

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
และแผนการจัดการเรียนรู้วิธีปกติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี หน่วยย่อยที่ 3 เซลล์ไฟฟ้าเคมี

เวลา 16 ชั่วโมง

เรื่อง เซลล์กัลวานิก

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระการเรียนรู้

เซลล์กัลวานิก

- ส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก

- หน้าที่ของสะพานเกลือ

สาระสำคัญ

เซลล์กัลวานิก คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เซลล์กัลวานิก ได้จากการนำครึ่งเซลล์ 2 ครึ่งเซลล์ที่ต่างกันมาเชื่อมกันด้วยสะพานไอออนแล้วต่อขั้วไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ทั้งสองกับวงจรภายนอก ซึ่งมีลวดตัวนำและมิเตอร์เพื่อวัดความต่างศักย์ของครึ่งเซลล์ที่เสียอิเล็กตรอนจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกครึ่งเซลล์นี้ว่า แอโนด ส่วนครึ่งเซลล์หนึ่งจะรับอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยารีดักชัน เรียกครึ่งเซลล์นี้ว่า แคโทด

ผลการเรียนรู้

ทำการทดลองต่อครึ่งเซลล์กัลวานิกและอธิบายปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก พร้อมทั้งระบุขั้วแอโนด ขั้วแคโทด เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกทิศทางการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้
2. บอกได้ว่าครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน
3. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด แคโทดและปฏิกิริยารวมได้
4. บอกหน้าที่ของสะพานเกลือได้
5. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ใช้เวลา 10 นาที

1.1 ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา โดยใช้คำถามดังนี้

- ปฏิกริยารีดอกซ์หมายถึง
(แนวตอบ ปฏิกริยาที่การถ่ายโอนอิเล็กตรอนโดยฝ่ายหนึ่งให้อิเล็กตรอนและฝ่ายหนึ่งรับอิเล็กตรอน)

- ปฏิกริยาออกซิเดชัน คือ

(แนวตอบ ปฏิกริยาที่สารให้อิเล็กตรอน)

- ปฏิกริยารีดักชัน คือ

(แนวตอบ ปฏิกริยาที่สารรับอิเล็กตรอน)

1.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) ใช้เวลา 10 นาที

2.1 ให้นักเรียนดูวิดีโอที่สั้น ชุด ไฟฟ้าเคมี 1 ประมาณ 8 นาที หลังจากนั้นดูวิดีโอที่สั้นแล้วครูถามนักเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้

- แหล่งพลังงานในโทรศัพท์มือถือคือ วิทย์ เครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ ได้มาจากแหล่งใด

(แนวตอบ ถ่ายไฟฉาย แบตเตอรี่)

- เพราะเหตุใดถ่ายไฟฉายจึงให้พลังงานไฟฟ้าได้

(แนวตอบ ปฏิกริยาเคมีในถ่านไฟฉายเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า)

- แหล่งพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์คืออะไร (แนวตอบ แบตเตอรี่)

- เพราะเหตุใดแบตเตอรี่จึงสามารถให้พลังงานไฟฟ้าได้
(แนวตอบ เนื่องจากปฏิกิริยาภายในเซลล์สามารถให้กระแสไฟฟ้าได้)
- เราสามารถหุบโลหะได้อย่างไร
(แนวตอบ ให้กระแสไฟฟ้าเข้าไปในสารเคมีบางชนิด)

2.2 ครูอธิบายนิยามคำศัพท์ “ ไฟฟ้าเคมี ” “ เซลล์ไฟฟ้าเคมี ” และ “ ครึ่งเซลล์ไฟฟ้าเคมี ” เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

- เซลล์กัลวานิก เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เมื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า
- เซลล์อิเล็กโทรไลต์ เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ต้องผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์จึงจะเกิดปฏิกิริยาได้

ครึ่งเซลล์ หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยโลหะจุ่มอยู่ในสารละลายที่มีไอออนของโลหะนั้น เช่นจุ่ม Zn (s) ในสารละลายที่มี Zn^{2+} (aq) และเขียนแทนสัญลักษณ์ได้ดังนี้ $Zn(s) | Zn^{2+}$ (aq)

2.3 ครูถามนักเรียนว่าเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลต์ มีส่วนประกอบและหลักการทำงานอย่างไร นักเรียนจะได้มีความรู้ความเข้าใจจากการทำกิจกรรมต่อไปนี้

2.4 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ครั้งนี้

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ใช้เวลา 50 นาที

3.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3-4 คน โดยให้มีเด็ก เก่ง อ่อน ปานกลาง คละกัน

3.2 นักเรียนแบ่งกลุ่มตามที่ครูกำหนดไว้ เลือกประธานกลุ่ม และเลขานุการกลุ่ม

3.3 ให้ประธานกลุ่มมารับซองชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 ไปดำเนินการตามบัตรคำสั่งที่ 1 ครูชี้แจง และดูแลอย่างใกล้ชิด

3.4 ประธานกลุ่มแต่ละกลุ่มอ่านบัตรคำสั่งให้สมาชิกในกลุ่มรับทราบขั้นตอนการเรียนรู้ และมอบหมายหน้าที่ให้สมาชิกในกลุ่ม แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้

3.4.1 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกตามคำสั่งในบัตรกิจกรรมการทดลองที่ 1

3.4.2 เลขานุการกลุ่มบันทึกผลการทดลองตามแบบบันทึกผลการทดลอง สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามหลังการทดลอง

3.5 ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ครูคอยแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหา และสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและพฤติกรรมอันพึงประสงค์ของนักเรียน

3.6 ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4. ขั้นตอนอธิบาย (Explanation Phase) ใช้เวลา 20 นาที

นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากแต่ละกลุ่ม และช่วยกันสรุปเพื่อให้ได้หลักการในการสร้างเซลล์กัลวานิก ดังนี้

4.1 เมื่อต่อเซลล์กัลวานิกให้ครบวงจรแล้วเข็มของมิเตอร์เบนแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเนื่องจากการไหลต่อเนื่องกันของอิเล็กตรอน

4.2 เมื่อต่อระบบที่ประกอบด้วย $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ พบว่าเข็มของมิเตอร์เบนเข้าหาขั้วทองแดง แสดงว่าขั้วสังกะสีเสียอิเล็กตรอนให้แก่ Cu^{2+} ที่อยู่รอบๆ ขั้วทองแดง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่าง Zn กับ Cu^{2+} จึงสนับสนุนคำอธิบาย เรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์ ที่ศึกษามาแล้วในกิจกรรมการทดลองที่ 1 “ ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน ”

เมื่อสังกะสีเสียอิเล็กตรอนกลายเป็น Zn^{2+} ผิวของสังกะสีจะกร่อนไป อิเล็กตรอนจากขั้วสังกะสีจะเคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำไปยังขั้วทองแดง ส่วน Cu^{2+} ในสารละลาย CuSO_4 จะรับอิเล็กตรอนกลายเป็นทองแดงเกาะที่ขั้วทองแดง ดังนั้น ในปีกเกอร์ที่บรรจุโลหะ Cu และสารละลาย Cu^{2+} จะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ระบบที่มีโลหะจุ่มอยู่ในสารละลายของโลหะไอออนนี้ เรียกว่า ครึ่งเซลล์ และโลหะที่จุ่มอยู่ในสารละลาย เรียกว่า ขั้วไฟฟ้า

5. ขั้นขยายความคิด (Elaboration Phase) ใช้เวลา 10 นาที

5.1 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการนำหลักการของเซลล์กัลวานิกไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ความรู้ เรื่อง เซลล์กัลวานิกเป็นแผนผังมโนทัศน์

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง เซลล์กัลวานิก มาจัดป้ายนิเทศในชั้นเรียนเพื่อให้เกิดการเผยแพร่ความรู้

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ใช้เวลา 15 นาที

- 6.1 แต่ละกลุ่มตรวจการบันทึกผลการทดลองตามแนวคำตอบ
- 6.2 นักเรียนตอบคำถามในบัตรงานที่ 1 และตอบคำถามโดยยก response board เรื่อง เซลล์กัลวานิกเพื่อจะได้ทราบว่าบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
- 6.3 ประเมินด้านทักษะกระบวนการ โดยใช้เครื่องมือวัด คือแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- 6.4 ประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยใช้เครื่องมือวัดคือแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 6.5 ประธานกลุ่มรับบัตรแนวตอบในบัตรงานที่ 1 จากครู เพื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องในการตอบคำถามในบัตรงานที่ 1 ถ้ามีข้อผิดให้แก้ไขให้เรียบร้อย
- 6.6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วตรวจคำตอบจากแบบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
- 6.7 นักเรียนแจ้งคะแนนสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เลขานุการจดบันทึกคะแนนสมาชิกทุกคนรวบรวมส่งครูผู้สอน
- 6.8 เก็บอุปกรณ์ส่งครูผู้สอน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ใช้เวลา 5 นาที

ครูให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และรู้จักนำความรู้ที่ได้รับ ไปสร้างเป็นองค์ความรู้ให้กับผู้อื่น โดยการนำผลการสำรวจความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ การศึกษาค้นคว้า การตอบคำถามจากบัตรคำถามไปเขียนสรุปเป็นแผ่นพับหรือแผ่นปลิวแจกนักเรียนห้องอื่นหรือระดับชั้นอื่นๆ เพื่อเป็นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และจัดนิทรรศการในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ และการนำหลักการเรื่องเซลล์กัลวานิกไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง

สื่อการเรียนการสอน

1. บัตรกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก
2. แบบบันทึกผลการทดลอง
3. แนวตอบกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก
4. บัตรเนื้อหาความรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก
5. บัตรงานที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก
6. แนวตอบบัตรงานที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก

7. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4
8. สื่อ Powerpoint เรื่อง เซลล์กัลวานิก
9. อุปกรณ์และสารเคมีตามบัตรกิจกรรมการทดลองที่ 1
10. สื่อของจริง โทรศัพท์มือถือ เครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ วิทยุ ถ่านไฟฉาย
11. สื่อวีดิทัศน์ ชุดไฟฟ้าเคมี 1

การวัดและการประเมินผล

การวัดและการประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. วัดจากการตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน 2. วัดจากการตรวจกิจกรรมการทดลอง 3. วัดจากการตรวจบัตรงานที่ 1 4. การตอบคำถาม โดยยก response board 	<ol style="list-style-type: none"> 1. แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ 2. บัตรกิจกรรมการทดลองที่ 1 3. บัตรงานที่ 1 4. response board 	1. ทำได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป

ความเห็นของผู้บริหารหรือผู้สังเกต

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสุรเชษฐ์ ช่างถม)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนนาคุณประชาสรรค์

...../...../.....

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการประเมินการเรียนรู้

.....
.....
.....
.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....
.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นางเรณุกานต์ โชติกันกุล)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
...../...../.....

แบบบันทึกคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์กัววานิก
วิชาเคมีเพิ่มเติม รหัส ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เลข ที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (10)	ร้อยละ	ผลการประเมิน		แบบทดสอบ หลังเรียน (10)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(นางเรณุกานต์ โชติกันกุล)

ครูผู้สอน

แบบบันทึกการประเมินผล
ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก
วิชาเคมีเพิ่มเติม รหัส ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	กิจกรรม การทดลองที่ 1 (10 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน		บัตรงานที่ 1 (10 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(นางเรณุกานต์ โชติคนกกุล)

ครูผู้สอน

แบบประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน
 มากที่สุด ซึ่งมี 5 ระดับ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. สาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน.....
1.3 เหมาะสมกับวัย.....
1.4 ชัดเจนเข้าใจง่าย.....
2. สาระการเรียนรู้					
2.1 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน.....
2.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัย.....
2.3 เหมาะสมกับระดับสติปัญญา.....
2.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์.....
2.5 น่าสนใจและมีประโยชน์.....
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3.1 กิจกรรมน่าสนใจ.....
3.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้.....
3.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
3.4 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย.....
3.5 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม.....
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
4.2 ครอบคลุมเนื้อหา
4.3 ครอบคลุมด้านความรู้ กระบวนการ คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์.....
4.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
()

ตำแหน่ง.....

วัน.....เดือน.....ปี.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี หน่วยย่อยที่ 3 เซลล์ไฟฟ้าเคมี

เวลา 16 ชั่วโมง

เรื่อง เซลล์กัลวานิก

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระการเรียนรู้

เซลล์กัลวานิก

- ส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก
- หน้าที่ของสะพานเกลือ

สาระสำคัญ

เซลล์กัลวานิก คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เซลล์กัลวานิก ได้จากการนำครึ่งเซลล์ 2 ครึ่งเซลล์ที่ต่างกันมาเชื่อมกันด้วยสะพานไอออนแล้วต่อขั้วไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ทั้งสองกับวงจรภายนอก ซึ่งมีลวดตัวนำและมิเตอร์เพื่อวัดความต่างศักย์ของครึ่งเซลล์ที่เสียบอิเล็กตรอนจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกครึ่งเซลล์นี้ว่า แอโนด ส่วนครึ่งเซลล์หนึ่งจะรับอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยารีดักชัน เรียกครึ่งเซลล์นี้ว่า แคโทด

ผลการเรียนรู้

ทำการทดลองต่อเครื่องเซลล์กัลวานิกและอธิบายปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก พร้อมทั้งระบุขั้วแอโนด ขั้วแคโทด เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกทิศทางการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้
2. บอกได้ว่าครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน

รีดักชัน

3. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด แคโทดและปฏิกิริยารวมได้
4. บอกหน้าที่ของสะพานเกลือได้
5. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำ ใช้เวลา 20 นาที

1.1 ให้นักเรียนยกตัวอย่างเครื่องอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จัก จากนั้นครูถามนักเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้

- เครื่องอำนวยความสะดวกที่นักเรียนยกตัวอย่างมาจะทำงานได้ต้องมีแหล่งพลังงาน แหล่งพลังงานในอุปกรณ์ที่นักเรียนยกตัวอย่าง มีอะไรบ้าง

(แนวตอบ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์เชื้อเพลิง)

- แหล่งพลังงานเหล่านี้ให้พลังงานได้อย่างไร

(แนวตอบ แหล่งพลังงานเหล่านี้จะเปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า)

1.2 ให้นักเรียนเปรียบเทียบแหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์เครื่องใช้ที่ยกตัวอย่างกับแหล่งพลังงานที่ได้จากการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะ

(แนวตอบ แหล่งพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า และกระบวนการที่ใช้กระแสไฟฟ้าไปทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี)

1.3 จากคำตอบนักเรียนสามารถจำแนกเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้กี่ชนิด

(แนวตอบ ได้ 2 ประเภท คือ เซลล์กัลวานิก และ เซลล์อิเล็กโทรไลต์)

1.4 นักเรียนและครูทบทวนผลการทดลองที่ 9.1 ซึ่งพบว่าเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ และถ้านักเรียนจุ่มโลหะลงในสารละลายที่มีโลหะไอออนชนิดนั้น เช่น Zn(s) ในสารละลายที่มี $Zn^{2+}(aq)$ กับ Cu(s) ในสารละลายที่มี $Cu^{2+}(aq)$ ซึ่งจะเรียกแต่ละระบบว่าครึ่งเซลล์ แล้วนำแต่ละครึ่งเซลล์มาต่อกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาจากการทำกิจกรรมต่อไปนี้

1.5 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ครั้งนี้

1.6 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2. ขั้นสอน ใช้เวลา 70 นาที

2.1 แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3-4 คน โดยให้มีเด็ก เก่ง อ่อน ปานกลาง คละกัน

2.2 ครูทบทวนเกี่ยวกับความหมายของครึ่งเซลล์และให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ของครึ่งเซลล์

2.3 ครูอธิบายวิธีการทดลองแต่ละขั้นตอนและร่วมกันสรุปเป็นแผนภาพในการจัดอุปกรณ์ขั้นตอนการทดลอง

2.4 ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่ 9.2 เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก ขณะนักเรียนทำกิจกรรมครูดูแลคอยแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหา

2.5 ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

3. ขั้นสรุป ใช้เวลา 30 นาที

นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากแต่ละกลุ่ม และช่วยกันสรุปเพื่อให้ได้หลักการในการสร้างเซลล์กัลวานิก ดังนี้

3.1 เมื่อต่อเซลล์กัลวานิกให้ครบวงจรแล้วเข็มของมิเตอร์เบนแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเนื่องจากการไหลต่อเนื่องกันของอิเล็กตรอน

3.2 เมื่อต่อระบบที่ประกอบด้วย $Cu(s) | Cu^{2+}(aq)$ กับ $Zn(s) | Zn^{2+}(aq)$ พบว่าเข็มของมิเตอร์เบนเข้าหาขั้วทองแดง แสดงว่าขั้วสังกะสีเสียอิเล็กตรอนให้แก่ Cu^{2+} ที่อยู่รอบๆ ขั้วทองแดง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่าง Zn กับ Cu^{2+} จึงสนับสนุนคำอธิบาย เรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์ ที่ศึกษามาแล้วในกิจกรรมการทดลองที่ 9.1 “ ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน ”

เมื่อสังกะสีเสียอิเล็กตรอนกลายเป็น Zn^{2+} ผิวของสังกะสีจะกร่อนไป อิเล็กตรอนจากขั้วสังกะสีจะเคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำไปยังขั้วทองแดง ส่วน Cu^{2+} ในสารละลาย $CuSO_4$ จะรับอิเล็กตรอนกลายเป็นทองแดงเกาะที่ขั้วทองแดง ดังนั้นในบีกเกอร์ที่บรรจุโลหะ Cu และ

สารละลาย Cu^{2+} จะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ระบบที่มีโลหะจุ่มอยู่ในสารละลายของโลหะไอออนนี้ เรียกว่า ครึ่งเซลล์ และโลหะที่จุ่มอยู่ในสารละลาย เรียกว่า ขั้วไฟฟ้า

3.3 ขั้วไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเรียกว่า ขั้วแอโนด ส่วนขั้วไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันเรียกว่า ขั้วแคโทด

3.4 เชื่อมต่อสองครึ่งเซลล์เข้าด้วยกันด้วยสะพานเกลือซึ่งมีหน้าที่รักษาสสมดุลระหว่างไอออนบวก และไอออนลบของสารละลายอิเล็กโทรไลต์แต่ละครึ่งเซลล์

3.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก
2. ใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก
3. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4
4. อุปกรณ์และสารเคมีในกิจกรรมการทดลองที่ 9.2
5. พาวเวอร์พอยต์สรุปกิจกรรมการทดลอง

การวัดและการประเมินผล

การวัดและการประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการ	1. วัดจากการตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน 2. วัดจากการตรวจกิจกรรมการทดลอง 3. วัดจากการตรวจใบงานที่ 1	1. แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ 2. แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 9.2 3. ใบงานที่ 1	1. ทำได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป

ความเห็นของผู้บริหารหรือผู้แทน

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นายสุรเชษฐ์ ช่างถม)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนนาคนประชาสรรพ

...../...../.....

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการประเมินการเรียนรู้

.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางเรณุกานต์ โชติคนกกุล)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

...../...../.....

แบบบันทึกคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง เซลล์กัลวานิก
วิชาเคมีเพิ่มเติม รหัส ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (10)	ร้อยละ	ผลการประเมิน		แบบทดสอบหลัง เรียน (10)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(นางเรณุกานต์ โขติคนกกุล)

ครูผู้สอน

แบบบันทึกการประเมินผล
เรื่อง เซลล์กัลวานิก
วิชาเคมีเพิ่มเติม รหัส ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	การทดลอง(10)	ร้อยละ	ผลการประเมิน		ใบงานที่ 1 (10 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(นางเรณุกานต์ โชติคนกกุล)

ครูผู้สอน

แบบประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้วิธีปกติ
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน
 มากที่สุด ซึ่งมี 5 ระดับ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. สาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน.....
1.3 เหมาะสมกับวัย.....
1.4 ชัดเจนเข้าใจง่าย.....
2. สาระการเรียนรู้					
2.1 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน.....
2.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัย.....
2.3 เหมาะสมกับระดับสติปัญญา.....
2.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์.....
2.5 น่าสนใจและมีประโยชน์.....
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3.1 กิจกรรมน่าสนใจ.....
3.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้.....
3.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
3.4 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย.....
3.5 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม.....
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
4.2 ครอบคลุมเนื้อหา
4.3 ครอบคลุมด้านความรู้ กระบวนการ คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์.....
4.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
()

ตำแหน่ง.....

วัน.....เดือน.....ปี.....



