั้งยังเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกในปัจจุบันซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องพัฒนาตนเองให้รู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะได้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยี ที่ถูกประดิษฐ์คิดค้นขึ้นสร้างสรรค์ และสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ, 2545)

แต่อย่างไรก็ตาม เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนสำหรับรายวิชาวิทยาศาสตร์มีค่อนข้างมาก และปัจจุบันวิธีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบของการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากต้องการให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ในการสอนเนื้อหาให้ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงทำให้ครูผู้สอนไม่ได้เน้นในส่วนของการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ด้วยสาเหตุนี้ทำให้พบว่าครูผู้สอนเกิดปัญหา คือ ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละบุคคลที่มี

พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันได้ และพบว่ายังมีผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อนหรือไม่สามารถมองเห็นภาพหรือมองเป็นรูปธรรมได้ ผู้เรียนจึงคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจ จึงทำให้ผู้เรียนไม่สนใจเรียน ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอยู่ในระดับต่ำ (ศศิธร ไกรบุตร, 2553, น. 1-2) และจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (Ordinary Nation Education Test หรือ O-Net) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการจำแนกตามสังกัด ซึ่งแสดงผลคะแนนเฉลี่ยของ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาไทย สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2559 พบว่าโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ถึงจำนวน 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คือ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีเพียงกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยที่มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ในระดับที่สูงกว่าร้อยละ 50 นั่นคือร้อยละ 52.29 นอกจากนี้ยังพบว่าในปีการศึกษา 2559 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 31.62 และหากพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศแล้ว พบว่าโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วคะแนนที่ได้จากผลการทดสอบถือว่ายังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในระยะเวลา 3 ปี คือ ปีการศึกษา 2557-2559 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 38.11, 36.84 และ 35.10 คะแนน ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มที่ลดลงในแต่ละปีการศึกษา และจากผลการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) ซึ่งเป็นโครงการขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ : Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) โดยทำการประเมินการเรียนรู้ของเยาวชนที่มีอายุ 15 ปี ใน 3 ด้าน ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาแนวโน้มผลการประเมิน PISA 2000 ถึง PISA 2015 ของประเทศไทย พบว่าผลการประเมินทั้ง 3 ด้าน มีแนวโน้มลดลง แม้ว่าในช่วง PISA 2009 ถึง PISA 2012 จะมีแนวโน้มของผลการประเมินด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ที่สูงขึ้นก็ตาม นอกจากนี้ผลการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA) ด้านวิทยาศาสตร์ ปี 2015 พบว่า มีคะแนนมาตรฐานเท่ากับ 493 คะแนน แต่คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทย มีค่าเท่ากับ 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานถึง 72 คะแนน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558) อนึ่งการประเมินโดยใช้ข้อสอบ PISA นั้นเป็นการทดสอบความรู้ของนักเรียนที่กำหนดให้ต้องใช้เหตุผลและใช้การคิดวิเคราะห์ โดยลักษณะของคำถาม ตลอดจนคำตอบที่ต้องการจะแตกต่างจากข้อสอบที่วัดความรู้ทั่วไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี, 2555) ผลการทดสอบ PISA ของไทยสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังบกพร่องในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่าสภาพการณ์การศึกษาของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นจากหลายปัจจัยด้วยกัน โดยหนึ่งในปัญหาที่สังเกตได้ชัดเจน คือ นักเรียนยังขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์หรือไม่สามารถดึงประโยชน์จากความรู้ที่เรียนเข้ามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากการจัดการเรียนสอนส่วนใหญ่เป็นเพียงการบรรยายเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และสามารถจดจำเนื้อหาได้ และสามารถทำแบบทดสอบเพื่อแข่งขันต่าง ๆ ได้ แต่ถ้าหากผู้เรียนได้รับการพัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์ จะทำให้ผู้เรียนรู้จักและเข้าใจตนเอง ทราบข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น และเข้าใจเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล (จุฑารัตน์ พันธุ, 2556; มนตรี วงษ์สะพาน, 2556)

การศึกษาในปัจจุบันได้มีการให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด การวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ในทักษะด้านต่าง ๆ รวมถึงเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ และสังคมไปพร้อม ๆ กัน โดยการศึกษานั้นต้องเริ่มต้นจากการเรียนรู้ทฤษฎีก่อนที่จะเข้าสู่การเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ ซึ่งความรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติก็สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เช่นกัน ดังนั้นการเรียนรู้ในปัจจุบัน นอกจากต้องเรียนเพื่อให้ได้ความรู้แล้ว จะต้องได้ทักษะจากการเรียนรู้นั้น ๆ ด้วย และการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกในปัจจุบันที่เข้าสู่ภาวะของการคิดค้นนวัตกรรม จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องมีการฝึกฝนทักษะทางด้านความคิดและการลงมือปฏิบัติให้มากขึ้น เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้สำหรับการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นในอนาคต และเพื่อให้ผู้เรียนสามารถรู้จักปรับตัวให้อยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้ (วิจารณ์ พานิช, 2555, น. 33, 2556, น. 12-13) สำหรับวิชาเคมี ซึ่งเป็นรายวิชาในหมวดวิทยาศาสตร์ จัดเป็นวิชาที่พบปัญหาในการเรียนการสอน โดยเฉพาะหัวข้อเรื่อง ไฟฟ้าเคมี ซึ่งเนื้อหาจะอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานเคมี ซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549 อ้างถึงใน จุฑามาศ เจตน์กสิกิจ, 2552) โดยผู้วิจัยได้สอบถามครูผู้สอนรายวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าครูผู้สอนใช้การบรรยายเนื้อหาเพียงอย่างเดียว และไม่ได้จัดให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนด้วยตนเอง เป็นผลให้นักเรียนรู้สึกเบื่อและไม่ให้ความสนใจกับการเรียนแบบท่องจำ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีหลากหลายรูปแบบ เช่น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society (STS) Approach) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนให้เข้ากับการดำเนินชีวิตในประจำวัน ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ใน 3 สาขาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยการนำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงมาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ให้เกิดประโยชน์หรือช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งต่อตนเองและสังคมได้ (นฤมล ยุตาคุม, 2542, น. 31) หรือการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทั้งผู้เรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ช่วยเหลือกันและกันในระหว่างการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันและส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมที่เพิ่มขึ้น โดยทั้งผู้เรียนในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนต่างได้ประโยชน์จากการได้ปฏิบัติการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (วันเพ็ญ ห่อทอง, 2553, น. 26) และอื่น ๆ อีกมากมายหนึ่งในนั้นก็คือ การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict Observe Explain) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการตัดสินใจ โดยใช้ความเชื่อเดิมของตนเอง นำมาผนวกกับความรู้หรือความเข้าใจที่มีอยู่ในขณะนั้น และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายผลที่เกิดขึ้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมถึงเป็นวิธีการที่เน้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในการทำนาย การสังเกต และการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมและความรู้ที่ได้รับ เพื่อเกิดเป็นการเรียนรู้หรือประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ (White & Gunstone, 1992 อ้างถึงใน พนิตนันท์ วิเศษแก้ว, 2553) โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ จากการลงมือกระทำนั้น และสามารถใช้ความรู้ที่เรียนเพื่ออธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดได้อย่างเป็นระบบและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น (มิรันตี โทผาวงษ์, 2557, น. 2) และการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้พื้นฐานจากประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียนในการแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (สมโภชน์ นันบุญ, 2555, น. 3) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีอายุในช่วงระหว่าง 13-18 ปี ซึ่งเป็นช่วงการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากนักเรียน

มีวุฒิภาวะเพียงพอที่จะสามารถคิดหาเหตุผลในลักษณะของการอุปมานเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับขั้นตอนของการอธิบายได้ ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (ลักขณา สิริวัฒน์, 2557)

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย มาใช้ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เรื่อง เซลล์อเล็กโทโรไลติก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ รวมถึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เซลล์อเล็กโทโรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ในการเรียนการสอน

1.2.2 เพื่อศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เซลล์อเล็กโทโรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการใช้นิเทศนิกแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

1.2.3 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้นิเทศนิกแบบทำนาย สังเกต อธิบายที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อเล็กโทโรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้นิเทศนิกแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อเล็กโทโรไลติก มีความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้นิเทศนิกแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อเล็กโทโรไลติก มีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

1.3.3 ครูผู้สอนมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้นิเทศนิกแบบทำนาย สังเกต อธิบายที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อเล็กโทโรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

□

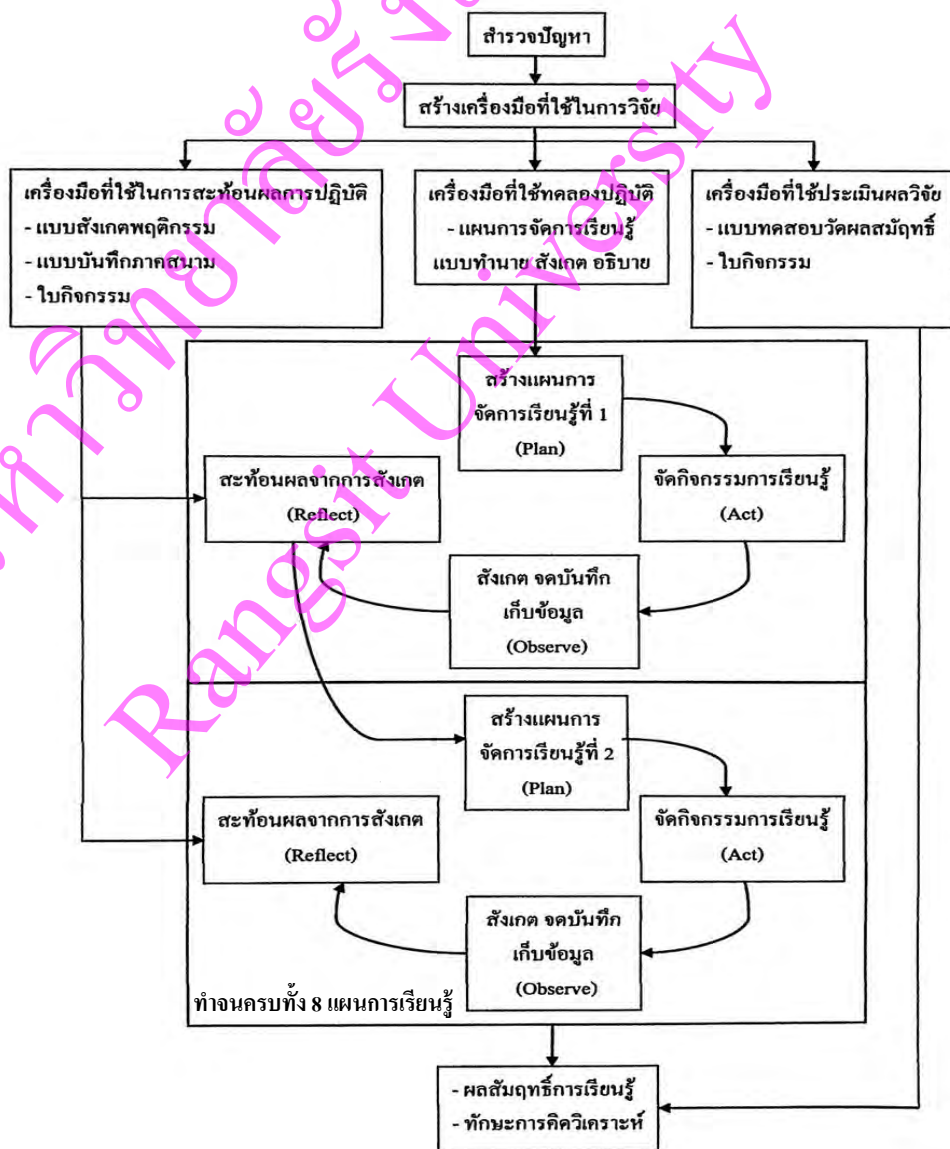
ตัวแปรอิสระ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ
ทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง
เซลล์เล็ก โโทรไลติก

□

ตัวแปรตาม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์เล็ก โโทรไลติก
ทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เซลล์เล็ก โโทรไลติก



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) หมายถึง การจัดการเรียนการสอน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ที่เน้นเกี่ยวกับการให้ผู้เรียนนำประสบการณ์ ความเชื่อหรือความรู้เดิมที่ตนเอง มีอยู่มาใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้เกิดขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณา องค์ประกอบต่าง ๆ สำหรับการทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างเป็นขั้นตอนและมีเหตุผล ซึ่งเพื่อให้ผู้เรียน ได้เกิดการพัฒนาทางด้าน การแสดงความคิดและความสามารถในการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล โดย วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ (White & Gunstone, 1992 อ้างถึงใน สรวุฑ นาเสงี่ยม, 2554, น. 5-6)

- 1) ขั้นตอนการทำนาย (Predict) เป็นการให้ผู้เรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากการ ทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
- 2) ขั้นตอนการสังเกต (Observe) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหรือทำการ ทดลอง เพื่อพิสูจน์ และหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
- 3) ขั้นตอนการอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องอธิบายว่าผลที่เกิดขึ้นจาก การสังเกตการณ์ทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ นั้นเป็นไปตามที่ตนเอง ได้ทำนายไว้ ในขั้นตอนแรกหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจำเป็นต้องหาเหตุผลมาเพื่ออธิบาย เกี่ยวกับความคิดของตนเอง ซึ่งหากเกิดความขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลการทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะต้องมีการปรับปรุงความคิดของตนใหม่และสร้าง ความคิดที่ถูกต้องตามความเป็นจริง

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยที่ช่วยแก้ปัญหาในห้องเรียน อันเกิดจากการ กระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูรวมถึงพฤติกรรม การเรียนของนักเรียนที่แสดงออกใน ห้องเรียน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยมีส่วนร่วมในการวิจัยด้วย ซึ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มี ทั้งหมด 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1992 อ้างถึงใน สุปรียา แสงมณี, 2558, น. 28-29) ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นการปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการ ปฏิบัติ (Reflect) โดยมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องกันเป็นวงจร เพื่อใช้ในการปรับปรุงวิธีการจัดการ เรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

เซลล์อิเล็กโทรไลติก หมายถึง เนื้อหา เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก อ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ซึ่งศึกษาจากแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

| | |
|--|----------------------|
| ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก | จำนวน 1 คาบ 50 นาที |
| การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า | จำนวน 2 คาบ 100 นาที |
| การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า | จำนวน 1 คาบ 50 นาที |
| การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า | จำนวน 2 คาบ 100 นาที |
| การชุบด้วยไฟฟ้า 1 | จำนวน 1 คาบ 50 นาที |
| การชุบด้วยไฟฟ้า 2 | จำนวน 2 คาบ 100 นาที |
| การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1 | จำนวน 1 คาบ 50 นาที |
| การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2 | จำนวน 2 คาบ 100 นาที |

ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่วัดจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ทักษะการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบและหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างแต่ละองค์ประกอบในการเรียนรู้ เพื่อค้นหาคำตอบหรือความจริงของสิ่งที่เกิดขึ้นซึ่งประเมินได้จากใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย

2.3 ทักษะการคิดวิเคราะห์

2.3.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

2.3.2 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

2.4 ความก้าวหน้าทางการเรียน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ตรีตราภรณ์ ต้นจี่ (2557, น. 32) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง งานวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาในชั้นเรียน ให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น และสามารถนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการสอนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นลงมือทำตามแผน ขั้นสังเกตและรวบรวมข้อมูล และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ เพื่อใช้ในการวางแผนการเรียนรู้อีกครั้งถัดไป ซึ่งมีการทำเป็นวงจร เพื่อปรับปรุงการสอนในครั้งต่อไปตลอดเวลา จนกว่าจะสามารถพัฒนาการเรียนการสอนและสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้จริง

ผกาทิพย์ สังฆะมณี (2555, น. 32) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและการเน้นทางด้านปฏิบัติการ ใช้การวิเคราะห์ วิจัย และใช้วงจรปฏิบัติการในแต่ละวงจร ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Plan) ลงมือปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observe) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

สรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่ช่วยแก้ปัญหาในห้องเรียน อันเกิดจากการ กระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูรวมถึงพฤติกรรมการณ์การเรียนของนักเรียนที่แสดงออกใน ห้องเรียน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยมีส่วนร่วมในการวิจัยด้วย ซึ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มี ทั้งหมด 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Kemmis & MaTaggart ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นการปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องกันเป็นวงจร เพื่อใช้ในการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย

วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict Observe Explain: POE) เป็นการ จัดการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแสดงความคิดเห็นและให้ผู้เรียน สามารถอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ เป็นการนำเสนอสถานการณ์ อย่างมีขั้นตอนและให้ผู้เรียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น จากนั้นให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่ปรากฏขึ้น แล้วให้ ผู้เรียนระบุสิ่งที่สังเกตได้ และให้อธิบายถึงผลที่สังเกตได้กับสิ่งผู้เรียนได้ทำนายไว้ ซึ่งวิธีการจัดการ เรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ (White & Gunstone, 1992 อ้างถึงใน สราวุธ นาเสงี่ยม, 2554, น. 5-6)

- 1) ขั้นตอนการทำนาย (Predict) เป็นการให้ผู้เรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากการ ทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
- 2) ขั้นตอนการสังเกต (Observe) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหรือทำการ ทดลอง เพื่อพิสูจน์ และหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
- 3) ขั้นตอนการอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องอธิบายว่าผลที่เกิดขึ้นจาก การสังเกตการณ์ทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ นั้นเป็นไปตามที่ตนเองได้ทำนายไว้ ในขั้นตอนแรกหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจำเป็นต้องหาเหตุผลมาเพื่ออธิบาย เกี่ยวกับความคิดของตนเอง ซึ่งหากเกิดความขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลการทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะต้องมีการปรับปรุงความคิดของตนใหม่และสร้าง ความคิดที่ถูกต้องตามความเป็นจริง

รัตนา พันสนธิ (2555) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นวิธีการจัดการ เรียนการสอน ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาเป็นพื้นฐาน สำหรับการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย

สามารถพัฒนาให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดของตนเอง โดยมีการวางแผนและประเมินความคิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนามตาออกนิชัน (Metacognition)

รุจิระ การิสุข (2554) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสำรวจ ค้นหาและหาเหตุผลสำหรับการอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนเองได้ โดยเฉพาะหากการทำนายผลของผู้เรียนมีความขัดแย้งกับผลการทดลองที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะต้องทำการสร้างและปรับปรุงความคิดใหม่ให้ถูกต้องตรงตามความเป็นจริง โดยครูจะต้องให้ผู้เรียนสามารถตระหนักได้ว่าคำอธิบายของผู้เรียนแต่ละคนมีความสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนหาเหตุผลที่ถูกต้องได้

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนนำประสบการณ์ ความเชื่อหรือความรู้เดิมที่ตนเองมีอยู่มาใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการพิจารณาหรือแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ด้วยการทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาทางด้านการแสดงความคิดและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นทำนาย (Predict) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำนายหรือคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยอาศัยการคิดวิเคราะห์และการใช้เหตุผลเพื่อนำมาอธิบายคำทำนายที่ได้ทำนายไว้จากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้ ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมหรือการทดลอง เพื่อพิสูจน์หาคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้ และขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรมหรือการทำการทดลอง โดยมีการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ และทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสังเกตกับสิ่งผู้เรียนได้ทำนายว่ามีเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ซึ่งหากมีความแตกต่างกัน ผู้เรียนจะต้องพยายามปรับความคิดของตนเองจากความรู้ที่ได้รับ เพื่อให้เกิดเป็นการเรียนรู้หรือประสบการณ์ใหม่ของผู้เรียน

2.3 ทักษะการคิดวิเคราะห์

2.3.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 9) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และทำการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาคำตอบของความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2548, น. 24) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และทำการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

เอมอร บริบูรณ์ (2553, น. 25) การคิดวิเคราะห์ เป็นกระบวนการทางปัญญา ซึ่งแสดงออกมาในลักษณะของการให้เหตุผลและการตัดสินใจต่าง ๆ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยความมีสติปัญญา การคิดวิเคราะห์จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งที่จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดได้

สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การใช้กระบวนการทางสติปัญญาในการแยกแยะองค์ประกอบและหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อค้นหาคำตอบหรือความจริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

2.3.2 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประการ ดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547, น. 17)

- 1) สิ่งที่กำหนดให้ เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เป็นต้น
- 2) หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหา

ลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผล อาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน เป็นต้น

3) การค้นหาความจริงหรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2548, น. 26-30) ได้แบ่งองค์ประกอบของการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) ความสามารถในการตีความ เป็นการพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อทำการแปลความหมายของสิ่งเหล่านั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม และค่านิยมของแต่ละบุคคล

2) ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ การจะคิดวิเคราะห์ได้ดี จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของเรื่องนั้น ๆ เพื่อช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ และสามารถจัดลำดับความสำคัญของเรื่องได้ และช่วยให้การวิเคราะห์มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น

3) ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม โดยขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์ ยึดหลักการตั้งคำถามโดยใช้หลัก 5 W 1H ได้แก่ Who (ใคร) What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไหร่) Why (เพราะเหตุใด) How (อย่างไร) ซึ่งการตั้งคำถามเป็นการนำไปสู่การค้นหาความจริงและเกิดความชัดเจนมากขึ้น

4) ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ผู้วิเคราะห์จำเป็นต้องมีความสามารถในการใช้เหตุผล จำแนกได้ว่าสิ่งใดเป็นจริงหรือเท็จ หรือสิ่งใดมีรายละเอียดขององค์ประกอบที่เชื่อมโยงกันอย่างไร เพื่อให้สามารถค้นหาคำตอบได้ว่าสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นมีเหตุมีผลเชื่อมโยงกันอย่างไร

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ต้องประกอบไปด้วย การมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการค้นหาความจริง และการมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล รวมถึงความสามารถในการจำแนกแยกแยะข้อมูลเพื่อใช้ในการเชื่อมโยงเรื่องราวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร

2.4 ความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain)

เป็นการศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าเพิ่มขึ้นเป็นอย่างไร โดยพิจารณาจากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสที่นักเรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นได้ ทั้งในรายชั้น รายบุคคล รายข้อ และรายความคิดรวบยอด ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของ Normalized Gain ได้ดังต่อไปนี้ (Hake, 1998 อ้างถึงใน อภิลักษณ์ ชงไชย และคณะ, 2550)

1) แบบรายชั้นเรียน (Class Normalized Gain) หมายถึง การพิจารณาผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งชั้นเรียน โดยภาพรวมที่เพิ่มขึ้น คิดเป็นกึ่งค่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ โดยดูจากคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของทั้งชั้นเรียน

2) แบบรายบุคคล (Single Student Normalized Gain) หมายถึง การพิจารณาผลการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยดูจากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งค่าความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคลเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย (Average of the Single Student Normalized Gain) ควรจะเป็นค่าเดียวกับแบบรายชั้นเรียน แต่ค่าที่ได้จากวิธีนี้จะพบว่าไม่เท่ากัน โดยค่าที่ได้ด้วยวิธีการคำนวณแบบรายบุคคลจะมีค่าอยู่ในช่วง $\pm 5\%$ ของแบบรายชั้นเรียน จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบต้องมีอย่างน้อย 20 คนขึ้นไป

3) แบบรายข้อ (Single Test Item Normalized Gain) หมายถึง การพิจารณาจำนวนนักเรียนที่สามารถทำแบบทดสอบได้ถูกต้องในแต่ละข้อว่าเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดของแบบทดสอบนั้น ๆ ซึ่งทำให้สามารถระบุได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจแบบทดสอบในข้อแต่ละข้อเป็นอย่างไร และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนรู้ได้อีกด้วย

4) แบบความคิดรวบยอด (Conceptual Dimensional Normalized Gain) หมายถึง การพิจารณาแนวโน้มของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่มีต่อแนวความคิดรวบยอดว่าเป็นอย่างไร โดยจะใช้ในกรณีที่ต้องการพิจารณาว่านักเรียนมีผลการเรียนหรือมีพัฒนาการต่อการเรียนในหัวข้อนั้นเป็นอย่างไร ซึ่งหากจะดูเฉพาะคะแนนรวมของแบบทดสอบทั้งหมดจึงไม่สามารถบอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวความคิดรวบยอดหรือในแต่ละหัวข้อนั้นเป็นอย่างไร

โดยสามารถหาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย (Average Normalized Gain: $\langle g \rangle$) รายชั้นเรียน และรายความคิดรวบยอดหรือรายหัวข้อ (รุจิรา ราชรักษ์ และ โชคศิลป์ ธนเสือง, 2558; Hake, 2002) จากการคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้

การหาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle \text{Posttest} \rangle - \% \langle \text{Pretest} \rangle)}{(100 - \% \langle \text{Pretest} \rangle)} \quad \dots (2-1)$$

- เมื่อ $\langle g \rangle$ คือ ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย
 $\% \langle \text{Pretest} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ
 $\% \langle \text{Posttest} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ

การหาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายความคิดรวบยอดหรือรายหัวข้อ

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle \text{Posttest} \rangle - \% \langle \text{Pretest} \rangle)}{(100 - \% \langle \text{Pretest} \rangle)} \quad \dots (2-2)$$

- เมื่อ $\langle g \rangle$ คือ ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย
 $\% \langle \text{Pretest} \rangle$ คือ ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียนในหัวข้อนั้นคิดเป็นร้อยละ
 $\% \langle \text{Posttest} \rangle$ คือ ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนในหัวข้อนั้นคิดเป็นร้อยละ
 หรือสามารถคำนวณจากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงโดยเฉลี่ย (Actual Average Gain: $\langle \text{Gain} \rangle$) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย (Maximum Possible Average Gain: $\langle \text{Gain} \rangle_{\max}$) ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle \text{Gain} \rangle}{\% \langle \text{Gain} \rangle_{\max}} \quad \dots (2-3)$$

- เมื่อ $\langle g \rangle$ คือ ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย
 $\% \langle \text{Gain} \rangle$ คือ ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงโดยเฉลี่ย
 $\% \langle \text{Gain} \rangle_{\max}$ คือ ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย

จะได้ว่า

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle \text{Posttest} \rangle - \% \langle \text{Pretest} \rangle)}{(100 - \% \langle \text{Pretest} \rangle)} = \frac{\% \langle \text{Gain} \rangle}{\% \langle \text{Gain} \rangle_{\max}}$$

การหาความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain: g) รายบุคคล และรายข้อ (สมภาร เชื้ออ่อน, 2554; Hake, 2002) จากการคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้

การหาความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

$$g = \frac{(\% \text{ Posttest} - \% \text{ Pretest})}{(100 - \% \text{ Pretest})} \quad \dots (2-4)$$

เมื่อ g คือ ความก้าวหน้าทางการเรียน
 $\% \text{ Pretest}$ คือ คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ
 $\% \text{ Posttest}$ คือ คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ

การหาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ

$$g = \frac{(\% \text{ Posttest} - \% \text{ Pretest})}{(100 - \% \text{ Pretest})} \quad \dots (2-5)$$

เมื่อ g คือ ความก้าวหน้าทางการเรียน
 $\% \text{ Pretest}$ คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ
 $\% \text{ Posttest}$ คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ
 หรือสามารถคำนวณจากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual Gain: Gain) ต่อ
 ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย (Maximum Possible Gain: Gain_{max}) ดังนี้

$$g = \frac{\% \text{ Gain}}{\% \text{ Gain}_{\max}} \quad \dots (2-6)$$

เมื่อ g คือ ความก้าวหน้าทางการเรียน
 $\% \text{ Gain}$ คือ ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง
 $\% \text{ Gain}_{\max}$ คือ ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้

จะได้ว่า

$$g = \frac{(\% \text{ Posttest} - \% \text{ Pretest})}{(100 - \% \text{ Pretest})} = \frac{\% \text{ Gain}}{\% \text{ Gain}_{\max}}$$

หมายเหตุ การคำนวณหาความก้าวหน้าทางการเรียน สามารถใช้คะแนนสอบจริงแทนการใช้ร้อยละในการคำนวณได้ กล่าวคือ Pretest คือ คะแนนสอบก่อนเรียน Posttest คือ คะแนนสอบหลังเรียน และใช้คะแนนเต็มของข้อสอบแทน 100

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชัชวาล วังภูมิใหญ่ (2554) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการทำนาย การสังเกต การอธิบาย เรื่อง การสะท้อนและการหักเหของแสง พบว่าการสอนโดยใช้วิธีการทำนาย-การสังเกต- การอธิบาย เรื่องการสะท้อนและการหักเหของแสง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.10/80.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์และมโนมติของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนการคิดวิเคราะห์และคะแนนมโนมติของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .353

สมโภชน์ นันบุญ (2555) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการทำนาย การสังเกต การอธิบาย เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม พบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.54/80.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และทั้งคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์และมโนมติของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการทำนาย การสังเกต การอธิบาย เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนการคิดวิเคราะห์และคะแนนมโนมติของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการดังกล่าว มีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลำพูน สิงห์ขา (2555) ศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่า นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 6 ด้านอยู่ในระดับปานกลาง และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับสมบูรณ์ และระดับไม่สมบูรณ์เพิ่มสูงขึ้น ส่วนระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับคลาดเคลื่อน และระดับไม่เข้าใจ มีการลดลง โดยนักเรียนมีการปรับเปลี่ยนมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงสุด รองลงมาเป็นแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและอุณหภูมิของสารกับอัตราการ

เกิดปฏิกิริยาเคมี ตัวเร่งตัวหนึ่งกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีน้อยที่สุด

มีรันตี โทผาวงษ์ (2557) ศึกษาความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองในการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนร้อยละของทักษะการปฏิบัติการ ทดลองมากที่สุด และคะแนนร้อยละของทักษะการบันทึกผลการทดลองน้อยที่สุด โดยเฉพาะในการตั้งสมมติฐานและการอภิปรายผล และความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการทดลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสัมพันธ์ทางบวก ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และผลการทำนาย สังเกต อธิบาย ของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก

ภูสิทธิ์ จันทนา (2558) ศึกษาการเปรียบเทียบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า กระแสตรงอย่างง่าย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับชุดการทดลองการต่อวงจรจากแผนภาพวงจร พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบายสามารถใช้ในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

Gernale, Duad, and Arañes (2015) ได้ศึกษาผลของการใช้วิธีการทำนาย สังเกต อธิบาย ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการทำนาย สังเกต อธิบาย และใช้การทดสอบค่าทีในการหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในด้านของผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างสองกลุ่มหรือในแต่ละกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามทั้งด้านผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย สามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม

Karamustafaoglu and Mamlok-Naaman (2015) ได้ศึกษาผลของการสอนเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องไฟฟ้าเคมี โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย โดยมีลักษณะเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนในภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งแต่ละกลุ่มใช้นักเรียนจำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบแบบปลายเปิด และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ สำหรับใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ตามลำดับ ซึ่งวิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ถูกนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ผลการศึกษาพบว่า คะแนนของการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่กลุ่มทดลองมีแนวคิดคลาดเคลื่อนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดความเข้าใจในแนวคิดต่าง ๆ ได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นการจัดการเรียนการสอนอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้มากขึ้น รวมถึงในเนื้อหาวิชาที่มีการลงมือปฏิบัติหรือทำการทดลอง การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย จึงสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะความคิดและทักษะการทดลองอีกวิธีหนึ่ง ทำให้นักเรียนได้มีการพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบทํานาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 การสำรวจบริบทและสภาพทั่วไปของโรงเรียน
- 3.2 รูปแบบการวิจัย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การสำรวจบริบทและสภาพทั่วไปของโรงเรียน

3.1.1 บริบทของโรงเรียน

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาที่โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 (นนทบุรี-พระนครศรีอยุธยา) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

3.1.2 บริบทของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ห้อง ได้แก่ 6/1-6/5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ได้รับการคัดเลือกเข้ามาจากการสอบเข้าโดยใช้ข้อสอบของโรงเรียน มีจำนวนทั้งสิ้น 217 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 6/5 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 39 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน

3.1.3 สภาพห้องเรียน

ห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 6/5 ภายในห้องประกอบด้วยกระดานไวท์บอร์ด โปรเจคเตอร์ พัฒมเพดาน จำนวน 6 ตัว หลอดไฟฟ้า 6 หลอด โต๊ะนักเรียนจำนวนเท่ากับนักเรียนในแต่ละห้อง โต๊ะของครู 1 โต๊ะ

3.2 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1992 อ้างถึงใน สุปรียา แสงมณี, 2558, น. 28-29) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตผล (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

- 1) ผู้วิจัยสำรวจปัญหาที่สำคัญและต้องการให้มีการแก้ไข ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- 2) วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษารายวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติกที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้
- 3) ศึกษา ค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย โดยนำมาใช้ร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา
- 4) ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก จำนวน 8 แผน รวม 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นวางแผน

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe)

ขณะดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยสังเกต จดบันทึก และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต และรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของนักเรียน
- 2) แบบบันทึกภาคสนาม
- 3) ใบกิจกรรม

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยผู้วิจัย และจากการทำใบกิจกรรมของนักเรียน มาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท ดังนี้

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 12 คาบเรียน

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่

- 3.3.2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของนักเรียน
- 3.3.2.2 แบบบันทึกภาคสนาม
- 3.3.2.3 ใบกิจกรรม

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลวิจัย ได้แก่

- 3.3.3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก
- 3.3.3.2 ใบกิจกรรม

3.4 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 12 คาบ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยนี้

2) ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งรวบรวมสื่อวีดิทัศน์การทดลอง เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

3) ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ซึ่งได้ทั้งหมด 8 กิจกรรม ได้แก่ ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบด้วยไฟฟ้า 1 การชุบด้วยไฟฟ้า 2 การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1 และการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูพี่เลี้ยงเพื่อตรวจสอบ และประเมินความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ระยะเวลา ตลอดจนข้อบกพร่องอื่น ๆ แล้วนำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูพี่เลี้ยง แล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ มีดังนี้

3.4.2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน เป็นเครื่องมือในการบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับประเมินขณะที่มีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน

มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน จากนั้นกำหนดหัวข้อที่จะสังเกตตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย

2) สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ตามหัวข้อที่กำหนด

3) เสนอแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อ

ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

4) นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้เหมาะสม และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2.2 แบบบันทึกภาคสนาม

แบบบันทึกภาคสนาม (Field Note) เป็นแบบบันทึกสำหรับผู้วิจัยใช้ในการบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อรวบรวมความคิดเห็นต่าง ๆ รวมถึงสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อหาแนวทางการพัฒนาให้ดีขึ้น มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาตัวอย่างแบบบันทึกภาคสนามจากเอกสารที่เกี่ยวข้องแล้วกำหนดประเด็นที่จดบันทึก

2) สร้างแบบบันทึกภาคสนามในการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นที่กำหนด

3) เสนอแบบบันทึกภาคสนามที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและให้คำแนะนำ

4) นำแบบบันทึกภาคสนามไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้เหมาะสม และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2.3 ใบกิจกรรม

ผู้วิจัยได้ออกแบบใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนใช้สำหรับศึกษาและทำกิจกรรม รวมทั้งใช้บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือข้อมูลที่ได้รับตามรูปแบบของการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาอย่างครอบคลุม โดยออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับหนังสือเรียนของ สสวท. รวมถึงการสร้างสรรค์การทดลองขึ้นมาเองของผู้วิจัย

2) สร้างใบกิจกรรมตามประเด็นที่กำหนด

3) เสนอใบกิจกรรมที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และให้คำแนะนำ

4) นำใบกิจกรรมไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้เหมาะสม และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลวิจัย ได้แก่

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาวิธีการและหลักเกณฑ์ ในการออกข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จาก หนังสือการวัดประเมินผลต่าง ๆ
- 2) ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู เนื้อหารายวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- 3) วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก สร้างตารางวิเคราะห์ หลักสูตร เนื้อหา เพื่อกำหนดความสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์ที่ต้องการวัดนำมากำหนดน้ำหนัก ของข้อสอบ
- 4) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก แบบ ปรนัย 4 ตัวเลือก
- 5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข
- 6) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ตามข้อเสนอแนะและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จุดประสงค์ และความเหมาะสมของการใช้ภาษา
- 7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหา กับจุดประสงค์ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ไม่น้อยกว่า 0.5 และปรับปรุงแก้ไขข้อสอบแล้วคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปทดลองใช้
- 8) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก เสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์

3.5 วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนด้วยการทดสอบก่อนเรียน
- 2) ทำการปฐมนิเทศเกี่ยวกับบทบาท หน้าที่ ซึ่งแจจจุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อตกลง และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก
- 3) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

| แผนที่ | เรื่อง | เวลา (นาที) | วันที่เก็บข้อมูล |
|--------|--|-------------|------------------|
| 1 | ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก | 50 | 15 ส.ค. 60 |
| 2 | การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า | 100 | 17 ส.ค. 60 |
| 3 | การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า | 50 | 22 ส.ค. 60 |
| 4 | การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า | 100 | 24 ส.ค. 60 |
| 5 | การชุบด้วยไฟฟ้า 1 | 50 | 29 ส.ค. 60 |
| 6 | การชุบด้วยกระแสไฟฟ้า 2 | 100 | 31 ส.ค. 60 |
| 7 | การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1 | 50 | 5 ก.ย. 60 |
| 8 | การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2 | 100 | 7 ก.ย. 60 |

4) เก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ และสะท้อนผลการปฏิบัติ โดยใช้เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ ซึ่งได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกภาคสนามและใบกิจกรรม

5) เมื่อทำการจัดกิจกรรมครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จึงทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้อไปวิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลต่อไป

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ด้วยการหาความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain) เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติกของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาผลการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่พิจารณาจากผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนที่ได้จาก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก กล่าวได้ว่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain) หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน คิดเป็นกึ่งเท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

หาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle \text{Posttest} \rangle - \% \langle \text{Pretest} \rangle)}{(100 - \% \langle \text{Pretest} \rangle)}$$

เมื่อ $\langle g \rangle$ คือ ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย
 $\% \langle \text{Pretest} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ
 $\% \langle \text{Posttest} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ

หาความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

$$g = \frac{(\% \text{ Posttest} - \% \text{ Pretest})}{(100 - \% \text{ Pretest})}$$

เมื่อ g คือ ความก้าวหน้าทางการเรียน
 $\% \text{ Pretest}$ คือ คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ
 $\% \text{ Posttest}$ คือ คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ

หาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle \text{Posttest} \rangle - \% \langle \text{Pretest} \rangle)}{(100 - \% \langle \text{Pretest} \rangle)}$$

เมื่อ $\langle g \rangle$ คือ ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย
 $\% \langle \text{Pretest} \rangle$ คือ ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียนในหัวข้อนั้นคิดเป็นร้อยละ
 $\% \langle \text{Posttest} \rangle$ คือ ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนในหัวข้อนั้นคิดเป็นร้อยละ

หมายเหตุ การคำนวณหาความก้าวหน้าทางการเรียน สามารถใช้คะแนนสอบจริงแทนการใช้ร้อยละในการคำนวณได้ กล่าวคือ Pretest คือ คะแนนสอบก่อนเรียน Posttest คือ คะแนนสอบหลังเรียน และใช้คะแนนเต็มของข้อสอบแทน 100

โดยสามารถแบ่งระดับของค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain) ออกเป็นกลุ่มได้เป็น 3 ระดับ คือ

| | |
|---------------------------|--|
| “ระดับสูง (High Gain)” | หมายถึง มีค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$ |
| “ระดับกลาง (Medium Gain)” | หมายถึง มีค่า $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$ |
| “ระดับต่ำ (Low Gain)” | หมายถึง มีค่า $0.3 > \langle g \rangle \geq 0.0$ |

สำหรับงานวิจัยนี้วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเรียน รายบุคคลและรายหัวข้อ

3.6.2 วิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ขั้นทำนาย ขั้นสังเกต และขั้นอธิบาย ตลอดจนการตอบคำถามในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก มี 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า 2) การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า 3) การชุบด้วยไฟฟ้า และ 4) การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก จำนวนทั้งสิ้น 8 แผนการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า และแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นรายหัวข้อและรายแผนการจัดการเรียนรู้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัดนนทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 39 คน

ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ออกเป็น 3 หัวข้อ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

4.1 ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

4.2 ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เซลล์อเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

4.3 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4.1 ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

เมื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยทำการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อเล็กโทรไลติก โดยใช้วิธี Normalized Gain ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

4.1.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน

เป็นการพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นในภาพรวมของชั้นเรียน โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนทั้งหมดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน และการวิเคราะห์แบบ Normalized Gain แสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยรายชั้นเรียนของคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

| คะแนนสอบก่อนเรียนเฉลี่ย (คะแนน ร้อยละ) | คะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ย (คะแนน ร้อยละ) | ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงโดยเฉลี่ย (คะแนน ร้อยละ) | ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย (คะแนน ร้อยละ) | ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย <g> (คะแนน ร้อยละ) |
|---|---|--|--|--|
| 5.97 (29.85) | 14.64 (73.20) | 8.67 (43.33) | 14.03 (70.15) | 0.62 |

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าเมื่อทำการทดสอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 5.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.85 ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 14.64 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.20 ค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง เท่ากับ 8.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.33 ค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้สูงสุดที่เพิ่มขึ้นได้เท่ากับ 14.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.15 และมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.62 ซึ่งจัดเป็นการเพิ่มขึ้นระดับกลาง (Medium gain)

4.1.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

การพิจารณาพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียน โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้วิธี Normalized gain พบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายบุคคล ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

จากรูปที่ 4.1 แสดงถึงการแบ่งช่วงชั้นของระดับค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain) ที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High Gain) จะมีค่า Normalized Gain ตั้งแต่ 0.70-1.00 กลุ่มนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) จะมีค่า Normalized Gain ตั้งแต่ 0.30-0.69 และกลุ่มนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (Low Gain) จะมีค่า Normalized Gain ตั้งแต่ 0.00-0.29 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 39 คน สามารถแบ่งความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ได้ดังนี้

1) นักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High Gain) มีจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 โดยนักเรียนคนที่ 19 มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.93

2) นักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) มีจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 48.72 โดยนักเรียนคนที่ 11 26 28 32 และ 38 มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.67

3) นักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (Low Gain) มีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.25 โดยนักเรียนคนที่ 2 มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.12

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย สามารถทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางการเรียนที่สูงขึ้น เมื่อพิจารณาจากจำนวนนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนที่อยู่ในระดับสูงและระดับปานกลาง มีจำนวนรวม 35 คน จากทั้งหมด 39 คน แต่สำหรับนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (Low Gain) มีจำนวน 4 คน เมื่อทำการวิเคราะห์นักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับดังกล่าวแล้วพบว่าประวัติผลการเรียนวิชาเคมีที่ผ่านมา นักเรียนได้คะแนนสอบเรื่องอื่น ๆ ต่ำด้วยเช่นกัน และยังพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาอื่น ๆ ต่ำด้วย ผู้วิจัยจึงสอบถามข้อมูลจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์และชีววิทยา พบว่านักเรียนเหล่านี้มักมีปัญหาทางการเรียน ดังนี้

นักเรียนคนที่ 2 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยต่ำที่สุด เป็นนักเรียนที่ไม่ค่อยตั้งใจเรียนขณะครูสอน ไม่มีสมาธิในการเรียน ครูต้องคอยเตือนเป็นประจำ และขาดความรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมายเป็นอย่างมาก โดยครูต้องคอยติดตามงานอยู่ตลอดเวลา แต่ถ้าหากตั้งใจเรียนแล้วจะสามารถเรียนรู้ได้ดี ถนัดทางด้านคำนวณมากกว่าการเรียนแบบทฤษฎี ผลการเรียนที่ผ่านมาอยู่ในระดับพอใช้

นักเรียนคนที่ 3 จะสนใจหรือตั้งใจเรียนเป็นบางเวลา ถ้าตั้งใจเรียนก็จะตั้งใจเรียนมากและแสดงความคิดเห็นหรือโต้ตอบระหว่างการเรียนการสอนได้ดี แต่ไม่ค่อยมีความรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมาย ไม่ค่อยมีสมาธิในการเรียน เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหา ก็จะไม่ตั้งใจเรียนและไม่พยายามทำความเข้าใจ ถนัดทางด้านคำนวณมากกว่าการเรียนแบบทฤษฎี ผลการเรียนที่ผ่านมาอยู่ในระดับพอใช้

นักเรียนคนที่ 25 พฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเห็นได้ชัดคือ เป็นนักเรียนที่มีความขยันหมั่นเพียร และตั้งใจเรียนขณะครูสอนมาก หากไม่เข้าใจเนื้อหาจะขอค้นคว้าหาคำตอบจากการถามเพื่อน หรือถามครูผู้สอน ชอบแสดงความคิดเห็นและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมขณะเรียน มีความรับผิดชอบในงานที่ตนเองได้รับมอบหมายเป็นอย่างมาก สามารถเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นทฤษฎีได้ดีกว่าการเรียนรู้ทางด้านคำนวณ ชอบตั้งคำถามและชอบคิดนอกกรอบ แต่ผลการเรียนที่ผ่านมาอยู่ในระดับพอใช้

นักเรียนคนที่ 30 พฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเห็นได้ชัดคือ ไม่ตั้งใจเรียนหรือขาดสมาธิในการเรียน ไม่ค่อยรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมาย มีความสามารถในการเรียนรู้ทางด้านคำนวณและทฤษฎีปานกลาง แต่ไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นหรือให้ความร่วมมือในขณะที่เรียนกับเพื่อนและครูผู้สอน ผลการเรียนอยู่ในระดับพอใช้

เมื่อพิจารณาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย กับนักเรียนส่วนใหญ่ สรุปได้ว่า เป็นวิธีการเรียนจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนนำเอาความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ มาประยุกต์ใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียน จนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้มีดังนี้ คือ ให้นักเรียนทำนายผลที่คิดว่าจะเกิดขึ้นล่วงหน้าก่อนได้รับการเรียนรู้หรือลงมือปฏิบัติกิจกรรม และให้นักเรียนรู้จักสังเกต หรือค้นคว้าหาคำตอบจากสิ่งที่กำหนดให้ และนำผลที่ได้จากการสังเกตมาอธิบายและเปรียบเทียบกับสิ่งที่ได้ทำนายไว้ในขั้นตอนแรก ซึ่งเป็นการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการคิด จึงทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดได้อีกวิธีหนึ่ง จะเห็นได้ว่าวิธีการสอนโดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นวิธีการสอนที่ทำให้นักเรียนมีความสนุกกับการเรียนและการทำการทดลองเพิ่มขึ้น ตลอดจนรู้จักหาความรู้เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทำนายของตนเองด้วย และเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และกระตือรือร้นในการเรียนให้มากขึ้น วิธีการสอนนี้จึงเหมาะสมกับนักเรียนที่มีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน ชอบแสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายผลต่าง ๆ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจเรียนเป็นอย่างมาก สามารถจดจ่ออยู่กับการเรียนหรือการทำการทดลอง ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและแสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดี มีความรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อนในกลุ่มอีกด้วย อย่างไรก็ตามการสอนโดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย มีข้อจำกัดบางประการ คือ อาจไม่เหมาะสมกับนักเรียนที่ขาดสมาธิในการเรียน หรือนักเรียนที่ขาดปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อนในชั้นเรียน เพราะจะทำให้นักเรียนไม่เกิดความสนใจหรือไม่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน จึงเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพการเรียนของนักเรียนกลุ่มดังกล่าวลดลงได้

4.1.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ

เป็นการพิจารณาพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละหัวข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่

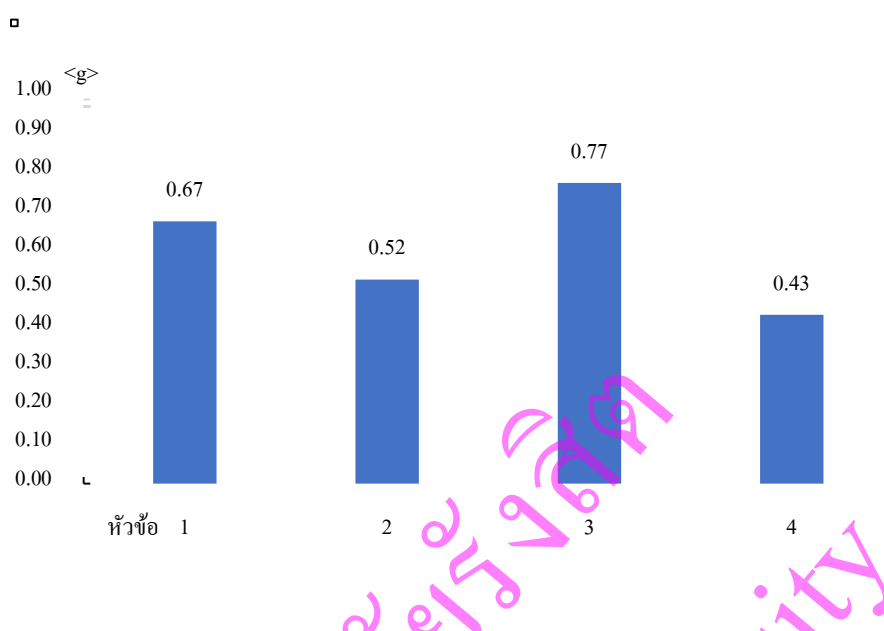
- 1) การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า
- 2) การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า
- 3) การชุบด้วยไฟฟ้า
- 4) การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก

พบว่าร้อยละของคะแนนหลังเรียนเมื่อเทียบกับร้อยละของคะแนนก่อนเรียนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทุกหัวข้อ โดยจะพิจารณาจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เมื่อนำมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้วิธี Normalized Gain พบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ

| หัวข้อที่ | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| คะแนนสอบก่อนเรียนเฉลี่ย (ร้อยละ) | 35.58 | 21.54 | 33.33 | 24.79 |
| คะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ย (ร้อยละ) | 78.85 | 62.56 | 84.62 | 57.26 |
| ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงโดยเฉลี่ย (ร้อยละ) | 43.27 | 41.03 | 51.28 | 32.48 |
| ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย (ร้อยละ) | 64.42 | 78.46 | 66.67 | 75.21 |
| ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย $\langle g \rangle$ | 0.67 | 0.52 | 0.77 | 0.43 |

จากตารางที่ 4.2 พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้เรียนโดยใช้เทคนิคทำนาย สังเกต อธิบาย ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อ จะเห็นได้จากคะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นทุกหัวข้อ ซึ่งแสดงให้เห็นเป็นร้อยละของคะแนนที่เพิ่มขึ้นจริงโดยเฉลี่ย และสามารถแบ่งความก้าวหน้าได้เป็น 2 ระดับ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ

4.1.3.1 หัวข้อเรื่องที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (High Gain) มี 1 หัวข้อ ได้แก่ หัวข้อที่ 3 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า ซึ่งมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 0.77 เหตุผลที่นักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง เป็นหัวข้อที่มีการจัดปฏิบัติการ โดยให้นักเรียนลงมือทดลองด้วยตนเอง นักเรียนสามารถสังเกตผลที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน เห็นการชุบเคลือบของโลหะบนขั้วไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนสามารถเขียนหรืออธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

4.1.3.2 หัวข้อเรื่องที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) มี 3 หัวข้อ ได้แก่ หัวข้อที่ 1 2 และ 4 ซึ่งพบว่าหัวข้อที่ 4 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์เล็กโทรไลติก มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.43 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่สามารถสังเกตผลของการบริสุทธิ์ของโลหะที่ขั้วไฟฟ้าตรงข้ามได้อย่างชัดเจน การทำนายผลต้องเปรียบเทียบความต่างศักย์ของโลหะหลาย ๆ ชนิด ที่เป็นส่วนประกอบในโลหะผสม นอกจากนี้ นักเรียนสับสนระหว่างการชุบด้วยไฟฟ้าและการทำให้โลหะบริสุทธิ์ เพราะทั้งสองหัวข้อนี้มีหลักการที่คล้ายกัน แตกต่างกันเพียงชนิดของสารที่ใช้ที่ขั้วไฟฟ้า ทำให้นักเรียนไม่สามารถทำนาย และอธิบายผลได้อย่างถูกต้อง นักเรียนจึงยังไม่สามารถประยุกต์องค์ความรู้เดิมให้ อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้

4.2 ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

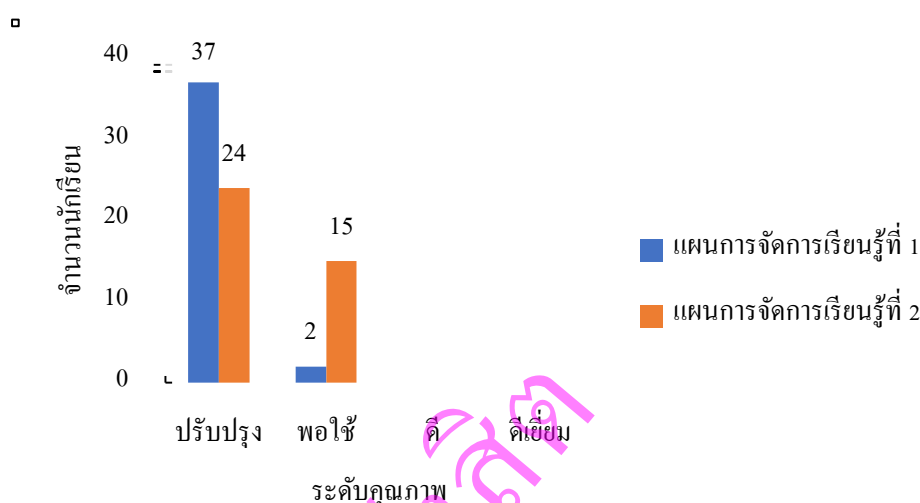
เป็นการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยพิจารณาจากการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก มี 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า 2) การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า 3) การชุบด้วยไฟฟ้า และ 4) การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก และสามารถแบ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ได้ทั้งหมด 8 แผน โดยใช้เกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ตามตัวบ่งชี้ทักษะการคิดวิเคราะห์ของทิสนา แจมมณี และคณะ (2549, น. 188-204) ซึ่งเกณฑ์การประเมินแสดงได้ดังตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 เกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ ดังนี้

| รายการประเมิน | ระดับคุณภาพ |
|--|-----------------|
| สามารถแยกแยะข้อมูล และระบอบองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์ได้ถูกต้อง พร้อมบอกเหตุผลได้ถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์ | 4 (ดีเยี่ยม) |
| สามารถแยกแยะข้อมูล ระบอบองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์ได้ถูกต้อง และบอกเหตุผลได้ถูกต้องเป็นบางส่วน | 3 (ดี) |
| สามารถแยกแยะข้อมูล ระบอบองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์ได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถบอกเหตุผลได้ | 2 (พอใช้) |
| สามารถแยกแยะข้อมูล ระบอบองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์ได้บางส่วน และไม่สามารถบอกเหตุผลได้ | 1 (ปรับปรุง) |

4.2.1 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายหัวข้อ

ในหัวข้อที่ 1 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ทักษะการคิดวิเคราะห์หำยหัวข้อที่ 1 เรื่อง การแยกสาร ไอออนิกที่หลอมเหลว ด้วยกระแสไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.3 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ในหัวข้อที่ 1 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วย กระแสไฟฟ้ากับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 39 คน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

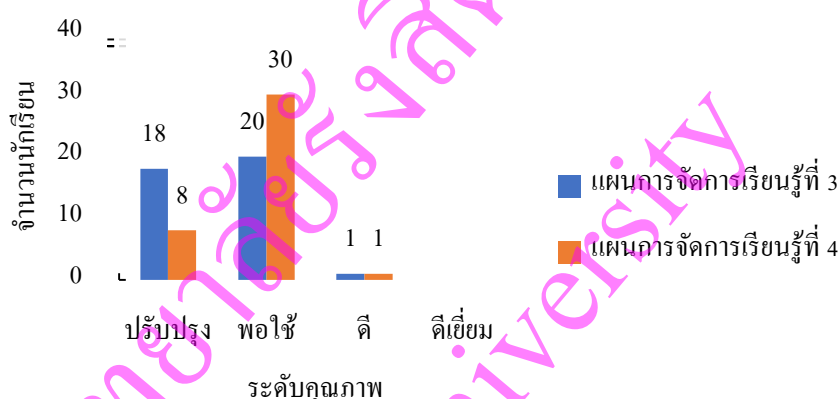
1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่อยู่ใน ระดับคุณภาพ 1 หรือระดับที่ต้องปรับปรุง จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 94.87 และนักเรียนที่มี ทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 2 หรือระดับพอใช้ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.13 และ ไม่มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 3 และ 4 หรือระดับดีและดีเยี่ยม ตามลำดับ

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่อยู่ใน ระดับคุณภาพ 1 หรือระดับที่ต้องปรับปรุง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 61.54 และนักเรียนที่มี ทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 2 หรือระดับพอใช้ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46 และไม่มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 3 และ 4 หรือระดับดีและดีเยี่ยม ตามลำดับ

ข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตน เพื่อใช้แยกแยะข้อมูลและระบุ องค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์ได้ รวมทั้งยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้นให้สอดคล้อง กับทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไป แต่เมื่อพิจารณาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จะเห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น

ในหัวข้อที่ 2 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายหัวข้อที่ 2 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.4 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกตอธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ในหัวข้อที่ 3 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้ากับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 39 คน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 1 หรือระดับที่ต้องปรับปรุง จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 2 หรือระดับพอใช้ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 51.28 มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 3 หรือระดับดี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.57 และไม่มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 4 หรือระดับดีเยี่ยม

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 1 หรือระดับที่ต้องปรับปรุง มีจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.51 มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 2 หรือระดับพอใช้ มีจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 3 หรือระดับดี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.57 และไม่มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 4 หรือระดับดีเยี่ยม

ข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตน เพื่อใช้แยกแยะข้อมูลและระบอบองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์ได้ รวมทั้งสามารถอธิบายเหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้นให้สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไปได้ดีขึ้นกว่าการเรียนครั้งก่อนด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 และยังพบว่า เมื่อพิจารณาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 จะเห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นด้วย

ในหัวข้อที่ 3 เรื่อง การชุกด้วยไฟฟ้า ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชุกด้วยไฟฟ้า 1 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชุกด้วยไฟฟ้า 2 ซึ่งผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายหัวข้อที่ 3 เรื่อง การชุกด้วยไฟฟ้า

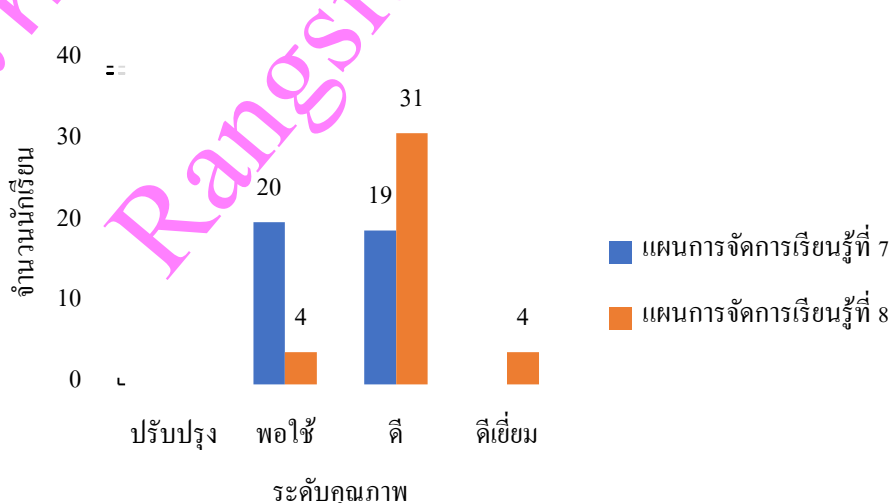
จากรูปที่ 4.5 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ในหัวข้อที่ 3 เรื่อง การชุกด้วยไฟฟ้า กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับ 2 หรือระดับพอใช้ มีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 3 หรือระดับดี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 และมีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 4 หรือระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.56 นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 1 หรือระดับที่ต้องปรับปรุง

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับ 2 หรือระดับพอใช้ มีจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 3 หรือระดับดี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 56.41 และมีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 4 หรือระดับดีเยี่ยม จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.13 นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 1 หรือระดับที่ต้องปรับปรุงเช่นกัน

ข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตน เพื่อใช้แยกแยะข้อมูลและระบอบองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์ได้ รวมทั้งสามารถอธิบายเหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้นให้สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไปได้ดี ขึ้นกว่าการเรียนรู้ครั้งก่อนด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 และยังพบว่า เมื่อพิจารณาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 จะเห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นด้วย

ในหัวข้อที่ 4 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2 ซึ่งผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.6 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายหัวข้อที่ 4 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก

จากรูปที่ 4.6 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ในหัวข้อที่ 4 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 39 คน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับ 2 หรือระดับพอใช้ มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 51.28 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 3 หรือระดับดี จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 48.72 แต่ไม่มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 1 และ 4 หรือระดับที่ต้องปรับปรุง และระดับดีเยี่ยม ตามลำดับ

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับ 2 หรือระดับพอใช้ มีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.26 นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 3 หรือระดับดี จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 79.49 และมีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 4 หรือระดับดีเยี่ยม จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.26 นอกจากนี้พบว่าไม่มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับคุณภาพ 1 หรือระดับที่ต้องปรับปรุง

ข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 และ 8 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตน เพื่อใช้แยกแยะข้อมูลและระบอบองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์ได้ รวมทั้งสามารถอธิบายเหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้นให้สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไปได้ดี ขึ้นกว่าการเรียนรู้ครั้งก่อนด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-6 และยังพบว่า เมื่อพิจารณาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 จะเห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นด้วย

4.2.2 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายแผนการจัดการเรียนรู้

การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยพิจารณาจากการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ซึ่งสามารถแบ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ได้ทั้งหมด 8 แผน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายแผนการจัดการเรียนรู้

จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นถึงทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับปรับปรุง ระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีเยี่ยม ซึ่งหลังจากที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อเล็กโทรไลติก กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่าในการจัดการเรียนรู้ช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่อยู่ในระดับปรับปรุง และมีอยู่ในระดับพอใช้เพียงบางส่วนเท่านั้น แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบตั้งแต่การใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 พบว่าจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับปรับปรุง มีแนวโน้มที่ลดลง และเมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้ จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ สำหรับการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 จนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 พบว่าไม่มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับปรับปรุง และจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้ มีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดี จะมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าเริ่มมีจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดีเยี่ยมเพิ่มขึ้นตั้งแต่การใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 แต่จะสังเกตเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวโน้มแตกต่างจากแผนการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ โดยพบว่าจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้เพิ่มสูงขึ้น และนักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดีมีจำนวนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมในเรื่องที่ได้เรียนผ่านมาก่อนหน้านี้แล้ว จึงทำให้นักเรียนเข้าใจว่าหลักการและทฤษฎีของเรื่องที่ได้เรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 คงจะเหมือนกับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา จึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสน และยังไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ได้

หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยรวบรวมใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกคนบันทึกส่ง รวมถึงแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบบันทึกภาคสนามที่ผู้วิจัยเป็นผู้บันทึก แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อใช้ในแผนต่อไป พบว่านักเรียนมีพัฒนาการของทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะเห็นความคิดที่สามารถแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูลและการให้เหตุผลของนักเรียนได้ชัดเจนตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เป็นต้นไป และเมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมจนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้าย พบว่านักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์มากที่สุด สังเกตได้จากการเขียนบันทึกลงในใบกิจกรรมของนักเรียนทุกคน ตั้งแต่ขั้นทำนาย สังเกต และอธิบาย

จากการศึกษาพบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายนั้น นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ไปในทางที่ดีขึ้น ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนานักเรียนทั้งทางด้านความคิดและสติปัญญาได้ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิริยา พงษ์ภักดี (2556) ที่ศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วิธีทำนาย สังเกต และอธิบาย เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ได้กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาศักยภาพด้านการเรียนรู้และการคิดของนักเรียนที่จะนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ในชีวิตที่มีประสิทธิภาพ โดยพบว่านักเรียนมีการพัฒนาศักยภาพทางการเรียนรู้และด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น ซึ่งประเมินภาพรวมจากการทำกิจกรรมของนักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม นักเรียนจะมีความคิดวิเคราะห์ 3 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย จึงเป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ควบคู่ไปกับการพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้นอีกด้วย และงานวิจัยของ สม โภชน์ นันบุญ (2555) ที่ศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมต่อการคิดวิเคราะห์และมโนคติของนักเรียน ที่กล่าวว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการ

เรียนการสอนโดยใช้วิธีการทำนาย สังเกต อธิบาย มีคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการทำนาย สังเกต อธิบาย สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ โดยนักเรียนสามารถจำแนกข้อมูลได้ถูกต้องตามเกณฑ์ จัดหมวดหมู่ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถเปรียบเทียบและจัดลำดับข้อมูลได้ และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบได้

4.3 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบายที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำหลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (อ้างถึงใน สุปรียา แสงมณี, 2558) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Planning) ขั้นการปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observing) และขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบบันทึกภาคสนามของครู ซึ่งบันทึกโดยผู้วิจัยขณะที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและทำการบันทึกข้อมูลที่พบเจอในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง หลังจากผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการเรียนรู้เสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทำการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมด้วยตนเอง และผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้จากเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติดังกล่าว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยใช้เวลา 60 นาที

4.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก

ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ผู้วิจัยได้ทำการชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับการใช้วิธีตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ และกระบวนการคิดของนักเรียน อีกทั้งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนมาแล้วเกี่ยวกับส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก และปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่หนึ่งว่า “เซลล์กัลวานิก เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ปฏิกิริยาสามารถเกิดขึ้นได้เอง นักเรียนคิดว่ามีเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ปฏิกิริยาไม่สามารถเกิดขึ้นได้เอง หรือไม่ และเรียกเซลล์ไฟฟ้าเคมีดังกล่าวว่าอะไร” และคำถามที่สอง “นักเรียนคิดว่าส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์กัลวานิก และเซลล์อิเล็กโทรไลติกมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามความคิดของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ จากนั้นทำการแจกใบกิจกรรม เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล

ขั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นทำนาย ชั้นสังเกต และชั้นอธิบาย

ชั้นทำนาย ครูให้นักเรียนทำนายส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก โดยเปรียบเทียบกับส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์กัลวานิก ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในใบกิจกรรมที่กำหนดให้

ชั้นสังเกต ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก จากหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และเปรียบเทียบกับเซลล์กัลวานิกว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ชั้นอธิบาย ครูให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้หลังจากทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทำนายผลของนักเรียนที่ใช้ความรู้เดิมก่อนทำการศึกษาข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก

ขั้นสรุป ครูอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุป เรื่อง ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ซึ่งครูอธิบายโดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน โดยอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียน จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก และปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเรื่องที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว และนักเรียนให้ความสนใจเกี่ยวกับคำถามที่ที่ครูถาม แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถตอบคำถามดังกล่าวได้ ชั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ พบว่า ในชั้นทำนาย นักเรียนทุกคนสามารถอธิบายความรู้เดิมเกี่ยวกับส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิกได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถทำนายส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติกได้ จึงทำให้นักเรียนบางคนทำนายว่าสองเซลล์ไฟฟ้านี้มีส่วนประกอบที่เหมือนกัน และนักเรียนบางคนทำนายมีความแตกต่างกัน ในชั้นสังเกต นักเรียนตั้งใจค้นคว้าหาคำตอบจากสิ่งที่ครูให้ทำนายไว้ข้างต้น ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียน และในชั้นอธิบาย นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าตนเองจะอธิบายเพื่อเปรียบเทียบความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับอย่างไร ขั้นสรุป นักเรียนมีส่วนร่วมในการถามตอบระหว่างการเรียนรู้ค่อนข้างน้อย และส่วนใหญ่ยังตอบคำถามได้ไม่ถูกต้องครอบคลุม

ปัญหาที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เพื่อนำไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป คือ

- 1) ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูควรใช้คำถามที่กระชับและเข้าใจง่าย เพื่อให้ นักเรียนสามารถจับประเด็นหลักของคำถามนั้นได้ และยกตัวอย่างหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นความสนใจ
- 2) นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจจุดประสงค์ที่ครูให้ทำนายก่อนที่จะเรียนเนื้อหา ครูจึงควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3) ในชั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ ทั้งในชั้นทำนาย ชั้นสังเกต และชั้นอธิบาย นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในแต่ละชั้นนานจนเกินไป ครูจึงควรควบคุมเวลา โดยชี้แจงเรื่องเวลากับนักเรียนในการทำกิจกรรมทุกครั้ง

4) มีนักเรียนบางคนลอกคำนายของเพื่อน ครูควรชี้แจงว่าให้การทำนายเป็นการคาดเดาคำตอบไว้ล่วงหน้า จึงไม่จำเป็นว่าคำตอบนั้นจะต้องถูกต้องเสมอไป และการทำนายคำตอบด้วยตนเองนั้น สามารถใช้ตรวจสอบได้อีกด้วยว่าสิ่งที่ตนเองเข้าใจก่อนได้รับการเรียนรู้ นั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้องอยู่แล้วหรือไม่ จึงไม่ต้องกังวลกับการคาดเดาคำตอบในชั้นทำนาย

5) ในชั้นสังเกต นักเรียนศึกษาหาข้อมูลจากหนังสือเรียนเพียงอย่างเดียว ครูจึงควรให้คำแนะนำกับนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลละเอียดมากขึ้น

6) ครูควรมีภาพหรือสื่อวีดิทัศน์ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพและทำความเข้าใจกับเนื้อหาได้ง่ายขึ้น แทนการใช้เนื้อหาจากในหนังสือเรียนเพียงอย่างเดียว

7) ครูควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม หรือแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน

8) ครูควรให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ในแต่ละคาบ เพื่อความเข้าใจมากขึ้น

4.3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

จากการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก พบว่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีปัญหาเกิดขึ้นมากพอสมควร ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นี้ จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับการใช้วิธีตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ และกระบวนการคิดของนักเรียน อีกทั้งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนมาแล้วเกี่ยวกับส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก และปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และมีการกระตุ้นความสนใจ

ของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า “สารประกอบไอออนิกคืออะไร และจงยกตัวอย่างสารประกอบไอออนิกที่นักเรียนรู้จักในชีวิตประจำวัน” โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามความคิดของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ จากนั้นทำการแจกใบกิจกรรม เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า ให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล

ครูแจ้งเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบดังนี้

ขั้นทำนาย ครูชี้แจงจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบว่าทำไมจึงต้องมีการให้นักเรียนทำนายก่อนที่จะได้รับการเรียนรู้ จากนั้นให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในใบกิจกรรมที่กำหนดให้

ขั้นสังเกต ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า จากรูปภาพประกอบที่ครูให้ และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นบันทึกและสรุปผลที่ได้จากการสังเกตหลังดูภาพประกอบ

ขั้นอธิบาย ครูให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้หลังจากการสังเกตและศึกษาข้อมูล เทียบกับการทำนายผลของนักเรียนที่ใช้ความรู้เดิมก่อนทำการศึกษาข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

ขั้นสรุป ครูอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุปโดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน โดยอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียน จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนนักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก และปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเรื่องที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว และนักเรียนให้ความสนใจเกี่ยวกับคำถามที่ครูถาม และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามดังกล่าวได้ แต่ยังคงตัวอย่างได้ค่อนข้างน้อย ซึ่งในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนนี้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้พบว่า ในขั้นทำนาย นักเรียนไม่สามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นเกี่ยวกับการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้าได้ ในขั้นสังเกต นักเรียนสนใจภาพประกอบที่ครูเปิดให้ดู และสามารถค้นคว้าหาคำตอบจากสิ่งที่ครูให้ทำนายไว้ข้างต้นได้ ซึ่งหลังจากที่ดูภาพประกอบแล้ว

นักเรียนส่วนใหญ่ก็จะศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียนเพิ่มเติมด้วย และในชั้นอธิบาย นักเรียนบางคนสามารถอธิบายได้ว่าความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่กับความรู้ใหม่ที่ได้รับนั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงไม่สามารถอธิบายเหตุผลดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังคงมีส่วนร่วมในการถามตอบระหว่างการเรียนรู้ค่อนข้างน้อย และส่วนใหญ่ยังตอบคำถามได้ไม่ถูกต้องครอบคลุม และยังไม่ค่อยกล้าถามครูเมื่อเกิดความไม่เข้าใจหรือเกิดความสงสัย

ปัญหาที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เพื่อนำไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป คือ

1) ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนยกตัวอย่างสารไอออนิกในชีวิตประจำวันได้ค่อนข้างน้อย ครูจึงควรเกริ่นนำแนวทางในการตอบของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบเพิ่มขึ้น

2) ในขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ ทั้งในขั้นทำนายขั้นสังเกต และชั้นอธิบาย นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงใช้เวลาในแต่ละขั้นนานจนเกินไป ครูจึงควรควบคุมเวลาในแต่ละขั้นอย่างเข้มงวด

3) มีนักเรียนบางคนยังคงลอกคำนำของเพื่อน ครูควรชี้แจงว่าให้การทำนายเป็นการคาดเดาคำตอบไว้ล่วงหน้า จึงไม่จำเป็นว่าคำตอบนั้นจะต้องถูกต้องเสมอไป และการทำนายคำตอบด้วยตนเองนั้น สามารถใช้ตรวจสอบได้อีกด้วยว่าสิ่งที่ตนเองเข้าใจก่อนได้รับการเรียนรู้ นั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้องอยู่แล้วหรือไม่ จึงไม่ต้องกังวลกับการคาดเดาคำตอบในขั้นทำนาย

4) ในขั้นสังเกต นักเรียนศึกษาหาข้อมูลจากหนังสือเรียนและสื่อวิดีโอที่ครูนำมาให้ ครูจึงควรให้คำแนะนำกับนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้น

5) ในชั้นอธิบาย นักเรียนยังไม่สามารถเข้าใจหลักการของการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวได้ชัดเจน ครูจึงควรมีสื่อวิดีโอ เพื่อให้ นักเรียนสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการของการเกิดปฏิกิริยาและทำความเข้าใจกับเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

6) ครูควรให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ในแต่ละคาบ เพื่อความเข้าใจมากขึ้น

4.3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

จากการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า พบว่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวยังมีปัญหาเกิดขึ้น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นี้ จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับการใช้วิธีตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจ และกระบวนการคิดของนักเรียน อีกทั้งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนมาแล้วเกี่ยวกับการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า และปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า “นักเรียนคิดว่าในชีวิตประจำวันของของนักเรียน น้ามีความสำคัญอย่างไรบ้าง” และ “น้ามีสูตรโมเลกุลอย่างไร และประกอบไปด้วยธาตุใดบ้างใน 1 โมเลกุล” โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามความคิดของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ จากนั้นทำการแจกใบกิจกรรม เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล

ครูแจ้งเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบ

ขั้นทำนาย ให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในใบกิจกรรมที่กำหนดให้

ขั้นสังเกต ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า จากสื่อวีดิทัศน์ที่ครูเปิด และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และให้แต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้อง จากนั้นบันทึกและสรุปผลที่ได้จากการสังเกตหลังดูสื่อวีดิทัศน์

ขั้นอธิบาย ครูให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้หลังจากการสังเกตและศึกษาข้อมูลเทียบกับการทำนายผลของนักเรียนที่ใช้ความรู้เดิมก่อนทำการศึกษาข้อมูล ลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

ขั้นสรุป ครูอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุป เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งครูอธิบายโดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน โดยอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียน จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกต พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า ขึ้นนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการแยกสาร ไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้าได้ และปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเรื่องที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว และนักเรียนให้ความสนใจเกี่ยวกับคำถามที่ที่ครูถาม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามและยกตัวอย่างจากสิ่งที่ครูถามได้ ชั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ พบว่า ในขั้นทำนาย นักเรียนบางคนสามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นเกี่ยวกับการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าได้ โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ในขั้นสังเกต นักเรียนสนใจสื่อวิดีโอที่ครูเปิดให้ดู และสามารถค้นคว้าหาคำตอบจากสิ่งที่ครูให้ทำนายไว้ข้างต้นได้ ซึ่งหลังจากที่ดูสื่อวิดีโอแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ก็จะศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียนเพิ่มเติมด้วย และในขั้นอธิบาย มีจำนวนนักเรียนที่สามารถอธิบายได้ว่า ความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่กับความรู้ใหม่ที่ได้รับนั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรเพิ่มขึ้น แต่ยังคงมีนักเรียนที่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลดังกล่าวได้ ชั้นสรุปนักเรียนเริ่มมีส่วนร่วมในการถามตอบระหว่างการเรียนรู้อีกขึ้น และสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุม เมื่อเกิดความไม่เข้าใจหรือเกิดความสงสัยจะกล้าถามครูมากขึ้น

ปัญหาที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เพื่อนำไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป คือ

- 1) ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูควรใช้คำถามที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีการสนทนาโต้ตอบหรือแสดงความคิดเห็นมากขึ้น
- 2) ในขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ ในขั้นทำนาย นักเรียนใช้เวลาในการทำนายเร็วขึ้น แต่ในขั้นสังเกต และขั้นอธิบาย นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงใช้เวลาในแต่ละขั้นนานจนเกินไป ครูจึงควรควบคุมเวลาในแต่ละขั้นอย่างเข้มงวด
- 3) มีนักเรียนบางคนยังคงลอกคำนายของเพื่อน ครูควรชี้แจงว่าให้การทำนายเป็นการคาดเดาคำตอบไว้ล่วงหน้า จึงไม่จำเป็นว่าคำตอบนั้นจะต้องถูกต้องเสมอไป และการทำนายคำตอบด้วยตนเองนั้น สามารถใช้ตรวจสอบได้อีกด้วยว่าสิ่งที่ตนเองเข้าใจก่อนได้รับการเรียนรู้นั้น เป็นสิ่งที่ถูกต้องอยู่แล้วหรือไม่ จึงไม่ต้องกังวลกับการคาดเดาคำตอบในขั้นทำนาย
- 4) ในขั้นสังเกต นักเรียนศึกษาหาข้อมูลจากหนังสือเรียนและสื่อวิดีโอที่ครูนำมาให้ ครูจึงควรให้คำแนะนำกับนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้น