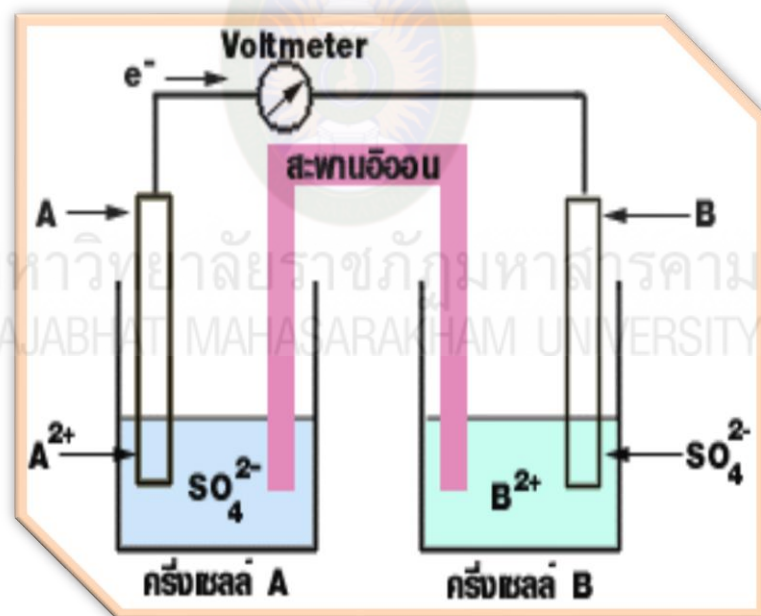
ภาคผนวก ข

ตัวอย่างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ □ ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาป □ ที่ 6
 หน่วยการเรียนรู้ □ ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี
 หน่วยย่อยที่ 3 เซลล์ไฟฟ้าเคมี

ชุดที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก



นางเรณุกานต์ โชติกนกุล

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนนาคนประชาสรรพ์ อำเภอนาคน จังหวัดมหาสารคาม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่จัดกิจกรรม ให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจ มีอิสระในการคิด ทุกคนมีโอกาสใช้ ความคิดอย่างเต็มที่โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้ใช้ เวลาน้อยลงในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ช่วยให้ ผู้เรียนเป็นอิสระ สามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะให้ครูบอกหรือกำหนดให้ โดยครู

เป็นผู้สร้างโอกาสทางการเรียน การสอน มีกิจกรรมให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม ซึ่งนักเรียน จะดำเนินการเรียน จากคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นด้วยตนเองสอดคล้อง องค์กรของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และตอบสนองกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งหมดจำนวน 8 ชุด ชุดนี้เป็นชุดที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก ใช้ เวลา 2 ชั่วโมง

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา นักเรียนและส่งเสริมให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นส วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพ และมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ขอขอบพระคุณ นายสุรเชษฐ์ ช่างถม ผู้อำนวยการโรงเรียนนาคนุประชาสรรพ์ คณะผู้ เชี่ยวชาญ ตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง องค์กรทุกท่านที่ตรวจสอบ ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อการแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีความสมบูรณ์ อันส่งผลให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นี้ มีประสิทธิภาพ และสำเร็จลุล ไปได้ด้วยดี ไว ณ โอกาสนี้

**ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี**

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 : ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมาเพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไรจะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานี้ และให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นที่ 2 : ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามที่กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

ขั้นที่ 3 : ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือดำเนินกิจกรรมตามใบกิจกรรม

ขั้นที่ 4 : ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ

ขั้นที่ 5 : ขั้นขยายความคิด (Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่

ได้ไปใช้ อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่า
ข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 6 : ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วย
กระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะ
นำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ขั้นที่ 7 : ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการ
จัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิด
ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้าง
เป็นความรู้ใหม่



ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น รายวิชาเคมีเพิ่มเติม
รหัสวิชา ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี นี้ประกอบด้วย

1. ส่วนที่ 1 คู่มือครูผู้สอน มีรายละเอียดดังนี้

- คำแนะนำ
- คำชี้แจงสำหรับครูผู้สอน
- แผนการจัดการเรียนรู้

2. ส่วนที่ 2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน มีรายละเอียดดังนี้

- บัตรคำสั่ง
- แบบทดสอบก่อนเรียน
- เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
- บัตรกิจกรรมการทดลอง
- แนวตอบบัตรกิจกรรมการทดลอง
- บัตรเนื้อหาความรู้
- บัตรงาน
- แนวตอบบัตรงาน
- แบบทดสอบหลังเรียน
- เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
- แบบบันทึกคะแนน

คำแนะนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี สร้างขึ้นมาเพื่อให้ครูนำไปใช้เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน เป็นกลุ่ม ชี้ดหลักการทำงานร่วมกันให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้จะทำหน้าที่เหมือนผู้ให้คำแนะนำนักเรียน ฉะนั้นครูจะต้องให้นักเรียน ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด จึงจะทำให้การเรียนการสอนบังเกิดผลดี ประกอบด้วย

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี มีทั้งหมด 8 ชุด ใช้เวลาเรียน 16 ชั่วโมง ดังนี้

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกและสมการไอออนิก ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิก ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชุบด้วยไฟฟ้า ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง



คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน โดยคณะกรรมการ
(เก่ง อ่อน ปานกลาง) จำนวนเท่าๆกัน
2. ครูควรเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ บัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรมการทดลอง
บัตรเฉลยกิจกรรมการทดลอง บัตรเนื้อหาความรู้ บัตรงาน เฉลยบัตรงาน แบบทดสอบ
หลังเรียนประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนประจำชุดกิจกรรมการ
เรียนรู้ ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆให้ครบถ้วน
3. แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
4. แจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาและแนะนำวิธีใช้ชุดกิจกรรมการ
เรียนรู้ เพื่อนักเรียนจะได้ปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง
5. ดำเนินการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
6. หากมีนักเรียนเรียนไม่ทัน ครูควรให้คำแนะนำหรืออาจมอบหมายงานหรือ
เอกสาร ให้ศึกษาเพิ่มเติมในเวลาว่าง
7. หลังจากนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในบัตรคำสั่ง
ทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปคะแนนจากการทำ
กิจกรรมลงในแบบฟอร์มการบันทึกคะแนนให้ครบถ้วนทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้
8. บันทึกคะแนนของนักเรียนทุกคนเพื่อประเมินการพัฒนาและความก้าวหน้าของ
การเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หากมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ครูควรให้นักเรียนรับชุด
กิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์ไปศึกษาเองนอกเวลาเรียน
9. การจัดชั้นเรียนให้จัดนักเรียนนั่งเป็นกลุ่มเพื่อฝึกทักษะการทำงานกลุ่ม
(ทักษะกระบวนการ) ร่วมกับผู้อื่น
10. เมื่อนักเรียนเรียนจบทั้ง 8 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี
ชุดที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก



นักเรียนสามารถ :

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้
2. บอกทิศทางการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้
3. บอกได้ว่าครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน
4. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด แคโทด และปฏิกิริยารวมได้
5. บอกหน้าที่ของสะพานเกลือได้

คำชี้แจงสำหรับครู
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิกนี้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียน การสอนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม (ว 30224) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครูควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์กัลวานิกให้เข้าใจ ซึ่งประกอบไปด้วย สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และกิจกรรมเสนอแนะให้เข้าใจ
2. เตรียมความพร้อมนักเรียนก่อนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. เตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบบันทึกกิจกรรมประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1 ให้พร้อม
4. แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวปฏิบัติให้นักเรียนรับทราบโดยละเอียด
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติตามบัตรคำสั่ง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 อย่างเคร่งครัด ครูต้องกำกับ ดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิดขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
6. หลังทำกิจกรรมการเรียนการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนเก็บวัสดุอุปกรณ์ ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใส่ซองให้เรียบร้อย
7. บันทึกผลคะแนนจากการทำกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การวัด ประเมินผลที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เรียบร้อย

ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

1. จัดเตรียมเอกสารให้พร้อมดังรายการต่อไปนี้
 - 1.1 แบบทดสอบก่อนเรียนชุดที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก
 - 1.2 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนชุดที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก
 - 1.3 แบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก
 - 1.4 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก

1.5 บัตรเนื้อหาความรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์กล้ามเนื้อ

1.6 บัตรกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กล้ามเนื้อ

1.7 แนวตอบบัตรกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนใน
เซลล์กล้ามเนื้อ

1.8 บัตรงานที่ 1 เรื่อง เซลล์กล้ามเนื้อ

1.9 เฉลยบัตรงานที่ 1 เรื่อง เซลล์กล้ามเนื้อ

1.10 แบบบันทึกคะแนนผลการทดสอบหลังเรียน

1.11 แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทดลอง

1.12 แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

1.13 แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. สำรองอุปกรณ์ให้ครบ

3. ศึกษาเอกสารให้เข้าใจ ทดลองใช้อุปกรณ์ให้ได้ผล สามารถนำไปใช้จัด
กิจกรรมการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

4. ชมนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมและช่วยเหลือแนะนำ
เรื่องที่มีปัญหา บันทึกพฤติกรรมลงในแบบประเมินพฤติกรรมการทำงาน

บทบาทครู – นักเรียน

บทบาทครู

1. ช่วยแนะนำ คอยแนะนำหรือที่ปรึกษา
2. กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้
3. ควบคุมชั้นเรียนให้เรียบร้อย

บทบาทนักเรียน

1. ศึกษาหาความรู้ค้นคว้าด้วยตนเอง
2. รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
3. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม
5. รู้จักเสียสละ
6. มีความรับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย
7. นักเรียนทำงานแบบร่วมมือประสานใจ



บัตรคำสั่ง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก

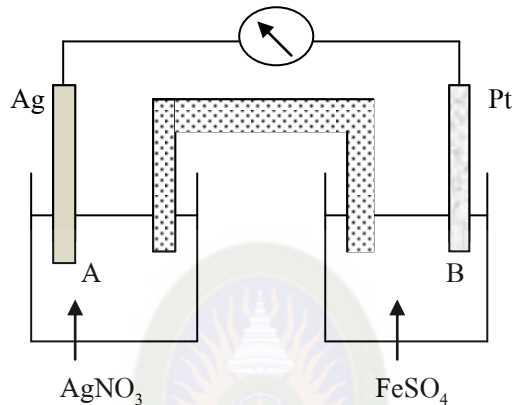
1. นักเรียนอ่านคำชี้แจงสำหรับนักเรียนให้เข้าใจก่อนลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. ตรวจเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน โดย
 - 3.1 ส่งแบบบันทึกกิจกรรม(แบบทดสอบ) หลังจากทำแบบทดสอบก่อนเรียนเสร็จที่ครูผู้สอน
 - 3.2 รับบัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน จากครู ตรวจสอบความถูกต้องให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน แจกคะแนนที่ครูผู้สอน
4. นักเรียนทำการทดลองที่ 1 ตามขั้นตอนใน บัตรกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก
5. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
6. ตรวจเฉลยบันทึกผลการทดลองกิจกรรมที่ 1 ตามแนวเฉลยผลการทดลอง
7. ศึกษาบัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก
8. ให้นักเรียนทำบัตรงานที่ 1 โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่ม
9. ตรวจเฉลยบัตรงานที่ 1 โดย
 - 9.1 ส่งแบบฝึกหัดในบัตรงานที่ 1 หลังจากตอบคำถามทุกข้อเสร็จ ที่ครูผู้สอน
 - 9.2 รับบัตรแนวตอบบัตรงานที่ 1 จากครู ตรวจสอบความถูกต้อง ถ้ามีข้อผิดพลาดให้แก้ไขให้เรียบร้อย
10. ทำแบบทดสอบหลังเรียน ประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้
11. ตรวจเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน โดย
 - 11.1 ส่งแบบบันทึกกิจกรรม(แบบทดสอบ)หลังจากทำแบบทดสอบหลังเรียนเสร็จที่ครูผู้สอน
 - 11.2 รับบัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน จากครู ตรวจสอบความถูกต้องให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน แจกคะแนนที่ครูผู้สอน



แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง เซลล์กัลวานิก

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบ
ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

คำชี้แจง จากรูปเซลล์ไฟฟ้าเคมีต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-3



1. สะพานเกลือควรทำด้วยสารละลายข้อใด

- ก. สารละลายอิ่มตัว KCl
- ข. สารละลายอิ่มตัว KNO_3 หรือ NH_4Cl
- ค. สารละลายอิ่มตัว NH_4NO_3 หรือ NH_4Cl
- ง. ข้อ ก ข และ ค

2. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

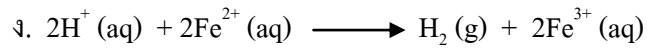
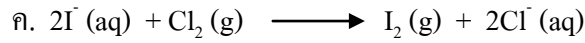
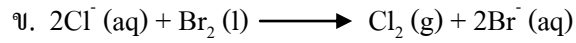
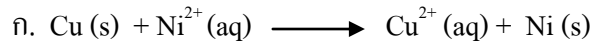
- ก. Ag^+ (aq) เป็นตัวรีดิวซ์ดีกว่า Fe^{2+} (aq)
- ข. Fe^{2+} (aq) เป็นตัวออกซิไดส์ดีกว่า Ag^+ (aq)
- ค. ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐาน B มากกว่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์ A
- ง. ปฏิกิริยาของเซลล์ไฟฟ้าคือ $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Ag}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Ag}(\text{s})$

3. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ครึ่งเซลล์ออกซิเดชันคือข้อใด

- ก. $\text{Pt}(\text{s}) \longrightarrow \text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- ข. $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^-$
- ค. $\text{Fe}(\text{s}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- ง. $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$

4. สมมุติว่าสะพานเกลือใช้สารละลายอัมมัว X^+Y^- ข้อใดแสดงการเคลื่อนที่ของไอออนในสะพานเกลือได้ถูกต้อง
- Y^- เคลื่อนที่ไปสู่ครึ่งเซลล์ A ส่วน X^+ เคลื่อนที่สู่ B
 - X^+ เคลื่อนที่ไปสู่ครึ่งเซลล์ A ส่วน Y^- เคลื่อนที่สู่ B
 - ทั้ง X^+ และ Y^- ต่างก็เคลื่อนที่ไปมาระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง
 - ไอออนในสะพานเกลือไม่เคลื่อนที่ลงในครึ่งเซลล์ทั้งสองเพียงแต่ให้อิเล็กตรอนผ่านเท่านั้น
5. ครึ่งเซลล์ใดที่ขั้วโลหะสึกกร่อนเมื่อใช้เซลล์ไฟฟ้าไปนานๆ
- แอโนด
 - แคโทด
 - ทั้งแอโนดและแคโทด
 - ไม่มีขั้วใดสึกกร่อน
6. ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเซลล์กัลวานิกต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง
- รีดักชันเกิดที่แคโทด
 - แคโทดเป็นขั้วบวกและแอโนดเป็นขั้วลบ
 - พลังงานไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
 - อิเล็กตรอนไหลผ่านวงจรภายนอกจากขั้วลบไปยังขั้วบวก
7. ปฏิกิริยาในเซลล์ไฟฟ้าเคมีเข้าสู่สมดุล เพราะ
- ไอออนในครึ่งเซลล์ทั้งสองมีพลังงานเท่ากัน
 - ไอออนในครึ่งเซลล์ทั้งสองมีความเข้มข้นเท่ากัน
 - ไอออนในครึ่งเซลล์ทั้งสองมีปริมาณเท่ากัน
 - อิเล็กโทรดทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
8. ในการทดลองเกี่ยวกับการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างเซลล์ $Zn(s) | Zn^{2+}(aq)$ กับ $Cu(s) | Cu^{2+}(aq)$ ข้อใดไม่ถูกต้อง
- ใช้สะพานเกลือที่ทำจากกระดาษกรองจุ่มสารละลาย KNO_3
 - เข็มของมิเตอร์เบนจากขั้วสังกะสีไปยังขั้วทองแดง
 - ใช้ถ่านไฟฉายเป็นแหล่งจ่ายไฟ
 - ขั้วทองแดงเกิดปฏิกิริยารีดักชัน

9. ปฏิกิริยาใดนำไปสร้างเซลล์กัลวานิกได้



10. ไม่มีกระแสไอเล็กตรอนผ่านในเส้นลวดที่ต่อระหว่าง Cu กับ Ag ถ้า.....

ก. ใช้ลวดสังกะสีแทนลวดทองแดง

ข. ใช้สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต แทนสารละลายโพแทสเซียมไนเตรต

ค. ใช้สารละลายโซเดียมซัลเฟตแทนสารละลายโพแทสเซียมไนเตรต

ง. ใช้กระบอแก้วแทนภาชนะรูพรุน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กระดาษคำตอบ

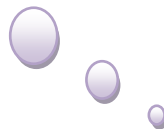
โรงเรียน.....ภาคเรียน.....
 ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
 วิชา.....สอบวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สรุปคะแนนสอบก่อนเรียน

10



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง เซลล์กัวนิค

ข้อ	คำตอบ
1	ง
2	ง
3	ข
4	ข
5	ก
6	ค
7	ง
8	ค
9	ค
10	ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

“ความพยายามอยู่ที่ไหน
ความสำเร็จอยู่ที่นั่น”



บัตรกิจกรรมการทดลองที่ 1

เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามกิจกรรมตามลำดับต่อไปนี้

1. กำหนดตัวผู้ที่นำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
2. แต่ละกลุ่มศึกษาวิธีขั้นตอนการทดลอง เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก
3. ตรวจสอบอุปกรณ์ในตะกร้าว่าอุปกรณ์ครบ และใช้ได้หรือไม่
4. ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการทดลองในใบกิจกรรม
5. ร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น สรุป และบันทึกผลการทดลอง
6. ส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
7. ส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
8. เก็บอุปกรณ์การทดลองและทำความสะอาดสถานที่ให้เรียบร้อย

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้
2. บอกทิศทางถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้
3. บอกได้ว่าครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือปฏิกิริยารีดักชันได้
4. บอกหน้าที่ของสะพานเกลือได้

สารเคมีและอุปกรณ์ที่ต้องเตรียม

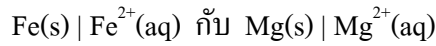
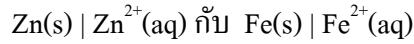
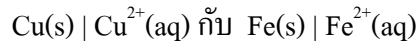
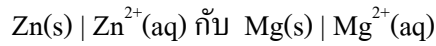
รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายโพแทสเซียมไนเตรตอิ่มตัว	10 cm ³
2. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 1.0 mol / dm ³	20 cm ³
3. สารละลายซิงค์ซัลเฟต 1.0 mol / dm ³	20 cm ³
4. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต 1.0 mol / dm ³	20 cm ³
5. สารละลายไอโรน (II) ซัลเฟต 1.0 mol / dm ³	20 cm ³
6. ทongs แดงขนาด 0.5 cm x 5cm	1 ชิ้น
7. แมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 5cm	1 ชิ้น

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
8. อะลูมิเนียมขนาด 0.5 cm x 5cm	1 ชิ้น
9. เหล็กขนาด 0.5 cm x 5cm	1 ชิ้น
อุปกรณ์	
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	4 ใบ
2. มิเตอร์วัดความต่างศักย์ของขั้วไฟฟ้าชนิดที่มีเลขศูนย์อยู่ตรงกลาง(ไมโครแอมมิเตอร์ – โวลต์มิเตอร์)	1 เครื่อง
3. กระดาษกรองขนาด 1 cm x 8 cm	
4. สายไฟฟ้าพร้อมที่เสียบและคลิปปากจระเข้	5 ชิ้น
5. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm	2 เส้น
	1 ชิ้น

วิธีการทดลอง

1. จุ่มแผ่นทองแดงขนาด 0.5 cm x 5.0 cm ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 cm³ ที่มีสารละลาย CuSO₄ 1 mol / dm³ ปริมาตร 20 cm³ เขียนฉลาก Cu(s) | Cu²⁺(aq) ติดที่ข้างบีกเกอร์ และจุ่มแผ่นสังกะสีขนาด 0.5 cm x 5 cm ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 cm³ ที่มีสารละลาย ZnSO₄ 1 mol / dm³ ปริมาตร 20 cm³ และเขียนฉลาก Zn(s) | Zn²⁺(aq) ติดที่ข้างบีกเกอร์
2. นำบีกเกอร์ที่มีโลหะจุ่มอยู่ในสารละลายที่เตรียมไว้ในข้อ 1 มาวางชิดกัน ใช้สะพานเกลือ (ทำจากกระดาษกรองขนาด 1.0 cm x 8.0 cm ชุบสารละลายอิ่มตัว KNO₃) วางพาดบีกเกอร์ทั้งสองให้ปลายกระดาษจุ่มในสารละลายของแต่ละบีกเกอร์
3. ต่อแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีเข้ากับโวลต์มิเตอร์ สังเกตทิศทางการเบนของเข็มโวลต์มิเตอร์และอ่านค่าความต่างศักย์
4. สลับขั้วของโวลต์มิเตอร์ สังเกตทิศทางการเบนของเข็มโวลต์มิเตอร์และอ่านค่าความต่างศักย์
5. ใช้หลอดไฟขนาด 1.0 V มาต่อกับขั้วทองแดงและขั้วสังกะสีแทนโวลต์มิเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
6. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-4 แต่ใช้ครึ่งเซลล์คู่ต่อไปนี้และเปลี่ยนสะพานเกลือใหม่ทุกครั้ง





ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อกัน	ขั้วโลหะที่เข็มของมิเตอร์ เบนเข้าหา	ความต่างศักย์ (V)
$\text{Cu(s)} \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Zn(s)} \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ $\text{Cu(s)} \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Mg(s)} \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ $\text{Zn(s)} \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Mg(s)} \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ $\text{Cu(s)} \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Fe(s)} \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ $\text{Zn(s)} \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Fe(s)} \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ $\text{Fe(s)} \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Mg(s)} \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$		

คำถามเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Mg(s)} | \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

2. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

3. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Mg(s)} | \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

4. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Fe(s)} | \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

5. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Fe(s)} | \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Mg(s)} | \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Fe(s)} | \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

7. จงเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์ของสาร

.....

.....

.....

8. จงสรุปหลักการสร้างเซลล์กัลวานิก และส่วนประกอบของครึ่งเซลล์

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

พร้อมแล้ว ไปทำ การ
ทดลองได้เลย !



แบบบันทึกผลการทดลอง

เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

กลุ่มที่.....

สมาชิก

- 1.ประชาชน
- 2.รองประธาน
- 3.กรรมการ
- 4.กรรมการ
- 5.กรรมการ
- 6.กรรมการและเลขานุการ

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

.....

.....

.....

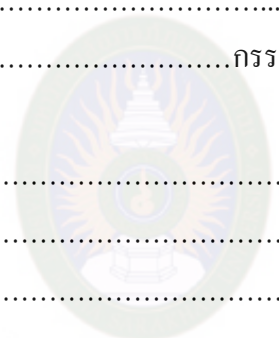
.....

แผนภาพแสดงการทดลอง

.....

.....

.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ระบุสิ่งที่ต้องสังเกตขณะทำการทดลอง

.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อกัน	ขั้วโลหะที่เข็มของมิเตอร์เบนเข้าหา	ความต่างศักย์ (V)
Cu(s) Cu ²⁺ (aq) กับ Zn(s) Zn ²⁺ (aq)		
Cu(s) Cu ²⁺ (aq) กับ Mg(s) Mg ²⁺ (aq)		
Zn(s) Zn ²⁺ (aq) กับ Mg(s) Mg ²⁺ (aq)		
Cu(s) Cu ²⁺ (aq) กับ Fe(s) Fe ²⁺ (aq)		
Zn(s) Zn ²⁺ (aq) กับ Fe(s) Fe ²⁺ (aq)		
Fe(s) Fe ²⁺ (aq) กับ Mg(s) Mg ²⁺ (aq)		

คำถามเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ Mg(s) | Mg²⁺(aq) กับครึ่งเซลล์ Cu(s) | Cu²⁺(aq) มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชัน รีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

2. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ Zn(s) | Zn²⁺(aq) กับครึ่งเซลล์ Cu(s) | Cu²⁺(aq) มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชัน รีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

3. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Mg(s)} | \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

4. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Fe(s)} | \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

5. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Fe(s)} | \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

6. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Mg(s)} | \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Fe(s)} | \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

7. จงเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์ของสาร

.....

.....

.....

.....

8. จงสรุปหลักการสร้างเซลล์กัลวานิก และส่วนประกอบของครึ่งเซลล์

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

แนวตอบบัตริยกรรมการทดลองที่ 1

เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้
2. บอกทิศทางการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้
3. บอกได้ว่าครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือปฏิกิริยารีดักชันได้
4. บอกหน้าที่ของสะพานเกลือได้

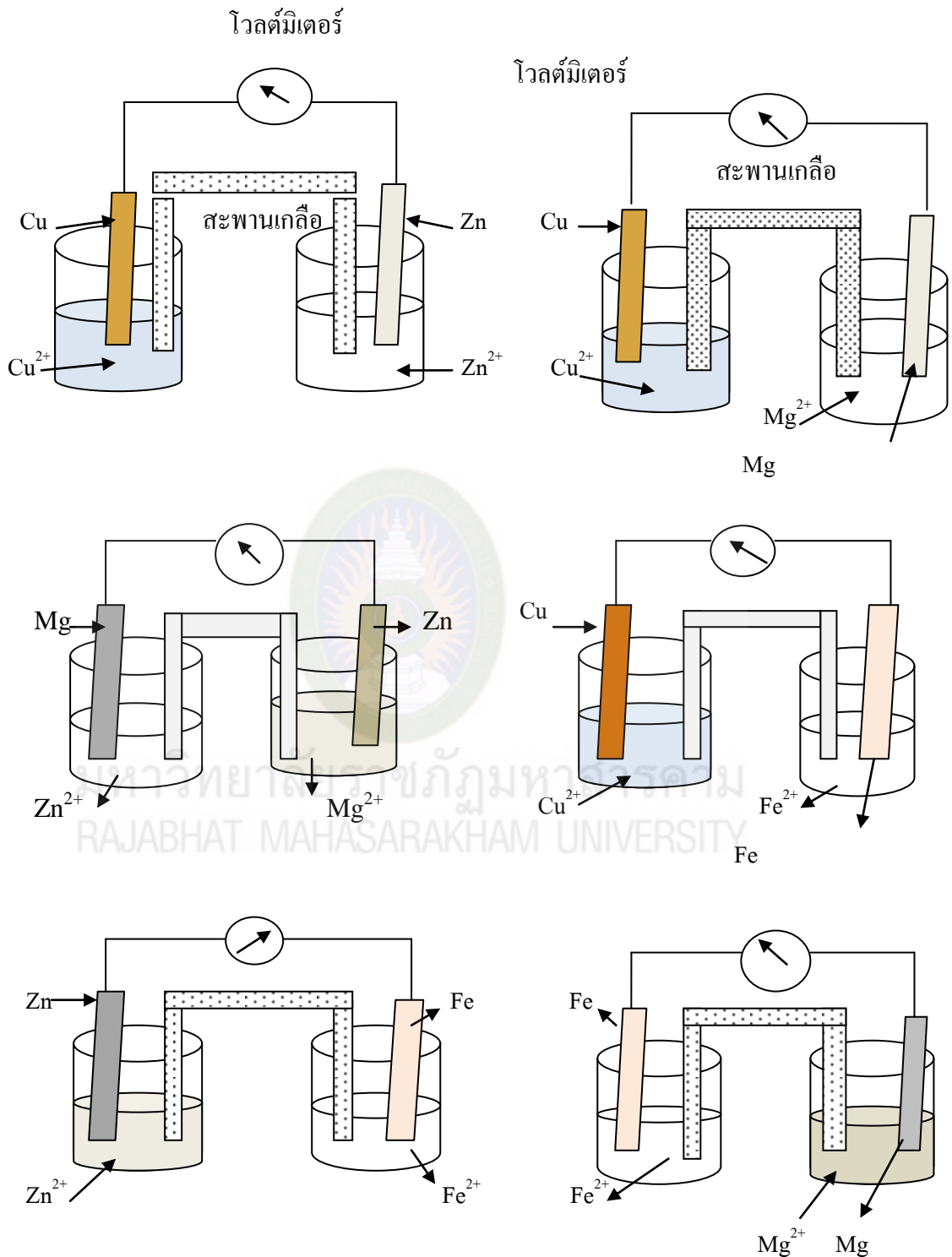
สมมติฐานการทดลอง

ถ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ตำแหน่งหนึ่ง แล้วต่อลวดตัวนำเพื่อให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันอีกตำแหน่งหนึ่ง เมื่อต่อให้ครบวงจรจะได้เซลล์กัลวานิกที่ให้กระแสไฟฟ้าได้

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายโพแทสเซียมไนเตรดอิ่มตัว	10 cm ³
2. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 1.0 mol / dm ³	20 cm ³
3. สารละลายซิงค์ซัลเฟต 1.0 mol / dm ³	20 cm ³
4. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต 1.0 mol / dm ³	20 cm ³
5. สารละลายไอร์ออน (II) ซัลเฟต 1.0 mol / dm ³	20 cm ³
6. ทongsแดงขนาด 0.5 cm x 5cm	1 ชิ้น
7. แมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 5cm	1 ชิ้น
8. อะลูมิเนียมขนาด 0.5 cm x 5cm	1 ชิ้น
9. เหล็กขนาด 0.5 cm x 5cm	1 ชิ้น
อุปกรณ์	
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	4 ใบ
2. มิเตอร์วัดความต่างศักย์ของขั้วไฟฟ้าชนิดที่มีเลขศูนย์อยู่ตรงกลาง	1 เครื่อง
3. กระดาษกรองขนาด 1 cm x 8 cm	5 ชิ้น
4. สายไฟฟ้าพร้อมที่เสียบและคลิปปากจระเข้	2 เส้น
5. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm	1 ชิ้น

แผนภาพแสดงการทดลอง



สิ่งที่ต้องสังเกตขณะทำการทดลอง

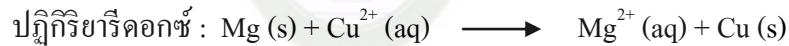
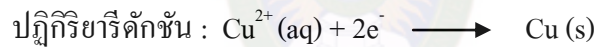
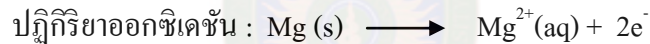
ให้สังเกตทิศทางกระแสของเข็มมิเตอร์ เพื่อจะได้ทราบทิศทางกระแสไหลของอิเล็กตรอน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

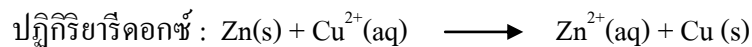
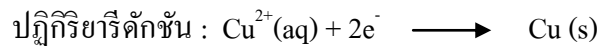
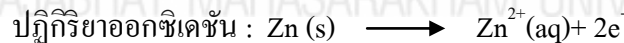
ครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อกัน	ขั้วโลหะที่เข็มของมิเตอร์ เบนเข้าหา	ความต่างศักย์ (V)
Cu(s) Cu ²⁺ (aq) กับ Zn(s) Zn ²⁺ (aq)	ทองแดง	1.10
Cu(s) Cu ²⁺ (aq) กับ Mg(s) Mg ²⁺ (aq)	ทองแดง	2.70
Zn(s) Zn ²⁺ (aq) กับ Mg(s) Mg ²⁺ (aq)	สังกะสี	1.60
Cu(s) Cu ²⁺ (aq) กับ Fe(s) Fe ²⁺ (aq)	ทองแดง	0.78
Zn(s) Zn ²⁺ (aq) กับ Fe(s) Fe ²⁺ (aq)	เหล็ก	0.32
Fe(s) Fe ²⁺ (aq) กับ Mg(s) Mg ²⁺ (aq)	เหล็ก	1.98

คำถามเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

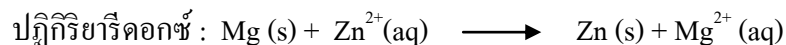
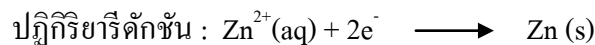
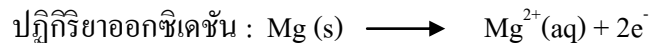
1. มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น สังเกตได้จากเข็มของมิเตอร์เบนไปจากเลขศูนย์



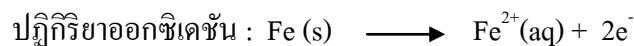
2. มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น สังเกตได้จากเข็มของมิเตอร์เบนไปจากเลขศูนย์

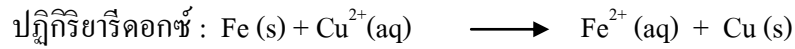
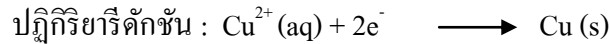


3. มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น สังเกตได้จากเข็มของมิเตอร์เบนไปจากเลขศูนย์

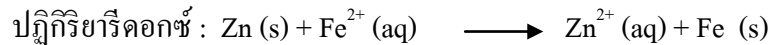
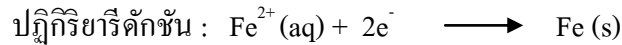
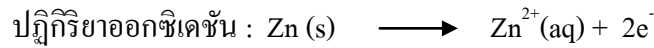


4. มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น สังเกตได้จากเข็มของมิเตอร์เบนไปจากเลขศูนย์

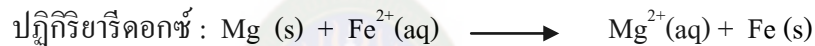
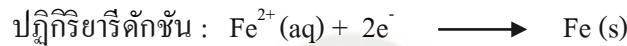
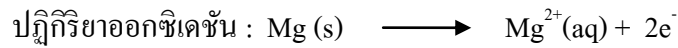




5. มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น สังเกตได้จากเข็มของมิเตอร์เบนไปจากเลขศูนย์



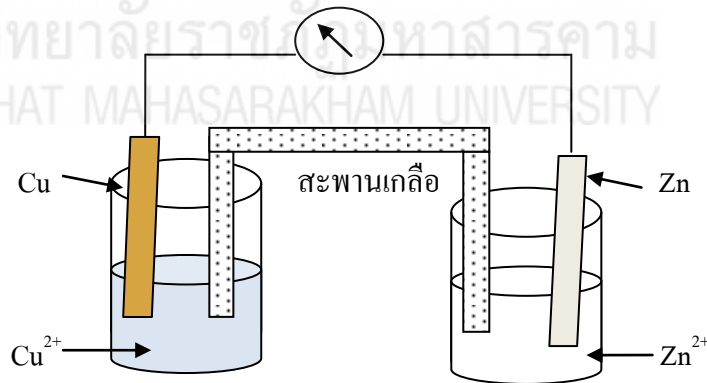
6. มีปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น สังเกตได้จากเข็มของมิเตอร์เบนไปจากเลขศูนย์



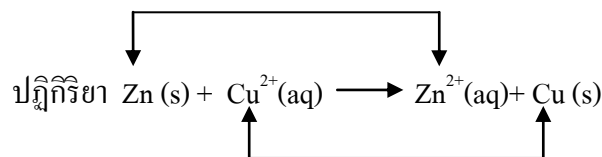
7. ความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์ : $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$

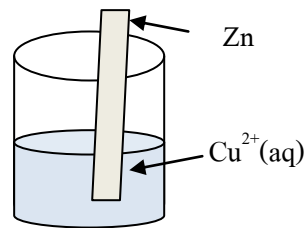
ความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ : $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$

8. สรุปหลักการสร้างเซลล์กัลวานิก และส่วนประกอบของครึ่งเซลล์ ได้ดังนี้
โวลต์มิเตอร์



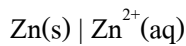
1. จากปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน สามารถนำไปสร้างเซลล์กัลวานิกดังนี้





(1) แยกปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันออกเป็น 2 ครึ่งเซลล์

- ครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน ประกอบด้วย Zn (s) จุ่มใน Zn²⁺(aq) เขียนย่อว่า



- ครึ่งเซลล์รีดักชัน ประกอบด้วย Cu (s) จุ่มใน Cu²⁺(aq) เขียนย่อว่า



(2) ใช้สะพานเกลือที่ประกอบด้วยกระดาษกรองหรือผ้าชุบสารละลายอิเล็กโทรไลต์
แก่และอิมตัวเชื่อมต่อระหว่างอิเล็กโทรไลต์ของ 2 ครึ่งเซลล์

(3) ต่อลวดตัวนำระหว่างขั้ว Cu และ Mg แล้วต่อกับโวลต์มิเตอร์

- สังเกตเข็มของโวลต์มิเตอร์ว่าเบนเข้าหาขั้วใด จะทำให้ทราบทิศทางการไหล
ของอิเล็กตรอน

- อิเล็กตรอนจะไหลตามทิศทางที่เข็มโวลต์มิเตอร์เบนไป โดยไหลจากขั้วที่มี
ศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง

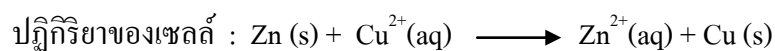
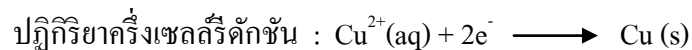
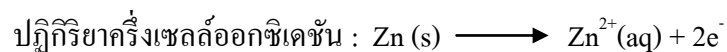
- กระแสไฟฟ้าจะไหลในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางไหลของอิเล็กตรอน
โดยจะไหลจากขั้วไฟฟ้าที่มีศักย์สูงไปยังขั้วไฟฟ้าที่มีศักย์ต่ำ

2. การกำหนดขั้วไฟฟ้า ใช้ชนิดของปฏิกิริยาที่กำหนด

แอโนด = ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และเป็นขั้วลบ เนื่องจากให้อิเล็กตรอน

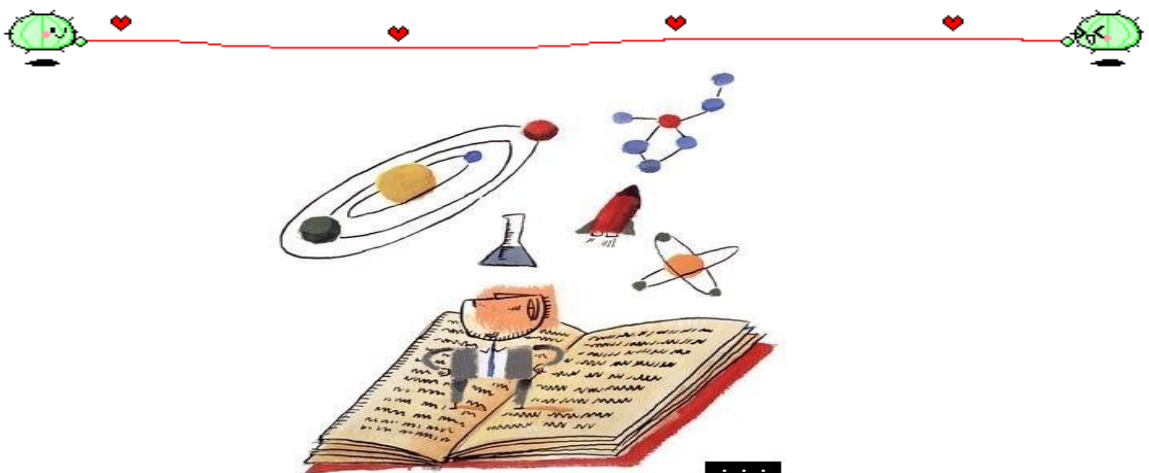
แคโทด = ขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน และเป็นขั้วบวก เนื่องจากเป็นขั้วที่

อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าหา



สรุปผลการทดลอง

1. เมื่อต่อเซลล์กัลวานิกครบวงจรแล้วเข็มของมิเตอร์เบนไปจากจุดศูนย์ แสดงว่าเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น
2. เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ ให้ครบวงจร พบว่าเข็มของมิเตอร์เบนเข้าหาขั้วทองแดง แสดงว่าขั้วสังกะสีให้อิเล็กตรอนแก่ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ที่อยู่รอบๆขั้วทองแดง มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างสังกะสีกับ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ จึงสนับสนุนผลการทดลองที่ได้ศึกษามาแล้ว
3. เมื่อสังกะสีให้อิเล็กตรอนเกิดเป็น $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ ผิวของสังกะสีจะกร่อนไป อิเล็กตรอนจากขั้วสังกะสีจึงเคลื่อนผ่านลวดตัวนำไปยังขั้วทองแดง ส่วน $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ในสารละลาย CuSO_4 จะรับอิเล็กตรอนเกิดเป็นทองแดงเกาะที่ขั้วทองแดง ทำให้สารละลายสีฟ้ามีสีจางลง ดังนั้นในครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและในครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ เกิดปฏิกิริยารีดักชัน สำหรับครึ่งเซลล์คู่อื่นๆก็สามารถอธิบายได้ในทำนองเดียวกัน
4. เมื่อนำสองครึ่งเซลล์มาต่อให้ครบวงจรแล้วมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ในครึ่งเซลล์ที่เกิด ปฏิกิริยารีดักชันมีไอออนบวกในสารละลายลดลง ไอออนบวกจากสะพานเกลือจึงเคลื่อนลงไปแทนที่ ขณะเดียวกันไอออนลบจากสารละลายจะแพร่ผ่านสะพานไอออนเพื่อรักษาสมดุลทางไฟฟ้า ส่วนในครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมีไอออนบวกในสารละลายเพิ่มขึ้น ไอออนลบจากสะพานเกลือจึงเคลื่อนลงมาในสารละลายและขณะเดียวกันไอออนบวกจากสารละลายก็แพร่ผ่านสะพานเกลือเพื่อรักษาสมดุลทางไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เกิดขึ้นพร้อมกันตลอดเวลา ดังนั้นสะพานเกลือจึงทำหน้าที่รักษาสมดุลระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบในเซลล์





1. ส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก

เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) คือเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิกมีดังนี้

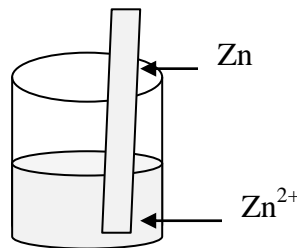
1. ประกอบด้วย 2 ครึ่งเซลล์ เชื่อมต่อกันด้วยสะพานไอออน
2. แต่ละครึ่งเซลล์ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าจุ่มในอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งจะมีสารหนึ่งทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนและอีกสารหนึ่งทำหน้าที่รับอิเล็กตรอน แต่สารใดจะทำปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับครึ่งเซลล์ที่ต่อกันด้วย ดังนี้



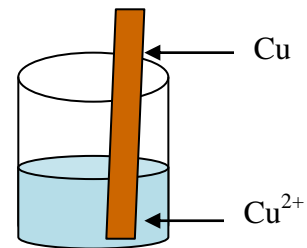
รูปที่ 1 แสดงรูปเซลล์กัลวานิกจากครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$

ที่มา : <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electrahemistry/web/electrochem05.htm>.