5) ครูควรให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ในแต่ละคาบ เพื่อความเข้าใจมากขึ้น

4.3.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

จากการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า พบว่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวยังมีปัญหาเกิดขึ้น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นี้ จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับการใช้วิธีตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ และกระบวนการคิดของนักเรียน อีกทั้งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนมาแล้วเกี่ยวกับการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า “ในชีวิตประจำวันนักเรียนรู้จักสารละลายชนิดใดบ้าง จงยกตัวอย่าง” และ “สารละลายที่นักเรียนกล่าวมาข้างต้น สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้หรือไม่ อย่างไร” โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามความคิดของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ขั้นตอนจัดการกระบวนการเรียนรู้ จากนั้นทำการแจกใบกิจกรรม เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล

ขั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่ ขั้นทำนาย ขั้นสังเกต และขั้นอธิบาย ซึ่งครูจะแจ้งเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบ

ขั้นทำนาย ให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในใบกิจกรรมที่กำหนดให้

ขั้นสังเกต ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า จากวิดีโอที่ครูเปิด และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และให้แต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้อง จากนั้นบันทึกและสรุปผลที่ได้จากการสังเกตหลังดูวิดีโอ

ชั้นอธิบาย ครูให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้หลังจากการสังเกตและศึกษาข้อมูล เทียบกับการทำนายผลของนักเรียนที่ใช้ความรู้เดิมก่อนทำการศึกษาข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

ขั้นสรุป ครูอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุป เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งครูอธิบายโดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน โดยอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียน จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าได้ และปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเรื่องที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว และนักเรียนให้ความสนใจเกี่ยวกับคำถามที่ที่ครูถาม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับสารละลายที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าสารที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้หรือไม่ ชั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ พบว่า ในขั้นทำนาย นักเรียนส่วนใหญ่ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นเกี่ยวกับการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าโดยใช้ความรู้เดิมที่ได้เรียนไปแล้วในเรื่องการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการอธิบาย ในขั้นสังเกต นักเรียนสนใจวิดีโอที่ครูเปิดให้ และสามารถค้นคว้าหาคำตอบจากสิ่งที่ครูให้ทำนายไว้ข้างต้นได้ ซึ่งหลังจากที่ดูวิดีโอแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ก็จะศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียนเพิ่มเติมด้วย และในชั้นอธิบาย มีนักเรียนที่สามารถอธิบายได้ว่าความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่กับความรู้ใหม่ที่ได้รับนั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรเพิ่มขึ้น แต่ยังคงมีนักเรียนที่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลดังกล่าวได้ ขั้นสรุป นักเรียนมีส่วนร่วมในการถามตอบระหว่างการเรียนรู้มากขึ้น และสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องแต่ยังคงไม่ครอบคลุม เมื่อเกิดความไม่เข้าใจหรือเกิดความสงสัยจะกล้าถามครูมากขึ้น

ปัญหาที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เพื่อนำไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป คือ

1) ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูควรทบทวนความรู้เรื่องต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วเพื่อตรวจสอบว่าเข้าใจประเด็นสำคัญในแต่ละเรื่องมากน้อยเพียงใด และครูควรยกตัวอย่างโจทย์ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงตอบคำถามด้วย เพื่อทดสอบความเข้าใจความรู้เดิมของนักเรียน

- 2) ในชั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ ในชั้นสังเกต และชั้นอธิบาย นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงใช้เวลาในแต่ละชั้นนานจนเกินไป ครูจึงควรควบคุมเวลาในแต่ละชั้นอย่างเข้มงวด
- 3) ในชั้นสังเกต นักเรียนศึกษาหาข้อมูลจากหนังสือเรียนและวิดีโอที่ครูนำมาให้ ครูจึงควรให้คำแนะนำกับนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้น
- 4) ครูควรทดสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยการสุ่มนักเรียนออกมาสาธิตหรืออธิบายหน้าชั้นเรียน
- 5) ครูควรให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ในแต่ละคาบ เพื่อความเข้าใจมากขึ้น

4.3.5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า 1

จากการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแยกละลายด้วยกระแสไฟฟ้า พบว่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวยังมีปัญหาเกิดขึ้น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นี้ จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับการใช้วิธีตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ และกระบวนการคิดของนักเรียน อีกทั้งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการแยกสารที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ที่ได้เรียนมาแล้ว และมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า “จงยกตัวอย่างวัตถุที่มีการชุบด้วยโลหะที่นักเรียนรู้จักในชีวิตประจำวัน” และ “นักเรียนคิดว่าวัตถุประสงค์ของการชุบโลหะ คืออะไร” โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามความคิดของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ชั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ชั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นทำนาย ชั้นสังเกต และชั้นอธิบาย ซึ่งครูจะแจ้งเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบ

ขั้นทำนาย ให้นักเรียนทำนายผลว่าวิธีหรือขั้นตอนในการชุบโลหะเป็นอย่างไร ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในสมุดของตนเอง

ขั้นสังเกต ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการชุบด้วยไฟฟ้า จากแผนภาพ วิดีโอที่ครูเปิด และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และให้แต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้อง จากนั้น บันทึกและสรุปผลที่ได้จากการสังเกต

ขั้นอธิบาย ครูให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้หลังจากการสังเกตและศึกษาข้อมูล เทียบกับการทำนายผลของนักเรียนที่ใช้ความรู้เดิมก่อนทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลลงในสมุดของตนเอง

ขั้นสรุป ครูอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุป เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า ซึ่งครูอธิบายโดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน โดยอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียน และครูให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการ ออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาหรือแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบ คำตอบของแต่ละคนที่ออกมาอธิบายด้วย จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัด เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกต พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า ขั้นนำเข้าสู่ บทเรียน เมื่อทำการทบทวนความรู้เดิมที่เรียนผ่านมาแล้วทั้งหมด นักเรียนบางคนยังไม่สามารถจับ ประเด็นสำคัญของแต่ละเรื่องได้ สังเกตจากการสรุปในแต่ละเรื่องนั้นนักเรียนยังตอบคำถามด้วยความไม่แน่ใจและมีความสับสนอยู่ แต่นักเรียนบางส่วนสามารถตอบได้ ทั้งนี้เนื่องจากการทบทวน ความรู้เดิมของนักเรียนในครั้งนี้ ครูทำการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนมาทั้งหมดของเรื่องเซลล์อิเล็ก โทโรไลดิกตั้งแต่แรก ไม่ได้ทบทวนเพียงแค่เรื่องที่ใดเรื่องหนึ่ง แต่นักเรียนยังคงให้ความสนใจ เกี่ยวกับคำถามที่ครูถาม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับโลหะที่ชุบใน ชีวิตประจำวันได้ และสามารถอธิบายวัตถุประสงค์ของการชุบโลหะได้บ้าง อาจเนื่องมาจากการชุบ โลหะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องประดับ เครื่องใช้ในบ้าน เป็นต้น ขั้นจัด กระบวนการเรียนรู้ พบว่า ในขั้นทำนาย เมื่อให้นักเรียนทำนายขั้นตอนหรือวิธีการชุบโลหะด้วย ไฟฟ้า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้ ในขั้นสังเกต นักเรียนสนใจแผนภาพ และวิดีโอที่ครูเปิดให้ดู และสามารถค้นคว้าหาคำตอบจากสิ่งที่ครูให้ทำนายไว้ข้างต้นได้ ซึ่งหลังจาก ที่ดูแผนภาพและวิดีโอแล้ว นักเรียนมีการศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียนเพิ่มเติมด้วย และในขั้น อธิบาย มีนักเรียนที่สามารถอธิบายได้ว่าความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่กับความรู้ใหม่ที่ ได้รับนั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรเพิ่มขึ้น แต่ยังสามารถให้เหตุผลในการอธิบายได้ค่อนข้าง

น้อย นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายขั้นตอนหรือวิธีการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าได้ถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถอธิบายขั้นตอนหรือวิธีการดังกล่าวได้อย่างถูกต้องเช่นกัน สังเกตได้จากการโจทย์ในทำแบบฝึกหัดและการตอบคำถามครู ขึ้นสรุป นักเรียนมีส่วนร่วมในการถามตอบระหว่างการเรียนรู้มากขึ้น มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีขึ้นระหว่างครูและนักเรียน ทำให้นักเรียนกล้าที่จะตอบคำถามไม่ว่าจะผิดหรือถูก ซึ่งหากตอบผิดหรือไม่ตรงประเด็น นักเรียนก็จะเกิดความสงสัยและเริ่มรู้จักพิจารณาว่าตนเองเข้าใจตรงส่วนใดไม่ถูกต้องได้ กล้าที่จะออกมาสาธิตหรือแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนและสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องมากขึ้น และเมื่อเกิดความไม่เข้าใจหรือเกิดความสงสัยจะกล้าถามครูทันที

ปัญหาที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เพื่อนำไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป คือ

- 1) ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูควรยกตัวอย่าง โจทย์ในแต่ละเรื่องที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงตอบคำถามด้วย เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจ ความรู้เดิมของนักเรียน
- 2) ในขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ในขั้นทำนายและขั้นสังเกต นักเรียนใช้เวลาานกว่าที่ครูกำหนดให้ แต่ในขั้นอธิบาย นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามครูควรควบคุมเวลาในแต่ละขั้นอย่างเข้มงวด
- 3) ในขั้นสังเกต นักเรียนศึกษาหาข้อมูลจากหนังสือเรียนและสื่อวีดิทัศน์ที่ครูนำมาให้ ครูจึงควรให้คำแนะนำกับนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้น
- 4) ครูควรให้นักเรียนช่วยกันออกมาเขียนสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ในแต่ละคาบ โดยสรุปเป็นแผนผังความคิด เพื่อให้มีความเข้าใจมากขึ้น และสามารถมองภาพรวมของเรื่องได้

4.3.6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า 2

จากการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า 1 พบว่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวยังมีปัญหาเกิดขึ้น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นี้ จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า 2

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการแยกสารที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ที่ได้เรียนมาแล้ว และสุ่มนักเรียนออกมาอธิบาย โจทย์ปัญหาที่ครูให้ในแต่ละเรื่องที่ทำกรทบทวนความรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจประเด็นของแต่ละเรื่องมากขึ้น และมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า “วัตถุที่มีการชุกด้วยโลหะที่นักเรียนรู้จักในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ใช้โลหะใดในการชุบหรือการเคลือบ” และ “นักเรียนคิดว่าการชุบโลหะมีความสำคัญหรือไม่อย่างไร” โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามความคิดของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ จะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ศึกษาวิธีการทำการทดลอง ในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า และครูจะอธิบายวิธีการทดลองให้นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่ง ในขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นทำนาย ชั้นสังเกต และชั้นอธิบาย ซึ่งครูจะแจ้งเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละชั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบ

ชั้นทำนาย ครูให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นก่อนทำการทดลอง ลงในตอนที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน

ชั้นสังเกต ให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า และบันทึกและสรุปผลการทดลองจากการสังเกตการทดลอง ลงในตอนที่ 2 เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการทดลองของตนเอง

ชั้นอธิบาย ให้นักเรียนแต่ละคนอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต เทียบกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิมก่อนทำการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลองลงในตอนที่ 3 ของใบกิจกรรม

ขั้นสรุป ครูอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุป เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า ซึ่งครูอธิบายโดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน โดยอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียน และครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการออกมาอธิบาย โจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนที่ออกมาอธิบายด้วย ในช่วงท้ายคาบเรียนครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้ว่ามีอะไรบ้าง โดยให้นักเรียนช่วยกันเขียนสรุปเป็นแผนผังความคิดหน้าชั้นเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกต พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า ขึ้นนำเข้าสู่ บทเรียน เมื่อทำการทบทวนความรู้เดิมที่เรียนผ่านมาแล้วทั้งหมด นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจับ ประเด็นสำคัญของแต่ละเรื่องได้ สังเกตจากการสรุปในแต่ละเรื่องนั้นนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลได้ดีขึ้น และนักเรียนให้ความสนใจเกี่ยวกับคำถามที่ครูถาม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับชนิดของโลหะที่พบวัตถุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ และสามารถอธิบาย ถึงความสำคัญของการชุบโลหะได้บ้างบางส่วน เช่น ชุบเพื่อความสวยงาม แวววาว หรือการเพิ่ม มูลค่าให้กับวัตถุนั้น ๆ แต่นักเรียนยังไม่ได้พิจารณาไปถึงความสำคัญในเรื่องของคุณสมบัติเฉพาะตัว ของโลหะที่ใช้ชุบ เช่น สามารถป้องกันการผุกร่อน เพื่อยืดอายุการใช้งาน หรือการทนต่อสารเคมี และการนำไฟฟ้าได้ ขึ้นจัดกระบวนการเรียนรู้ พบว่า เมื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลอง ด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก และครูได้อธิบายการทดลองให้นักเรียนฟัง อีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เข้าใจตรงกันมากขึ้น ในขั้นทำนาย เมื่อให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น นักเรียน ส่วนใหญ่สามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้ และใช้เวลาในการทำนายเร็วขึ้นแต่ก็ยังคงนานกว่าเวลาที่ ครูกำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความรู้เดิมเรื่องของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าจากการเรียน ครั้งที่แล้ว ทำให้ยังสามารถจดจำและเข้าใจหลักการได้ดี ในขั้นสังเกต พบว่า นักเรียนบางกลุ่มจัดชุด อุปกรณ์การทดลองเพื่อชุบโลหะด้วยไฟฟ้าไม่ถูกต้อง ซึ่งเป็นผลทำให้การทดลองไม่เกิดปฏิกิริยา ใด ๆ ขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการใช้เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าและการต่อ สายไฟที่เป็นขั้วบวกขั้วลบที่จะต้องต่อกับเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า เพื่อให้กระแสไฟฟ้าสามารถ ไหลได้ครบวงจร อย่างไรก็ตามในภาพรวมนักเรียนทุกกลุ่มให้ความสนใจกับการทดลองที่เกิดขึ้น และอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น เช่น ครูให้นักเรียนใช้ศักย์ไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าเพียง 5 โวลต์ เพื่อสังเกตการทดลอง เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จสิ้น นักเรียนหลายกลุ่มอยากทราบว่าถ้า ใช้ศักย์ไฟฟ้ามากกว่า 5 โวลต์ ปฏิกิริยาจะสามารถเกิดขึ้นได้เร็วกว่าหรือไม่ นักเรียนจึงทำการ เปลี่ยนศักย์ไฟฟ้าเป็น 8 โวลต์ และ 12 โวลต์ ตามลำดับ และในขั้นอธิบาย นักเรียนสามารถอธิบาย ได้ว่าความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่กับความรู้ใหม่ที่ได้รับนั้นเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถให้เหตุผลในการอธิบายได้ดีขึ้น อธิบายขั้นตอนหรือวิธีการ ชุบโลหะด้วยไฟฟ้าได้ถูกต้อง สังเกตได้จากการทำงานทดลองและการตอบคำถามครูระหว่างการ ทดลอง ขึ้นสรุป นักเรียนมีส่วนร่วมในการถามตอบระหว่างการเรียนรู้นี้มากขึ้น กล่าวที่จะออกมาสาธิต หรือแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนมากขึ้นและสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและครอบคลุมมากขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถช่วยกันเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้ออกมาเป็นแผนผังความคิด เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้นเกี่ยวกับการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ปัญหาที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เพื่อนำไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป คือ

- 1) ในการทำการทดลอง ครูควรสาธิตวิธีการใช้อุปกรณ์แต่ละชิ้นให้นักเรียนดู เพื่อที่จะได้ทำการทดลองอย่างถูกต้อง และควรบอกข้อควรระวังการใช้อุปกรณ์ที่เป็นอันตรายด้วยความปลอดภัยของนักเรียน
- 2) ครูควรอธิบายการทดลองแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน เพื่อให้ นักเรียนสามารถทำการทดลองด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง
- 3) ในขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ ในขั้นทำนายและขั้นสังเกต นักเรียนใช้เวลาานมากกว่าที่ครูกำหนดให้ แต่ในขั้นอธิบาย นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามครูควรควบคุมเวลาในแต่ละขั้นอย่างเข้มงวด
- 4) ในขั้นสังเกต นักเรียนศึกษาหาข้อมูลจากหนังสือเรียนและใบกิจกรรมที่ครูนำมาให้ ครูจึงควรให้คำแนะนำกับนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้น
- 5) ครูควรเลือกตัวแทนนักเรียนเพียงบางกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และใช้การถามตอบหรือแสดงความคิดเห็นกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อควบคุมเวลาในการเรียนให้กระชับมากขึ้น

4.3.7 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1

จากการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า 2 พบว่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวยังมีปัญหาเกิดขึ้น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 นี้ จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1 ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับการใช้วิธีตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ และกระบวนการคิดของนักเรียน อีกทั้งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการแยกสารที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

และการชูปด้วยไฟฟ้าที่ได้เรียนมาแล้ว และสุ่มนักเรียนออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาที่ครูให้ในแต่ละเรื่องที่ทำกรทบทวนความรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจประเด็นของแต่ละเรื่องมากขึ้น และมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า “จงยกตัวอย่างวัตถุที่เป็นโลหะที่นักเรียนคิดว่ามีโลหะหลายชนิดผสมอยู่ด้วยกัน” และ “นักเรียนคิดว่าเราจะมึวิธีการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้หรือไม่ อย่างไร” โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามความคิดของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่ ขั้นทำนาย ขั้นสังเกต และขั้นอธิบาย ซึ่งครูจะแจ้งเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบ

ขั้นทำนาย ให้นักเรียนทำนายผลว่าการชูปด้วยไฟฟ้ากับการทำโลหะให้บริสุทธิ์มีหลักการเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนลงในสมุดของตนเอง

ขั้นสังเกต ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโตรไลติก จากภาพและวิดีโอที่ครูเปิด และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และให้แต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้อง จากนั้นบันทึกและสรุปผลที่ได้จากการสังเกต

ขั้นอธิบาย ครูให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้หลังจากการสังเกตและศึกษาข้อมูล เทียบกับการทำนายผลของนักเรียนที่ใช้ความรู้เดิมก่อนทำการศึกษาข้อมูลลงในสมุดของตนเอง

ขั้นสรุป ครูอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุป เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโตรไลติก ซึ่งครูอธิบายโดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน โดยอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียน และครูให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาหรือแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนที่ออกมาอธิบายด้วย จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัด เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน จากนั้นในช่วงท้ายคาบเรียนครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้ว่ามีอะไรบ้าง โดยครูตั้งถามในแต่ละประเด็นและให้นักเรียนช่วยกันตอบ ซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการถามตอบระหว่างการเรียนรู้ และออกมาสาธิตหรือแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนมากขึ้น และเมื่อเกิดความไม่เข้าใจหรือเกิดความสงสัยจะกล้าถามครูทันที อีกทั้งสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องตรงประเด็นมากขึ้น

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า ขั้นนำเข้าสู่

บทเรียน เมื่อทำการทบทวนความรู้เดิมที่เรียนผ่านมาแล้วทั้งหมด นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจับประเด็นสำคัญของแต่ละเรื่องได้ สืบเนื่องจากการสรุปในแต่ละเรื่องนั้น นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ตรงประเด็นแต่ยังไม่ครอบคลุมมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในครั้งนี้นี้คล้ายคลึงกับการทบทวนความรู้ในครั้งก่อนหน้านี้ จึงทำให้นักเรียนมีความรู้หรือประสบการณ์เดิมอยู่บ้าง การทบทวนครั้งนี้จึงเป็นการอธิบายประเด็นสำคัญ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสามารถแยกแยะหลักการของแต่ละเรื่องที่เรียนมาแล้วได้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งนักเรียนยังคงให้ความสนใจเกี่ยวกับคำถามที่ครูถาม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับโลหะผสมที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันได้ และแต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าจะมีวิธีการทำให้โลหะเหล่านั้นบริสุทธิ์ได้อย่างไร ขึ้นจัดกระบวนการเรียนรู้พบว่า ในขั้นทำนาย เมื่อให้นักเรียนทำนายว่าหลักการ ของการชุบด้วยไฟฟ้ากับการทำโลหะให้บริสุทธิ์เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่จะทำนายผลที่ว่าใช้หลักการเดียวกัน และเข้าใจว่าวิธีการจัดอุปกรณ์สำหรับการชุบด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์นั้นเหมือนกัน ซึ่งแท้ที่จริงแล้ว แม้ว่าทั้งการชุบด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์นั้นจะใช้หลักการเดียวกัน แต่การจัดชุดอุปกรณ์สำหรับการชุบด้วยไฟฟ้ากับการทำโลหะให้บริสุทธิ์นั้นแตกต่างกัน ในขั้นสังเกต นักเรียนสนใจภาพและวิดีโอที่ครูเปิดให้ดู และสามารถค้นคว้าหาคำตอบจากสิ่งที่ครูให้ทำนายไว้ข้างต้นได้ ซึ่งหลังจากที่ดูภาพและวิดีโอแล้ว นักเรียนมีการศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียนเพิ่มเติมด้วย อีกทั้งนักเรียนบางส่วนเริ่มค้นหาข้อมูลจากแหล่งอื่นมากขึ้น เช่น หนังสืออื่น ๆ และแหล่งเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ต ในขั้นอธิบาย มีนักเรียนที่สามารถอธิบายได้ว่าความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่เกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ได้รับนั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรเพิ่มขึ้น และสามารถให้เหตุผลในการอธิบายได้มากขึ้น แต่นักเรียนบางส่วนยังอธิบายขั้นตอนหรือวิธีการทำโลหะให้บริสุทธิ์ไม่ถูกต้อง สังเกตได้จากการโยกย้ายในทำแบบฝึกหัดและการตอบคำถามครู ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนเข้าใจว่าถ้าหากการทำโลหะให้บริสุทธิ์มีและการชุบด้วยไฟฟ้าโดยใช้โลหะชนิดเดียวกันจะใช้หลักการเดียวกัน เพราะฉะนั้นนักเรียนจึงเข้าใจว่าการจัดชุดอุปกรณ์เพื่อทำให้โลหะนั้นบริสุทธิ์จะต้องวางวัสดุชนิดนั้นไว้ในตำแหน่งที่เหมือนกันกับการจัดชุดอุปกรณ์สำหรับการชุบด้วยไฟฟ้า จึงจะทำให้สามารถเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้ ขึ้นสรุป นักเรียนมีส่วนร่วมในการถามตอบระหว่างการเรียนรู้มากขึ้น มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีขึ้นระหว่างครูและนักเรียน ทำให้นักเรียนกล้าที่จะตอบคำถามไม่ว่าจะผิดหรือถูก ซึ่งหากตอบผิดหรือไม่ตรงประเด็น นักเรียนก็จะเกิดความสงสัยและรู้จักพิจารณาว่ายังเข้าใจตรงส่วนใดไม่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง

ปัญหาที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เพื่อนำไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป คือ

- 1) ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เมื่อทบทวนความรู้เดิมที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว ครูควรนำภาพหรือแผนผังความคิดที่นักเรียนเคยสรุปไว้ร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น
- 2) ในขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ ในขั้นทำนายอธิบาย นักเรียนใช้เวลานานกว่าที่ครูกำหนดให้ ครูจึงควรควบคุมเวลาอย่างเข้มงวด
- 3) ในขั้นสรุป หากเรื่องที่เรียนรู้มีหลักการหรือทฤษฎีที่ใกล้เคียงกันแต่อาจจะแตกต่างกันในบางประการ ครูจึงควรสรุปเป็นแสดงภาพหรือแผนผังความคิดให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของแต่ละเรื่อง เพื่อให้นักเรียนสามารถแยกแยะหลักการนั้น ๆ ได้

4.3.8 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2

จากการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1 พบว่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวยังมีปัญหาเกิดขึ้น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 นี้ จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2 ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับการใช้วิธีตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ และกระบวนการคิดของนักเรียน อีกทั้งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการทดลอง เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า และการเรียนทฤษฎี เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกระแสไฟฟ้าที่ได้เรียนมาแล้ว พร้อมกับแสดงภาพหรือแผนผังความคิดของแต่ละเรื่องเพื่อให้เห็นประเด็นที่สำคัญหรือความแตกต่างของแต่ละเรื่องได้ แล้วสุ่มนักเรียนออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาที่ครูให้ในแต่ละเรื่องที่ทำกรทบทวนความรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจประเด็นของแต่ละเรื่องมากขึ้น และมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า “นักเรียนคิดว่า การชุบด้วยไฟฟ้ากับการทำโลหะให้บริสุทธิ์ จะมีหลักการที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร” และ “นักเรียนคิดว่าวัตถุประสงค์ของการทำโลหะให้บริสุทธิ์ คืออะไร” โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามความคิดของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ จะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยครูให้

นักเรียนแต่ละกลุ่ม ศึกษาวิธีการทำการทดลอง ในใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก และครูจะอธิบายวิธีการทดลองให้นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่งพร้อมกับแนะนำอุปกรณ์ต่าง ๆ และสาธิตวิธีการจัดอุปกรณ์ในการทดลองให้นักเรียนดูด้วย ในขั้นการกระบวนการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นทำนาย ชั้นสังเกต และชั้นอธิบาย ซึ่งครูจะแจ้งเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบ

ชั้นทำนาย ครูให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นก่อนทำการทดลอง ลงในตอนที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน

ชั้นสังเกต ให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 7 เรื่องการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก และบันทึกและสรุปผลการทดลองจากการสังเกตการทดลอง ลงในตอนที่ 2 เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน

ชั้นอธิบาย ให้นักเรียนแต่ละคนอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต เทียบกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิมก่อนทำการทดลอง

ขั้นสรุป ครูอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุป เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก ซึ่งครูอธิบายโดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน โดยอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียน และครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนที่ออกมาอธิบายด้วย ในช่วงท้ายคาบเรียนครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้ว่ามีอะไรบ้าง โดยให้นักเรียนช่วยกันเขียนสรุปเป็นแผนผังความคิดหน้าชั้นเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน เมื่อทำการทบทวนความรู้เดิมที่เรียนผ่านมาแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจับประเด็นสำคัญของแต่ละเรื่องได้ แต่นักเรียนบางคนยังคงสับสนเกี่ยวกับการจัดชุดอุปกรณ์ของการชุบไฟฟ้ากับการทำโลหะให้บริสุทธิ์อยู่ สังเกตจากการสรุปในแต่ละเรื่องนั้นนักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้ดีขึ้น แต่บางคนยังตอบคำถามด้วยความไม่แน่ใจและสับสนในคำตอบของตนเอง อย่างไรก็ตามนักเรียนยังคงให้ความสนใจเกี่ยวกับคำถามที่ครูถาม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับหลักการของการชุบด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิ

เล็กโทรไลติกได้ และสามารถอธิบายวัตถุประสงค์ของของการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้ ชั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ พบว่า เมื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลองด้วยตนเอง นักเรียนจะมีความสนใจเป็นอย่างมาก และครูได้อธิบายการทดลองให้นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่ง พร้อมกับการสาธิตการจัดชุดอุปกรณ์และใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำการทดลองได้อย่างถูกต้องและมีความเข้าใจตรงกันมากขึ้น ในขั้นทำนาย เมื่อให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้ และใช้เวลาในการทำนายเป็นไปตามที่ครูกำหนด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความรู้เดิมเรื่องของการทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกระแสไฟฟ้าจากการเรียนครั้งที่แล้ว ทำให้ยังสามารถจดจำและเข้าใจหลักการได้ถูกต้อง ในขั้นสังเกต พบว่า นักเรียนบางกลุ่มจัดชุดอุปกรณ์การทดลองเพื่อไม่ถูกต้อง ซึ่งเป็นผลทำให้การทดลองไม่เกิดปฏิกิริยาใด ๆ ขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนเกิดความสับสนในการใช้อุปกรณ์ เช่น การเลือกใช้สายไฟสีดำหรือสีแดงในการต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า หรือการจัดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองผิดตำแหน่ง ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น จึงเป็นผลให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น ขณะทำการทดลอง อย่างไรก็ตามในภาพรวมนักเรียนทุกกลุ่มให้ความสนใจกับการทดลองที่เกิดขึ้น และอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น เช่น ครูให้นักเรียนใช้ศักย์ไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าเพียง 5 โวลต์ เพื่อสังเกตการทดลองเมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จสิ้น นักเรียนหลายกลุ่มอยากทราบว่าถ้าใช้ศักย์ไฟฟ้ามากกว่า 5 โวลต์ ปฏิกิริยาจะสามารถเกิดขึ้นได้เร็วกว่าหรือไม่ นักเรียนจึงทำการเปลี่ยนศักย์ไฟฟ้าเป็น 8 โวลต์ และ 12 โวลต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับที่นักเรียนเคยสงสัยขณะทำการทดลอง เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า และในขั้นอธิบาย นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่กับความรู้นี้ใหม่ที่ได้นั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถให้เหตุผลในการอธิบายได้ดีขึ้น อธิบายขั้นตอนหรือวิธีการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติกได้ ถูกต้อง สังเกตได้จากการทำการทดลอง การตอบคำถามในใบกิจกรรมและการตอบคำถามครูระหว่างการทดลอง ชั้นสรุป ครูเลือกตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองของตนเอง และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการถามตอบระหว่างการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งนักเรียนกล้าออกมาสาธิตหรือแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนมากขึ้น และสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและครอบคลุม นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถช่วยกันเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้ออกมาเป็นแผนผังความคิด เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้นเกี่ยวกับการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติกได้

ปัญหาที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 คือ

1) ในขั้นสังเกต ครูควรให้คำแนะนำกับนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้น

2) ขณะที่นักเรียนออกมานำเสนอผลการทดลอง ครูควรใช้การถามตอบหรือแสดงความคิดเห็นกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อควบคุมเวลาในการเรียนให้กระชับมากขึ้น

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่องเซลล์อิเล็กโทรไลติก ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้ จะเห็นว่าการออกแบบกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีทั้งข้อดีที่ควรนำไปใช้และจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการพัฒนากิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป แต่เนื่องจากจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขบางประการอาจจะไม่เหมาะสมกับกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป เพราะฉะนั้นผู้วิจัยจึงสามารถพัฒนาจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขได้เพียงบางข้อเท่านั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป ซึ่งได้สรุปรายละเอียดโดยแสดงไว้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปปัญหาที่มีการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

| แผนการจัดการเรียนรู้ | ปัญหาที่พบ | แนวทางการปรับปรุงสำหรับการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป |
|--|---|--|
| <p>ส่วนประกอบของเซลล์อเล็กโทรไลติก</p> | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนไม่ทราบว่าเซลล์อเล็กโทรไลติก มีประโยชน์อย่างไร - นักเรียนไม่เข้าใจว่าทำไมต้องมีการทำนายทุกครั้งก่อนที่จะได้เรียนเนื้อหาต่อไป และนักเรียนไม่ชอบการทำนายเพราะกลัวว่าจะโดนหักคะแนน - นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานเกินไป ทำให้ไม่ปฏิบัติตามแผนที่ตั้งไว้ - นักเรียนยังไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน เพราะครูใช้การบรรยายโดยอิงเนื้อหาจากหนังสือมากเกินไป - นักเรียนไม่กล้าตอบคำถาม เพราะกลัวจะตอบผิด | <ul style="list-style-type: none"> - ยกตัวอย่างสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน - ชี้แจงวัตถุประสงค์ของกิจกรรมให้ชัดเจน และบอกความสำคัญของการทำนายผลว่าเป็นการฝึกทักษะการคิดโดยใช้ความรู้หรือทฤษฎีที่เรียนมา เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจทางทฤษฎีมากขึ้น ซึ่งการทำนายผลจะไม่มีผลต่อคะแนนใด ๆ ทั้งสิ้น - กำหนดเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน - ควรมีภาพหรือวิดีโอประกอบการทำกิจกรรม เพื่อให้เข้าใจทฤษฎีได้ง่ายขึ้น - ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น และชี้แจงว่าเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน |
| <p>การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า</p> | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนตอบคำถามและยกตัวอย่างได้ค่อนข้างน้อย - นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานเกินไป ทำให้ไม่ปฏิบัติตามแผนที่ตั้งไว้ - ยังคงมีนักเรียนบางคนลอกคำตอบทำนายของเพื่อน | <ul style="list-style-type: none"> - ครูเกริ่นนำแนวทางในการตอบของนักเรียน เพื่อให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน - กำหนดเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน และมีการแจ้งนักเรียนเมื่อหมดเวลา - บอกให้นักเรียนลองฝึกใช้ความคิดของตนเอง จะได้ว่าก่อนเรียนและหลังเรียนนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างไร |

ตารางที่ 4.4 สรุปปัญหาที่มีการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

| แผนการจัดการเรียนรู้ | ปัญหาที่พบ | แนวทางการปรับปรุงสำหรับการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป |
|------------------------------|--|---|
| | - นักเรียนยังไม่เข้าใจทฤษฎีที่เรียนจากภาพที่นำมาประกอบได้ | - ควรมีวิดีโอในการทำกิจกรรม เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลง |
| การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า | - ครูใช้คำถามในการสนทนาโต้ตอบกับนักเรียนค่อนข้างน้อย ทำให้นักเรียนไม่สนใจ และรู้สึกไม่อยากเรียน - นักเรียนใช้เวลาในชั้นสังเกต และชั้นอธิบายนานเกินไป - นักเรียนศึกษาเนื้อหาจากหนังสือเรียนเท่านั้น จึงทำให้นักเรียนได้ข้อมูลในการค้นคว้าค่อนข้างน้อย | - ควรใช้คำถามที่หลากหลาย และเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถตอบได้ เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน - กำหนดเวลาในชั้นสังเกต และชั้นอธิบาย โดยแจ้งนักเรียนเมื่อหมดเวลา - แนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมในการค้นคว้าหาความรู้หรือข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น |
| การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า | - ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนของนักเรียนน้อยเกินไป ทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ทฤษฎีแต่ละเรื่องที่ได้เรียนมา - นักเรียนใช้เวลาในชั้นสังเกต และชั้นอธิบายนานเกินไป - นักเรียนยังไม่สามารถตอบคำถามได้อย่างครอบคลุม | - ทบทวนหลักการหรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อให้เห็นความแตกต่างของสาระสำคัญแต่ละเรื่อง - กำหนดเวลาในชั้นสังเกต และชั้นอธิบาย โดยแจ้งนักเรียนเมื่อหมดเวลา - ให้นักเรียนช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้เรียนในแต่ละคาบ |
| การชุบด้วยไฟฟ้า 1 | - เมื่อครูทบทวนความรู้เดิมโดยการถามตอบ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ที่เป็นทฤษฎีได้ แต่ไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาได้ - นักเรียนใช้เวลาในชั้นทำนาย และชั้นสังเกตนานเกินไป | - ทบทวนความรู้เดิมโดยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดขึ้น เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน - กำหนดเวลาในชั้นทำนาย และชั้นสังเกต โดยแจ้งนักเรียนเมื่อหมดเวลา |

ตารางที่ 4.4 สรุปปัญหาที่มีการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

| แผนการจัดการเรียนรู้ | ปัญหาที่พบ | แนวทางการปรับปรุงสำหรับการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป |
|--|--|--|
| การชูปด้วยไฟฟ้า 2 | <ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์บางชนิดมีวิธีการใช้งานที่แตกต่างกัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถจัดอุปกรณ์สำหรับการทดลองได้อย่างถูกต้อง - นักเรียนใช้เวลาในชั้นทำนายน และชั้นสังเกตนานเกินไป - นักเรียนทุกกลุ่มมีผลการทดลองคล้ายกัน เมื่อนำเสนอจึงทำให้ใช้เวลานานเกินไป | <ul style="list-style-type: none"> - ควรสาธิตวิธีการใช้อุปกรณ์ในการทดลองและบอกข้อควรระวังในการใช้งาน - กำหนดเวลาในชั้นทำนายน และชั้นสังเกตโดยแจ้งนักเรียนเมื่อหมดเวลา - หากผลการทดลองคล้ายกันควรสุ่มตัวแทนบางกลุ่มออกมานำเสนอ เพื่อควบคุมเวลา |
| การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1 | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนเกิดความสับสน และไม่สามารถตอบคำถามได้อย่างตรงประเด็น เมื่อครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการถามตอบในแต่ละเรื่อง - นักเรียนใช้เวลาในการอธิบายนานเกินไป | <ul style="list-style-type: none"> - ควรนำภาพผังความคิดที่เคยสรุปร่วมกันนำมาประกอบการทบทวนหรือการสรุปความรู้ที่ได้เรียน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจประเด็นสำคัญและความแตกต่างของแต่ละเรื่องมากขึ้น - ครูควบคุมเวลาในชั้นอธิบาย โดยแจ้งนักเรียนเมื่อหมดเวลา |
| การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2 | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนบางกลุ่มที่ออกมานำเสนอใช้เวลานานเกินไป และมีรูปแบบการนำเสนอที่คล้าย ๆ กัน ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเบื่อ | <ul style="list-style-type: none"> - ควรใช้การถามตอบระหว่างนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ออกมานำเสนอ เพื่อเป็นการควบคุมเวลา และเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน อีกทั้งเป็นการกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม |

จากการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นการ จัดกิจกรรมที่สามารถช่วยให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนดีขึ้น ซึ่งบ่งชี้ว่าเทคนิคการสอน ดังกล่าวสามารถใช้เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ เช่นเดียวกับวิธีอื่น ๆ สำหรับนักเรียนกลุ่มที่มี ระดับความก้าวหน้าในระดับต่ำ จำนวน 4 คน ผู้วิจัยได้ติดตามศึกษาบริบทของการเรียนในแง่มุมอื่น พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาอื่น ๆ ต่ำด้วย และจากการสอบถามเพื่อน ในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้มีปัญหาเรื่องขาดสมาธิในการเรียนและขาดปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อน ในชั้นเรียน จึงไม่สนใจกับการเรียน เป็นผลให้พัฒนาการทางการเรียนต่ำ เมื่อติดตามผลการพัฒนา ตนเองของนักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับต่ำ โดยศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ ทั้งในรายหัวข้อและรายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีพัฒนาการไปในทางที่ดีขึ้น ตามลำดับ โดยสามารถแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูล และให้เหตุผลเพิ่มขึ้นตั้งแต่แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 5 หรือในหัวข้อที่ 3 เป็นต้นไป ในแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้ายนักเรียนมีทักษะการคิด วิเคราะห์มากที่สุด สังเกตได้จากการใช้ความรู้เดิมในการเขียนบันทึกใบกิจกรรม และสามารถ อธิบายผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย จึงเป็นการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์ให้นักเรียนกลุ่มนี้ ได้ แต่ผู้สอนต้องใส่ใจมากขึ้น กล่าวได้ว่าจากการทดลองสอนโดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจเรียนเป็นอย่างมาก ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและ แสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดี โดยในขั้นตอนการทำนายผล นักเรียนสามารถคิดหรือทำนายสิ่งที่คิดว่าจะเกิดขึ้น นักเรียนมีการนำเอาความรู้เดิมมาใช้ในการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนผลการทำนายของ ตนเองมากขึ้น สำหรับขั้นตอนการ สังเกตนักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็น มากขึ้น กระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ และสามารถหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือ ข้อเท็จจริงจากสิ่งที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม เช่น การค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความ เชื่อถือได้ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลที่ได้กับเพื่อนในชั้นเรียน เป็นต้น ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา ได้ด้วยตนเอง และสามารถเขียนสมการสำหรับการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง สำหรับ ขั้นตอนสังเกตผล เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนสร้าง ขึ้น โดยนักเรียนสามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น จากการทดลอง สืบค้นข้อมูล ใน ขั้นตอนการอธิบาย นักเรียนจะนำสิ่งที่ตนเองทำนายไว้ มาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการ ค้นคว้าหาข้อมูลนั้นมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร โดยเมื่อพบว่าการทำนายแตกต่างจากสิ่ง ที่สังเกตหรือค้นคว้าได้ นักเรียนจะปรับความเข้าใจของเนื้อหา นั้น ให้เป็นความรู้ที่ถูกต้องด้วยตนเอง ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนา พันสนธิ และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ (2555) ที่ศึกษาผลการ พัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต

อภิบาย ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อภิบาย เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบมีลำดับขั้นชัดเจน และสร้างความสนใจให้นักเรียนสามารถคิด และมีปฏิสัมพันธ์ในระหว่างการเรียนรู้ การสอนอยู่ตลอดเวลา เริ่มจากขั้นทำนาย ผู้เรียนจะคาดเดาหรือทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ อีกทั้งผู้เรียนยังได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น การสื่อสาร การแสดงความคิดเห็นและอภิปรายกับเพื่อนในห้องหรือครูผู้สอน ต่อมาเป็นขั้นสังเกต เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น โดยผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น จากการทดลอง สืบค้นข้อมูล และขั้นสุดท้ายคือขั้นอภิบาย เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากขั้นสังเกตแล้วอภิบาย อภิปรายถึงความเหมือนหรือแตกต่างกับขั้นทำนาย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และนำไปสู่การมีความคิดรวบยอดต่อเรื่องที่กำลังศึกษา และจากงานวิจัยของ วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาธร (2556) ที่ศึกษาผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อภิบาย เป็นการใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้จากประสบการณ์ที่หลากหลาย เช่น บุคคล เหตุการณ์ จากนั้นผู้เรียนได้ใช้ทักษะการคิด เพื่อปรับเปลี่ยนให้เป็นองค์ความรู้ของตนเองที่ถูกต้อง

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษารูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก และทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

5.1.1.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน

โดยเมื่อนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน มาวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain) พบว่าในภาพรวมนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนเพิ่มขึ้น โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 39 คน มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.62 ซึ่งจัดอยู่ในระดับกลาง

5.1.1.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

เป็นการพิจารณาพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนว่าเป็นอย่างไร โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 39 คน มีนักเรียนจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 ที่มีความก้าวหน้า

ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง มีนักเรียนจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 48.72 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง และมีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.25 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ

5.1.1.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ

เป็นการพิจารณาพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละหัวข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า 2) การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า 3) การชุบด้วยไฟฟ้า และ 4) การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก พบว่าร้อยละของคะแนนหลังเรียนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทุกหัวข้อ โดยหัวข้อเรื่องที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง มี 1 หัวข้อ ได้แก่ หัวข้อที่ 3 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า ซึ่งมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 0.77 และหัวข้อเรื่องที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง มี 3 หัวข้อ ได้แก่ หัวข้อที่ 1 2 และ 4 ซึ่งพบว่า หัวข้อที่ 4 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.43

5.1.2 ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

5.1.2.1 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายหัวข้อ

จะพิจารณาจากการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก มี 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า 2) การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า 3) การชุบด้วยไฟฟ้า และ 4) การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก โดยใช้เกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ พบว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีแนวโน้มสูงขึ้นในแต่ละหัวข้อ ดังนี้

หัวข้อที่ 1 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 94.87 และอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.13 และแผนการจัดการ

เรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 61.54 และอยู่ในพอใช้ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46

หัวข้อที่ 2 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 51.28 และอยู่ในระดับดี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.57 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง มีจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 และอยู่ในระดับดี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.57

หัวข้อที่ 3 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 อยู่ในระดับดี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 และมีอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.56 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46 อยู่ในระดับดี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 56.41 และอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.13

หัวข้อที่ 4 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 51.28 และอยู่ในระดับดี จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 48.72 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.26 อยู่ในระดับดี จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 79.49 และอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.26

5.1.2.2 ทักษะการคิดวิเคราะห์รายแผนการจัดการเรียนรู้

โดยพิจารณาจากการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ซึ่งสามารถแบ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ได้ทั้งหมด 8 แผน พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะเห็นความคิดที่สามารถแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูลและการให้เหตุผลของนักเรียนได้ชัดเจนตั้งแต่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เป็นต้นไป และเมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมจนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้าย พบว่านักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์มากที่สุด สังเกตได้จากการเขียนบันทึกลงในใบกิจกรรมของนักเรียนทุกคน ตั้งแต่ขั้นทำนาย สังเกต และอธิบาย โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อนำมาทำนายผลการทดลองหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ รวมทั้งสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นให้สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไป และสามารถตอบคำถามท้ายกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง

5.1.3 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบายที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ผู้วิจัยนำหลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ ซึ่งประกอบด้วยการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อทำการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเหมาะสม จากนั้นเข้าสู่ขั้นการปฏิบัติ ซึ่งเป็นขั้นตอนในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ออกแบบมาจากขั้นวางแผน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างและผู้วิจัยจะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเกิดขึ้น และขั้นสังเกต จะเป็นการบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้วิจัย และในขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นการนำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แบบบันทึกภาคสนามที่บันทึกโดยผู้วิจัย และใบกิจกรรมที่บันทึกโดยนักเรียน มาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขและนำไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป โดยหลังจากผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้แล้วพบว่า การนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย นั้น เป็นการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ดีอีกแนวทางหนึ่ง ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงปัญหาทางการเรียนของนักเรียน รวมถึงผู้วิจัยสามารถทราบจุดบกพร่องของตนเองในการจัดการเรียนรู้ จนกระทั่งสามารถนำปัญหาและจุดบกพร่องนั้นมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป ซึ่งสามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ได้ดังนี้

1) ครูผู้สอนควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม หรือแสดงความคิดเห็น อยู่ตลอดเวลา โดยการใช้คำถามที่หลากหลาย เพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน และเป็นการ

สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนได้อีกด้วย

2) ครูผู้สอนควรเลือกสื่อ เช่น การเลือกใช้ภาพหรือวิดีโอต่าง ๆ ในการนำมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมให้เหมาะสม เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน และทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาหรือประเด็นที่สำคัญของเรื่องได้ชัดเจนขึ้น

3) ครูผู้สอนควรทบทวนความรู้เดิมในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว ควบคู่กับการยกตัวอย่างโจทย์ในแต่ละเรื่องให้นักเรียน ได้ออกมาสาธิตหรือช่วยกันอธิบายหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

4) ครูผู้สอนควรกำหนดเวลาในแต่ละขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปได้ด้วยดีและเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

5) ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย โดยเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมแบบกลุ่มหรือได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าจนเกิดความรู้และความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนมีการทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ มีการใช้การคิดอย่างเป็นระบบ รวมถึงการพิจารณาและการตัดสินใจ เป็นต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง ผลการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์อเล็กโทโรไลติก มีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

5.2.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1) ควรตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วย เช่น การสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น รวมถึงการให้นักเรียนออกมาสาธิตหรือแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการเรียนรู้มากขึ้นอีกด้วย

2) ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำกับนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ที่เชื่อถือได้และมีความถูกต้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้นสำหรับการทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียน

3) การนำเสนอหน้าชั้นเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ครูผู้สอนควรใช้การถามคำถามกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม และเป็นการควบคุมเวลาในการนำเสนอให้กระชับมากขึ้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) หากมีการทดลอง ครูผู้สอนควรสาธิตวิธีการใช้อุปกรณ์แต่ละชิ้นให้นักเรียนดู เพื่อจะได้ทำการทดลองอย่างถูกต้อง และควรบอกข้อระวังในการใช้อุปกรณ์ที่อาจจะทำให้เกิดอันตรายขณะทดลองได้
- 2) การทดลองใดที่อันตรายเกินไป ซึ่งไม่สามารถให้นักเรียนทำการทดลองได้ ควรเลือกใช้สื่อวีดิทัศน์การทดลองประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ
- 3) ควรมีการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อเป็นข้อมูลในการสนับสนุนประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าว
- 4) ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ในเนื้อหาอื่นของวิชาเคมีและวิชาอื่น ๆ ต่อไป

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). สรุปผลการวิจัย PISA 2015. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2548). การคิดเชิงวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ชักเชสมิเดีย.
- จุฑามาศ เจตน์กลกิจ. (2552). การพัฒนาชุดการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.
- จุฑารัตน์ พันธ. (2556). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยกระบวนการคิดวิเคราะห์ SWIWH สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคอนเมืองทหารอากาศบำรุง ในรายวิชาโลจิสติกส์ (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ัชชวาล วังภูมิใหญ่. (2554). ผลของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้วิธีการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เรื่อง การสะท้อนและการหักเหของแสงต่อการคิดวิเคราะห์และมโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น
- ตรีตรารภรณ์ ต้นจี่. (2557). การใช้บทเรียนเว็บควสท์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยรังสิต (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.
- ทิสนา แคมมณี, และคณะ. (2549). ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ: การบูรณาการในการจัดการเรียนรู้. วารสารราชบัณฑิตยสถาน, 36(2), 188-204.
- นฤมล ยุตาคุม. (2542). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Science Technology and Society - STS Model). วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 14(3), 69-82.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ผกาทิพย์ สังฆะมณี. (2555). ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) เรื่อง ระบบนิเวศ (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- พนิตานันท์ วิเศษแก้ว. (2553). การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ PREDICT – OBSERVE-EXPLAIN (POE). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 4(3), 61-67.
- พริยา พงษ์ภักดี. (2556). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก โดยใช้วิธี Predict-observe-explaining (POE) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 36(2), 74-83.
- ภูสิทธิ์ จันทนา. (2558). การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อยกระดับความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 6(1), 1-13.
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2556). การยกระดับการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการคิดวิเคราะห์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 13(2), 125-139.
- มิรันตี โทพวงษ์. (2557). ความก้าวหน้าทางการเรียนและทักษะการทดลองในการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- รัตนา พันสนธิ, และไชยพงษ์ เรื่องสุวรรณ. (2555). การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ การทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- รุจิระ การิสุข. (2554). การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- รุจิรา ราชรักษ์, และโชคศิลป์ ชนเฮือง. (2558). การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (น. 389-395). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ลักขณา สริวัฒน์. (2557) *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- ลำพูน ลิงห้ชา. (2555). การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย สังเกต อธิบาย (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วันเพ็ญ ห่อทอง. (2553). ชุดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารโดยใช้การเรียนรู้แบบ ร่วมมือ เรื่อง *Uttaradit The Town of Beauty* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน ค่านแม่คำมันพิทยาคม อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, อุตรดิตถ์.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21* (ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัท ตาตาพับลิเคชั่น จำกัด.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21* (ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- วิชัย ลาธิ, และศักดิ์ศรี สุภษร. (2556). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 24(1), 29-52.
- ศราวุธ นาเสงี่ยม. (2554). การทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้า กระแสตรง (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- ศศิธร ไกรบุตร. (2553). ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นวิธีสืบเสาะหาความรู้วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอากาศอำนวยศึกษา จังหวัดสกลนคร (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2560). รายงานผลการทดสอบทาง การศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน(O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559. สืบค้นจาก <http://www.onetresult.niets.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผล นานาชาติ PISA และ TIMSS: วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สมภาร เชื้ออ่อน. (2554). ประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการ ทดลองวิทยาศาสตร์. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal สาขามนุษย์ศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 4(1), 645-651.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สม โภชน์ นันบุญ. (2555). ผลของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม ต่อการคิดวิเคราะห์และมโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุปรียา แสงมณี. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ต่อการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ดวงกลมสมัย.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย และคณะ. (2550). การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน. วารสารมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ วิชาการ, 11(21), 86-94.
- เอมอร บริบูรณ์. (2553). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษา การศึกษานอกโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างการจัดการเรียนรู้จากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.
- Gernale, J. P., Duad, V., & Arañes, F. Q. (2015). The Effects of Predict-Observe-Explain (POE) Approach on the Students' Achievement and Attitudes Towards Science. *The Normal Lights*, 9(2), 1-23.
- Hake, R. R. (2002). *Relationship of Individual Student Normalized Learning Gain in Mechanics with Gender, High-School Physics, and Pretest Scores on Mathematics and Spatial Visualization*. Retrieved from <http://physics.indiana.edu/~hake/>
- Karamustafaoglu, S., & Mamlok-Naaman, R. (2015). Understanding Electrochemistry Concepts Using the Predict-Observe-Explain Strategy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 923-936.