ครึ่งเซลล์ (Half cell) คือระบบที่มีสารจุ่มอยู่ในไอออนของสารนั้น ถ้าสารที่จุ่มเป็นโลหะก็ใช้โลหะนั้นเป็นขั้ว เช่น Zn จุ่มอยู่ใน Zn^{2+} Zn ทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้า



ครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$



ครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$

รูปที่ 2 แสดงครึ่งเซลล์สังกะสี และครึ่งเซลล์ทองแดง

สะพานไอออน (Salt bridge) คือตัวเชื่อมต่อวงจรภายในของแต่ละครึ่งเซลล์เข้าด้วยกันให้ครบวงจร ไอออนในแต่ละครึ่งเซลล์สามารถไหลผ่านสะพานไอออนนี้ได้ สะพานไอออนเป็นตัวกันไม่ให้สารละลายในครึ่งเซลล์ทั้งสองผสมกัน

การสร้างสะพานไอออน

การสร้างสะพานไอออนสามารถทำได้โดยบรรจุสารละลายอิ่มตัวของเกลือ KNO_3 บนวุ้นที่ร้อนลงในหลอดแก้วรูปตัวยูให้เต็มพอดี (ระวังอย่าให้มีฟองอากาศแทรกอยู่ในสารละลายผสม เพราะจะทำให้สะพานไอออนมีประสิทธิภาพลดลงได้) เมื่อเย็นลงสารละลายที่ปนวุ้นนี้จะแข็งตัวในหลอดแก้ว แต่ละปลายอุดด้วยใยแก้ว ซึ่งนำไปใส่วางค่อมให้ปลายหลอดแก้วแต่ละปลายจุ่มอยู่ในสารละลายของแต่ละครึ่งเซลล์ หลังจากเสร็จต้องทำความสะอาดด้วยน้ำ แล้วแช่ไว้ในสารละลายอิ่มตัวของ KNO_3 ในน้ำสะพานไอออนดังกล่าวสามารถนำไปใช้ซ้ำกันหลายครั้งได้

ในการปฏิบัติการเคมี เราทำสะพานไอออนง่ายๆด้วยกระดาษกรองกว้างประมาณ 1 cm ยาวๆ ชุบสารละลายอิ่มตัว KNO_3 ให้เปียกหมดทั้งแผ่น นำไปใช้แทนสะพานไอออนได้

สมบัติของสารที่ใช้ทำสะพานไอออน

1. เป็นสารประกอบไอออนิกที่ละลายน้ำแตกเป็นไอออนได้ดี มีปริมาณไอออนเกิดขึ้นมาก
2. ไอออนต้องไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารใดๆในสารละลายของครึ่งเซลล์ทั้งสอง
3. ไอออนบวกและไอออนลบที่แตกตัวได้จากสารต้องมีความสามารถในการเคลื่อนที่เร็วใกล้เคียงกัน
4. สารที่ใช้ทำสะพานไอออนมีหลายชนิด เช่น KNO_3 , KCl , NH_4Cl
5. ต้องเป็นสารละลายอิ่มตัว ประกอบด้วยไอออนมาก

หน้าที่ของสารที่ใช้ทำสะพานไอออน

1. ทำให้ครบวงจรไฟฟ้า เพราะเชื่อมทั้งสองเซลล์เข้าด้วยกัน
2. รักษาสมดุลระหว่างไอออนบวก และไอออนลบ ของสารละลายอิเล็กโทรไลต์แต่ละครึ่งเซลล์ตลอดเวลาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นในเซลล์กัลวานิก โดยไอออนบวกและไอออนลบจะเคลื่อนที่จากสะพานไอออนลงสู่สารละลายในแต่ละครึ่งเซลล์ เพื่อให้ประจุในแต่ละครึ่งเซลล์สมดุล เช่น ขณะที่เซลล์มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน สารละลายในครึ่งเซลล์หนึ่งจะเกิดการสะสมประจุบวก คือ มีปริมาณไอออนบวกมากกว่าไอออนลบ เพื่อรักษาสมดุลและสะพานไอออนจะขับไอออนลบลงสู่สารละลายในครึ่งเซลล์นั้น

2. ปฏิกริยาในเซลล์กัลวานิก

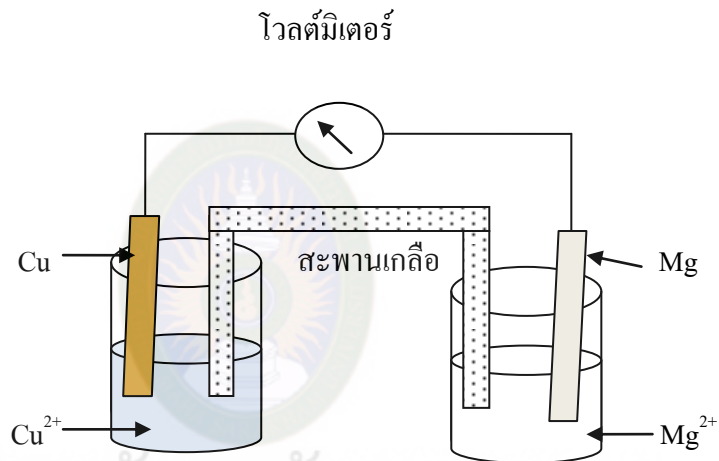
การกำหนดขั้วไฟฟ้า ใช้ชนิดของปฏิกิริยากำหนด ดังนี้

แอโนด = ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และเป็นขั้วลบ เนื่องจากให้อิเล็กตรอน

แคโทด = ขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน และเป็นขั้วบวกเนื่องจากเป็นขั้วที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าหา

ตัวอย่างเซลล์กัลวานิก

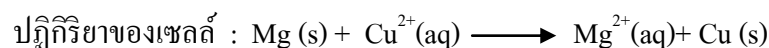
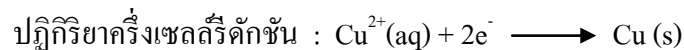
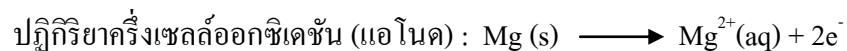
- เซลล์ทองแดง-แมกนีเซียม เป็นเซลล์กัลวานิกชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยครึ่งเซลล์ทองแดงต่อกับครึ่งแมกนีเซียม ดังรูป



รูปที่ 3 แสดงรูปเซลล์กัลวานิกจากครึ่งเซลล์ $\text{Mg(s)} | \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$

เมื่อต่อลวดตัวนำระหว่างขั้ว Cu และ Mg แล้วต่อกับโวลต์มิเตอร์ พบว่าเข็มของโวลต์มิเตอร์เบนไปทางด้านครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ แสดงว่า

1. เกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากครึ่งเซลล์ $\text{Mg(s)} | \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ ไปยังครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ โดยมี Mg(s) ให้อิเล็กตรอน $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ รับอิเล็กตรอน
2. ครึ่งเซลล์ $\text{Mg(s)} | \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$
3. ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์เป็นดังนี้



การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละครึ่งเซลล์เมื่อต่อเซลล์ไปนานๆจะพบว่า

- ความเข้มข้นของ Cu^{2+} จะลดลง ศักย์ไฟฟ้าที่แคโทดจะต่ำลง

- ความเข้มข้นของ Mg^{2+} จะเพิ่มขึ้น ศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแอโนดจะเพิ่มขึ้น
- จนในที่สุด ศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแคโทด = ศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแอโนด จึงไม่มีความต่างศักย์ ทำให้เข็มโวลต์มิเตอร์ชี้ที่เลขศูนย์ ขณะนั้นอาจกล่าวได้ว่า

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชันมีอัตราเร็วเท่ากับปฏิกิริยรีดักชัน
2. ปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันเข้าสู่ภาวะสมดุล = สมบัติคงที่
3. อิเล็กโทรดทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

ลักษณะสำคัญของเซลล์กัลวานิก

1. กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเป็นกระแสตรง คือ กระแสอิเล็กตรอน
2. อิเล็กตรอนจะไหลจากครึ่งเซลล์ที่ศักย์ไฟฟ้าต่ำไปสู่ครึ่งเซลล์ที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง
3. เซลล์กัลวานิกต่างชนิดกัน จะมีศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ต่างกัน และจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อกัน
4. เซลล์กัลวานิกที่มีขั้วอ่องไว้ในครึ่งเซลล์ที่แอโนด (ขั้วลบ) โลหะนั้นจะสึกกร่อนมวลลดลง เพราะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ให้อิเล็กตรอนเกิดเป็นไอออนบวก ส่วนขั้วแคโทด (ขั้วบวก) จะมีมวลมากขึ้นเพราะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ให้อิเล็กตรอนเกิดเป็นไอออนบวก ส่วนขั้วแคโทด (ขั้วบวก) จะมีมวลมากขึ้นเพราะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน (รับอิเล็กตรอน)
5. ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในเซลล์กัลวานิกมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

6. เมื่อเกิดอิเล็กตรอนไหลนานๆ ในวงจรของเซลล์กัลวานิก จะเกิดการสะสมประจุในครึ่งเซลล์ดังกล่าวคือ ครึ่งเซลล์แอโนดที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดการสะสมประจุบวก และครึ่งเซลล์แคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน จะเกิดการสะสมประจุลบ ทั้งนี้เนื่องจากสะพานไอออนไม่สามารถรักษาภาวะสมดุลของประจุไว้ได้ทัน ทำให้อิเล็กตรอนไหลในวงจรลดลง เป็นผลให้ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ลดลงด้วย และเมื่อแต่ละครึ่งเซลล์สะสมประจุจนถึงขีดหนึ่งจะไม่มีอิเล็กตรอนไหลออกนอกวงจร ขณะนั้นเข็มโวลต์มิเตอร์จะชี้ที่เลขศูนย์ ทั้งนี้เพราะขณะนั้นเกิดภาวะสมดุลเคมีขึ้นในแต่ละครึ่งเซลล์นั้น



บัตรงานที่ 1

วิชาเคมีเพิ่มเติม (ว 30224)

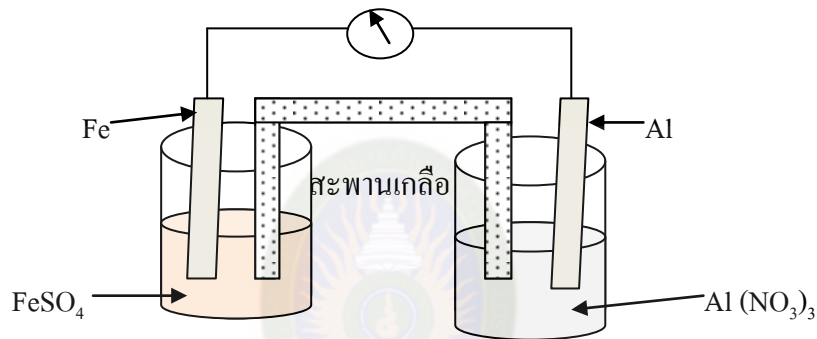
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง เซลล์กัลวานิก

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

ใช้รูปการทดลองสร้างเซลล์กัลวานิกที่กำหนดให้นี้ตอบคำถามข้อ 1-7



1. ครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน จงเขียนสมการ

.....
 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน จงเขียนสมการ

.....

3. จงเขียนปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้น

.....

4. ขั้วใดเป็นขั้วแอโนด แคโทด ขั้วบวก และขั้วลบ

.....

5. กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วใดไปยังขั้วใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

6. เมื่อต่อเซลล์ไปนานๆ ความเข้มข้นของ $Al^{3+}(aq)$ และ $Fe^{2+}(aq)$ จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

7. ถ้าดึงสะพานไอออนออกจะมีผลอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

8. กำหนดปฏิกิริยารีดอกซ์ให้ดังนี้ $2A(s) + B^{2+}(aq) \longrightarrow 2A^+(aq) + B(s)$ เมื่อนำปฏิกิริยานี้ไปสร้างเซลล์กัลวานิก ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

8.1 วาดรูปพร้อมทั้งแสดงทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน

8.2 ขั้วไฟฟ้าใดเป็นขั้วแอโนด และขั้วไฟฟ้าใดเป็นขั้วลบ

.....

.....

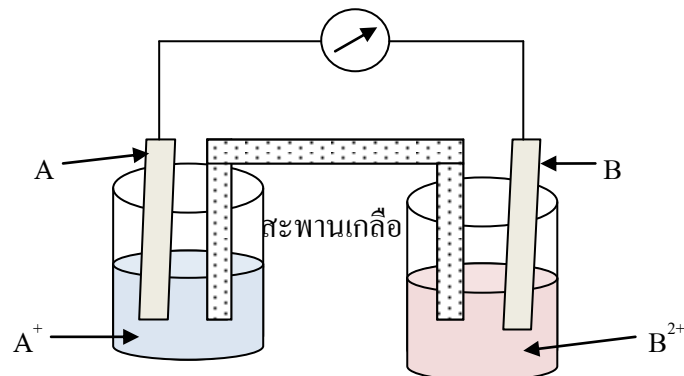
.....

.....



1. $\text{Al (s)} \mid \text{Al}^{3+}(\text{aq}), \text{Al (s)} \longrightarrow \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^-$
2. $\text{Fe (s)} \mid \text{Fe}^{2+}(\text{aq}), \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe (s)}$
3. $2\text{Al (s)} + 3\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Fe (s)}$
4. ขั้วแอโนด ; Al (s)
ขั้วแคโทด ; Fe (s)
ขั้วบวก ; Fe (s)
ขั้วลบ ; Al (s)
5. ไหลจากขั้วแคโทดไปยังแอโนด เพราะ กระแสไฟฟ้าจะไหลในทิศทางตรงข้ามกับการไหลของอิเล็กตรอน โดยจะไหลจากขั้วไฟฟ้าที่มีศักย์สูงไปยังขั้วไฟฟ้าที่มีศักย์ต่ำ
6. เมื่อต่อเซลล์ไปนานๆจะพบว่า
 - ความเข้มข้นของ Fe^{2+} จะลดลง ศักย์ไฟฟ้าที่แคโทดจะต่ำลง
 - ความเข้มข้นของ Al^{3+} จะเพิ่มขึ้น ศักย์ไฟฟ้าที่แอโนดจะเพิ่มขึ้น
 - จนในที่สุด ศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแคโทด = ศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแอโนด จึงไม่มีความต่างศักย์
- ทำให้เข็มโวลต์มิเตอร์ชี้ที่เลขศูนย์
7. จะทำให้เข็มของโวลต์มิเตอร์ชี้ที่เลขศูนย์ เพราะ ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล
- 8.

8.1



8.2 ขั้วแอโนด : A (s), ขั้วลบ : A (s)

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง เซลล์กัลวานิก

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบมีทั้งหมด 40 ข้อให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

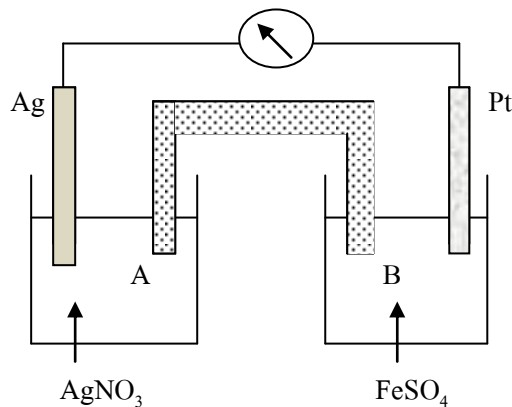
1. สมมุติว่าสะพานเกลือใช้สารละลายอิมิตัว X^+Y^- ข้อใดแสดงการเคลื่อนที่ของไอออนในสะพานเกลือได้ถูกต้อง

- ก. Y^- เคลื่อนที่ไปสู่ครึ่งเซลล์ A ส่วน X^+ เคลื่อนที่สู่ B
- ข. X^+ เคลื่อนที่ไปสู่ครึ่งเซลล์ A ส่วน Y^- เคลื่อนที่สู่ B
- ค. ทั้ง X^+ และ Y^- ต่างก็เคลื่อนที่ไปมาระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง
- ง. ไอออนในสะพานเกลือไม่เคลื่อนที่ลงครึ่งเซลล์ทั้งสองเพียงแต่ให้อิเล็กตรอนผ่านเท่านั้น

2. ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเซลล์กัลวานิกต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. รีดอกชันเกิดที่แคโทด
- ข. แคโทดเป็นขั้วบวกและแอโนดเป็นขั้วลบ
- ค. พลังงานไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
- ง. อิเล็กตรอนไหลผ่านวงจรภายนอกจากขั้วลบไปยังขั้วบวก

คำชี้แจง จากรูปเซลล์ไฟฟ้าเคมีต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อที่ 3-5



3. สะพานเกลือควรทำด้วยสารละลายข้อใด

- ก. สารละลายอิ่มตัว KCl
- ข. สารละลายอิ่มตัว KNO_3 หรือ NH_4Cl
- ค. สารละลายอิ่มตัว NH_4NO_3 หรือ NH_4Cl
- ง. ข้อ ก ข และ ค

4. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

- ก. Ag^+ (aq) เป็นตัวรีดิวซ์ดีกว่า Fe^{2+} (aq)
- ข. Fe^{2+} (aq) เป็นตัวออกซิไดส์ดีกว่า Ag^+ (aq)
- ค. ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐาน B มากกว่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์ A
- ง. ปฏิกิริยาของเซลล์ไฟฟ้าคือ Fe^{2+} (aq) + Ag^+ (aq) \longrightarrow Fe^{3+} (aq) + Ag (s)

5. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ครึ่งเซลล์ออกซิเดชันคือข้อใด

- ก. Pt (s) \longrightarrow Pt^{2+} (aq) + 2e^-
- ข. Fe^{2+} (aq) \longrightarrow Fe^{3+} (aq) + e^-
- ค. Fe (s) \longrightarrow Fe^{2+} (aq) + 2e^-
- ง. Fe^{3+} (aq) + e^- \longrightarrow Fe^{2+} (aq)

6. ครึ่งเซลล์ใดที่ขั้วโลหะสึกกร่อนเมื่อใช้เซลล์ไฟฟ้าไปนานๆ

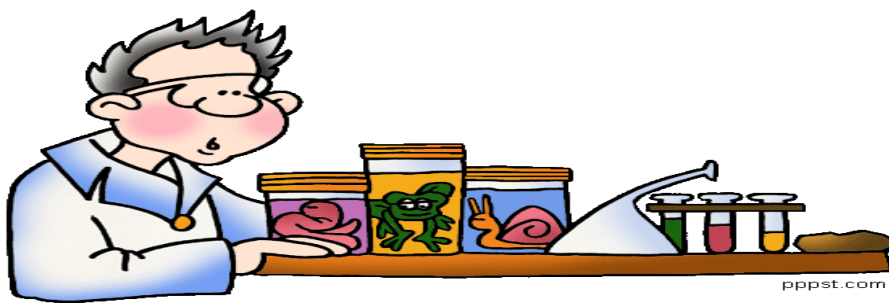
- ก. แอโนด
- ข. แคโทด
- ค. ทั้งแอโนดและแคโทด
- ง. ไม่มีขั้วใดสึกกร่อน

7. ปฏิกิริยาใดนำไปสร้างเซลล์กัลวานิกได้

- ก. Cu (s) + Ni^{2+} (aq) \longrightarrow Cu^{2+} (aq) + Ni (s)
- ข. 2Cl^- (aq) + Br_2 (l) \longrightarrow Cl_2 (g) + 2Br^- (aq)
- ค. 2I^- (aq) + Cl_2 (g) \longrightarrow I_2 (g) + 2Cl^- (aq)
- ง. 2H^+ (aq) + 2Fe^{2+} (aq) \longrightarrow H_2 (g) + 2Fe^{3+} (aq)

8. ไม่มีกระแสอิเล็กตรอนผ่านในเส้นลวดที่ต่อระหว่าง Cu กับ Ag ถ้า.....
- ใช้ลวดสังกะสีแทนลวดทองแดง
 - ใช้สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต แทนสารละลายโพแทสเซียมไนเตรต
 - ใช้สารละลายโซเดียมซัลเฟตแทนสารละลายโพแทสเซียมไนเตรต
 - ใช้กระบอกแก้วแทนภาชนะรูพรุน
9. ปฏิกิริยาในเซลล์ไฟฟ้าเคมีเข้าสู่สมดุล เพราะ
- ไอออนในครึ่งเซลล์ทั้งสองมีพลังงานเท่ากัน
 - ไอออนในครึ่งเซลล์ทั้งสองมีความเข้มข้นเท่ากัน
 - ไอออนในครึ่งเซลล์ทั้งสองมีปริมาณเท่ากัน
 - อิเล็กโทรดทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
10. ในการทดลองเกี่ยวกับการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างเซลล์
 $Zn(s) | Zn^{2+}(aq)$ กับ $Cu(s) | Cu^{2+}(aq)$ ข้อใดไม่ถูกต้อง
- ใช้สะพานเกลือที่ทำจากกระดาษกรองจุ่มสารละลาย KNO_3
 - เข็มของมิเตอร์เบนจากขั้วสังกะสีไปยังขั้วทองแดง
 - ใช้ถ่านไฟฉายเป็นแหล่งจ่ายไฟ
 - ขั้วทองแดงเกิดปฏิกิริยารีดักชัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



กระดาษคำตอบ

โรงเรียน.....ภาคเรียน.....
 ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
 วิชา.....สอบวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



สรุปคะแนนสอบหลังเรียน

10



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง เซลล์กัลวานิก

ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ค
3	ง
4	ง
5	ข
6	ก
7	ค
8	ง
9	ง
10	ค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



“ความพยายามอยู่ที่ไหน
ความสำเร็จอยู่ที่นั่น”



ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี

และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม (ว 30224) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี จำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน เวลา 60 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบในแต่ละข้อคำถามมีคำตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย x ลงในช่องว่างของตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด ในแต่ละข้อในกระดาษคำตอบที่แจกให้
4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย = ทับข้อคำตอบเดิม ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	\bar{x}	x		

5. ห้ามขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
6. ให้ส่งแบบทดสอบคืนครูผู้ควบคุมห้องสอบทุกฉบับ

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท

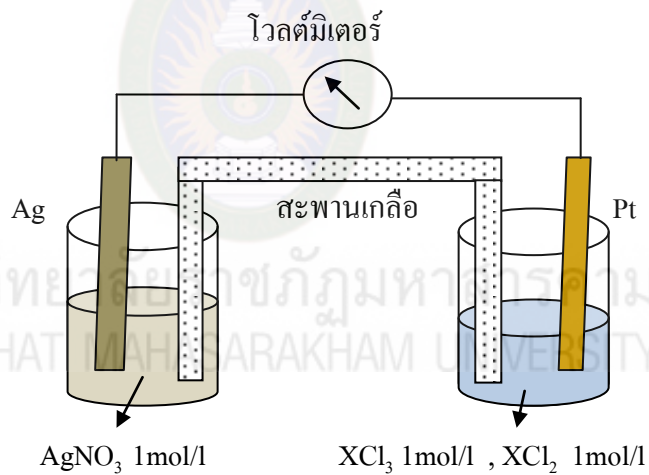
(X) ลงใน ในกระดาษคำตอบ

1. ข้อความในข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์กัลวานิก

- ก. รีดักชันเกิดขึ้นที่แคโทด
- ข. แคโทดเป็นขั้วบวก และแอโนดเป็นขั้วลบ
- ค. พลังงานไฟฟ้าถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
- ง. อิเล็กตรอนไหลผ่านวงจรภายนอกจากขั้วลบไปยังขั้วบวก

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 2-4

เมื่อนำครึ่งเซลล์ $\text{Ag}(s) | \text{Ag}^+(aq)$ ต่อกับครึ่งเซลล์ $\text{Pt}(s) | \text{X}^{2+}(aq), \text{X}^{3+}(aq)$ เป็นเซลล์กัลวานิก ดังรูป เข็มของโวลต์มิเตอร์เบนเข้าหาขั้ว Ag อ่านได้ 0.05 โวลต์



2. ขั้วแอโนด และขั้วแคโทดของเซลล์กัลวานิกนี้ คือข้อใด

ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด

- ก. $\text{Ag}(s)$ $\text{X}^{3+}(aq)$
- ข. $\text{X}^{3+}(aq)$ $\text{Ag}(s)$
- ค. $\text{Ag}(s)$ $\text{Pt}(s)$
- ง. $\text{Pt}(s)$ $\text{Ag}(s)$

3. ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้น คือข้อใด

- ก. $\text{Ag (s)} \longrightarrow \text{Ag}^+ \text{(aq)} + \text{e}^-$
 ข. $\text{X}^{3+} \text{(aq)} + \text{e}^- \longrightarrow \text{X}^{2+} \text{(aq)}$
 ค. $\text{Pt (s)} + \text{X}^{3+} \text{(aq)} \longrightarrow \text{X}^{2+} \text{(aq)} + \text{e}^-$
 ง. $\text{X}^{2+} \text{(aq)} \longrightarrow \text{X}^{3+} \text{(aq)} + \text{e}^-$

4. ข้อความใดถูกต้อง

- ก. $\text{Ag}^+ \text{(aq)}$ รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า $\text{X}^{3+} \text{(aq)}$
 ข. Pt (s) ให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า $\text{X}^{2+} \text{(aq)}$
 ค. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่แคโทดคือ $\text{Ag (s)} \longrightarrow \text{Ag}^+ \text{(aq)} + \text{e}^-$
 ง. ครึ่งเซลล์ $\text{Pt (s)} | \text{X}^{2+} \text{(aq)}, \text{X}^{3+} \text{(aq)}$ มีค่าศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าครึ่งเซลล์ $\text{Ag (s)} | \text{Ag}^+ \text{(aq)}$

5. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์กัลวานิกชนิดหนึ่งเป็นดังนี้



ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

- ก. โลหะอลูมิเนียมทำหน้าที่เป็นแคโทด
 ข. ปฏิกิริยาครึ่งเซลล์หนึ่งที่เกิดขึ้นในเซลล์คือ $3\text{Sn (s)} \longrightarrow 3\text{Sn}^{2+} \text{(aq)} + 6\text{e}^-$
 ค. ครึ่งเซลล์ $\text{Al (s)} | \text{Al}^{3+} \text{(aq)}$ มีศักย์รีดักชันต่ำกว่าครึ่งเซลล์ $\text{Sn (s)} | \text{Sn}^{2+} \text{(aq)}$
 ง. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากครึ่งเซลล์ $\text{Sn (s)} | \text{Sn}^{2+} \text{(aq)}$ ไปยังครึ่งเซลล์ $\text{Al (s)} | \text{Al}^{3+} \text{(aq)}$

6. เมื่อจุ่มโลหะสังกะสีลงในสารละลายไฮโดรคลอริกเจือจาง สมการที่เขียนแทนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. $\text{Zn (s)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} \text{(aq)} + 2\text{e}^-$
 ข. $2\text{H}^+ \text{(aq)} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \text{(g)}$
 ค. $\text{Zn (s)} + 2\text{H}^+ \text{(aq)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} \text{(aq)} + \text{H}_2 \text{(g)}$
 ง. $\text{Zn (s)} + \text{H}^+ \text{(aq)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} \text{(aq)} + \text{H}_2 \text{(g)}$

7. จากปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไปนี้ $\text{Ni (s)} + 2\text{Ag}^+ \text{(aq)} \longrightarrow \text{Ni}^{2+} \text{(aq)} + 2\text{Ag (s)}$

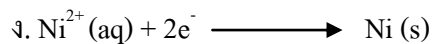
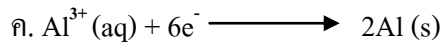
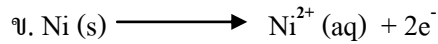
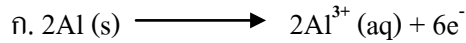
แผนภาพของเซลล์กัลวานิกข้อใดถูกต้อง

- ก. $\text{Ni (s)} | \text{Ag}^+ \text{(aq)} || \text{Ni}^{2+} \text{(aq)} | 2\text{Ag (s)}$
 ข. $\text{Ag (s)} | \text{Ag}^+ \text{(aq)} || \text{Ni}^{2+} \text{(aq)} | \text{Ni (s)}$
 ค. $\text{Ni (s)} | \text{Ni}^{2+} \text{(aq)} || \text{Ag}^+ \text{(aq)} | \text{Ag (s)}$
 ง. $\text{Ni (s)} | \text{Ni}^{2+} \text{(aq)} || \text{Ag}^+ \text{(aq)}, \text{Ag (s)} | \text{Pt (s)}$

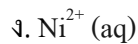
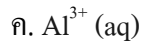
คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 8-9

แผนภาพเซลล์กัลวานิก $\text{Al (s)} | \text{Al}^{3+} (\text{aq}) || \text{Ni}^{2+} (\text{aq}) | \text{Ni (s)}$

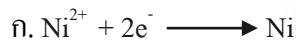
8. สมการแสดงปฏิกิริยารีดักชันของเซลล์ คือข้อใด



9. ขั้วแคโทดคือ

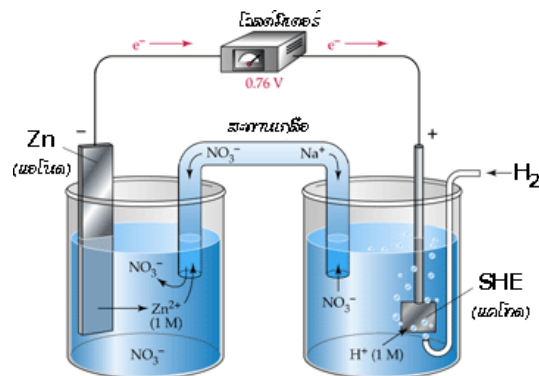


10. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจริงที่แอโนดของเซลล์ไฟฟ้าเคมี $\text{Ag} | \text{Ag}^+ || \text{Ni}^{2+} | \text{Ni}$ คือข้อใด



คำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 11 - 12

เมื่อนำครึ่งเซลล์ $\text{Zn (s)} | \text{Zn}^{2+} (\text{aq})$ มาต่อกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน ปรากฏว่าเข็มของโวลต์มิเตอร์เบนไปด้งรูป โวลต์มิเตอร์ที่ใช้นี้เป็นชนิดที่เข็มเบนไปตามทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน

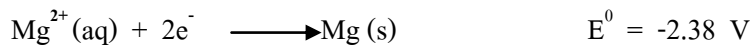
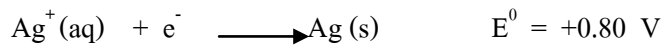
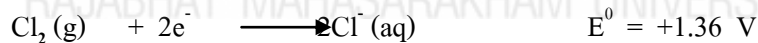
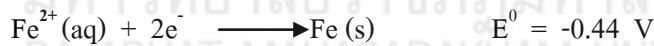


ที่มา http://www.nakhamwit.ac.th/pingpong_web/Elec_Chem.htm

11. ถ้าเข็มของโวลต์มิเตอร์เบนไปทางขั้วไฟฟ้าไฮโดรเจนมาตรฐาน และค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เป็น 0.76 โวลต์ ค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ $\text{Zn}(\text{aq}) | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ จะมีค่าเท่าใด
- ก. 0.00 โวลต์
 ข. -0.76 โวลต์
 ค. +0.76 โวลต์
 ง. -1.84 โวลต์
12. เซลล์ไฟฟ้าเคมี $\text{Ag} | \text{Ag}^+ || \text{Ni}^{2+} | \text{Ni}$ มีความต่างศักย์ของเซลล์ที่โวลต์ (E^0 ของ $\text{Ni} | \text{Ni}^{2+} = -0.27 \text{ V}$, $\text{Ag} | \text{Ag}^+ = +0.81 \text{ V}$)
- ก. +0.53 V
 ข. +1.07 V
 ค. -1.07 V
 ง. -0.53 V

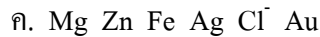
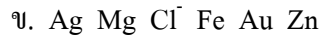
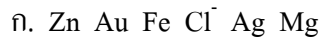
คำชี้แจง ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13 - 16

กำหนดให้ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) ในสารละลายที่ 289 K ดังนี้

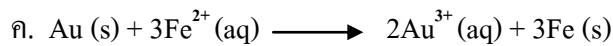
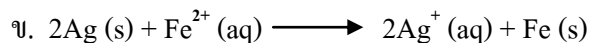
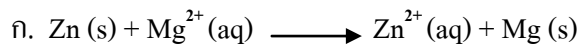


13. จงหาค่า E^0 ของเซลล์ $\text{Fe}(\text{s}) | \text{Fe}^{2+}(1 \text{ M}) || \text{Cl}^-(1 \text{ M}) | \text{Cl}_2(1 \text{ atm}) | \text{Pt}(\text{s})$
- ก. +0.92 V
 ข. +1.80 V
 ค. -1.80 V
 ง. -0.92 V

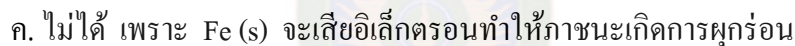
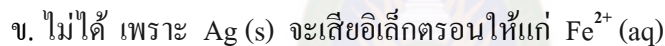
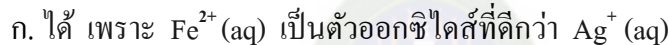
14. ข้อใดจัดลำดับความสามารถในการให้อิเล็กตรอนจากมากไปหาน้อยได้ถูกต้อง



15. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ข้อใดเกิดขึ้นได้จริง

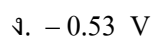
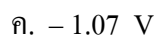
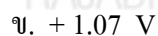
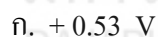


16. ภาชนะที่ทำด้วยเหล็กสามารถใช้บรรจุสารละลาย AgCl ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



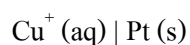
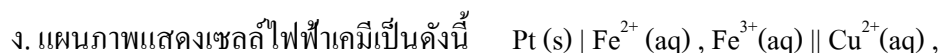
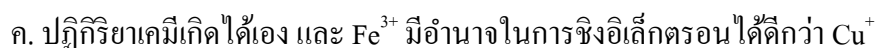
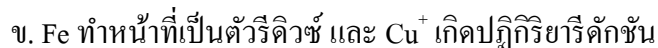
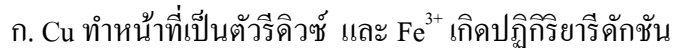
17. เซลล์ไฟฟ้าเคมี $\text{Ag} | \text{Ag}^+ || \text{Ni}^{2+} | \text{Ni}$ มีความต่างศักย์ของเซลล์ที่โวลต์ (E^0 ของ $\text{Ni} | \text{Ni}^{2+}$

$= -0.27 \text{ V}$, $\text{Ag} | \text{Ag}^+ = +0.81 \text{ V}$)



18. $\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + \text{Cu}^+ (\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + \text{Cu}^{2+} (\text{aq})$ มี E^0 เซลล์ $= +0.26 \text{ V}$ โดยใช้ลวด Pt

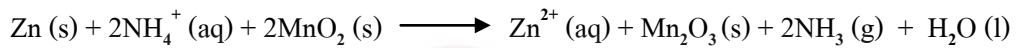
เป็นขั้วไฟฟ้า ข้อความใดสอดคล้องกับสมการ



19. ส่วนประกอบของเซลล์ปฐมภูมิในข้อใดไม่ถูกต้อง

ข้อ	ชนิดของเซลล์	สารที่ใช้เป็นส่วนประกอบ		
		แอโนด	แคโทด	อิเล็กโทรไลต์
ก	ถ่านไฟฉาย	Zn	MnO ₂	NH ₄ Cl , ZnCl ₂ , แป้งเปียก
ข	เซลล์แอลคาไลน์	Zn	MnO ₂	KOH
ค	เซลล์ปรอท	Zn	HgO	KOH
ง	เซลล์เงิน	Ag	Ag ₂ O	NaOH

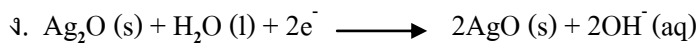
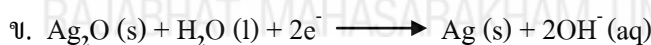
20. สมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ถ่านไฟฉาย



พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดผิด

- สังกะสีเป็นแอโนด คาร์บอนเป็นแคโทด
- Zn (s) เป็นตัวออกซิไดส์
- ถ่านไฟฉายที่ใช้งานใหม่ๆ จะมีศักย์ไฟฟ้าประมาณ 1.5 โวลต์
- MnO₂ (s) ถูกรีดิวซ์ที่ขั้วบวก

21. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้วแอโนดของเซลล์เงินข้อใดถูกต้อง



22. เซลล์ถ่านไฟฉายเมื่อใช้ไปนานๆ พบว่าเมื่อใช้ไฟไปได้ระยะหนึ่งจะเกิดการพองบวมขึ้น

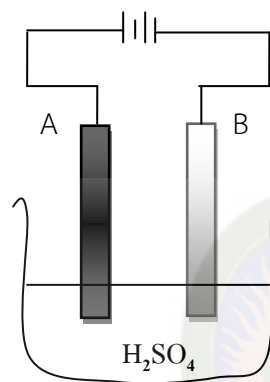
เนื่องมาจากเหตุใด

- เพราะเกิดน้ำขึ้น
- เพราะเกิดแก๊สไฮโดรเจนดันขึ้น
- เพราะเกิดไอของสารที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง
- เพราะเกิดแก๊สแอมโมเนียเกิดขึ้น

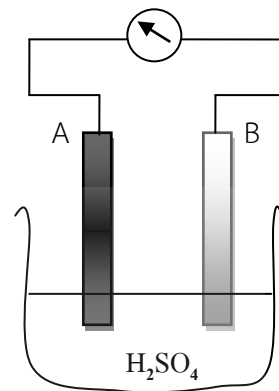
23. ในเรื่องเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว ข้อความใดไม่ถูกต้อง

- ก. เป็นเซลล์ทุติยภูมิ
- ข. PbO_2 เป็นแอโนด
- ค. สารละลาย H_2SO_4 เป็นอิเล็กโทรไลต์
- ง. PbO_2 เป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 24 - 25



รูป ก



รูป ข

จุ่มแผ่นตะกั่ว 2 แผ่นลงในสารละลายกรดซัลฟิวริกเจือจางแล้วต่อวงจรดังรูป เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าในเซลล์ของรูป ก. สักครู่จะเกิดสารสีน้ำตาลดำมาเกาะที่ขั้ว A และฟองแก๊สฟุดขึ้นที่ขั้ว B แล้วปลดแบตเตอรี่ออกนำโวลต์มิเตอร์มาต่อแทนดังรูป ข พบว่าเข็มโวลต์มิเตอร์เบนได้และเกิดสารสีขาวมาเกาะที่ขั้วทั้ง 2 ของเซลล์

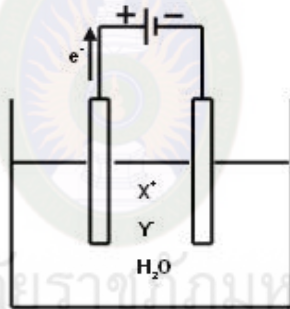
24. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. สารสีน้ำตาลที่เกาะที่ขั้ว A ในรูป ก คือ PbO_2
- ข. แก๊สที่เกิดขึ้นรอบๆ ที่ขั้ว B ในรูป ก คือ H_2
- ค. สารสีขาวที่เกาะที่ขั้ว A และ B ในรูป ข คือ PbSO_4
- ง. กระแสอิเล็กตรอนไหลจากขั้ว A มา B ในรูป ข

25. ข้อสรุปใดถูกต้อง

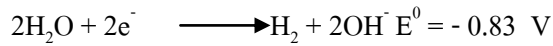
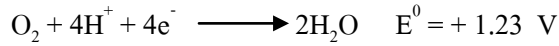
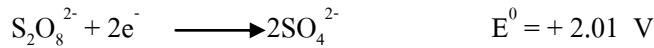
- ก. รูป ก เป็นการอัดไฟโดยมีขั้ว A เป็นแคโทด และขั้ว B เป็นแอโนด
- ข. รูป ข เป็นการอัดไฟโดยมีขั้ว A เป็นแอโนด และขั้ว B เป็นแคโทด
- ค. รูป ก เป็นการอัดไฟซึ่งขณะนั้นเซลล์ทำหน้าที่เป็นเซลล์อิเล็กโทรไลต์
- ง. รูป ข เป็นการจ่ายไฟและเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี

26. เพราะเหตุใดแบตเตอรี่รถยนต์จึงต้องคอยเติมน้ำกลั่นอยู่เสมอ
- เพราะจะช่วยล้างคราบสีขาวของเลด(II)ซัลเฟต ออกจากขั้วโลหะตะกั่ว
 - เพราะจะทำให้เกิดเลด(II)ออกไซด์เกิดขึ้นส่งผลให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ดี
 - เพราะจะทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่สูงขึ้น
 - เพราะจะทำให้สารละลายกรดกำมะถันเจือจางพอเหมาะที่จะแตกตัวเป็นไอออน
27. ในการอิเล็กโทรไลต์สารละลาย Na_2SO_4 โดยใช้อิเล็กโทรด ข้อความใดที่ไม่ถูกต้อง
- Na^+ ถูกรีดิวซ์เป็น Na ที่แคโทด
 - น้ำถูกรีดิวซ์เป็นแก๊ส H_2 ที่แคโทด
 - น้ำถูกออกซิไดส์เป็น O_2 และ H^+ ที่แอโนด
 - สารละลาย Na_2SO_4 เข้มข้นขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป
28. ในการสร้างเซลล์อิเล็กโทรไลต์ดังรูปเพื่อแยกสารละลาย XY ข้อใดสรุปผิด



- เกิด OH^- ที่ขั้วแคโทด
 - เกิดก๊าซไฮโดรเจนที่ขั้วแคโทด
 - เกิดก๊าซออกซิเจนที่ขั้วแอโนด
 - เกิดก๊าซที่ขั้วแอโนด
29. ในการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า โดยใช้กรดซัลฟิวริกเป็นสารอิเล็กโทรไลต์นั้น ปฏิกริยาในข้อใดคือปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่แอโนด
- $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$
 - $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

30. ในการแยกสารละลาย Na_2SO_4 ด้วยไฟฟ้าโดยใช้แท่งคาร์บอนเป็นอิเล็กโทรดจะได้สารใดเกิดขึ้นที่แอโนดและแคโทด



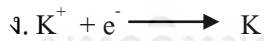
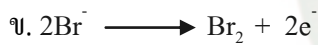
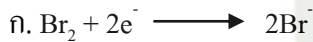
ก. O_2 , Na

ข. O_2 , H_2

ค. $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$, Na

ง. H_2 , O_2

31. ในการแยกสารละลายโพแทสเซียมโบรไมด์ที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้าในอิเล็กโทรดติกเซลล์สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่แอโนด คือ



32. สิ่งใดไม่ควรทำ ในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ก. ใช้โลหะที่จะชุบเป็นแคโทดหรือขั้วลบของเซลล์

ข. ใช้ของที่จะชุบเป็นแคโทดหรือขั้วลบของเซลล์

ค. ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์มีไอออนของโลหะที่ชุบ

ง. โลหะที่ชุบเป็นแอโนด

33. ในการชุบสังกะสีด้วยโลหะเงิน ควรปฏิบัติอย่างไร

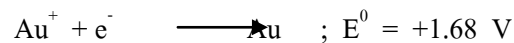
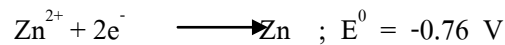
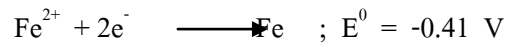
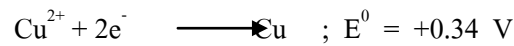
ก. เงินเป็นแอโนด สังกะสีเป็นแคโทด สารละลาย Ag^+ เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ข. สังกะสีเป็นแอโนด เงินเป็นแคโทด สารละลาย Ag^+ เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ค. สังกะสีเป็นแอโนด เงินเป็นแคโทด สารละลาย Zn^{2+} เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ง. เงินเป็นแอโนด สังกะสีเป็นแคโทด สารละลาย Zn^{2+} เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

34. โลหะทองแดงมักมีสิ่งเจือปนได้แก่ เหล็ก สังกะสี และทอง ถ้าต้องการทำให้โลหะทองแดงที่ถลุงได้ให้บริสุทธิ์โดยวิธีแยกด้วยกระแสไฟฟ้า โดยใช้ CuSO_4 และ H_2SO_4 เป็นสารละลาย อิเล็กโทรไลต์ กำหนดข้อมูลค่า E^0 ให้ดังนี้



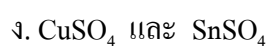
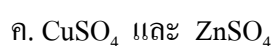
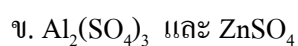
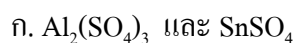
ผลการทดลองจะเป็นดังข้อใด

- ก. ได้โลหะทองแดงบริสุทธิ์ที่แคโทด มี Au ตกอยู่ที่ก้นภาชนะ และในสารละลายมี Fe^{2+} และ Zn^{2+}
 ข. ได้โลหะทองแดงบริสุทธิ์ที่แคโทด และในสารละลายมี Au^+ , Fe^{2+} และ Zn^{2+}
 ค. ได้โลหะทองแดงบริสุทธิ์ที่แอโนด มี Au ตกอยู่ที่ก้นภาชนะ และในสารละลายมี Fe^{2+} และ Zn^{2+}
 ง. ได้โลหะทองแดงบริสุทธิ์ที่แอโนด และในสารละลายมี Au^+ , Fe^{2+} และ Zn^{2+}

35. เมื่อนำตะกั่ว และนิกเกิลมาจบบัดกัน ผลที่เกิดขึ้นคือข้อใด กำหนดให้



- ก. นิกเกิลป้องกันการผุกร่อนของตะกั่ว
 ข. ตะกั่วป้องกันการผุกร่อนของนิกเกิล
 ค. ตะกั่วให้อิเล็กตรอนแก่นิกเกิล
 ง. ตะกั่วทำหน้าที่เป็นแอโนด นิกเกิลทำหน้าที่เป็นแคโทด
36. ถ้าจุ่มแท่งเหล็กลงในสารละลายต่อไปนี้ CuSO_4 , SnSO_4 , ZnSO_4 และ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ แท่งโลหะเหล็กจะกร่อนในสารละลายใดบ้าง



37. จากข้อสรุปในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าต่อไปนี้

1. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนของโลหะที่ใช้ชุบปนกับสารประกอบไฮยาไนด์
2. สิ่งที่ต้องการชุบควรต่อที่ขั้วแอโนด
3. ต้องการชุบชิ้นงานด้วยโลหะใด ต้องต่อโลหะนั้นที่ขั้วแคโทด
4. การทดลองสามารถต่อกระแสไฟฟ้าตรงหรือกระแสไฟฟ้าตามบ้านได้
5. โลหะที่เป็นแอโนดต้องบริสุทธิ์ และไม่ควรถูกรบกวนเกินไป

ข้อสรุปใดผิด

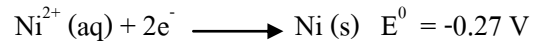
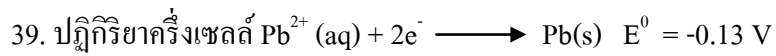
- ก. 1 , 2 และ 3
- ข. 3 , 4 และ 5
- ค. 1 , 4 และ 5
- ง. 1 , 3 และ 4

38. ถ้าต้องการแสดงให้เห็นว่าซ็อนอะลูมิเนียมสามารถเปลี่ยนพื้นผิวให้เป็นเงินได้จะต้องทำอย่างไรบ้าง

1. ขัดพื้นผิวให้สะอาดแล้วแช่ในสารละลาย AgNO_3
2. ขัดพื้นผิวให้สะอาดแล้วแช่ในสารละลาย AgNO_3 โดยมีแผ่นเงินอยู่ด้วยต่อให้ครบวงจร โดยต่ออะลูมิเนียมกับขั้วบวก ต่อแผ่นเงินกับขั้วลบของถ่านไฟฉาย
3. ทำนองเดียวกับข้อ 2 แต่ต่อกับขั้วลบ ต่อแผ่นเงินกับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย
4. ทำนองเดียวกับข้อ 2 แต่ต่อซ็อนกับแผ่นเงิน โดยไม่มีถ่านไฟฉาย

ข้อใดถูกต้อง

- ก. 1 และ 2
- ข. 1 และ 3
- ค. 2 และ 4
- ง. 3 และ 4



เมื่อนำตะกั่วและนิกเกิลมาจุ่มติดกัน ผลที่เกิดขึ้นคือข้อใด

- ก. นิกเกิลป้องกันการผุกร่อนของตะกั่ว
 - ข. ตะกั่วป้องกันการผุกร่อนของนิกเกิล
 - ค. ตะกั่วให้อิเล็กตรอนแก่นิกเกิล
 - ง. ตะกั่วทำหน้าที่เป็นแอโนด นิกเกิลทำหน้าที่เป็นแคโทด
40. ถ้าต้องการชุบโลหะ X ด้วยโลหะ Y วิธีการหรือข้อความใดไม่ถูกต้อง
- ก. ใช้ X เป็นแคโทดหรือขั้วลบ
 - ข. ใช้ Y เป็นแอโนดหรือขั้วบวก
 - ค. ใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีไอออนของ X
 - ง. ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ก	21	ก
2	ง	22	ง
3	ง	23	ข
4	ก	24	ง
5	ก	25	ค
6	ค	26	ง
7	ค	27	ก
8	ง	28	ค
9	ข	29	ข
10	ข	30	ข
11	ข	31	ข
12	ก	32	ก
13	ข	33	ก
14	ค	34	ก
15	ง	35	ก
16	ค	36	ง
17	ค	37	ง
18	ค	38	ข
19	ง	39	ก
20	ข	40	ค

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 30 ข้อ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ เช่น ถ้านักเรียนเลือกตอบตัวเลือก ก ให้ปฏิบัติดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00.	X			

- หรือถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนตัวเลือกใหม่จากตัวเลือก ก เป็นตัวเลือก ง ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00.	X			X

3. เขียนชื่อ - นามสกุล ชื่อโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำข้อสอบ
4. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขอความกรุณาให้นักเรียนนำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบส่งคืนกรรมการผู้ดำเนินการสอบ
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในการทำแบบทดสอบ ให้ยกมือถามกรรมการผู้ดำเนินการสอบ

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 1-3

นายไชยพร ทับทิมทอง หัวหน้าเขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก กล่าวถึง นกกระเรียน 2 ตัว ที่องค์การสวนสัตว์นครราชสีมา กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช นำมาปล่อยนั้น กระเรียนพันธุ์ไทยเพศผู้และเพศเมียอายุ 4 ปี นำมาทดลองเพาะเลี้ยงในครั้งนี้ เป็นโครงการคืนนกกระเรียนคืนสู่พื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อต้องการขยายพันธุ์ เพิ่มจำนวนประชากรนกกระเรียนให้มากขึ้นอย่างเช่นในอดีตที่ผ่านมา และไม่ให้อพยพพันธุ์ไปจากธรรมชาติ ปัจจุบัน นกกระเรียนพันธุ์ไทยมีอยู่จำนวนน้อยและหากไม่ร่วมกันอนุรักษ์ หรือเพาะเลี้ยงก็อาจจะ สูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย ขณะนี้ยังเหลืออยู่เพียงนกกระเรียนที่เพาะเลี้ยงอยู่ไม่ถึง 200 ตัว เท่านั้น และไม่พบปรากฏในแหล่งชุ่มน้ำตามธรรมชาติในปัจจุบัน นอกจากนั้นยังจะให้ เป็น ศูนย์เรียนรู้ วิจัย และศึกษา แก่กลุ่มนักเรียนเยาวชน และประชาชน เกี่ยวกับวิถีชีวิตของนกกระเรียน พร้อมทั้งนำไปประชาสัมพันธ์ ดึงเยาวชนและชุมชนใกล้เคียงเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ให้แพร่หลาย หลังจากนั้นก็จะมีการนำลูกนกกระเรียนพันธุ์ไทย อายุ 1 ปี มาเพาะเลี้ยงในเขตพื้นที่ชุ่มน้ำดังกล่าวอีกจำนวน 20 ตัว ในปลายปีนี้ด้วย นกกระเรียนพันธุ์ไทย ถือเป็นสัตว์ป่าสงวน 1 ใน 15 ชนิดของประเทศไทย หลังนำทดลองเพาะเลี้ยงแล้วจะได้มีการสร้างความเข้าใจกับชาวบ้านและเยาวชนในพื้นที่โดยรอบ เข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ เพื่อป้องกันไม่ให้นักล่าและทำร้ายดังกล่าวด้วย

อ้างอิง : <http://www.khaosod.co.th> วันพุธที่ 17 พฤศจิกายน 2553

1. จากสถานการณ์ การเพาะเลี้ยงนกกระเรียนมีความสำคัญอย่างไร

- ก. เพื่อให้เกิดความสมดุลในป่า
- ข. เพื่อเป็นศูนย์การเรียนรู้ วิจัย และศึกษาแก่กลุ่มเยาวชน
- ค. เพื่อใช้ เป็นอาหาร
- ง. เพื่อนำมาทำเป็นยาสมุนไพร

2. การขยายพันธุ์จำนวนนกกระเรียนมีความสัมพันธ์กับข้อใด

- ก. การสูญพันธุ์ของนกกระเรียน
- ข. การสงวนพันธุ์สัตว์ป่าสงวน
- ค. การลดจำนวนของสิ่งมีชีวิตอื่น
- ง. การเสียสมดุลทางธรรมชาติ

3. จากสถานการณ์การลดจำนวนของนกกระเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

- ก. การอนุรักษ์สัตว์น้ำและลดการจับสัตว์น้ำ
- ข. การรณรงค์การค้าสัตว์
- ค. ประชาชนและเยาวชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พันธุ์นกกระเรียน
- ง. การเพาะเลี้ยงลูกนกกระเรียนที่บ้าน

สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 4-6

“ปะการังเทียม” ป้องกันคลื่นอนุบาลสัตว์ นำประโยชน์ต่อระบบนิเวศน์ที่จะเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อชายฝั่ง และไม่ทำลายทัศนียภาพของชายหาด โดยการทำการวิจัยครั้งนี้ได้ จัดทำแบบจำลองทางกายภาพที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมชลศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มอ.เพื่อศึกษาพฤติกรรม ด้านชลศาสตร์ของแท่งปะการังเทียมก่อนมีการดำเนินการวางปะการังในพื้นที่จริง ซึ่งผลการทดลองออกมาเป็นที่น่าพอใจ เพราะสามารถกรองคลื่น และลดความรุนแรงของคลื่นในการซัดเข้าชายฝั่งได้กว่า 70% นี้จึงเป็นแนวทางในการลดการกัดเซาะชายฝั่งได้

อ้างอิง : หนังสือพิมพ์ข่าวสดรายวัน วันที่ 23 กรกฎาคม 2551

4. จากสถานการณ์ วิธีช่วยบรรเทาคลื่นลมให้ลดความรุนแรงมากที่สุดคืออะไร

- ก. การอนุรักษ์แนวปะการังแนวชายฝั่ง
- ข. การลดปริมาณการล่องเรือ
- ค. การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในแหล่งน้ำทะเลให้น้อยลง
- ง. การใช้ปะการังเทียมในแนวชายฝั่ง

5. จากสถานการณ์ ข้อใดสัมพันธ์กันมากที่สุด

- ก. ปะการังเทียม แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ
- ข. แก๊สเชื้อเพลิง กระฉับเตาเผา
- ค. โรงไฟฟ้า เศษวัสดุเหลือใช้
- ง. คลื่นลม สัตว์น้ำ

6. จากสถานการณ์ใช้หลักการใดในการลดการกัดเซาะชายฝั่ง

- ก. การเพาะเลี้ยงและอนุบาลสัตว์น้ำ
- ข. การวางปะการังเทียมป้องกันชายฝั่ง
- ค. การลดปริมาณขยะแนวชายฝั่ง
- ง. การลดเวลาในการเดินเรือแถวแนวชายฝั่ง

สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อ 7-9

จากการติดตามปัญหาน้ำท่วมที่จังหวัดกาฬสินธุ์ หลังจากระดับน้ำในแม่น้ำชีเริ่มลดเข้าสู่ภาวะปกติ แต่กลับเกิดการเคลื่อนตัวของตลิ่งแม่น้ำชีจนทำให้เกิดการทรุดตัวเป็นทางยาวเกือบ 500 เมตร ส่งผลให้ชาวบ้านที่อาศัยในบริเวณนี้หวาดผวาเพราะเกรงว่าจะถูกธรณีสูบ โดยเฉพาะที่บ้านหนองมะเกลือ หมู่ที่ 5 ตำบลเจ้าท่า อำเภอกมลาไสย ตลิ่งแม่น้ำชีเกิดทรุดตัวลึกเข้ามาถึง 10 เมตร บางจุดเกือบจะถึงตัวบ้านกลายเป็นหลุมลึกขนาดใหญ่ ทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ติดกับบริเวณริมตลิ่งต้องหวาดผวา เนื่องจากเกรงว่าบ้านที่อยู่อาศัยจะพังถล่มลงมา

ด้านนายวิเศษ อำนวยมนตรี สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบลเจ้าท่า กล่าวว่า การทรุดตัวของตลิ่งแม่น้ำชีเกิดขึ้นในช่วงกลางดึกและคาดว่าสาเหตุมาจากน้ำแม่น้ำชีลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ดินที่อุ้มน้ำไหลสไลด์ลงแม่น้ำ โดยเฉพาะบริเวณนี้ตลิ่งที่ทรุดเกือบจะถึงตัวบ้านแต่สภาพการทรุดตัวได้ครอบคลุมเป็นทางยาวเกือบ 500 เมตร มีบ้านของประชาชนที่เสี่ยงและอยู่กำบังริม ตลิ่งลำชี 12 หลังคาเรือน ต้องการให้จังหวัดและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเร่งหาสาเหตุและซ่อมแซมเป็นการด่วน อย่างไรก็ตามล่าสุด นายธนุสินธ์ ไชยสิทธิ์ นายอำเภอกมลาไสย พร้อมเจ้าหน้าที่ป้องกันได้เข้าสำรวจเพื่อหาทางซ่อมแซมตลิ่งให้แล้ว

อ้างอิง: www.manager.co.th 9 ธ.ค. 53

7. จากสถานการณ์การทรุดตัวของตลิ่งแม่น้ำชีส่งผลกระทบต่อสิ่งใดมากที่สุด

- ก. บ้านเรือนของประชาชนในพื้นที่เสี่ยง
- ข. องค์การบริหารส่วนตำบลเจ้าท่า
- ค. น้ำแม่น้ำชีลดลงอย่างรวดเร็วทำให้ดินสไลด์
- ง. การขุดเจาะน้ำบาดาล

8. จากสถานการณ์การทรุดตัวของตลิ่งแม่น้ำชีมีสาเหตุมาจากข้อใด

- ก. การตัดไม้
- ข. การใช้หน้าดินมากเกินไปทำให้ดินทรุด
- ค. น้ำแม่น้ำชีลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ดินสไลด์
- ง. การขุดเจาะน้ำบาดาล

9. จากสถานการณ์ องค์การบริหารส่วนตำบลเจ้าท่า มีหลักการในการแก้ไขปัญหาอย่างไร

- ก. การลดการทำบ่อบาดาล
- ข. หาสาเหตุที่แท้จริงและซ่อมแซมตลิ่ง
- ค. การใช้น้ำอย่างประหยัด
- ง. จัดงบประมาณดำเนินการปรับปรุงเส้นทางระยะทาง

สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อ 10-11

ผู้เคราะห์ร้ายรายหนึ่งเป็นสตรีอายุ 21 ปี ไปหาหมอหลังจากทรมานกับอาการท้องร่วงและปวดท้องมานานถึง 8 เดือน จากการตรวจร่างกายหลายอย่าง หมอแน่ใจว่าเนื่องมาจากเชื้อหวามากฝรั่ง เธอน้ำหนักตัวลดลงไปถึง 11 กก. จนผอมกะหร่อง รายที่สองเป็นคนใช้ชาย ต้องเข้าโรงพยาบาล หลังจากเป็นท้องร่วงมาตั้งปีกว่า และน้ำหนักตัวลดไปตั้ง 22 กก. จากการตรวจของหมอบพบว่าทั้งคู่ต่างบริโภคสารซอร์บิตอลเข้าไปวันหนึ่งเป็นปริมาณระหว่าง 20-30 กรัม ปกติแล้วหากฝรั่งแต่ละชิ้นจะมีสารนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณ 1.25 กรัม

อ้างอิง : <http://www.thairath.co.th/news.php?section=technology&content=75207>

(18 กุมภาพันธ์ 2551)

10. จากสถานการณ์นี้ กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ

- ก. วิธีการลดน้ำหนักของผู้หญิง
- ข. ผู้ที่ทนทรมานกับอาการท้องร่วงและปวดท้อง
- ค. สารซอร์บิตอล ในหมากฝรั่งที่มีผลเสียต่อร่างกาย
- ง. การค้นพบสารชนิดใหม่ที่ใช้เป็นส่วนผสมในหมากฝรั่ง

11. จากสถานการณ์นี้ สิ่งใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

- ก. ผู้หญิงมีความอดทนต่ออาการปวดท้องได้น้อยกว่าผู้ชาย
- ข. วิธีการลดน้ำหนักที่ปลอดภัยและไม่ทรมาน คือ การเคี้ยวหมากฝรั่งเป็นประจำทุกวัน
- ค. ผู้ที่ปวดท้องหรือท้องร่วงแล้วไปพบแพทย์ พบว่า ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากหมากฝรั่ง
- ง. ผู้ที่เคี้ยวหมากฝรั่งเป็นประจำจะได้รับสารซอร์บิตอลมากซึ่งเป็นสาเหตุของการ

ปวดท้อง

สถานการณ์ที่ 5 ใช้ตอบคำถามข้อ 12-13

กรณีความคืบหน้าเหตุหิมะตกหนักในพื้นที่หลายส่วนของจีนแผ่นดินใหญ่ ซึ่งสืบเนื่องจากสภาพอากาศที่หนาวจัดในรอบ 50 ปี จนส่งผลกระทบต่อประชาชนนับล้านคน ล่าสุดสำนักข่าวต่างประเทศรายงานว่า รัฐบาลจีนได้ส่งทหารจากกองทัพปลดปล่อยประชาชน จำนวนอย่างน้อย 460,000 นาย ออกให้ความช่วยเหลือแก่ประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากภัยหนาวจำนวน 78 ล้านคนแล้ว โดยหนังสือพิมพ์พีซีไชนาเคิล รายงานว่า กำลังทหารส่วนใหญ่ถูกส่งไปยังพื้นที่ตอนใต้ของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมณฑลกวางโจว ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีหิมะตกหนักที่สุดจนส่งผลทำให้สนามบินและสถานีรถไฟหลายแห่งต้องระงับการให้บริการเป็นการชั่วคราว

<http://www.siamrath.co.th/UIFont/NewsDetail.aspx?cid=54&nid=6225> (15 กุมภาพันธ์ 2551)

12. จากสถานการณ์นี้ สิ่งใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

- ก. ทหารช่วยระงับเหตุหิมะตกหนักในจีน
- ข. เหตุหิมะตกหนักเกิดขึ้นเฉพาะมณฑลกวางโจว
- ค. หิมะตกหนักสืบเนื่องจากสภาพอากาศที่หนาวจัด
- ง. สถานีรถไฟระงับการให้บริการ ทหารจึงเข้าไปช่วยเหลือประชาชน

13. จากสถานการณ์นี้ ใช้หลักการใดในการช่วยเหลือประชาชนที่ประสบภัยจากหิมะตกหนัก

- ก. ส่งกำลังทหารไปในทุกพื้นที่เท่า ๆ กัน
- ข. ส่งกำลังทหารส่วนใหญ่ไปยังพื้นที่หิมะตกหนักที่สุด
- ค. ระงับการใช้พลังงานโดยเฉพาะด้านการบินและการรถไฟ
- ง. จัดสรรงบประมาณเพื่อช่วยเหลือประชาชนชนในทุกพื้นที่เท่ากัน

สถานการณ์ที่ 6 ใช้ตอบคำถามข้อ 14-16

ผู้ว่าฯบุรีรัมย์สำรวจคงใหญ่ ชม"สมบูรณ์-สัตว์ป่า"เพียบ นายสันศักดิ์ จตุชัย ผู้ว่าราชการจังหวัดบุรีรัมย์ ให้สัมภาษณ์ถึงผลการสำรวจพื้นที่ป่าคงใหญ่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคงใหญ่ อ.โนนดินแดง ว่าบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าระเริงร้อยรู สภาพป่าอุดมสมบูรณ์มีร่องรอยสัตว์ป่า เช่น กวาง ช้าง กระทิง เสือ และสัตว์ป่านุรักษ์อื่นๆ อีกจำนวนมาก ทั้งพบพันธุ์ไม้นานาชนิดที่หายากอีกมาก และร่วมจัดทำโป่งดินเทียมสำหรับเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ป่า "จากการเดินสำรวจในครั้งนี้ จ.บุรีรัมย์ จะร่วมกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคงใหญ่ อ.โนนดินแดง

หาแนวทางส่งเสริมพัฒนาพื้นที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่สำคัญให้นักท่องเที่ยว ชาวชน
 ประชาชน และ ผู้นิยมธรรมชาติที่เข้ามาและศึกษาในเร็วๆ นี้ พร้อมกำชับให้เจ้าหน้าที่ออก
 ตรวจตราอย่างเข้มงวด เพื่อปลูกฝังการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติเอาไว้เพื่อให้ป่าดงใหญ่คง
 ความอุดมสมบูรณ์สมกับที่ได้รับการประกาศขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกทางธรรมชาติ" นาย
 สันทัต กล่าว

ที่มา : น.ส.พ.มดิชน ฉบับวันที่ 1 กันยายน 2551

14. จากสถานการณ์ การดูแลทรัพยากรที่กล่าวถึงคือข้อใด

- ก. ทะเล
- ข. ป่าไม้
- ค. แม่น้ำ
- ง. สัตว์ป่า

15. จากสถานการณ์ ข้อใดสัมพันธ์กันมากที่สุด

- ก. แหล่งอาหาร สัตว์ป่า
- ข. ปะการัง ปลาทะเล
- ค. ป่าไม้ สัตว์ป่า
- ง. กิจกรรมมนุษย์ สภาวะเสื่อมโทรม

16. จากสถานการณ์ ข้อใดใช้หลักการดูแลสิ่งแวดล้อมดังกล่าว

- ก. ระบบกำจัดฝุ่นละออง
- ข. การกำจัดขยะโดยการแยก
- ค. การกำจน้ำมันที่ไม่ใช้แล้วอย่างถูกต้อง
- ง. การจัดทำแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

สถานการณ์ที่ 7 ใช้ตอบคำถามข้อ 17-19

เมื่อเร็วๆ นี้ที่กรมชลประทานมีการประชุมเกี่ยวกับสถานการณ์น้ำในเขื่อนทั่วประเทศ
 ภายหลังการประชุม นายธีระ วงศ์สมุทร อธิบดีกรมชลประทาน เผยว่า สถานการณ์น้ำในอ่าง
 เก็บน้ำขนาดใหญ่ 31 แห่ง และอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง 367 แห่ง มีปริมาณน้ำรวม 47,200 ล้าน
 ลูกบาศก์เมตร แต่เป็นน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้ ประมาณ 23,700 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือ
 คิดเป็นร้อยละ 33 ของปริมาณการกักเก็บน้ำเต็มที่ ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้ง
 จึงต้องรอบคอบเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ โดยเฉพาะการจัดสรรน้ำเพื่อการปลูกพืชฤดูแล้ง

แล้ง ล่าสุดได้ปรับแผนในการบริหารจัดการน้ำใหม่อีกครั้งเพื่อให้เกษตรกรที่ทำนาปรังไม่ได้
 รับผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ โดยเฉพาะในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง นายธีระกล่าวต่อว่า จาก
 การทบทวนแผนการบริหารจัดการน้ำใหม่ในครั้งนี้จะทำให้ต้องใช้น้ำในเขื่อนภูมิพลและเขื่อน
 สิริกิติ์ ซึ่งเป็นแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อใช้ในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางเพิ่มขึ้นจำนวนมาก เมื่อสิ้นฤดูแล้งจะ
 ทำให้มีน้ำเหลือในเขื่อนทั้ง 2 แห่งเพียง 2,000 ล้านลูกบาศก์เมตรเท่านั้นหากในฤดูฝนปีนี้
 ปริมาณฝนตกตามเกณฑ์เฉลี่ยมาตรฐาน จะทำให้เขื่อนทั้ง 2 แห่งมีปริมาณน้ำรวมกันเพียง
 14,700 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะเป็นปริมาณน้ำที่ใช้งานได้ประมาณ 4,300 ล้านลูกบาศก์
 เมตร น้อยกว่าปริมาณน้ำที่ใช้งานได้ในปีที่มีถึง 8,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังนั้นเกษตรกร
 จะต้องใช้น้ำอย่างประหยัด.

อ้างอิง : www.thairath.co.th 24 เม.ย. 51

17. จากสถานการณ์ เกิดผลกระทบกับบุคคลกลุ่มใดมากที่สุด
- แม่ค้า
 - เกษตรกร
 - กรมชลประทาน
 - กรมแรงงาน
18. จากสถานการณ์ สาเหตุที่ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำในเขื่อนมีความสัมพันธ์กับข้อใด
- การตัดไม้ทำลายป่า
 - การทำเกษตรในฤดูแล้ง
 - การปล่อยสารพิษลงแม่น้ำ
 - การทำโรงงานมากเกินไป
19. จากสถานการณ์ มีหลักการในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำอย่างไร
- การอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ
 - การปล่อยน้ำเสียลงในเขื่อน
 - การใช้น้ำอย่างประหยัดของเกษตรกร
 - การปล่อยพันธุ์ปลาในเขื่อน

สถานการณ์ที่ 8 ใช้ตอบคำถามข้อ 20

ผู้อำนวยการสำนักควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย เปิดเผยว่าสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ได้เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางตามแหล่งจำหน่ายทั่วประเทศ มาตรวจวิเคราะห์หาสารห้ามใช้ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ล่าสุดตรวจพบเครื่องสำอางที่มีสารห้ามใช้เพิ่มอีก 26 ยี่ห้อ โดยตรวจพบกรดเรตินอยิกหรือกรดวิตามินเอ โปรทแอมโมเนียหรือสารประกอบของโปรทและไฮโดรควิโนน ซึ่งสารทั้ง 3 ชนิดทำให้เกิดการแพ้ ระคายเคืองและเป็นสาเหตุให้หน้าพัง จึงขอเตือนประชาชนอย่าซื้อมาใช้เด็ดขาด ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบรายชื่อเครื่องสำอางที่ อย.ประกาศว่ามีสารห้ามใช้ได้ที่ www.fda.moph.go.th อย่างไรก็ตาม วิธีสังเกตว่าเครื่องสำอางที่พบสารอันตรายมักให้รายละเอียดบนฉลากไม่ครบถ้วน เช่น ไม่ระบุแหล่งผลิต ครั้งที่ผลิต และวันเดือนปีที่ผลิต การเลือกซื้อจึงควรระมัดระวังและควรสังเกตฉลากเป็นลำดับแรก

<http://www.siamrath.co.th/UIFont/NewsDetail.aspx?cid=104&nid=6186>

(15 กุมภาพันธ์ 2551)

20. จากสถานการณ์นี้ รัฐบาลใช้หลักการใดในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องสำอาง

- ก. สอบถามความคิดเห็นของประชาชนผู้ใช้เครื่องสำอาง
- ข. สุ่มตรวจวิเคราะห์หาสารที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
- ค. ให้ผู้ผลิตติดฉลากเพื่อบอกรายละเอียดส่วนประกอบในเครื่องสำอาง
- ง. ให้ประชาชนแจ้งเบาะแส เครื่องสำอางไม่มีคุณภาพที่ www.fda.moph.go.th

สถานการณ์ที่ 9 ใช้ตอบคำถามข้อ 21-22

เลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.) เผยผลการวิจัยและพัฒนาการปลูกฝังคุณธรรมของสถาบันครอบครัว สถานศึกษา สถาบันศาสนาและชุมชน ว่าการศึกษาเบื้องต้น พบว่า เมื่อเกิดคุณธรรมข้อใดขึ้นในตัวเด็ก คุณธรรมด้านอื่นๆ จะเกิดตามมา แต่อัตราการพัฒนาคุณธรรมแต่ละด้านจะเติบโตแตกต่างกัน ดังนั้นบุคคลและองค์กรที่เกี่ยวข้องต้องช่วยเติมเต็มพัฒนาการคุณธรรมในแต่ละด้าน นอกจากนี้เด็กจะซึมซับแบบอย่างคุณธรรมจากคนรอบข้าง เพราะฉะนั้นแต่ละชุมชนต้องสร้างต้นแบบให้ครบทุกด้าน

วันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2551 ปีที่ 17 ฉบับที่ 6271 ข่าวสดรายวัน หน้า 24

21. จากสถานการณ์นี้ กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ
- วิธีการพัฒนาสติปัญญาเด็ก
 - การปลูกฝังคุณธรรมในตัวเด็ก
 - คุณธรรมของเด็กในสถานศึกษา
 - ชุมชนต้นแบบการพัฒนาคุณธรรมในเด็ก
22. จากสถานการณ์นี้ ใช้หลักการใดในการปลูกฝังคุณธรรมของเด็กให้ครบทุกด้าน
- ต้องพัฒนาคุณธรรมตามวัยของเด็ก
 - สถานศึกษาเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด
 - บุคคลและองค์กรที่เกี่ยวข้องช่วยเติมเต็มให้ครบทุกด้าน
 - พัฒนาคุณธรรมด้านใดด้านหนึ่งให้ดีแล้วด้านอื่นจะตามมา

สถานการณ์ที่ 10 ใช้ตอบคำถามข้อ 23-25

โฆษกสมัชชาความมั่นคงแห่งชาติ เปิดเผยว่า ดาวเทียมสอดแนมของสหรัฐสูญเสี การควบคุม จะตกลงมายัง โลกในเดือนกุมภาพันธ์หรือเดือนมีนาคมนี้ แต่ยังไม่ทราบว่า จะตกลงมายังแห่งหนตำบลใดอย่างไรก็ตาม สหรัฐจะจับตาดูสถานการณ์อย่างใกล้ชิด เพราะหลายปีที่ผ่านมามีดาวเทียมหลายดวงตกลงมาและไม่เป็นอันตรายต่อพื้น โลก อย่างค.ศ.2000 นาซ่าสามารถนำดาวเทียม "คอมพ์ตัน แคมม่า เรย์ อ็อบเซอร์วาทอรี" ลงมายังพื้น โลกได้ใน มหาสมุทรแปซิฟิก

วันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2551 ปีที่ 17 ฉบับที่ 6271 ข่าวสดรายวัน หน้า 24

23. จากสถานการณ์นี้ กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ
- การปฏิบัติหน้าที่ของโฆษกสมัชชาความมั่นคงแห่งชาติ
 - ดาวเทียมของสหรัฐสูญเสีการควบคุมจะตกลงมายังพื้น โลก
 - การควบคุมดาวเทียมของสหรัฐเพื่อให้ลงในตำแหน่งที่กำหนด
 - การนำดาวเทียม "คอมพ์ตัน แคมม่า เรย์ อ็อบเซอร์วาทอรี" ลงในมหาสมุทรแปซิฟิก
24. ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ที่กล่าวถึงในสถานการณ์นี้
- เคยมีดาวเทียมหลายดวงตกลงมาแต่ไม่เป็นอันตรายต่อพื้น โลก
 - ดาวเทียมสอดแนมของสหรัฐถูกจารกรรมจึงสูญเสีการควบคุม
 - สหรัฐสามารถควบคุมให้ดาวเทียมลงมายังพื้น โลกได้ในตำแหน่งที่เหมาะสม
 - ดาวเทียมที่สูญเสีการควบคุมจะหลุดจากวง โคจรและนำกลับลงมายังพื้น โลกไม่ได้

25. จากสถานการณ์นี้ สิ่งที่ควรพิจารณาด้านความปลอดภัยจากการใช้ประโยชน์จากดาวเทียม
- ก. ขนาดและน้ำหนัก
 - ข. การติดตามควบคุม
 - ค. ความแข็งแรงวัสดุที่ใช้ผลิต
 - ง. ตำแหน่งวงโคจรของดาวเทียม

สถานการณ์ที่ 11 ใช้ตอบคำถามข้อ 26-28

ผู้อำนวยการสำนักงานศุลกากรภาคที่ 4 เปิดเผยว่า ทางมาเลเซียจะควบคุมการนำเข้าสินค้า 12 ชนิด มาจำหน่ายในประเทศไทย ซึ่งมี 3 รายการ ที่มาเลเซียได้ควบคุมเป็นพิเศษ ประกอบด้วยน้ำมันพืช น้ำตาลทราย และแป้งสาลี เนื่องจากเป็นสินค้าที่ทะลักเข้ามาในประเทศไทยเป็นจำนวนมากจึงจำเป็นต้องมีมาตรการควบคุมโดยเฉพาะน้ำมันปาล์ม ซึ่งมาเลเซียกำลังขาดแคลน การที่มาเลเซียควบคุมสินค้าทั้ง 12 รายการนั้น ไม่มีผลกระทบต่อตลาดภายในประเทศไทย แต่จะส่งผลดีต่อภาคการเกษตรของไทย ทำให้สินค้าราคาสูงขึ้น เพราะถ้าสินค้าจากมาเลเซีย ซึ่งมีราคาอ่อนข้างถูกกว่าของไทยทะลักเข้ามาติดตลาดเหมือนที่ผ่านมา ภาคการเกษตรของไทยต้องเดือดร้อน เพราะราคาผลผลิตตกต่ำ โดยเฉพาะน้ำมันปาล์ม

<http://www.siamrath.co.th/UIFont/NewsDetail.aspx?cid=108&nid=6196>

(15 กุมภาพันธ์ 2551)

26. จากสถานการณ์นี้ กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ
- ก. มาเลเซียกำลังขาดแคลนน้ำมันปาล์ม
 - ข. มาเลเซียห้ามนำเข้า น้ำมันพืช น้ำตาลทราย และแป้งสาลี
 - ค. มาเลเซียจะควบคุมการนำเข้าสินค้ามาจำหน่ายในประเทศไทย
 - ง. เกษตรกรไทยเดือดร้อนจากการนำเข้าสินค้ามาจำหน่ายในประเทศไทย
27. จากสถานการณ์นี้ สิ่งใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด
- ก. มาเลเซียขาดแคลนน้ำมันปาล์ม ส่งผลดีต่อภาคการเกษตรของไทย
 - ข. มาเลเซียควบคุมการนำเข้าสินค้า มีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของไทย
 - ค. ไทยส่งออกสินค้าเกษตรให้แก่มาเลเซีย เนื่องจากมาเลเซียขาดแคลนน้ำมันปาล์ม
 - ง. มาเลเซียควบคุมพิเศษสินค้า 3 ชนิด เนื่องจากทะลักเข้าประเทศไทยเป็นจำนวนมาก

28. จากสถานการณ์นี้ การควบคุมสินค้านำเข้าจากมาเลเซีย ส่งผลดีต่อภาคการเกษตรในประเทศไทย จากหลักการใด

- ก. ราคาสินค้าเกษตรสูงขึ้น เพราะไทยได้รับโอกาสส่งออกให้แก่มาเลเซีย
- ข. ราคาสินค้าเกษตรสูงขึ้น เพราะไม่ต้องแข่งขันกับสินค้าที่มาจากมาเลเซีย
- ค. ราคาสินค้าเกษตรสูงขึ้น เพราะสามารถกำหนดราคาได้เองไม่ขึ้นกับมาเลเซีย
- ง. ราคาสินค้าเกษตรสูงขึ้น เพราะประชาชนในมาเลเซียนิยมสินค้าเกษตรจากไทย

สถานการณ์ที่ 12 ใช้ตอบคำถามข้อ 29-30

นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นเจลเร่งสมานแผลและลดรอยแผลเป็นได้สำเร็จแล้ว เจลตัวนี้ทำงานโดยการกดยีนตัวสำคัญไม่ให้แสดงออก ผลักดันเลือดให้ไปหล่อเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บมากขึ้นและส่งผลต่อการสร้างตัวใหม่ของเนื้อเยื่อ นักวิทยาศาสตร์กล่าวว่า ‘เจล’ ไม่ได้ช่วยแค่เพียงอาการบาดเจ็บผิวหนังเท่านั้น แต่ยังช่วยรักษาอาการบาดเจ็บในอวัยวะภายในที่เกิดจากความเจ็บป่วยหรือ abdominal surgery อีกด้วย

<http://www.vcharkarn.com/include/vcafe/showkratoo.php?pid=136308> (17 กุมภาพันธ์ 2551)

29. จากสถานการณ์นี้ กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ

- ก. รอยแผลเป็น
- ข. เนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ
- ค. อวัยวะภายในที่เกิดจากความเจ็บป่วย
- ง. ผลการคิดค้นเจลเร่งสมานแผลและลดรอยแผลเป็น

30. จากสถานการณ์นี้ สิ่งใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

- ก. ผู้ที่ใช้เจลชนิดนี้จะมียื่นผิดปกติ
- ข. เจลชนิดนี้ช่วยให้แผลหายเร็วขึ้นและลดรอยแผลเป็น
- ค. เจลชนิดนี้ ไม่ได้ ช่วยให้แผลภายในหายจากการบาดเจ็บ
- ง. เจลชนิดนี้ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียรอบ ๆ แผล

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

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



ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน
 มากที่สุด ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. สาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน.....
1.3 เหมาะสมกับวัย.....
1.4 ชัดเจนเข้าใจง่าย.....
2. สาระการเรียนรู้					
2.1 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน.....
2.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัย.....
2.3 เหมาะสมกับระดับสติปัญญา.....
2.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์.....
2.5 น่าสนใจและมีประโยชน์.....
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3.1 กิจกรรมน่าสนใจ.....
3.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้.....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
3.4 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย.....
3.5 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม.....
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
4.2 คลอบคลุมเนื้อหา.....
4.3 ครอบคลุมด้านความรู้ กระบวนการ คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์.....
4.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

()

ตำแหน่ง.....

วัน.....เดือน.....ปี.....

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ชั้น โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
1.3 เหมาะสมกับวัย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.4 ชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
เฉลี่ย						4.55	0.05	มากที่สุด
2. สารการเรียนรู้								
2.1 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับระดับสติปัญญา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.5 น่าสนใจและมีประโยชน์	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.72	0.06	มากที่สุด
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
3.1 กิจกรรมน่าสนใจ	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
3.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.4 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
3.5 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.48	0.22	มาก
4. การวัดและประเมินผล								
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 ครอบคลุมเนื้อหาของนักเรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 ครอบคลุมด้านความรู้ กระบวนการ คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
4.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย						4.45	0.05	มาก
โดยรวม						4.55	0.08	มากที่สุด

แบบประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้วิธีปกติ
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน
 มากที่สุด ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. สาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน.....
1.3 เหมาะสมกับวัย.....
1.4 ชัดเจนเข้าใจง่าย.....
2. สาระการเรียนรู้					
2.1 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน.....
2.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัย.....
2.3 เหมาะสมกับระดับสติปัญญา.....
2.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์.....
2.5 น่าสนใจและมีประโยชน์.....
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3.1 กิจกรรมน่าสนใจ.....
3.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้.....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
3.4 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย.....
3.5 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม.....
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....
4.2 ครอบคลุมเนื้อหา.....
4.3 ครอบคลุมด้านความรู้ กระบวนการ คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์.....
4.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

()

ตำแหน่ง.....

วัน.....เดือน.....ปี.....

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้วิธีปกติ โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สาระสำคัญ								
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 เหมาะสมกับวัย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 ชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย						4.40	0.27	มาก
2. สาระการเรียนรู้								
2.1 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลา เรียน	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
2.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับระดับสติปัญญา	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
2.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.5 น่าสนใจและมีประโยชน์	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย						4.52	0.04	มากที่สุด
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
3.1 กิจกรรมน่าสนใจ	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
3.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.4 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
3.5 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย						4.36	0.24	มาก
4. การวัดและประเมินผล								
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	มากที่สุด
4.2 ครอบคลุมเนื้อหาของนักเรียน	4.20	0.45	4.20	0.45	4.20	0.45	4.20	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4.3 ครอบคลุมด้านความรู้ กระบวนการ คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์	4.20	0.45	4.20	0.45	4.20	0.45	4.20	มาก
4.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	4.20	0.45	4.20	0.45	4.20	0.45	4.20	มาก
เฉลี่ย						4.30	0.05	มาก
โดยรวม						4.40	0.12	มาก



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

**แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน
มากที่สุด ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านรูปแบบ					
1.1 รูปแบบเหมาะสมน่าสนใจ
1.2 มีความชัดเจนสวยงาม
1.3 สะดวกต่อการใช้
2. ด้านเนื้อหาสาระ					
2.1 เนื้อหาครบถ้วน
2.2 เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน
2.3 เนื้อหาตรงตามจุดประสงค์
2.4 เนื้อหาเข้าใจง่าย
2.5 เนื้อหามีความถูกต้องชัดเจน
2.6 การแบ่งเนื้อหาแต่ละคาบเหมาะสม
2.7 ภาพประกอบดึงดูดใจต่อการเรียน
2.8 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา
2.9 ภาพประกอบทำให้เข้าใจเนื้อหาได้เร็ว

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2.10 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับผู้เรียน
2.11 สอดคล้องกับการประเมินผล
3. ด้านคุณค่า					
3.1 กระตุ้นในการศึกษาเพิ่มเติม
3.2 เร้าความสนใจผู้เรียน
3.3 เกิดความรู้ความเข้าใจแจ่มชัด
3.4 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอ
3.5 ประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติ
3.6 สามารถนำความรู้ไปแนะนำเพื่อน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

()

ตำแหน่ง.....

วัน.....เดือน.....ปี.....

ตารางที่ 3 ผลการประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านรูปแบบ								
1.1 รูปแบบเหมาะสมน่าสนใจ	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
1.2 มีความชัดเจนสวยงาม	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
1.3 สะดวกต่อการใช้	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
เฉลี่ย						4.20	0.41	มาก
2. ด้านเนื้อหาสาระ								
2.1 เนื้อหาครบถ้วน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 เนื้อหาตรงตามจุดประสงค์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 เนื้อหาเข้าใจง่าย	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
2.5 เนื้อหามีความถูกต้องชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.6 การแบ่งเนื้อหาแต่ละคาบเหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.7 ภาพประกอบดึงดูดใจต่อการเรียน	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
2.8 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
2.9 ภาพประกอบทำให้เข้าใจเนื้อหา ได้เร็ว	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
2.10 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับผู้เรียน	4	5	3	5	5	4.40	0.89	มาก
2.11 สอดคล้องกับการประเมินผล	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.62	0.53	มากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
3. ด้านคุณค่า								
3.1 กระตุ้นในการศึกษาเพิ่มเติม	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
3.2 ได้รับความสนใจผู้เรียน	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
3.3 เกิดความรู้ความเข้าใจแจ่มชัด	4	5	4	4	5	4.40	0.55	มาก
3.4 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอ	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.5 ประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติ	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
3.6 สามารถนำความรู้ไปแนะนำเพื่อน	4	5	5	4	4	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย						4.40	0.53	มาก
โดยรวม						4.41	0.52	มาก



ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผลค่า B	ค่าความยากง่าย (P)	ค่า IOC
1	0.48	ค่อนข้างสูง	0.67	1.00
2	0.27	ปานกลาง	0.76	1.00
3	0.50	ค่อนข้างสูง	0.69	0.80
4	0.42	ค่อนข้างสูง	0.68	1.00
5	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
6	0.25	ปานกลาง	0.76	1.00
7	0.27	ปานกลาง	0.66	1.00
8	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	0.80
9	0.38	ปานกลาง	0.76	0.80
10	0.40	ปานกลาง	0.79	1.00
11	0.37	ปานกลาง	0.76	0.60
12	0.45	ค่อนข้างสูง	0.74	0.80
13	0.40	ปานกลาง	0.79	0.80
14	0.45	ค่อนข้างสูง	0.74	1.00
15	0.35	ปานกลาง	0.63	1.00
16	0.25	ปานกลาง	0.76	1.00
17	0.23	ปานกลาง	0.73	0.80
18	0.23	ปานกลาง	0.73	1.00
19	0.33	ปานกลาง	0.74	1.00
20	0.30	ปานกลาง	0.71	1.00
21	0.50	ค่อนข้างสูง	0.76	0.80
22	0.38	ปานกลาง	0.69	1.00
23	0.30	ปานกลาง	0.78	1.00
24	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
25	0.22	ปานกลาง	0.80	1.00
26	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
27	0.50	ค่อนข้างสูง	0.69	1.00
28	0.27	ปานกลาง	0.76	1.00

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผลค่า B	ค่าความยากง่าย (P)	ค่า IOC
29	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
30	0.33	ปานกลาง	0.74	1.00
31	0.52	ค่อนข้างสูง	0.79	1.00
32	0.38	ปานกลาง	0.76	1.00
33	0.35	ปานกลาง	0.73	1.00
34	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
35	0.28	ปานกลาง	0.79	1.00
36	0.32	ปานกลาง	0.61	1.00
37	0.47	ค่อนข้างสูง	0.63	1.00
38	0.50	ค่อนข้างสูง	0.76	1.00
39	0.47	ปานกลาง	0.73	1.00
40	0.27	ปานกลาง	0.76	0.80

คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.80 – 1.00
2. ค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่าตั้งแต่ 0.22 – 0.52
3. ค่าความยากง่าย (P) มีค่าตั้งแต่ 0.63 – 0.80
4. ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.91

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์
 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (P) และ
 ค่าความเชื่อมั่น (KR20)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลค่า r	ค่าความยากง่าย (P)	ค่า IOC
1	0.28	ปานกลาง	0.79	1.00
2	0.25	ปานกลาง	0.76	1.00
3	0.47	ค่อนข้างสูง	0.67	1.00
4	0.47	ค่อนข้างสูง	0.73	1.00
5	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
6	0.22	ปานกลาง	0.74	1.00
7	0.38	ปานกลาง	0.76	1.00
8	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
9	0.38	ปานกลาง	0.76	1.00
10	0.40	ปานกลาง	0.69	1.00
11	0.40	ปานกลาง	0.79	1.00
12	0.48	ค่อนข้างสูง	0.76	1.00
13	0.40	ปานกลาง	0.79	1.00
14	0.42	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
15	0.35	ปานกลาง	0.73	1.00
16	0.25	ปานกลาง	0.76	1.00
17	0.23	ปานกลาง	0.73	1.00
18	0.23	ปานกลาง	0.73	1.00
19	0.37	ปานกลาง	0.76	1.00
20	0.37	ปานกลาง	0.76	1.00
21	0.50	ค่อนข้างสูง	0.76	1.00
22	0.42	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
23	0.35	ปานกลาง	0.73	1.00
24	0.43	ค่อนข้างสูง	0.61	1.00
25	0.22	ปานกลาง	0.70	1.00
26	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
27	0.53	ค่อนข้างสูง	0.61	1.00
28	0.38	ปานกลาง	0.76	1.00


ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลค่า r	ค่าความยากง่าย (P)	ค่า IOC
29	0.43	ค่อนข้างสูง	0.71	1.00
30	0.40	ปานกลาง	0.69	1.00

คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า 1.00 ทุกข้อ
2. ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.22 – 0.50
3. ค่าความยากง่าย (P) มีค่าตั้งแต่ 0.61 – 0.79
4. ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ (KR20) เท่ากับ 0.87



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก จ

ผลคะแนนของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 6 คะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้น ม.6/1
เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

เลขที่	ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน(40)
1	30	38
2	29	36
3	26	34
4	34	40
5	24	34
6	28	36
7	20	30
8	25	35
9	21	34
10	23	34
11	23	34
12	17	28
13	26	36
14	24	35
15	25	34
16	23	34
17	24	34
18	15	26
19	24	35
20	27	38
21	16	29
22	24	34
23	18	29
24	18	29

เลขที่	ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน(40)
25	20	30
26	16	28
27	23	36
28	27	35
29	20	28
30	21	27
31	26	35
32	27	36
33	23	34
34	22	34
35	19	28
36	19	30
37	20	34
38	24	33
39	24	34
40	25	36
41	28	35
รวม	948	1,359
\bar{X}	23.12	33.15
S.D.	4.11	3.35
ร้อยละ	57.80	82.87

ตารางที่ 7 คะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบ หลังเรียนของนักเรียนชั้น ม.6/3
ที่เรียนด้วยวิธีปกติ

เลขที่	ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน(40)
1	15	29
2	22	36
3	17	30
4	23	35
5	24	33
6	20	32
7	14	30
8	17	29
9	24	38
10	24	35
11	22	30
12	20	32
13	14	23
14	16	26
15	24	35
16	20	35
17	21	32
18	18	30
19	20	30
20	27	27
21	22	33
22	24	30
23	18	32
24	24	37

เลขที่	ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน(40)
25	20	32
26	22	33
27	23	26
28	27	29
29	20	28
30	21	30
31	26	34
32	27	35
33	23	36
34	22	29
35	25	34
36	25	30
37	20	29
38	24	32
39	24	30
40	25	29
41	23	30
42	20	28
รวม	907	1,313
\bar{X}	21.60	31.26
S.D.	3.41	3.24
ร้อยละ	53.99	78.15

ตารางที่ 8 คะแนนทดสอบก่อนเรียน -หลังเรียน ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของ
นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

เลขที่	ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน(40)
1	20	28
2	17	26
3	10	25
4	18	29
5	19	27
6	17	25
7	17	24
8	18	25
9	17	26
10	16	25
11	17	21
12	18	22
13	14	26
14	15	24
15	19	27
16	14	25
17	15	26
18	16	22
19	16	27
20	20	28
21	8	20
22	14	20
23	12	20
24	12	22

เลขที่	ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน(40)
25	17	24
26	16	23
27	18	26
28	19	27
29	17	24
30	9	23
31	15	26
32	18	27
33	18	27
34	16	26
35	15	24
36	16	25
37	18	26
38	17	25
39	18	25
40	19	27
41	20	27
รวม	665	1,022
\bar{X}	16.22	24.93
S.D.	2.82	2.26
ร้อยละ	54.07	83.09

ตารางที่ 9 คะแนนทดสอบก่อนเรียน -หลังเรียน ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของ
นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ

เลขที่	ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน(40)
1	12	20
2	17	27
3	10	20
4	16	26
5	19	24
6	17	25
7	18	22
8	12	19
9	17	25
10	16	24
11	17	22
12	18	24
13	14	18
14	13	19
15	14	25
16	12	27
17	15	24
18	16	20
19	16	24
20	19	23
21	18	25
22	14	23
23	12	24
24	19	28

เลขที่	ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน(40)
25	14	22
26	16	25
27	10	18
28	11	20
29	14	20
30	16	21
31	15	26
32	18	24
33	18	28
34	16	22
35	15	26
36	16	24
37	13	19
38	17	23
39	13	20
40	11	18
41	12	25
รวม	10	19
\bar{X}	626	958
S.D.	14.90	22.81
ร้อยละ	2.66	2.88

ตารางที่ 10 คะแนนระหว่างเรียนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวี
 ชั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เลข ที่	ชุดกิจกรรมที่ 1			ชุดกิจกรรมที่ 2		ชุดกิจกรรมที่ 3		ชุดกิจกรรมที่ 4		กิ ท
	กิจกรรม ทดลอง (10)	บัตร งาน (10)	ทดสอบ (10)	บัตร งาน (10)	ทดสอบ (10)	บัตร งาน (10)	ทดสอบ (10)	บัตร งาน (10)	ทดสอบ (10)	
1	9	9	9	10	10	10	9	10	10	
2	8	9	9	9	9	10	9	10	9	
3	8	9	9	9	9	10	9	9	9	
4	9	8	8	8	8	9	9	9	9	
5	8	9	9	9	9	10	8	9	9	
6	9	9	9	10	9	10	10	9	9	
7	8	9	9	10	9	9	9	9	9	
8	9	9	9	10	10	9	9	10	9	
9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	
10	8	9	9	9	8	9	9	9	9	
11	9	9	9	10	9	9	9	10	10	
12	9	8	8	8	8	9	8	9	8	
13	8	10	9	10	10	10	10	10	9	
14	9	9	9	10	9	10	10	10	9	
15	8	9	9	9	9	9	9	10	9	
16	8	9	9	9	9	9	9	9	9	
17	8	9	9	9	9	10	10	9	9	
18	8	8	7	8	8	9	7	8	8	
19	8	9	9	10	9	10	9	9	9	
20	9	9	9	10	10	10	9	10	10	
21	9	8	8	8	7	9	7	9	7	

31	8	9	9	9	9	10	9	9	9	
32	9	9	9	10	10	10	9	10	10	
33	8	9	9	9	9	9	9	9	9	
34	9	9	9	9	9	10	10	9	9	
35	8	9	6	8	7	8	7	9	6	
36	8	9	8	9	9	9	8	9	9	
37	9	10	10	9	9	10	9	9	9	
38	8	9	9	9	9	9	9	9	9	
39	8	9	9	9	9	10	8	9	9	
40	9	10	9	10	9	9	9	9	9	
41	8	9	9	10	9	9	9	9	9	
รวม	338	363	348	373	358	382	359	374	355	
\bar{X}	8.24	8.85	8.49	9.10	8.73	9.32	8.76	9.12	8.66	
S.D.	0.62	0.53	0.98	0.74	0.87	0.65	0.86	0.56	0.96	
ร้อยละ		88.5		90.9		93.1		91.2	86.5	
คะแนน	82.44	4	84.88	8	87.32	7	87.56	2	9	

เลขที่	ชุดกิจกรรมที่ 6		ชุดกิจกรรมที่ 7			ชุดกิจกรรมที่ 8			รวมคะแนนระหว่างเรียน (E ₁) (200)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (E ₂) (40)
	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)	กิจกรรม ทดลอง (10)	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)	กิจกรรม ทดลอง (10)	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)		
1	10	10	9	9	9	9	10	10	189	38
2	10	9	9	9	9	9	10	9	183	36
3	9	9	9	10	8	8	9	9	180	34
4	9	8	9	9	9	8	9	9	173	40
5	9	9	8	10	9	8	9	9	178	34
6	9	9	10	10	10	9	9	9	188	36
7	9	9	9	10	9	8	9	9	181	30
8	9	9	9	10	9	9	9	9	186	35
9	9	9	9	10	10	9	9	9	182	34
10	9	9	8	9	9	8	9	9	176	34
11	9	9	9	10	10	9	9	9	187	34
12	9	8	9	9	8	9	9	8	166	28

เลขที่	ชุดกิจกรรมที่ 6		ชุดกิจกรรมที่ 7			ชุดกิจกรรมที่ 8			รวมคะแนนระหว่างเรียน (E ₁) (200)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (E ₂) (40)
	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)	กิจกรรม ทดลอง (10)	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)	กิจกรรม ทดลอง (10)	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)		
13	10	10	8	9	9	8	10	10	192	36
14	10	10	10	9	9	9	10	10	186	35
15	10	10	9	9	9	8	9	9	180	34
16	10	9	8	9	9	9	9	9	177	34
17	9	9	8	10	9	8	9	9	184	34
18	8	8	9	8	8	9	9	7	160	26
19	9	9	8	9	9	8	9	9	183	35
20	10	10	9	10	9	9	10	10	194	38
21	9	8	10	9	8	9	9	9	161	29
22	9	9	8	10	9	8	9	9	181	34
23	8	7	8	8	7	9	9	9	162	29

เลขที่	ชุดกิจกรรมที่ 6		ชุดกิจกรรมที่ 7			ชุดกิจกรรมที่ 8			รวมคะแนนระหว่างเรียน (E ₁) (200)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (E ₂) (40)
	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)	กิจกรรม ทดลอง (10)	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)	กิจกรรม ทดลอง (10)	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)		
24	8	8	8	9	8	8	8	8	160	29
25	9	8	8	9	9	8	9	9	170	30
26	8	7	8	8	7	8	8	7	152	28
27	9	9	9	10	10	9	9	9	186	36
28	9	9	9	10	10	9	9	9	184	35
29	8	8	7	8	6	8	9	9	158	28
30	8	6	8	8	7	7	8	7	148	27
31	9	9	9	10	9	9	9	9	181	35
32	9	9	9	10	10	10	9	9	191	36
33	9	9	9	10	9	9	9	9	180	34
34	9	9	9	10	9	9	9	9	182	34

เลขที่	ชุดกิจกรรมที่ 6		ชุดกิจกรรมที่ 7			ชุดกิจกรรมที่ 8			รวมคะแนนระหว่างเรียน (E ₁) (200)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (E ₂) (40)
	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)	กิจกรรม ทดลอง (10)	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)	กิจกรรม ทดลอง (10)	บัตรงาน (10)	ทดสอบ (10)		
35	9	7	8	9	6	8	9	7	157	28
36	9	9	9	10	8	8	9	7	172	30
37	9	9	10	10	10	9	9	9	188	34
38	9	9	9	10	9	8	9	9	179	33
39	9	9	9	10	9	9	9	9	181	34
40	9	9	9	10	10	9	9	9	184	36
41	9	9	9	10	10	9	9	9	182	35
รวม	370	358	357	386	360	350	371	361	7264	1359
\bar{X}	9.02	8.73	8.71	9.41	8.78	8.54	9.05	8.80	177.17	33.15
S.D.	0.57	0.87	0.68	0.71	1.04	0.60	0.44	0.78	5.37	3.35
ร้อยละ	90.24	87.32	87.07	94.15	87.80	85.37	90.49	88.05	88.59	82.87



ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์การทดสอบสถิติเอฟ (F-test)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

```

NEW FILE.
DATASET NAME DataSet2 WINDOW=FRONT.
T-TEST GROUPS=Method(1 2)
/MISSING=ANALYSIS
/VARIABLES=Pretest

/CRITERIA=CI(.9500).

```

Group Statistics

	Method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pretest	1	41	23.12	4.106	.641
	2	42	21.60	3.408	.526

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Pretest	Equal variances assumed	.797	.375	1.845	81	.069	1.527	.827	-.120	3.173
	Equal variances not assumed			1.841	77.633	.069	1.527	.829	-.124	3.178

จากผลการวิเคราะห์ Levene's Test พบว่าได้ค่าสถิติ (F-test) เท่ากับ .797 โดยมีค่า Sig. เท่ากับ .375 ซึ่งมีค่ามากกว่านัยสำคัญที่กำหนด (.01) แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน และจากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าสถิติที่เท่ากับ 1.845 ที่องศาอิสระเท่ากับ 81 และมีค่า Sig. เท่ากับ .069 ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด (.01) พบว่ามีค่ามากกว่า นั่นแสดงว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานจากทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

T-TEST GROUPS=Method(1 2)
 /MISSING=ANALYSIS
 /VARIABLES=Prethinking
 /CRITERIA=CI (.9500) .


Group Statistics

	Method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Prethinking	1	41	16.22	2.824	.441
	2	42	14.90	2.658	.410

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Prethinking	.191	.663	2.185	81	.032	1.315	.602	.117	2.512
			2.183	80.419	.032	1.315	.602	.116	2.513

จากผลการวิเคราะห์ Levene's Test พบว่าได้ค่าสถิติ (F-test) เท่ากับ .191 โดยมีค่า Sig. เท่ากับ .663 ซึ่งมีค่ามากกว่านัยสำคัญที่กำหนด (.01) แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน และจากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าสถิติที่เท่ากับ 2.185 ที่องศาอิสระเท่ากับ 81 และมีค่า Sig. เท่ากับ .032 ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด (.01) พบว่า มีค่ามากกว่า นั้นแสดงว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์จากทำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน



ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ บว. ๐๕๘๑/๒๕๕๘



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๑

๘ พฤษภาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนาคนประเสริฐ

ด้วย นางเรณุกานต์ โชติกนกกุล รหัสประจำตัว ๕๖๘๒๑๐๘๐๓๑๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือการวิจัยกับประชากร และกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖/๒ จำนวน ๔๒ คน เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธิ ดีเมืองชัย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร ๐ - ๔๓๓๒ - ๕๔๓๘



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โทร. ๓๐๐

ที่ บว. ว.๐๘๑๑/๒๕๕๘

วันที่ ๘ พฤษภาคม ๒๕๕๘

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษิต บุญทองเถิง

ด้วย นางเรณูกานต์ โชติกนกกุล รหัสประจำตัว ๕๖๘๒๑๐๑๘๐๓๑๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธิ์ ตีเมืองชัย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โทร. ๓๐๐

ที่ บว. ว.๐๘๑๑/๒๕๕๘

วันที่ ๘ พฤษภาคม ๒๕๕๘

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรุณ ชูยกระเดื่อง

ด้วย นางเรณุกานต์ โชติกนกกุล รหัสประจำตัว ๕๖๘๒๑๐๑๘๐๓๑๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธิ ตีเมืองชัย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โทร. ๓๐๐

ที่ บว. ว.๐๘๑๑/๒๕๕๘

วันที่ ๘ พฤษภาคม ๒๕๕๘

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถกต ภูมิสายคร

ด้วย นางเรณุกานต์ โชติกนกกุล รหัสประจำตัว ๕๖๘๒๑๐๑๘๐๓๑๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาภาษา
- ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
- ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธิ ทีเมืองชัย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โทร. ๓๐๐

ที่ บว. ว.๐๘๑๑/๒๕๕๘

วันที่ ๘ พฤษภาคม ๒๕๕๘

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ฉาณกรณ์ ทับทิมใส

ด้วย นางเรณูกานต์ โชติกนกกุล รหัสประจำตัว ๕๖๘๒๑๐๑๘๐๓๑๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล

ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย

อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธิ ตีเมืองชัย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ บว. ว ๐๔๕๕/๒๕๕๘

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๑

๘ พฤษภาคม ๒๕๕๘

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์จूरรัตน์ จวงสมุทร

ด้วย นางเรณุกานต์ โชติกนกกุล รหัสประจำตัว ๕๖๘๒๑๐๘๐๓๑๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องค่านเนื้อหา ภาษา
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
 อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธิ ดีเมืองชัย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร ๐ - ๔๓๗๒ - ๕๔๓๘