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ก

รายงานผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ดร. พรรณรัตน์ วรรณสวัสดิ์กุล เคศิษ
อาจารย์ประจำ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
2. ผศ.ดร. อรจิรา อารักษ์สกุลวงศ์
อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
3. นายชวลิต สุจริต
ครูชำนาญการ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

| | | |
|--|--|------------------|
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | รายวิชาเคมี 4 | รหัสวิชา ว 33231 |
| ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 | ภาคเรียนที่ 1 | ปีการศึกษา 2560 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี | | |
| แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก | | เวลา 50 นาที |
| ครูพี่เลี้ยง ครูมาริษา ทับสี | นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวนราภรณ์ นาคพันธ์ | |

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

- 1) อธิบายหลักการทำงานของเซลล์อิเล็กโทรไลติกได้

2. แนวความคิดหลัก/สาระสำคัญ

เซลล์อิเล็กโทรไลติก ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในเซลล์จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่าขั้วแอโนด ขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน เรียกว่า ขั้วแคโทด การผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงไป ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ แล้วมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เรียกว่า กระบวนการอิเล็กโทรลิซิส

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

- 1.1 อธิบายหลักการทำงานของและส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์อิเล็กโทรไลติกได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- 2.1 คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้
- 2.2 สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลติกได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. สารการเรียนรู้

เซลล์อิเล็กโทรไลติก เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีอีกชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์ จะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นและได้สารใหม่ เรียกกระบวนการนี้ว่า อิเล็กโทรไลซิส หรือกระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้า

ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ประกอบด้วย ขั้วแอโนด (Anode) ซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าเฉื่อยที่ต่ออยู่กับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าและจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) มีตัวให้อิเล็กตรอนหรือที่เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ และขั้วแคโทด (Cathode) ซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าเฉื่อยที่ต่ออยู่กับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และจะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) มีตัวรับอิเล็กตรอนหรือที่เรียกว่า ตัวออกซิไดซ์ และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เป็นของเหลวที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนและนำไฟฟ้าได้ โดยมีแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงหรือแบตเตอรี่เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยา

หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมได้ เช่น การแยกสารเคมีสารเคมีด้วยไฟฟ้า การชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์

เซลล์อิเล็กโทรไลติก เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ปฏิกิริยาไม่สามารถเกิดขึ้นได้เอง (ค่า E°_{cell} ติดลบ) ต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยา โดยการหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์สามารถหาได้จากสูตร $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$

ความแตกต่างระหว่างเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลติก

| เซลล์กัลวานิก | เซลล์อิเล็กโทรไลติก |
|---|--|
| 1. เปลี่ยนพลังงานเคมี (ปฏิกิริยาเคมี) เป็นพลังงานไฟฟ้า (กระแสไฟฟ้า) | 1. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (กระแสไฟฟ้า) เป็นพลังงานเคมี (ปฏิกิริยาเคมี) |
| 2. ปฏิกิริยาสามารถเกิดขึ้นได้เอง | 2. ปฏิกิริยาไม่สามารถเกิดขึ้นได้เอง ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า ทำให้เกิดปฏิกิริยา |
| 3. ค่า E°_{cell} เป็นบวก | 3. ค่า E°_{cell} เป็นลบ |
| 4. ขั้วแอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (เป็นขั้วลบ) | 4. ขั้วแอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (เป็นขั้วบวก) |
| 5. ขั้วแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (เป็นขั้วบวก) | 5. ขั้วแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (เป็นขั้วลบ) |

5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน |
|---|----------------|---|--|
| อธิบายหลักการทำงานและส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์อิเล็กโทรไลติกได้ (K) | ตรวจใบกิจกรรม | ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้ (P) | ตรวจใบกิจกรรม | ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

- ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
- ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า
 - เซลล์กัลวานิก เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ปฏิกิริยาสามารถเกิดขึ้นได้เอง นักเรียนคิดว่ามีเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ปฏิกิริยาไม่สามารถเกิดขึ้นได้ หรือไม่ และเรียกเซลล์ไฟฟ้าเคมีดังกล่าวว่าอะไร (แนวคำตอบ มี เรียกเซลล์ไฟฟ้าเคมีนั้นว่า เซลล์อิเล็กโทรไลติกหรือเซลล์อิเล็กโทรไลต์)
 - นักเรียนคิดว่าส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์กัลวานิก และเซลล์อิเล็กโทรไลติกมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ ส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลติก มีส่วนที่เหมือนกัน คือ มีขั้วไฟฟ้าสองขั้ว ได้แก่ ขั้วแอโนดและขั้วแคโทด จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยในเซลล์กัลวานิก ขั้วแอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ขั้วแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชันในเซลล์อิเล็กโทรไลติก ขั้วแอโนด(เป็นขั้วบวก) เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ขั้วแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน และ

เซลล์กัลวานิกจะมีโวลต์มิเตอร์ เพื่อใช้วัดทิศทางและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือกระแสไฟฟ้า ขณะที่เซลล์อิเล็กโทรไลติก จะมีแหล่งไฟฟ้ากระแสตรงหรือแบตเตอรี่ เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยา)

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ (30 นาที)

ขั้นทำนาย

ครูให้นักเรียนทำนายส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก โดยเปรียบเทียบกับส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์กัลวานิก ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในใบกิจกรรมที่กำหนดให้

ขั้นสังเกต

ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก จากหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และเปรียบเทียบกับเซลล์กัลวานิกว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นอธิบาย

ครูให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้หลังจากทำการศึกษาข้อมูล เทียบกับการทำนายผลของนักเรียนที่ใช้ความรู้เดิมก่อนทำการศึกษาข้อมูล ลงใน ใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นสรุป (15 นาที)

1. ครูอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า “ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ประกอบด้วย ขั้วแอโนด (Anode) เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ขั้วแคโทด (Cathode) เกิดปฏิกิริยารีดักชัน และจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยมีแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงหรือแบตเตอรี่ เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยา และเซลล์อิเล็กโทรไลติก เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ปฏิกิริยาไม่สามารถเกิดขึ้นได้เอง (ค่า E°_{cell} ติดลบ) ต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์ เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยา โดยการหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ สามารถหาได้จากสูตร $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$ ” และครูให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก
3. สื่อ PowerPoint เรื่อง ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก

8. บันทึกหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

ชั้น ม.6/.....วันที่จัดการเรียนรู้.....เดือน..... พ.ศ.....

1. สิ่งที่น่าสนใจ หรือน่าสนใจ

.....

2. ปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่พบ

.....

3. แนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

4. สิ่งที่ได้เรียนรู้

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้บันทึก

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูพี่เลี้ยง

ลงชื่อ.....

(.....)

อาจารย์นิเทศก์

ลงชื่อ.....

(.....)

อาจารย์นิเทศก์

ผลการตรวจ/ข้อเสนอแนะ ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ก่อนนำไปใช้

จากการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ โดยวิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่อง ส่วนประกอบ

และการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนางสาวนราภรณ์ นาคพันธ์ แล้วมีความคิดเห็นดังนี้

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แต่ยังไม่เหมาะสม ควรปรับปรุงพัฒนา ก่อนนำไปใช้
- ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูพี่เลี้ยง

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ลงชื่อ.....

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

เกณฑ์ระดับคุณภาพของแบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนรายบุคคล

| จุดประสงค์ การเรียนรู้ (A) | ดีเยี่ยม (4) | ดี (3) | พอใช้ (2) | ปรับปรุง (1) |
|----------------------------------|--|---|--|---|
| มีความมุ่งมั่น ในการทำงาน | มีความ กระตือรือร้น และมีการตอบ คำถามมาก ขณะ เรียนและทำ กิจกรรม | มีความ กระตือรือร้น และการตอบ คำถามพอสมควร ขณะเรียนและทำ กิจกรรม | มีความ กระตือรือร้น และการตอบ คำถามเป็นบาง เวลา ขณะเรียน และทำกิจกรรม | มีความ กระตือรือร้น และการตอบ คำถามน้อยมาก ขณะเรียนและทำ กิจกรรม |
| ทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้ | มีส่วนร่วมในการ อธิบายและแสดง ความคิดเห็น ภายในกลุ่มอย่าง มาก | มีส่วนร่วมในการ อธิบายและแสดง ความคิดเห็น ภายในกลุ่ม พอสมควร | มีส่วนร่วมในการ อธิบายและแสดง ความคิดเห็น ภายในกลุ่มเป็น บางครั้ง | มีส่วนร่วมในการ อธิบายและแสดง ความคิดเห็น ภายในกลุ่ม น้อยมาก |

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาของเซลล์อิเล็กโทรไลติก

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. จงอธิบายผลที่ได้หลังจากทำการศึกษาข้อมูลเทียบกับการทำนายผลของนักเรียนที่ใช้ความรู้เดิม ก่อนทำการศึกษาข้อมูล

.....

.....

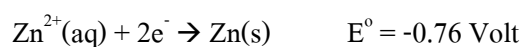
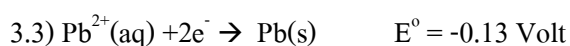
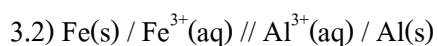
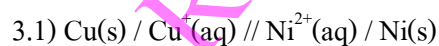
.....

.....

.....

2. จงวาดรูปแสดงส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก และอธิบายปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนดและขั้วแคโทด

3. จงคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าของปฏิกิริยาต่อไปนี้



.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี 4

รหัสวิชา ว 33231

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2560

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า เวลา 100 นาที
ครูพี่เลี้ยง ครูมาริษา ทับสี นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวนราภรณ์ นาคพันธ์

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1) อธิบายหลักการของการแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า

2. แนวความคิดหลัก/สาระสำคัญ

การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นกระบวนการที่นำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติกมาใช้ประโยชน์ โดยเมื่อให้ความร้อนกับสารไอออนิกจนถึงจุดหลอมเหลว สารจะเกิดการหลอมเหลว ทำให้ไอออนบวกและไอออนลบที่เป็นองค์ประกอบของสารเหล่านั้นมีอิสระในการเคลื่อนที่ และนำไฟฟ้าได้ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปจะเกิดปฏิกิริยารีดักชันและออกซิเดชันที่ขั้วไฟฟ้า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายหลักการของการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้าได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1 สามารถระบุปฏิกิริยาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

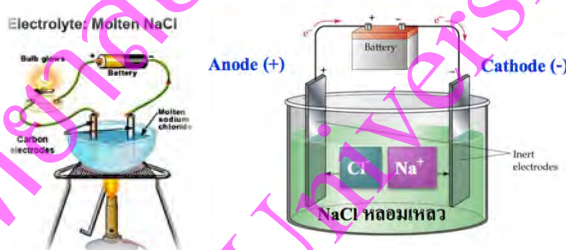
3.1 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. สารการเรียนรู้

การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงแก่สารประกอบไอออนิกจะเกิดการหลอมเหลวจะแตกตัวเป็นไอออนและสามารถนำไฟฟ้าได้ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน สามารถนำมาใช้ในการแยกสารด้วยกระแสไฟฟ้าได้ ซึ่งการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้าเป็นปฏิกิริยาที่ไม่มีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา มีเพียงไอออนของสารประกอบไอออนิกที่หลอมเหลวเท่านั้นที่ทำปฏิกิริยา

การแยก NaCl ที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า



ที่ขั้วแอโนด (ขั้วที่ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่) : จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) สมการแสดงปฏิกิริยาเป็นดังนี้ $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ สิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด คือ ก๊าซคลอรีน

ที่ขั้วแคโทด (ขั้วที่ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่) : จะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) สมการแสดงปฏิกิริยาเป็นดังนี้ $2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}$ สิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด คือ โลหะโซเดียม และสมการแสดงปฏิกิริยารวม (Redox) เป็นดังนี้ $2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{Na}$

การแยก CaCl_2 ที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า



ที่ขั้วแอโนด (ขั้วที่ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่) : จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) สมการแสดงปฏิกิริยาเป็นดังนี้ $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ สิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด คือ ก๊าซคลอรีน

ที่ขั้วแคโทด (ขั้วที่ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่) : จะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) สมการแสดงปฏิกิริยาเป็นดังนี้ $2\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ca}$ สิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด คือ โลหะ

แคลเซียมและสมการแสดงปฏิกิริยารวม (Redox) เป็นดังนี้ $2\text{Ca}^+ + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{Ca}$

การคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ คำนวณจากสูตร $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$ ซึ่งถ้าต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ จะต้องใช้กระแสไฟฟ้าจากแหล่งภายนอกให้มากกว่าค่า E°_{cell} ที่ได้

5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน |
|--|------------------------|--|---|
| อธิบายหลักการของการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้าได้ (K) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 2 | ใบกิจกรรมที่ 2 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| สามารถระบุปฏิกิริยาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้ (P) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 2 | ใบกิจกรรมที่ 2 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก

(แนวคำตอบ ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ประกอบด้วย ขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว คือ ขั้วแอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และขั้วแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน สารละลายอิเล็กโทรไลต์ หรือเกลือไอออนิกเหลว และแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงหรือแบตเตอรี่)

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า

- สารประกอบไอออนิกคืออะไร จงยกตัวอย่างสารประกอบไอออนิกที่นักเรียนรู้จักในชีวิตประจำวัน

(แนวคำตอบ สารประกอบไอออนิก คือ สารที่เมื่ออยู่ในสารละลายจะสามารถแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบได้ เช่น NaCl , KI , KMnO_4 , Na_2CO_3 , NaOH เป็นต้น)

ชั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ (80 นาที)

ชั้นทำนาย

- 1) ครูชี้แจงจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบว่าทำไมจึงต้องมีการให้นักเรียนทำนายก่อนที่จะได้รับการเรียนรู้
- 2) ครูให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในตอนที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

ชั้นสังเกต

- 1) ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า จากรูปภาพประกอบที่ครูให้ และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
- 2) ให้นักเรียนบันทึกและสรุปผลจากการสังเกตหลังดูภาพประกอบ ลงในตอนที่ 2 ของใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

ชั้นอธิบาย

ครูให้นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการสังเกต เทียบกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิม ลงในตอนที่ 3 ของใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

ขั้นสรุป (10 นาที)

1. ครูอธิบาย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า “ขั้วแอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) โดยสารที่เป็นไอออนลบจะเข้าทำปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนด และที่ขั้วแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) โดยสารที่เป็นไอออนบวกจะเข้าทำปฏิกิริยาที่ขั้วแคโทด และการคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์สามารถคำนวณได้จากสูตร $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$ และหากต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นจะต้องใช้กระแสไฟฟ้าจากแหล่งภายนอกให้มากกว่าค่า E°_{cell} ที่ได้”
2. ครูให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า
3. สื่อ Power Point เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

ตอนที่ 1 การทำนายผล : ตารางบันทึกผลการทำนาย

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทำนาย |
|---|----------------|
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้ว แคโทด | |
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ ขั้วแอโนด | |
| ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ | |

ตอนที่ 2 การสังเกตผล: ตารางบันทึกผลการสังเกต

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการสังเกต |
|---|----------------|
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้ว แคโทด | |
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ ขั้วแอโนด | |
| ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ | |

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

ตอนที่ 3 การอธิบายผล

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายผลที่ได้หลังจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิมก่อนการศึกษาข้อมูล

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และปฏิกิริยารวมพร้อมทั้งคำนวณศักย์ไฟฟ้าของสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

1) KBr

.....

.....

.....

2) NaI

.....

.....

.....

3) CaF_2

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

| | | |
|---|--|------------------|
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | รายวิชาเคมี 4 | รหัสวิชา ว 33231 |
| ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 | ภาคเรียนที่ 1 | ปีการศึกษา 2560 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี | | |
| แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า | | เวลา 50 นาที |
| ครูพี่เลี้ยง ครูมาริษา ทับสี | นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวนราภรณ์ นาคพันธ์ | |

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1) อธิบายหลักการของการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าได้

2. แนวความคิดหลัก/สาระสำคัญ

การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นกระบวนการที่นำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติกมาใช้ประโยชน์ โดยสารที่จะนำมาแยกด้วยกระแสไฟฟ้า จะต้องเป็นสารที่ละลายน้ำแล้วสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายหลักการของการแยกสารน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1 สามารถระบุปฏิกิริยาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

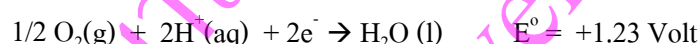
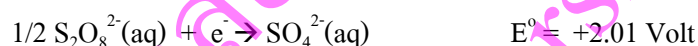
4. การเรียนรู้

เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงในน้ำกลั่นที่หยดสารละลายกรดซัลฟิวริกลงไป 2-3 หยด พบว่ามีฟองแก๊สเกิดขึ้นทั้งที่ขั้วแคโทด (ขั้วที่ต่อกับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง) และขั้วแอโนด (ขั้วที่ต่อกับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง) โดยขั้วแคโทดมีแก๊สไฮโดรเจนที่ติดไฟได้ มากกว่าแก๊สออกซิเจนที่ขั้วแอโนด ซึ่งช่วยให้ไฟติด โดยปฏิกิริยาของขั้วไฟฟ้าทั้งสองเป็นดังนี้ **ขั้วแคโทด (-) : สมการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่**



เมื่อพิจารณาค่า E° พบว่า H^+ มีค่ามากกว่า H_2O ดังนั้น H^+ จะรับอิเล็กตรอน (เกิดปฏิกิริยารีดักชัน) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$ จึงเกิดแก๊สไฮโดรเจนที่ขั้วแคโทด

ขั้วแอโนด (+) : สมการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่



เมื่อพิจารณาค่า E° พบว่า H_2O มีค่าน้อยกว่า SO_4^{2-} ดังนั้น H_2O จะให้อิเล็กตรอน (เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 1/2 \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ จึงเกิดแก๊สออกซิเจนที่ขั้วแอโนด

5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน |
|---|------------------------|--|---|
| อธิบายหลักการของการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าได้ (K) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 3 | ใบกิจกรรมที่ 3 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| สามารถระบุปฏิกิริยาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้ (P) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 3 | ใบกิจกรรมที่ 3 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

(แนวคำตอบ ขั้วแอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารที่เป็นไอออนลบจะเข้าทำปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนด และที่ขั้วแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่เป็นไอออนบวกจะเข้าทำปฏิกิริยาที่ขั้วแคโทด ซึ่งหากต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้น จะต้องใช้กระแสไฟฟ้าจากแหล่งภายนอกให้มากกว่าค่า E°_{cell} ที่ได้)

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า

- นักเรียนคิดว่าในชีวิตประจำวันของนักเรียน น้ำมีความสำคัญอย่างไรบ้าง

(แนวคำตอบ น้ำสามารถใช้ดื่ม อาบชำระล้างสิ่งต่าง ๆ และนำไปใช้ทางเกษตรกรรมได้)

- น้ำมีสูตรโมเลกุลอย่างไร และประกอบไปด้วยธาตุใดบ้างใน 1 โมเลกุล

(แนวคำตอบ สูตรโมเลกุลของน้ำ คือ H_2O ประกอบด้วย H 2 อะตอม และ O 1 อะตอม)

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ (40 นาที)

ครูแจ้งเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบ

ขั้นทำนาย

1) ครูให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในตอนที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

ขั้นสังเกต

1) ให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นจากการดูสื่อวีดิทัศน์ที่ครูเปิด

2) ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า จากสื่อวีดิทัศน์ที่ครูเปิด

และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

3) นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน แล้วบันทึกลงในตอนที่ 2 ของใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

ขั้นอธิบาย

ครูให้นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการสังเกตหลังดูสื่อวีดิทัศน์ เทียบกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิม ลงในตอนที่ 3 ของใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

ขั้นสรุป (5 นาที)

1. ครูอธิบาย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า “การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า โดยที่ขั้วแคโทด สารที่เป็นไอออนบวกจะเข้าทำปฏิกิริยา ซึ่งสารที่เป็นไอออนบวกใดมีค่า E° มากกว่า จะมีความสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า จึงเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ส่วนที่ขั้วแอโนด สารที่เป็นไอออนลบจะเข้าทำปฏิกิริยา ซึ่งสารที่เป็นไอออนลบใดมีค่า E° น้อยกว่า จะมีความสามารถให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน”

2. ครูให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

3. สื่อ PowerPoint ประกอบการสอน เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

4. สื่อวิดีโอ เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

ตอนที่ 1 การทำนายผล : ตารางบันทึกผลการทำนาย

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทำนาย |
|---|----------------|
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้ว แคโทด | |
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ ขั้วแอโนด | |
| ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ | |

ตอนที่ 2 การสังเกตผล: ตารางบันทึกผลการสังเกต

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการสังเกต |
|---|----------------|
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้ว แคโทด | |
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ ขั้วแอโนด | |
| ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ | |

ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

ตอนที่ 3 การอธิบายผล

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายผลที่ได้หลังจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิม ก่อนการศึกษาข้อมูล

.....

.....

.....

.....

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1) สมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนดและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น คือ

.....

.....

2) สมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทดและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น คือ

.....

.....

3) ที่ขั้วแคโทดจะเกิดปฏิกิริยาและเมื่อพิจารณาค่า E° ของปฏิกิริยา พบว่าปฏิกิริยาที่มีค่า E° (มากกว่า/น้อยกว่า).....จะสามารถเกิดปฏิกิริยาที่ขั้วแคโทดได้

4) ที่ขั้วแอโนดจะเกิดปฏิกิริยา และเมื่อพิจารณาค่า E° ของปฏิกิริยา พบว่าปฏิกิริยาที่มีค่า E° (มากกว่า/น้อยกว่า)..... จะสามารถเกิดปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนดได้

5) ค่า E° ของครึ่งเซลล์ที่ขั้ว..... จะมีค่ามากกว่าที่ขั้ว.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

| | | |
|--|--|------------------|
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | รายวิชาเคมี 4 | รหัสวิชา ว 33231 |
| ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 | ภาคเรียนที่ 1 | ปีการศึกษา 2560 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี | | |
| แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า | | เวลา 100 นาที |
| ครูพี่เลี้ยง ครูมาริษา ทับสี่ | นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวนราภรณ์ นาคพันธ์ | |

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

- 1) อธิบายหลักการของการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าได้

2. แนวความคิดหลัก/สาระสำคัญ

การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นกระบวนการที่นำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติก มาใช้ประโยชน์ โดยสารที่จะนำมาแยกด้วยกระแสไฟฟ้า จะต้องเป็นสารที่ละลายน้ำแล้วสามารถแตกตัวเป็น ไอออนได้ ซึ่งปฏิกิริยารวมของการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าจะมีค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นเองไม่ได้ ต้องใช้พลังงานจากภายนอก ในที่นี้ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ โดยจะต้องกระแสไฟฟ้าที่มีศักย์ไฟฟ้ามากกว่าค่าศักย์ไฟฟ้าของปฏิกิริยาปฏิกิริยานั้นจึงจะเกิดขึ้นได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

- 1.1 อธิบายหลักการของการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- 2.1 สามารถระบุปฏิกิริยาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. สารการเรียนรู้

สารละลาย CuSO_4 เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ประกอบด้วย $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ และ $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ส่วนน้ำเป็นตัวทำละลาย ซึ่งต้องพิจารณาค่าศักย์ไฟฟ้าของน้ำสำหรับการเกิดปฏิกิริยาด้วย เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เข้าไปในสารละลาย จะมี Cu^{2+} , SO_4^{2-} , H_2O เกิดขึ้น

ขั้วแคโทด (ขั้วไฟฟ้าที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่) :

สมการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

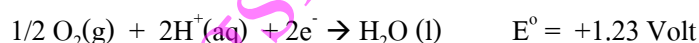
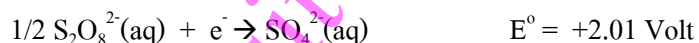


เมื่อพิจารณาค่า E° พบว่า Cu^{2+} มีค่ามากกว่า H_2O ดังนั้น Cu^{2+} จะรับอิเล็กตรอน (เกิดปฏิกิริยารีดักชัน)

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$ จึงเกิดโลหะ Cu เกาะที่ขั้วแคโทด

ขั้วแอโนด (ขั้วไฟฟ้าที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่) :

สมการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่



เมื่อพิจารณาค่า E° พบว่า H_2O มีค่าน้อยกว่า SO_4^{2-} ดังนั้น H_2O จะให้อิเล็กตรอน (เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน)

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 1/2 \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ จึงเกิดแก๊สออกซิเจน ที่ขั้วแอโนด



$$\text{ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ เท่ากับ } E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$$

$$= +0.34 \text{ V} - (+1.23 \text{ V})$$

$$= -0.89 \text{ V}$$

ศักย์ไฟฟ้าที่ได้มีค่าติดลบ แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นเองไม่ได้ ต้องให้พลังงานเข้าไป ในที่นี้ก็คือใช้พลังงานไฟฟ้าไปทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี นั่นคือการแยกสลายสารละลาย CuSO_4 จะต้องใช้ศักย์ไฟฟ้ามากกว่า 0.89 โวลต์ จึงจะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น

5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน |
|---|------------------------|--|---|
| อธิบายหลักการของการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าได้ (K) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 4 | ใบกิจกรรมที่ 4 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| สามารถระบุปฏิกิริยาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้ (P) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 4 | ใบกิจกรรมที่ 4 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A) | สังเกต พฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A) | สังเกต พฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |

6. การจัดการกระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

(แนวคำตอบ การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ที่ขั้วแคโทด สารที่เป็น ไอออนบวกจะเข้าทำปฏิกิริยา ซึ่งสารที่เป็น ไอออนบวกใดมีค่าศักย์ไฟฟ้ามากกว่า จะมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า จึงเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ส่วนที่ขั้วแอโนด สารที่เป็น ไอออนลบจะเข้าทำปฏิกิริยา ซึ่งสารที่เป็น ไอออนลบใดมีค่าศักย์ไฟฟ้าน้อยกว่า จะมีความสามารถให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน)

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า

- ในชีวิตประจำวันนักเรียนรู้จักสารละลายชนิดใดบ้าง จงยกตัวอย่าง

(แนวคำตอบ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท เป็นต้น)

- สารละลายที่นักเรียนกล่าวมาข้างต้น สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท เป็นสารละลายที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้เนื่องจากเป็นสาร

จำพวกกรดแก่ ซึ่งสารละลายที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนและนำไฟฟ้าได้ เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์)

ชั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ (80 นาที)

ชั้นทำนาย

- 1) ครูแจ้งเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบ
- 2) ครูให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในตอนที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

ชั้นสังเกต

- 1) ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า จากวิดีโอที่ครูเปิด และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
- 2) ให้แต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้อง
- 3) ให้นักเรียนบันทึกและสรุปผลจากการสังเกตหลังดูสื่อวีดิทัศน์ที่ครูเปิด ลงในตอนที่ 2 ของใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

ชั้นอธิบาย

ครูให้นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการสังเกตหลังดูสื่อวีดิทัศน์ เทียบกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิม และตอบคำถามหลังจากการสังเกตในตอนที่ 3 ของใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

ชั้นสรุป (10 นาที)

1. ครูอธิบาย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า “การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นการแยกสารละลาย ไอออนบวกและไอออนลบออกจากโมเลกุล ซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย ดังนั้นการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องพิจารณาค่าศักย์ไฟฟ้าของน้ำในปฏิกิริยาคือ โดยไอออนบวกและน้ำจะเกิดปฏิกิริยาที่ขั้วแคโทด ต้องพิจารณาว่าค่าศักย์ไฟฟ้าของปฏิกิริยารีดักชันของสารทั้งสองชนิดว่าสารใดมีค่ามากกว่า (รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า) จึงจะสามารถเกิดปฏิกิริยาที่ขั้วแคโทดได้ ขณะที่ไอออนลบและน้ำจะเกิดปฏิกิริยาที่แอโนด ต้องพิจารณาว่าค่าศักย์ไฟฟ้าของปฏิกิริยารีดักชันของสารทั้งสองชนิดว่าสารใดมีค่าน้อยกว่า (ให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า) จึงจะสามารถเกิดปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนดได้”

2. ครูให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า
3. สื่อ PowerPoint ประกอบการสอน เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า
4. สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

ตอนที่ 1 การทำนายผล : ตารางบันทึกผลการทำนาย

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทำนาย |
|---|----------------|
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้ว แคโทด | |
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ ขั้วแอโนด | |
| จะต้องใช้ไฟฟ้าประเภท ใด | |

ตอนที่ 2 การสังเกตผล: ตารางบันทึกผลการสังเกต

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการสังเกต |
|---|----------------|
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้ว แคโทด | |
| ผลที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด (ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลัง เกิดปฏิกิริยา) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ ขั้วแอโนด | |
| จะต้องใช้ไฟฟ้า ประเภทใด | |

ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

ตอนที่ 3 การอธิบายผล

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายผลที่ได้หลังจากการศึกษาข้อมูลเทียบกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิมก่อนการศึกษาข้อมูล

.....

.....

.....

.....

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้

จงอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ขั้วแอโนดและขั้วแคโทด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น และคำนวณศักย์ไฟฟ้าที่ต้องใช้เพื่อแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าของสารต่อไปนี้

1) MgSO_4

.....

.....

.....

.....

2) ZnBr_2

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

| | | |
|---|--|------------------|
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | รายวิชาเคมี 4 | รหัสวิชา ว 33231 |
| ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 | ภาคเรียนที่ 1 | ปีการศึกษา 2560 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี | | |
| แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า 1 | | เวลา 50 นาที |
| ครูพี่เลี้ยง ครูมาริษา ทับสี | นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวนราภรณ์ นาคพันธ์ | |

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1) อธิบายหลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

2. แนวความคิดหลัก/สาระสำคัญ

เซลล์อิเล็กโทรไลติก ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในเซลล์จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่าขั้วแอโนด ขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน เรียกว่า ขั้วแคโทด ซึ่งการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงไป ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ แล้วมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เรียกว่า กระบวนการอิเล็กโทรลิซิส

หลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ต้องจัดโลหะที่ใช้ชุบเป็นขั้วแอโนด โลหะที่ต้องการชุบเป็นขั้วแคโทด ส่วนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับขั้วแอโนด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายหลักการชุบด้วยไฟฟ้าและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1 สามารถระบุกระบวนการชุบด้วยไฟฟ้าได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. สารการเรียนรู้

เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์ไอออนของโลหะ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ในสารละลายที่มีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่าน้ำไอออนของโลหะจะรับอิเล็กตรอนจากวัตถุที่ต่ออยู่กับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงหรือขั้วแคโทด เกิดเป็นอะตอมของโลหะ (Cu) เคลือบติดบนผิวของ วัตถุที่นำมาชุบ ขณะที่โลหะที่ขั้วบวกหรือขั้วแอโนดจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ไอออนของโลหะละลายลงในสารละลาย เพื่อชดเชยไอออนของโลหะที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นอะตอมของโลหะขณะชุบ จึงพบว่าขั้วแอโนดร่อนไปส่วนขั้วแคโทดมีโลหะเกาะเพิ่มขึ้น

การจัดเซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้ามีหลักการ ดังนี้

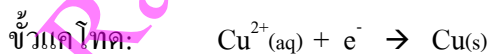
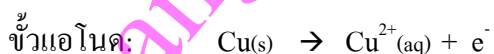
1. นำวัตถุที่ต้องการชุบ ไปต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแคโทด ส่วนโลหะที่ใช้ชุบให้ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแอโนด

2. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นขั้วแอโนดหรือโลหะที่ใช้ชุบ

3. ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อไม่ให้เกิดการสลับขั้ว และปฏิกิริยาดำเนินไปทิศทางเดียวกัน

การทดลองการชุบตะปูเหล็กด้วยทองแดง ต้องใช้เป็นขั้วแอโนด ตะปูเหล็กเป็นขั้วแคโทด และใช้สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เป็นดังนี้



5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน |
|--|-------------------|-------------------------------------|---|
| อธิบายหลักการชุบด้วยไฟฟ้า และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้ (K) | ตรวจ แบบฝึกหัด | แบบฝึกหัด เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| สามารถระบุกระบวนการชุบด้วยไฟฟ้าได้ (P) | ตรวจ แบบฝึกหัด | แบบฝึกหัด เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |

| | | | |
|------------------------------|--------------------|--|--------------------------------------|
| มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A) | สังเกต พฤติกรรม | แบบสังเกตพฤติกรรม ของผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A) | สังเกต พฤติกรรม | แบบสังเกตพฤติกรรม ของผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับการแยกสารที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า

- จงยกตัวอย่างวัตถุที่มีการชุบหรือเคลือบด้วยโลหะชนิดต่าง ๆ ที่นักเรียนรู้จักในชีวิตประจำวัน

(แนวคำตอบ ช้อน อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น กาต้มน้ำ แก้วสแตนเลส เป็นต้น)

- นักเรียนคิดว่าวัตถุประสงค์ของการชุบโลหะ คืออะไร

(เพื่อให้เกิดความสวยงาม ความคงทน และเพื่อป้องกันการผุกร่อนหรือเสื่อมสภาพ อีกทั้งช่วยยืดอายุการใช้งานของวัตถุอีกด้วย)

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ (40 นาที)

ขั้นทำนาย

ครูให้นักเรียนทำนายว่าการชุบโลหะมีขั้นตอนหรือวิธีการอย่างไร ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในสมุดของตนเอง

ขั้นสังเกต

1) ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการชุบด้วยไฟฟ้า จากแผนภาพ วิดีโอที่ครูเปิด และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

2) ให้แต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้อง

3) ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกต ลงในสมุดของตนเอง

ขั้นอธิบาย

ครูให้นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการสังเกตและศึกษาข้อมูล เทียบกับการทำนายผลของนักเรียนโดยใช้ความรู้เดิมก่อนการสังเกตและศึกษา ลงในสมุดของตนเอง

ขั้นสรุป (5 นาที)

ครูอธิบาย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า การจัดเซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า มีหลักการ คือ นำวัตถุที่ต้องการชุบไปต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแคโทด ส่วนโลหะที่ใช้ชุบให้ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแอโนด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นขั้วแอโนดหรือโลหะที่ใช้ชุบ อีกทั้งใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อไม่ให้เกิดการสลับขั้ว และปฏิบัติรายคาบเดินทางไปทิศทางเดียวกัน และครูให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาหรือแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนที่ออกมาอธิบายด้วย จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกหัด เรื่อง การชุบไฟฟ้า

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (หนังสือเรียน สสวท)
2. สื่อ PowerPoint ประกอบการสอน เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า 1
3. สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

| | | |
|---|--|------------------|
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | รายวิชาเคมี 4 | รหัสวิชา ว 33231 |
| ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 | ภาคเรียนที่ 1 | ปีการศึกษา 2560 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี | | |
| แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า 2 | | เวลา 100 นาที |
| ครูที่เลี้ยง ครูมาริษา ทับสี | นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวนราภรณ์ นาคพันธ์ | |

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1) อธิบายหลักการของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

2. แนวความคิดหลัก/สาระสำคัญ

เซลล์อิเล็กโทรไลติก ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในเซลล์จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่าขั้วแอโนด ขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน เรียกว่า ขั้วแคโทด ซึ่งการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงไป ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ แล้วมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เรียกว่า กระบวนการอิเล็กโทรลิซิส

หลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ต้องจัดโลหะที่ใช้ชุบเป็นขั้วแอโนด โลหะที่ต้องการชุบเป็นขั้วแคโทด ส่วนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับขั้วแอโนด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายหลักการชุบด้วยไฟฟ้าและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1 ทำการทดลองชุบด้วยไฟฟ้าได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. สารการเรียนรู้

เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์ไอออนของโลหะ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ในสารละลายที่มีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่าน้ำไอออนของโลหะจะรับอิเล็กตรอนจากวัตถุที่ต่ออยู่กับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงหรือขั้วแคโทด เกิดเป็นอะตอมของโลหะ (Cu) เคลือบติดบนผิวของ วัตถุที่นำมาชุบ ขณะที่โลหะที่ขั้วบวกหรือขั้วแอโนดจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ไอออนของโลหะละลายลงในสารละลาย เพื่อชดเชยไอออนของโลหะที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นอะตอมของโลหะขณะชุบ จึงพบว่าขั้วแอโนดกร่อนไปส่วนขั้วแคโทดมีโลหะเกาะเพิ่มขึ้น

การจัดเซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า มีหลักการ ดังนี้

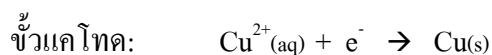
1. นำวัตถุที่ต้องการชุบไปต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแคโทด ส่วนโลหะที่ใช้ชุบให้ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแอโนด

2. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นขั้วแอโนดหรือโลหะที่ใช้ชุบ

3. ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อไม่ให้เกิดการสลับขั้ว และปฏิกิริยาดำเนินไปทิศทางเดียวกัน

การทดลองการชุบตะปูเหล็กด้วยทองแดง ต้องใช้เป็นขั้วแอโนด ตะปูเหล็กเป็นขั้วแคโทด และใช้สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เป็นดังนี้



5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน |
|---|------------------------|--|---|
| อธิบายหลักการชุปด้วยไฟฟ้าและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้ (K) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 5 | ใบกิจกรรมที่ 5 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำการทดลองชุปด้วยไฟฟ้าได้ (P) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 5 | ใบกิจกรรมที่ 5 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A) | สังเกต พฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A) | สังเกต พฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับการแยกสารที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า ที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว และสุ่มนักเรียนออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาที่ครูให้ในแต่ละเรื่องที่ทำกรทบทวน

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า

- วัตถุที่มีการชุปด้วยโลหะที่นักเรียนรู้จักในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ใช้โลหะใดในการชุบหรือการเคลือบ (แนวคำตอบ โลหะเงิน โลหะทองแดง โลหะสังกะสี เป็นต้น)

- นักเรียนคิดว่าการชุบโลหะมีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ การชุบโลหะมีความสำคัญ เพราะเนื่องจากจะชุบเพื่อให้เกิดความสวยงาม แวววาวแล้ว ยังสามารถป้องกันการผุกร่อน หรือยืดอายุการใช้งาน อีกทั้งเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะตัว เช่น ทนต่อสารเคมีหรือการนำไฟฟ้าได้อีกด้วย)

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ (80 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ศึกษาวิธีการทดลอง ในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชุปด้วยไฟฟ้า

3. คุรุอธิบายเกี่ยวกับวิธีการทดลองให้นักเรียนฟัง

ขั้นทำนาย

ครูให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นก่อนทำการทดลอง ลงในตอนที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชูปด้วยไฟฟ้า ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน

ขั้นสังเกต

- 1) ให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชูปด้วยไฟฟ้า
- 2) ให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชูปด้วยไฟฟ้า และบันทึกและสรุปผลการทดลองจากการสังเกตการทดลอง ลงในตอนที่ 2 ในใบกิจกรรม
- 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการทดลองของตนเอง

ขั้นอธิบาย

ครูให้นักเรียนแต่ละคนอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต เทียบกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิมก่อนทำการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลองลงในตอนที่ 3 ของใบกิจกรรม

ขั้นสรุป (10 นาที)

คุรุอธิบาย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า “การจัดเซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อชูปโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า มีหลักการ คือ นำวัตถุที่ต้องการชูปไปต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแคโทด ส่วนโลหะที่ใช้ชูปให้ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแอโนด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นขั้วแอโนดหรือโลหะที่ใช้ชูป อีกทั้งใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อไม่ให้เกิดการสลับขั้ว และปฏิกิริยาค่าเนินไปทิศทางเดียวกัน และครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนที่ออกมาอธิบายด้วย ในช่วงท้ายคาบเรียนครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้ว่ามีอะไรบ้าง โดยให้นักเรียนช่วยกันเขียนสรุปเป็นแผนผังความคิดหน้าชั้นเรียน

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (หนังสือเรียน สสวท)
2. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชูปด้วยไฟฟ้า
3. สื่อ PowerPoint ประกอบการสอน เรื่อง การชูปด้วยไฟฟ้า
4. สารเคมีและอุปกรณ์ ตามใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชูปด้วยไฟฟ้า

ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การชูปด้วยไฟฟ้า

ชื่อ ชั้น เลขที่ กลุ่มที่

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทำการทดลองชูปด้วยไฟฟ้าได้
2. อธิบายหลักการชูปด้วยไฟฟ้าและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้

คำชี้แจง

1. ฟังครูอธิบายวิธีการทดลองให้เข้าใจ
2. ทำนายผลการทดลองที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ในตอนที่ 1 (ก่อนการทดลอง)
3. ลงมือทำการทดลอง ตามรายละเอียดในใบกิจกรรม
4. บันทึกและสรุปผลจากการสังเกตการณ์ทดลองในตอนที่ 2
5. อภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต เทียบกับการทำนายผลก่อนทำการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลองลงในตอนที่ 3

สารเคมีและอุปกรณ์ (ต่อ 1 กลุ่ม)

- | | |
|--|----------------------|
| 1. ตะปูเหล็ก | 1 ชิ้น |
| 2. แผ่นทองแดง ขนาด 1 ซม. x 2 ซม. | 1 ชิ้น |
| 3. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 โมลต่อลิตร | 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. บีกเกอร์ ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 1 ใบ |
| 5. แหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า | 1 ชุด |
| 6. สายไฟฟ้าพร้อมคลิปปากจระเข้ | 2 เส้น |
| 7. ปากกีสบ | 1 อัน |

วิธีการทดลอง

1. เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 โมลต่อลิตร จำนวน 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ต่อแผ่นทองแดงเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่และต่อตะปูเหล็กเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ ใช้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 5 โวลต์
3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 5 นาทีและ 10 นาที ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การทำนายผล

ตารางบันทึกผลการทำนาย

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทำนาย |
|--|----------------|
| ลักษณะของแผ่นทองแดงหลังเกิดปฏิกิริยา | |
| ลักษณะของตะปูเหล็กหลังเกิดปฏิกิริยา | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแผ่นทองแดงที่ต่อกับ ขั้วบวกของแบตเตอรี่ | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในตะปูเหล็กที่ต่อกับ ขั้วลบของแบตเตอรี่ | |
| ทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน | |

ตอนที่ 2 การสังเกตผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทดลอง |
|--|----------------|
| ลักษณะของแผ่นทองแดงหลังเกิดปฏิกิริยา | |
| ลักษณะของตะปูเหล็กหลังเกิดปฏิกิริยา | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแผ่นทองแดงที่ต่อกับ ขั้วบวกของแบตเตอรี่ | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในตะปูเหล็กที่ต่อกับ ขั้วลบของแบตเตอรี่ | |
| ทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน | |

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 การอธิบายผล

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถาม ดังต่อไปนี้

1. จงอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต เกี่ยวกับการทำนายผลก่อนทำการทดลอง

.....

.....

.....

2. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์อิเล็กโทรไลติก

.....

.....

.....

3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

4. ถ้าใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแทนกระแสตรงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี 4

รหัสวิชา ว 33231

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2560

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1 เวลา 50 นาที
ครูที่เลี้ยง คุรุมาริษา ทับสี นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวนราภรณ์ นาคพันธ์

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1) อธิบายหลักการทำโลหะให้บริสุทธิ์ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

2. แนวความคิดหลัก/สาระสำคัญ

เซลล์อิเล็กโทรไลติก ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในเซลล์จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่า ขั้วแอโนด ขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน เรียกว่า ขั้วแคโทด ซึ่งการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงไป ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ แล้วมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เรียกว่า กระบวนการอิเล็กโทรลิซิส

กระบวนการทำโลหะให้บริสุทธิ์ใช้หลักการเดียวกันกับการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า โดยใช้โลหะบริสุทธิ์เป็นขั้วแคโทด โลหะที่ไม่บริสุทธิ์เป็นขั้วแอโนด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนชนิดเดียวกับขั้วแอโนด

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายหลักการทำโลหะให้บริสุทธิ์ และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1 สามารถระบุกระบวนการทำโลหะทองแดงให้บริสุทธิ์ได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

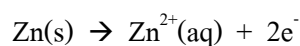
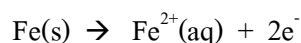
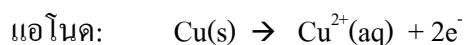
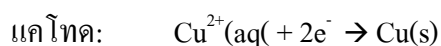
3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. สารการเรียนรู้

การทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกระบวนการอิเล็กโทรลิซิส ใช้หลักการเดียวกับกับการชุบด้วยไฟฟ้า โดยใช้โลหะที่บริสุทธิ์เป็นแคโทด โลหะที่ไม่บริสุทธิ์เป็นแอโนด และใช้สารละลายที่มีไอออนของโลหะดังกล่าวเป็นอิเล็กโทรไลต์ เช่น การทำทองแดงให้บริสุทธิ์ สิ่งเจือปนที่มักจะมีอยู่ในทองแดง ได้แก่ เหล็ก เงิน ทอง แพลตินัมและสังกะสี เมื่อต้องการทำทองแดงให้บริสุทธิ์ ต้องจัดให้แท่งทองแดงที่ไม่บริสุทธิ์ เป็นขั้วแอโนด และแผ่นทองแดงที่บริสุทธิ์เป็นแคโทดจุ่มอยู่ในสารละลายผสมของคอปเปอร์(II)ซัลเฟตกับกรดซัลฟิวริก ครึ่งปฏิกิริยารีดักชันและค่า E° ที่เกี่ยวข้องมี ดังต่อไปนี้



การทำทองแดงให้บริสุทธิ์ ทำได้โดยนำทองแดงไม่บริสุทธิ์ไปต่อเป็นขั้วแอโนดของเซลล์ และใช้ทองแดงบริสุทธิ์เป็นขั้วแคโทด ขั้วไฟฟ้าทั้งสองจุ่มอยู่ในสารละลายผสมของสารละลาย CuSO_4 กับ H_2SO_4 เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงที่มีศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสมเข้าไปเกิดปฏิกิริยาในเซลล์ ซึ่ง Cu^{2+} ในสารละลายจะรับอิเล็กตรอนที่ขั้วแคโทดเกิดเป็นทองแดงบริสุทธิ์ ขณะเดียวกันที่ขั้วแอโนด โลหะทองแดง จะให้อิเล็กตรอนเกิดเป็น Cu^{2+} ละลายลงไปในสารละลาย สำหรับโลหะที่เจือปนอยู่กับทองแดง เช่น เหล็ก และสังกะสี เป็นโลหะที่เสียอิเล็กตรอนได้ง่ายกว่าทองแดง จึงถูกออกซิไดส์เป็น Fe^{2+} และ Zn^{2+} ปนอยู่ในสารละลาย ส่วนโลหะเงิน ทองคำและแพลตินัมจะไม่ถูกออกซิไดส์ จึงตกอยู่ที่ก้นภาชนะ ปฏิกิริยาที่ขั้วแคโทดและขั้วแอโนด เป็นดังนี้



5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน |
|--|----------------|--|--|
| อธิบายหลักการทำให้โลหะให้บริสุทธิ์และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้ (K) | ตรวจแบบฝึกหัด | แบบฝึกหัดเรื่อง การทำให้โลหะให้บริสุทธิ์ โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| สามารถระบุกระบวนการทำให้โลหะทองแดงให้บริสุทธิ์ได้ (P) | ตรวจแบบฝึกหัด | แบบฝึกหัดเรื่อง การทำให้โลหะให้บริสุทธิ์ โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |

6. การจัดการกระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการแยกสารที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า และการชุบด้วยไฟฟ้าที่ได้เรียนมาแล้ว และสุ่มนักเรียนออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาที่ครูให้ในแต่ละเรื่องที่ทำาทบทวนความรู้

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า

- จงยกตัวอย่างวัตถุที่เป็นโลหะที่นักเรียนคิดว่ามีโลหะหลายชนิดผสมอยู่ด้วยกัน

(แนวคำตอบ เหรียญกษาปณ์ประเภทต่าง ๆ เป็นต้น)

- นักเรียนคิดว่าเราจะมีวิธีการทำให้โลหะให้บริสุทธิ์ได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ ทำได้โดยการใช้กระบวนการอิเล็กโทรไลซิส หรือการใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลซิสในการทำให้โลหะให้บริสุทธิ์)

ขั้นจัดการกระบวนการเรียนรู้ (35 นาที)

ขั้นทำนาย

ให้นักเรียนทำนายผลว่าการชุบด้วยไฟฟ้ากับการทำให้โลหะให้บริสุทธิ์ มีหลักการ

เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ลงในสมุดของตนเอง

ขั้นสังเกต

1) ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก จากภาพและวิดีโอที่ครูเปิด และหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเปรียบเทียบหลักการของการทำโลหะให้บริสุทธิ์กับการชุบด้วยไฟฟ้า

2) ให้แต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้อง

2) ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกต ลงในสมุดของตนเอง

ขั้นอธิบาย

ครูให้นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการดูสื่อวีดิทัศน์ เทียบกับการทำนายผลของนักเรียน โดยใช้ความรู้เดิมก่อนการสังเกตและทำการศึกษา ลงในสมุดของตนเอง

ขั้นสรุป (10 นาที)

ครูอธิบาย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า “การจัดเซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อทำโลหะให้บริสุทธิ์ มีหลักการ คือ ใช้โลหะบริสุทธิ์เป็นขั้วแคโทด ส่วนโลหะที่ไม่บริสุทธิ์เป็นขั้วแอโนด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นขั้วแคโทดหรือโลหะที่บริสุทธิ์ อีกทั้งใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อไม่ให้เกิดการสลับขั้ว และปฏิกิริยาค่าเงินไปทิศทางเดียวกัน และครูให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาหรือแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนที่ออกมาอธิบายด้วย จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัด เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์ โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก ในช่วงท้ายคาบเรียน ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หน้าชั้นเรียน

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (หนังสือเรียน สสวท)
2. สื่อ Power Point เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1
3. สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี 4

รหัสวิชา ว 33231

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2560

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2 เวลา 100 นาที
ครูที่เลี้ยง ครูมาริษา ทับสี่ นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวนราภรณ์ นาคพันธ์

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1) อธิบายหลักการทำโลหะให้บริสุทธิ์ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

2. แนวความคิดหลัก/สาระสำคัญ

เซลล์อิเล็กโทรไลติก ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในเซลล์จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่าขั้วแอโนด ขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน เรียกว่า ขั้วแคโทด ซึ่งการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงไป ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ แล้วมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เรียกว่า กระบวนการอิเล็กโทรลิซิส

กระบวนการทำโลหะให้บริสุทธิ์ใช้หลักการเดียวกันกับการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า โดยใช้โลหะบริสุทธิ์เป็นขั้วแคโทด โลหะที่ไม่บริสุทธิ์เป็นขั้วแอโนด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนชนิดเดียวกับขั้วแคโทด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 อธิบายหลักการทำโลหะให้บริสุทธิ์ และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1 ทำการทดลองการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติกได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. สารการเรียนรู้

การทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกระบวนการอิเล็กโทรลิซิส ใช้หลักการเดียวกับกับการชุบด้วยไฟฟ้าโดยการทำทองแดงให้บริสุทธิ์ สิ่งเจือปนที่มักจะมีอยู่ในทองแดง ได้แก่ เหล็ก เงิน ทอง แพลตินัมและสังกะสี

การจัดเซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อทำโลหะให้บริสุทธิ์ มีหลักการ ดังนี้

1. นำวัตถุที่ไม่บริสุทธิ์ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแอโนด

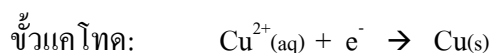
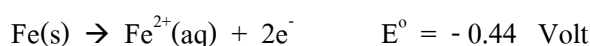
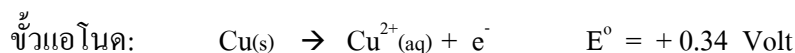
2. นำโลหะที่บริสุทธิ์ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่หรือเป็นขั้วแคโทด

3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นขั้วแคโทดหรือโลหะที่บริสุทธิ์

4. ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อไม่ให้เกิดการสลับขั้ว และปฏิกิริยาดำเนินไปทิศทางเดียวกัน

การทดลองการทำโลหะให้บริสุทธิ์นี้ เป็นการทดลองโดยการทำโลหะทองแดงให้บริสุทธิ์ ซึ่งจะต้องใช้เหรียญ 50 สตางค์เป็นขั้วแอโนด ใช้แผ่นทองแดงที่บริสุทธิ์เป็นขั้วแคโทดและใช้สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตที่ผสมกรดซัลฟิวริก เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงที่มีศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสมเข้าไปเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาในเซลล์ ซึ่ง Cu^{2+} ในสารละลายจะรับอิเล็กตรอนที่ขั้วแคโทด เกิดเป็นทองแดงบริสุทธิ์ ขณะเดียวกันที่ขั้วแอโนด โลหะทองแดงจะให้อิเล็กตรอนเกิดเป็น Cu^{2+} ละลายลงไปในสารละลาย สำหรับโลหะที่เจือปนอยู่กับทองแดง เช่น เหล็ก ซึ่งเป็นโลหะที่เสียอิเล็กตรอนได้ง่ายกว่าทองแดง และสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าทองแดง เหล็กจึงสามารถเสียอิเล็กตรอน เกิดเป็น Fe^{2+} อยู่ในสารละลายได้ด้วย

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เป็นดังนี้



5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน |
|---|------------------------|--|---|
| อธิบายหลักการชุกด้วยไฟฟ้าและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้ (K) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 7 | ใบกิจกรรมที่ 7 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำการทดลองชุกด้วยไฟฟ้าได้ (P) | ตรวจ ใบกิจกรรมที่ 7 | ใบกิจกรรมที่ 7 | ถูกต้องอย่างน้อย 70 % ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |
| ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A) | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนรายบุคคล | ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ |

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการทดลอง เรื่อง การชุกด้วยไฟฟ้าและการเรียนทฤษฎี เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกระแสไฟฟ้า ที่ได้เรียนมาแล้ว พร้อมกับแสดงภาพหรือแผนผังความคิดของแต่ละเรื่อง แล้วสุ่มนักเรียนออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า

- นักเรียนคิดว่าการชุกด้วยไฟฟ้ากับการทำโลหะให้บริสุทธิ์ จะมีหลักการที่เหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร (แนวคำตอบ มีหลักการที่เหมือนกัน กล่าวคือ วัตถุที่ต่อกับขั้วแอโนดจะต้องเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และวัตถุที่ต่อกับขั้วแคโทดจะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน)

- นักเรียนคิดว่าวัตถุประสงค์ของการทำโลหะให้บริสุทธิ์ คืออะไร (แนวคำตอบ เพื่อแยกโลหะที่ต้องการออกจากสิ่งเจือปนต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้โลหะนั้น มีความบริสุทธิ์มากขึ้น)

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้ (40 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ศึกษาวิธีการทำการทดลอง ในใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก

3. ครูอธิบายเกี่ยวกับวิธีการทดลองให้นักเรียนฟัง

ขั้นทำนาย

ครูให้นักเรียนทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นก่อนทำการทดลอง ลงในตอนที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก ตามความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน

ขั้นสังเกต

- 1) ให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก
- 2) ให้นักเรียนบันทึกและสรุปผลการทดลองจากการสังเกตการทดลอง ลงในตอนที่ 2 ของใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก
- 3) ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน

ขั้นอธิบาย

ครูให้นักเรียนอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต เทียบกับการทำนายผลของนักเรียนโดยใช้ความรู้เดิมก่อนทำการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลองลง ในตอนที่ 3 ของใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก

ขั้นสรุป (5 นาที)

ครูอธิบาย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า “การขัดเซลล์อิเล็กโทรไลติก เพื่อทำโลหะให้บริสุทธิ์ มีหลักการ คือ ใช้โลหะบริสุทธิ์เป็นขั้วแคโทด ส่วนโลหะที่ไม่บริสุทธิ์เป็นขั้วแอโนด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นขั้วแคโทดหรือโลหะที่บริสุทธิ์ อีกทั้งใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อไม่ให้เกิดการสลับขั้ว และปฏิกิริยาดำเนินไปทิศทางเดียวกัน และครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้มีส่วนร่วมในการออกมาอธิบายโจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนที่ออกมาอธิบายด้วย ในช่วงท้ายคาบเรียนครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยให้นักเรียนช่วยกันเขียนสรุปเป็นแผนผังความคิดหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามหลังการทดลอง ลงในตอนที่ 3 ของใบกิจกรรม

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (หนังสือเรียน สสวท)
2. ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2
3. สื่อ Power Point เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก 2
4. สารเคมีและอุปกรณ์ตามใบกิจกรรมที่ 7

ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก

ชื่อ ชั้น เลขที่ กลุ่มที่

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทำการทดลองการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติกได้
2. อธิบายหลักการการทำโลหะให้บริสุทธิ์ และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าได้

คำชี้แจง

1. ฟังครูอธิบายวิธีการทดลองให้เข้าใจ
2. ทำนายผลการทดลองที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในตอนต้นที่ 1 (ก่อนการทดลอง)
3. ลงมือทำการทดลอง ตามรายละเอียดใน ใบกิจกรรม
4. บันทึกและสรุปผลจากการสังเกตการณ์ทดลองในตอนต้นที่ 2
5. อภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต เทียบกับการทำนายผลก่อนทำการทดลอง

และตอบคำถามหลังการทดลองลงในตอนต้นที่ 3

สารเคมีและอุปกรณ์ (ต่อ 1 กลุ่ม)

- | | |
|--|----------------------|
| 1. เหมะยว 50 สตางค์ | 1 ชิ้น |
| 2. แผ่นทองแดง ขนาด 1 ซม. x 2 ซม. | 1 ชิ้น |
| 3. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 โมลต่อลิตร | 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. บีกเกอร์ ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 1 ใบ |
| 5. แหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า | 1 ชุด |
| 6. สายไฟฟ้าพร้อมคลิปปากจระเข้ | 2 เส้น |
| 7. ปากคีบ | 1 อัน |
| 8. กรดซัลฟิวริก | |

วิธีการทดลอง

1. เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 โมลต่อลิตร จำนวน 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ต่อเหมะยว 50 สตางค์ เข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่และต่อแผ่นทองแดงที่บริสุทธิ์ เข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ ใช้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 5 โวลต์
3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 5 นาทีและ 10 นาที ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การทำนายผล

ตารางบันทึกผลการทำนาย

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทำนาย |
|--|----------------|
| ลักษณะของเหรียญหลังเกิดปฏิกิริยา | |
| ลักษณะของแผ่นทองแดงหลังเกิดปฏิกิริยา | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเหรียญที่ต่อกับ ขั้วบวกของแบตเตอรี่ (ขั้วเอ โนด) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแผ่นทองแดงที่ต่อกับ ขั้วลบของแบตเตอรี่ (ขั้วแค โทด) | |

ตอนที่ 2 การสังเกตผล

ตารางบันทึกผลการสังเกต

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการสังเกต |
|--|----------------|
| ลักษณะของเหรียญหลังเกิดปฏิกิริยา | |
| ลักษณะของแผ่นทองแดงหลังเกิดปฏิกิริยา | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเหรียญที่ต่อกับ ขั้วบวกของแบตเตอรี่ (ขั้วเอ โนด) | |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแผ่นทองแดงที่ต่อกับ ขั้วลบของแบตเตอรี่ (ขั้วแค โทด) | |

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 การอธิบายผล

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถาม ดังต่อไปนี้

1. จงอธิบายผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต เทียบกับการทำนายผลก่อนทำการทดลอง

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์อิเล็กโทรไลติก

.....

.....

.....

.....

3. หลังเกิดปฏิกิริยา มีไอออนชนิดใดบ้างที่อยู่ในสารละลาย

.....

.....

4. ไอออนชนิดใดที่สามารถเกิดปฏิกิริยาที่ขั้วแคโทด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ก

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ตาราง ค. 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
และหลังเรียน

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ΣR | IOC | สรุปผล |
|--------|----------------------------|---------|---------|------------|-------|------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 2 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 3 | +1 | -1 | +1 | 1 | 0.33 | ใช้ไม่ได้ |
| 4 | -1 | -1 | +1 | -1 | -0.33 | ใช้ไม่ได้ |
| 5 | -1 | +1 | +1 | 1 | 0.33 | ใช้ไม่ได้ |
| 6 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 7 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 8 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 9 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 10 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 11 | -1 | +1 | +1 | 1 | 0.33 | ใช้ไม่ได้ |
| 12 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 13 | 0 | +1 | +1 | 2 | 0.67 | นำไปใช้ได้ |
| 14 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 15 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 16 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 17 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 18 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |

ตาราง ค. 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
และหลังเรียน (ต่อ)

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ΣR | IOC | สรุปผล |
|--------|----------------------------|---------|---------|------------|------|------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 19 | 0 | +1 | +1 | 2 | 0.67 | นำไปใช้ได้ |
| 20 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 21 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 22 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 23 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 24 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 25 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | นำไปใช้ได้ |
| 26 | -1 | +1 | +1 | 1 | 0.33 | ใช้ไม่ได้ |
| 27 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 28 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |
| 29 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | นำไปใช้ได้ |
| 30 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | นำไปใช้ได้ |

หมายเหตุ

คะแนน 1 สำหรับข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยที่ $IOC = \frac{\Sigma R}{N}$

เมื่อ ΣR คือ ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ง

ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

ตาราง ง. 1 ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนและความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

| คนที่ | สอบ ก่อนเรียน คะแนน (ร้อยละ) | สอบ หลังเรียน คะแนน (ร้อยละ) | ผลการเรียนรู้ที่ เพิ่มขึ้นจริง คะแนน (ร้อยละ) | ผลการเรียนรู้ สูงสุดที่เพิ่มขึ้น ได้ คะแนน (ร้อยละ) | ความก้าวหน้า ทางการเรียน (Normalized Gain) |
|-------|------------------------------------|------------------------------------|---|---|--|
| 1 | 1 (5) | 12 (60) | 11 (55) | 19 (95) | 0.58 |
| 2 | 3 (15) | 5 (25) | 2 (10) | 17 (85) | 0.12 |
| 3 | 8 (40) | 11 (55) | 3 (15) | 12 (60) | 0.25 |
| 4 | 6 (30) | 17 (85) | 11 (55) | 14 (70) | 0.79 |
| 5 | 5 (25) | 16 (80) | 11 (55) | 15 (75) | 0.73 |
| 6 | 6 (30) | 15 (75) | 9 (45) | 14 (70) | 0.64 |
| 7 | 5 (25) | 16 (80) | 11 (55) | 15 (75) | 0.73 |
| 8 | 9 (45) | 13 (65) | 4 (20) | 11 (55) | 0.36 |
| 9 | 6 (30) | 12 (60) | 6 (30) | 14 (70) | 0.43 |
| 10 | 8 (40) | 17 (85) | 9 (45) | 12 (60) | 0.75 |
| 11 | 8 (40) | 16 (80) | 8 (40) | 12 (60) | 0.67 |
| 12 | 9 (45) | 14 (70) | 5 (25) | 11 (55) | 0.45 |
| 13 | 2 (10) | 10 (50) | 8 (40) | 18 (90) | 0.44 |
| 14 | 9 (45) | 18 (90) | 9 (45) | 11 (55) | 0.82 |
| 15 | 7 (35) | 17 (85) | 10 (50) | 13 (65) | 0.77 |
| 16 | 5 (25) | 12 (60) | 7 (35) | 15 (75) | 0.47 |
| 17 | 5 (25) | 14 (70) | 9 (45) | 15 (75) | 0.60 |
| 18 | 3 (15) | 17 (85) | 14 (70) | 17 (85) | 0.82 |
| 19 | 6 (30) | 19 (95) | 13 (65) | 14 (70) | 0.93 |
| 20 | 5 (25) | 11 (55) | 6 (30) | 15 (75) | 0.40 |
| 21 | 4 (20) | 16 (80) | 12 (60) | 16 (80) | 0.75 |
| 22 | 9 (45) | 14 (70) | 5 (25) | 11 (55) | 0.45 |
| 23 | 4 (20) | 16 (80) | 12 (60) | 16 (80) | 0.75 |
| 24 | 6 (30) | 16 (80) | 10 (50) | 14 (70) | 0.71 |
| 25 | 8 (40) | 11 (55) | 3 (15) | 12 (60) | 0.25 |
| 26 | 5 (25) | 15 (75) | 10 (50) | 15 (75) | 0.67 |
| 27 | 4 (20) | 17 (85) | 13 (65) | 16 (80) | 0.81 |

ตาราง ง. 1 ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนและความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล (ต่อ)

| คนที่ | สอบ ก่อนเรียน คะแนน (ร้อยละ) | สอบ หลังเรียน คะแนน (ร้อยละ) | ผลการเรียนรู้ที่ เพิ่มขึ้นจริง คะแนน (ร้อยละ) | ผลการเรียนรู้ สูงสุดที่เพิ่มขึ้นได้ คะแนน (ร้อยละ) | ความก้าวหน้า ทางการเรียน (Normalized Gain) |
|-------|------------------------------------|------------------------------------|---|--|--|
| 28 | 8 (40) | 16 (80) | 8 (40) | 12 (60) | 0.67 |
| 29 | 6 (30) | 16 (80) | 10 (50) | 14 (70) | 0.71 |
| 30 | 12 (60) | 14 (70) | 2 (10) | 8 (40) | 0.25 |
| 31 | 5 (25) | 18 (90) | 13 (65) | 15 (75) | 0.87 |
| 32 | 2 (10) | 14 (70) | 12 (60) | 18 (90) | 0.67 |
| 33 | 6 (30) | 13 (65) | 7 (35) | 14 (70) | 0.50 |
| 34 | 7 (35) | 16 (80) | 9 (45) | 13 (65) | 0.69 |
| 35 | 7 (35) | 17 (85) | 10 (50) | 13 (65) | 0.77 |
| 36 | 9 (45) | 16 (80) | 7 (35) | 11 (55) | 0.64 |
| 37 | 6 (30) | 16 (80) | 10 (50) | 14 (70) | 0.71 |
| 38 | 5 (25) | 15 (75) | 10 (50) | 15 (75) | 0.67 |
| 39 | 4 (20) | 13 (65) | 9 (45) | 16 (80) | 0.56 |
| | 5.97 (29.85) | 14.64 (73.20) | 8.67 (43.35) | 14.03 (70.15) | 0.62 |

ตัวอย่างวิธีการคำนวณหาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน

$$\text{จากสูตร } \langle g \rangle = \frac{(\% \langle \text{Posttest} \rangle - \% \langle \text{Pretest} \rangle)}{(100 - \% \langle \text{Pretest} \rangle)}$$

เมื่อ $\langle g \rangle$ คือ ความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain)

$\% \langle \text{Pretest} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ

$\% \langle \text{Posttest} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ

แทนค่าจากสูตร จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \langle g \rangle &= \frac{(73.20) - (29.85)}{(100 - 29.85)} \\ &= \frac{43.35}{70.15} \\ \langle g \rangle &= 0.62 \end{aligned}$$

หรือสามารถคำนวณจากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงโดยเฉลี่ย (Actual Average Gain: $\langle \text{Gain} \rangle$) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย (Maximum Possible Average Gain: $\langle \text{Gain} \rangle_{\text{max}}$) ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle \text{Gain} \rangle}{\% \langle \text{Gain} \rangle_{\text{max}}}$$

เมื่อ $\langle g \rangle$ คือ ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย

$\% \langle \text{Gain} \rangle$ คือ ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงโดยเฉลี่ย

$\% \langle \text{Gain} \rangle_{\text{max}}$ คือ ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย

แทนค่าสูตร จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \langle g \rangle &= \frac{43.35}{70.15} \\ \langle g \rangle &= 0.62 \end{aligned}$$

ตัวอย่างวิธีการคำนวณหาความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

$$\text{จากสูตร } g = \frac{(\% \text{ Posttest} - \% \text{ Pretest})}{(100 - \% \text{ Pretest})}$$

เมื่อ g คือ ความก้าวหน้าทางการเรียน
 $\% \text{ Pretest}$ คือ คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ
 $\% \text{ Posttest}$ คือ คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ

เช่น จากตาราง ข้อมูลของนักเรียนคนที่ 1 มีดังนี้

คะแนนสอบก่อนเรียน เท่ากับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 5

คะแนนสอบหลังเรียน เท่ากับ 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 60

แทนค่าจากสูตร จะได้ว่า

$$g = \frac{(60) - (5)}{(100 - 5)}$$

$$= \frac{55}{95}$$

$$g = 0.58$$

หรือสามารถคำนวณจากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual Gain: Gain) ต่อ
 ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย (Maximum Possible Gain: Gain_{max}) ดังนี้

$$g = \frac{\% \text{ Gain}}{\% \text{ Gain}_{\text{max}}}$$

เมื่อ g คือ ความก้าวหน้าทางการเรียน
 $\% \text{ Gain}$ คือ ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง
 $\% \text{ Gain}_{\text{max}}$ คือ ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้

แทนค่าสูตรจะได้ว่า

$$g = \frac{55}{95}$$

$$= 0.58$$

$$g = 0.58$$

ตาราง ง. 2 ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ

| หัวข้อที่ | ข้อที่ | สอบก่อนเรียน (Pretest) (จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก) | สอบหลังเรียน (Posttest) (จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก) | สอบก่อนเรียน (ร้อยละ) | สอบหลังเรียน (ร้อยละ) | ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (ร้อยละ) | ผลการเรียนรู้สูงสุดที่เพิ่มขึ้นได้ (ร้อยละ) | ความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain) |
|-----------|--------|---|--|-----------------------|-----------------------|--|---|---|
| 1 | 1 | 32 | 36 | 35.58 | 78.85 | 43.27 | 64.42 | 0.67 |
| | 2 | 19 | 35 | | | | | |
| | 3 | 12 | 30 | | | | | |
| | 4 | 4 | 31 | | | | | |
| | 5 | 10 | 29 | | | | | |
| | 6 | 8 | 30 | | | | | |
| | 7 | 13 | 25 | | | | | |
| | 8 | 13 | 30 | | | | | |
| | | 111 | 246 | | | | | |
| 2 | 9 | 12 | 34 | 21.54 | 62.56 | 41.03 | 78.46 | 0.52 |
| | 10 | 8 | 23 | | | | | |
| | 11 | 10 | 24 | | | | | |
| | 12 | 8 | 26 | | | | | |
| | 13 | 4 | 15 | | | | | |
| | | 42 | 122 | | | | | |
| 3 | 14 | 13 | 34 | 33.33 | 84.62 | 51.28 | 66.67 | 0.77 |
| | 15 | 14 | 33 | | | | | |
| | 16 | 9 | 34 | | | | | |
| | 17 | 16 | 31 | | | | | |
| | | 52 | 132 | | | | | |
| 4 | 18 | 5 | 34 | 24.79 | 57.26 | 32.48 | 75.21 | 0.43 |
| | 19 | 13 | 33 | | | | | |
| | 20 | 11 | 0 | | | | | |
| | | 29 | 67 | | | | | |

ตัวอย่างวิธีการคำนวณหาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายหัวข้อ

เช่น หัวข้อที่ 1 มีข้อสอบทั้งหมด 8 ข้อ นักเรียนมีจำนวน 39 คน

- ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียนในหัวข้อนั้นคิดเป็นร้อยละ (%<Pretest>) หาได้จาก

$$\begin{aligned} \%<Pretest> &= \frac{\text{ผลรวมของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด} \times \text{จำนวนข้อในหัวข้อนั้น}} \times 100 \\ &= \frac{111}{(39 \times 8)} \times 100 \\ &= 35.58 \end{aligned}$$

- ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนในหัวข้อนั้นคิดเป็นร้อยละ (%<Posttest>) หาได้จาก

$$\begin{aligned} \%<Posttest> &= \frac{\text{ผลรวมของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด} \times \text{จำนวนข้อในหัวข้อนั้น}} \times 100 \\ &= \frac{246}{(39 \times 8)} \times 100 \\ &= 78.85 \end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร } <g> = \frac{(\%<Posttest> - \%<Pretest>)}{(100 - \%<Pretest>)}$$

เมื่อ $<g>$ คือ ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย

$\% <Pretest>$ คือ ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียนในหัวข้อนั้นคิดเป็นร้อยละ

$\% <Posttest>$ คือ ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนในหัวข้อนั้นคิดเป็นร้อยละ

แทนค่าจากสูตร จะได้ว่า

$$\begin{aligned} <g> &= \frac{(78.85) - (35.58)}{(100 - 35.58)} \\ &= \frac{43.27}{64.42} \\ <g> &= 0.67 \end{aligned}$$

หรือสามารถคำนวณจากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงโดยเฉลี่ย (Actual Average Gain: $\langle \text{Gain} \rangle$) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย (Maximum Possible Average Gain: $\langle \text{Gain} \rangle_{\text{max}}$) ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle \text{Gain} \rangle}{\% \langle \text{Gain} \rangle_{\text{max}}}$$

เมื่อ $\langle g \rangle$ คือ ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย
 $\% \langle \text{Gain} \rangle$ คือ ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงโดยเฉลี่ย
 $\% \langle \text{Gain} \rangle_{\text{max}}$ คือ ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ย

แทนค่าสูตร จะได้ว่า

$$\langle g \rangle = \frac{43.27}{64.42}$$

$$\langle g \rangle = 0.67$$

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างข้อมูลที่น่ามาใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ

ตัวอย่างใบกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า

ตอนที่ 1 การทำนายผล

ตารางบันทึกผลการทำนาย

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทำนาย |
|--|---|
| ลักษณะของแผ่นทองแดงหลังเกิดปฏิกิริยา | แผ่นทองแดงเกิดสีเงิน |
| ลักษณะของตะปูเหล็กหลังเกิดปฏิกิริยา | เกิดฟองและอาจมีตะกอน และสีน้ำตาลปนด้วย |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแผ่นทองแดงที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่ | ใช้ไฟ และสีทองแดงหายไป |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในตะปูเหล็กที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ | เกิดฟองในตะปู |
| ทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน | จะไหลจากขั้วบวกไปขั้วลบ |

ตอนที่ 2 การสังเกตผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทดลอง |
|--|---|
| ลักษณะของแผ่นทองแดงหลังเกิดปฏิกิริยา | เกิดการระเหิดของทองแดง |
| ลักษณะของตะปูเหล็กหลังเกิดปฏิกิริยา | เกิดฟองทองแดงมาเกาะตะปู ทำให้ตะปู เกิดสีทองแดงสีน้ำตาลปนด้วย |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแผ่นทองแดงที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่ | $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ เกิด oxidation ในน้ำ |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในตะปูเหล็กที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ | $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ ตะปูในน้ำเกิดฟอง ตะปูเกิดปฏิกิริยา ส่วนการระเหิดของทองแดงมาจากตะปูทองแดง |
| ทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน | จะไหลจากขั้วลบไปขั้วบวก |

โดยตะปูเหล็ก
เกิด
สี

ตัวอย่างใบกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า (ต่อ)

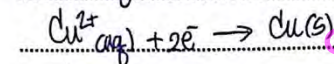
สรุปผลการทดลอง

ขั้วที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่ คือ แผ่นทองแดง (Cu) เป็นขั้วแอโนด เกิด Oxidation Cu จึงให้ e⁻

เกิดเป็น Cu²⁺ ละลายอยู่ในสารละลาย ดังสมการ $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$

ขั้วที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ คือ ตะกั่ว เป็นขั้วแคโทด โดยขั้วนี้ในสารละลาย Cu²⁺(aq)

โดย Cu²⁺(aq) จะรับ e⁻ เกิด Reduction โลหะทองแดงเกาะที่ขั้ว ดังสมการ



ตอนที่ 3 การอธิบายผล

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถาม ดังต่อไปนี้

- จงอธิบายผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต เกี่ยวกับการทำนายผลก่อนทำการทดลอง
ใส่ทองแดงคือขั้วบวกของแบตเตอรี่ จะไหลจากขั้วบวกไปขั้วลบแต่ที่จริงคือขั้วลบไปขั้วบวก
ขั้วลบเกิดปฏิกิริยาของทองแดงตรงกันที่ขั้วลบคือขั้วบวกของแบตเตอรี่ก่อน และในขั้วลบขั้วบวก
ก็เกิดปฏิกิริยาของทองแดงโดยจะไหลจาก $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ ส่วนขั้วลบเกิดปฏิกิริยาของตะกั่วคือ
ตะกั่วไปเกิดปฏิกิริยาแก่สารก่อนแล้วของทองแดงมาเกาะที่ขั้วลบ
- จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์อิเล็กโทรไลต์
Cathode(-) : $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
Anode(+): $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
Redox : $Cu \rightarrow Cu$
(cathode) (Anode)
- สารละลายอิเล็กโทรไลต์เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นหรือไม่อย่างไร
ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น เพราะที่ขั้วลบเกิดปฏิกิริยา Cu ของและมาเกาะที่ขั้วลบ
แต่ขั้วลบทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็น Cu ที่ใน $Cu^{2+}(aq)$ หรือขั้วลบ
- ถ้าใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแทนกระแสตรงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
แตกต่างกัน เพราะการต่อไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาเพราะ
ขั้วที่ขั้วลบของขั้วไฟฟ้าในขั้วลบ

ตัวอย่างใบกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก

ตอนที่ 1 การทำนายผล

ตารางบันทึกผลการทำนาย

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทำนาย |
|---|---|
| ลักษณะของเหรียญหลังเกิดปฏิกิริยา | สีทองแดงเงินปนเทา |
| ลักษณะของแผ่นทองแดงหลังเกิดปฏิกิริยา | สีทองแดงเงินปนเทา |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเหรียญที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่ (ขั้วแอโนด) | Oxidation $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแผ่นทองแดงที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ (ขั้วแคโทด) | Reduction $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ |

ตอนที่ 2 การสังเกตผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

| ประเด็นที่ศึกษา | ผลการทดลอง |
|---|--|
| ลักษณะของเหรียญหลังเกิดปฏิกิริยา | สีทองแดงเงินปนเทา |
| ลักษณะของแผ่นทองแดงหลังเกิดปฏิกิริยา | สีทองแดงเงินปนเทา |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเหรียญที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่ (ขั้วแอโนด) | Oxidation $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ |
| ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแผ่นทองแดงที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ (ขั้วแคโทด) | Reduction $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ |

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังกัด อธิบาย

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาพกิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การชูปด้วยไฟฟ้า
โดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังกัด อธิบาย (POE)



มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Rajabhat University

ประวัติผู้วิจัย

| | |
|------------------|--|
| ชื่อ | นราภรณ์ นาคพันธ์ |
| วัน เดือน ปีเกิด | 27 พฤษภาคม 2535 |
| สถานที่เกิด | จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย |
| ประวัติการศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี, 2556 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, 2560 |
| ทุนการศึกษา | ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (สสวท.) |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | 2 หมู่ที่ 11 ตำบลคงเค็ด้อย อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย |