

ชุดที่

8

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี

เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

รายวิชาเคมี ว33221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

REDOX



GALVANIC CELL



ELECTROLYTIC CELL



นางสาวปราณูชลี นนทะวัน
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ
โรงเรียนสตรีสิริเกศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ชุดที่ 8 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดนี้ จัดทำตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร เมื่อนักเรียนได้ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดนี้แล้ว จะช่วยเสริมสร้างความรู้ ทักษะ/กระบวนการและยังปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ดีให้กับนักเรียน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาและประเมินผลการเรียนได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ได้เรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนเป็นรายบุคคล และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ช่วยตรวจสอบคุณภาพของชุดการเรียนรู้ชุดนี้ ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทุกคน ในการร่วมกันพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยความตั้งใจ

คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาเคมี (ไฟฟ้าเคมี ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม) รหัสวิชา ว33221 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ชุดที่ 8 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้จัดทำขึ้นโดยกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 มีความมุ่งหวังเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจ ฝึกปฏิบัติกิจกรรม เป็นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะทางวิชาการให้นักเรียนมีความสามารถในการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียนสื่อความและมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าเคมี

การจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ได้มีการจัดทำ ปรับปรุง แก้ไขและพัฒนา มาโดยตลอด มีทั้งหมด 8 ชุด จำนวน 8 เล่ม ดังนี้

ชุดที่ 1	ปฏิกิริยารีดอกซ์	เวลา 3 ชั่วโมง
ชุดที่ 2	การดุลสมการรีดอกซ์	เวลา 3 ชั่วโมง
ชุดที่ 3	เซลล์กัลวานิก	เวลา 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 4	ประเภทของเซลล์กัลวานิก	เวลา 3 ชั่วโมง
ชุดที่ 5	การแยกสารละลายด้วยไฟฟ้า	เวลา 3 ชั่วโมง
ชุดที่ 6	การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า	เวลา 3 ชั่วโมง
ชุดที่ 7	การทำโลหะให้บริสุทธิ์	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 8	การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน	เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้จะมีประโยชน์ สำหรับการจัดการเรียนการสอนของครูและนักเรียน เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนสามารถใช้ประกอบกับคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นต่อไป

ปริญชลี นนทะวัน

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	ก
คำชี้แจง.....	ข
สารบัญ.....	ค
คำชี้แจงสำหรับครู.....	ง
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	ฉ
ชุดการเรียนรู้ที่ 8 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน.....	1
บัตรคำสั่ง	3
แบบทดสอบก่อนเรียน	4
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	7
บัตรคำถามที่ 8.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโลหะในธรรมชาติ	8
บัตรคำถามที่ 8.2 เรื่อง ล่วงรู้ ทำนาย	9
บัตรกิจกรรมที่ 8.1 เรื่อง บทปฏิบัติการ เรื่อง ปัจจัยในการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก	10
บัตรเนื้อหาที่ 8.1 เรื่อง การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	14
บัตรฝึกเสริมทักษะที่ 8.1 เรื่อง กิจกรรมความรู้สู่การนำไปใช้.....	17
บัตรคำถามที่ 8.3 เรื่อง รวบรวมความรู้สู่ประเมินผล	19
แบบทดสอบหลังเรียน	20
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน.....	23
เฉลยแนวคำตอบ	24
เฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน.....	25
เฉลยบัตรคำถามที่ 8.1	26
เฉลยบัตรคำถามที่ 8.2	27
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 8.1	28
เฉลยบัตรฝึกเสริมทักษะที่ 8.1.....	31
เฉลยบัตรคำถามที่ 8.3	33
เฉลยคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	34
บรรณานุกรม.....	35



คำชี้แจงสำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 8 เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน จัดเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม และให้ศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม ครูเป็นเพียงผู้เตรียมการสอน เตรียมชั้นเรียน เตรียมสื่อและอุปกรณ์ พร้อมทั้งเป็นพี่เลี้ยงคอยดูแลและให้การช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา ซึ่งครูจะต้องปฏิบัติรายละเอียด ดังนี้

1. จัดชั้นเรียนให้เป็นแบบกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 6 คน คละนักเรียนเก่ง กลาง และอ่อน
2. ครูต้องศึกษาเนื้อหาและกิจกรรมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียด
3. เตรียมสื่อและอุปกรณ์ สารเคมีสำหรับการทดลอง ไว้ให้เรียบร้อย
4. ชี้แจงขั้นตอนการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน
5. การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้
 - 1) ทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียน และตรวจคำตอบได้จากบัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
 - 2) ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

โดยครูให้นักเรียนแต่ละคนดูภาพชุดที่ 1 และภาพชุดที่ 2 ในบัตรคำถามที่ 8.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโลหะในธรรมชาติ ร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามจากบัตรคำถาม จากนั้นครูแจ้งหัวข้อเรื่องที่จะสอนและจุดประสงค์ในการเรียนรู้ให้เรียนทราบ
 - 3) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)
 - ให้นักเรียนตอบคำถามในบัตรคำถามที่ 8.2 เรื่อง ล่วงรู้ ทำนาย โดยครูให้นักเรียนดูภาพการออกแบบการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาในการเกิดสนิมเหล็ก แล้วทำนายผลการทดลองล่วงหน้า
 - ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนในบัตรกิจกรรมที่ 8.1 บทปฏิบัติการ เรื่อง ปฏิกิริยาในการเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก (ครูจะต้องเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีในการทดลองให้กับนักเรียน) และนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกัดกร่อนของโลหะเพิ่มเติมได้
 - 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)
 - ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการทดลองจากบทปฏิบัติการ เรื่อง ปฏิกิริยาในการเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก
 - ครูสุ่มนักเรียนตัวแทนจากกลุ่มต่าง ๆ มานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

- 5) ขั้นขยายความรู้ (elaboration)
 - ให้นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ที่ 8.1 เรื่องการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
 - ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในบัตรฝึกเสริมทักษะที่ 8.1 เรื่อง กิจกรรมความรู้สู่การนำไปใช้
- 6) ขั้นประเมินผล (evaluation)
 - ให้นักเรียนตอบคำถามในบัตรคำถามที่ 8.3 เรื่อง สรุปและประเมินผล
- 7) ทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และตรวจคำตอบได้จากบัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน ถ้านักเรียนคนใดได้คะแนนต่ำและไม่ผ่านเกณฑ์จะต้องเรียนซ่อมเสริมต่อไป
6. ในขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรม ครูสังเกตและประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างใกล้ชิด หากนักเรียนมีปัญหาควรเข้าไปแก้ไขเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
7. หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกขั้นตอน ครูควรแจ้งให้นักเรียนทุกกลุ่มเก็บอุปกรณ์การเรียนรู้ให้เรียบร้อย

คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

นักเรียนศึกษา สารและมาตรฐานการเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหา สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และสมรรถนะสำคัญ

ให้นักเรียนศึกษาบัตรคำสั่ง และทำกิจกรรมตามบัตรคำสั่ง

ให้นักเรียนทบทวนทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 8 เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน จำนวน 10 ข้อ เมื่อทำเสร็จแล้ว ส่งกระดาษคำตอบให้คุณครูตรวจ

นักเรียนควรทำกิจกรรมทุกขั้นตอนด้วยความตั้งใจ ไม่แอบดูเฉลยก่อน

เมื่อนักเรียนตอบคำถาม/ทำกิจกรรม/ทำแบบฝึกเสริมทักษะ เสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถตรวจคำตอบได้จากบัตรเฉลย

หากนักเรียนเกิดคำถามหรือข้อสงสัยใด ๆ ในระหว่างการทำกิจกรรมให้ปรึกษาครูผู้สอนได้ทันที

เมื่อนักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมครบทุกขั้นแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ และสามารถตรวจคำตอบได้ในบัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน



ชุดที่ 8 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระการเรียนรู้

1. การผุกร่อนของโลหะ
2. การป้องกันการผุกร่อนของโลหะ

สาระสำคัญ

การกัดกร่อนของโลหะ (Corrosion) คือ การที่โลหะทำปฏิกิริยากับสารต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ โลหะ แล้วทำให้โลหะนั้นเปลี่ยนสภาพเป็นไอออน หรือกลายเป็นสารประกอบออกไซด์/สารประกอบไฮดรอกไซด์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากหลาย ๆ สภาวะ เช่น เมื่อโลหะอยู่ในสภาวะความเป็นกรด ความเค็ม หรืออยู่ใกล้กับโลหะที่เสียอิเล็กตรอนยาก เป็นต้น

การเกิดสนิมเกิดจากโลหะเหล็กเสียอิเล็กตรอนให้แก่ น้ำ และออกซิเจน เกิดเป็น Fe(OH)_2 ซึ่งถูกออกซิเจนและน้ำในอากาศออกซิไดซ์ไปเป็น $\text{Fe(OH)}_3(\text{s})$ และเปลี่ยนไปเป็น $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ สีของสนิมนั้นอาจมีสีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับ จำนวนของน้ำ ($n\text{H}_2\text{O}$) ในผลึกแต่แห่งซึ่งอาจไม่เท่ากัน

การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะทำได้โดยการป้องกันไม่ให้ผิวโลหะสัมผัสสารเคมีหรือน้ำและออกซิเจนในอากาศ โดยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. **การเคลือบผิวโลหะ** สามารถเคลือบได้โดย การทาสี การชุบน้ำมัน หรือการเคลือบด้วยพลาสติก
2. **การชุบ** เป็นการชุบผิวโลหะด้วยโลหะอีกชนิดหนึ่ง โลหะที่นิยมนำมาใช้ชุบจะเป็นโลหะที่ถูกกัดกร่อนได้ยาก เช่น นิกเกิล ทองแดง ดีบุก เงิน โครเมียม เป็นต้น
3. **การทำเป็นโลหะผสม** โดยการนำโลหะตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาหลอมรวมกัน ทำให้ทนต่อการกัดกร่อน
4. **วิธีแคโทดิก** เป็นการป้องกันการกัดกร่อนโดยนำโลหะที่มีค่า E^0_{red} ต่ำหรือตัวรีดิวซ์ที่ต่ำกว่าไปพันไว้กับโลหะที่ต้องการไม่ให้เกิดสนิม โลหะที่มีค่า E^0_{red} ต่ำจะเป็นแอโนด และโลหะที่ไม่ต้องการให้เกิดสนิมมี E^0_{red} สูงก็จะเป็นแคโทด

5. วิธีอะโนไดซ์ เป็นการเปลี่ยนผิวหน้าของโลหะให้กลายเป็นโลหะออกไซด์ โลหะที่นิยมใช้ เช่น อะลูมิเนียม โครเมียม ดีบุก สังกะสี โดยกระแสไฟฟ้า 12 V ซึ่งโลหะออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทนการกัดกร่อนมากกว่าโลหะปกติ ออกไซด์ของโลหะเหล่านี้จะเคลือบผิวของโลหะไม่ให้เกิดการกัดกร่อนต่อไป
6. การรมดำ เป็นการป้องกันการกัดกร่อนและเพิ่มความสวยงามให้แก่ชิ้นโลหะ เช่น ปืน ดาบ โดยให้เหล็กไปทำปฏิกิริยากับสารเคมีเฉพาะ เปลี่ยนผิวหน้าเหล็กให้กลายเป็น FeO(OH) วิธีการนี้สามารถใช้กับโลหะอื่น ๆ ได้ เช่น ทองแดง ทองเหลือง อะลูมิเนียม เงิน และสแตนเลส เป็นต้น
7. การเคลือบผิวโลหะ

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายสาเหตุหรือภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้
2. อธิบายวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะโดยวิธีอะโนไดซ์ การรมดำ วิธีแคโทดิก การเคลือบผิวด้วยพลาสติก สีหรือน้ำมัน และการชุบโลหะได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)
 1. อธิบายความหมายของการกัดกร่อนโลหะได้
 2. อธิบายสภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนได้
 3. อธิบายวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะได้
2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)
 1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะ
 2. เขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนของโลหะได้
 3. ระบุได้ว่าสารใดทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนและตัวให้อิเล็กตรอน
 4. สืบค้นข้อมูลการเกิดสนิมของเหล็กได้
 5. นำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ปัจจัยที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะ
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
 1. มีความมุ่งมั่น สนใจในการเรียน และมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ
 2. มีความสามัคคีในกลุ่ม
 3. มีวินัยในการทำกิจกรรมอย่างมีสติเสร็จตามเวลาที่กำหนด
 4. มีความซื่อสัตย์ในการทำกิจกรรม
 5. มีจิตสาธารณะแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน
 6. มีจิตวิทยาศาสตร์



บัตรคำสั่ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามคำสั่งดังนี้

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (10 นาที)
2. ขึ้นรับความสนใจ (10 นาที)
 - บัตรคำถามที่ 8.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโลหะในธรรมชาติ
3. ขึ้นสำรวจและค้นหา (60 นาที)
 - บัตรคำถามที่ 8.2 เรื่อง ล่วงรู้ ทำนาย
 - บัตรกิจกรรมที่ 8.1 บทปฏิบัติการ เรื่อง ปักจี้ในการเกิด การกัดกร่อนของโลหะ
4. ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป (30 นาที)
 - ตอบคำถามท้ายการทดลองและสรุปผลการทดลอง เรื่อง ปักจี้ในการเกิดการกัดกร่อนของโลหะ
5. ขึ้นขยายความรู้ (50 นาที)
 - บัตรเนื้อหาที่ 8.1 เรื่อง การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
 - บัตรฝึกเสริมทักษะ เรื่อง กิจกรรมความรู้สู่การนำไปใช้
6. ขึ้นประเมิน (10 นาที)
 - บัตรคำถามที่ 8.3 เรื่อง สรุปและประเมินผล
7. ทำแบบทดสอบหลังเรียน (10 นาที)

แบบทดสอบก่อนเรียน

รายวิชาไฟฟ้าเคมี ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม ว33221

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ

เวลาในการสอบ 10 นาที



คำชี้แจง

- แบบทดสอบก่อนเรียนชุดที่ 8 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที
- ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

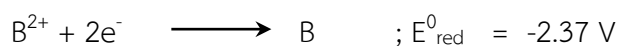
- สภาวะใดที่เหล็กจะถูกกัดกร่อนได้เร็วที่สุด
 - มีน้ำและอากาศ
 - มีอากาศและสารละลาย NaOH
 - มีน้ำ อากาศ และลวดทองแดงผูกติดอยู่
 - มีน้ำ ออกซิเจน และลวดแมกนีเซียมผูกติดอยู่
- สถานการณ์ในข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการกัดกร่อนของโลหะ เมื่อโลหะคู่หนึ่งอยู่ด้วยกัน

โลหะชิ้นที่ 1	โลหะชิ้นที่ 2	โลหะที่ถูกกัดกร่อน
ก. Fe	Sn	Sn
ข. Al	Sn	Al
ค. Fe	Cr	Fe
ง. Al	Cr	Cr
- การเกิดสนิมจะเกิดช้าลงมากที่สุด เมื่อมีโลหะใดต่ออยู่กับตะปูเหล็ก
 - โลหะแมกนีเซียม
 - โลหะทองแดง
 - โลหะสังกะสี
 - โลหะเงิน

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม ข้อ 4 - 5

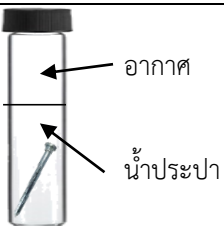
ในการศึกษาการผุกร่อนของโลหะ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลหะในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำ แล้วนำมาทดสอบด้วย $K_3Fe(CN)_6$ และฟีนอล์ฟทาเลิน มีผลการทดลองดังนี้

กำหนดให้



ตะปูพันด้วยโลหะ A	ตะปูพันด้วยโลหะ B	ตะปูพันด้วยโลหะ C	ตะปูพันด้วยโลหะ D
			
ผลการทดสอบกับฟีนอล์ฟทาลีน			
รอบ ๆ ตะปูมีสี ชมพูจาง ๆ	รอบ ๆ ตะปูมี สีชมพูเข้ม	รอบ ๆ ตะปูมีสี ชมพูจาง ๆ	รอบ ๆ ตะปูมีสี ชมพูเข้ม
ผลการทดสอบกับ $K_3Fe(CN)_6$			
ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี	มีสีเขียวแกมสีน้ำเงิน เล็กน้อย	มีสีเขียวเข้มแกม สีน้ำเงินเข้ม

4. จากการทดลอง ข้อสรุปใดถูกต้อง
 - ก. โลหะ B ทำให้ตะปูเหล็กเสียอิเล็กตรอนได้ง่ายขึ้น
 - ข. สีชมพูที่เกิดขึ้นมาจาก OH^- ที่เกิดในปฏิกิริยาออกซิเดชัน
 - ค. ในทุกสภาวะ ตะปูเหล็กเกิดสนิมทั้งหมดเนื่องจากน้ำและอากาศ
 - ง. เกิดสนิมเหล็กที่ตะปูพันด้วยโลหะ D มากกว่า ตะปูพันด้วยโลหะ C
5. โลหะ C จะเกิดการกัดกร่อน เมื่อต่อเข้ากับโลหะใด
 - ก. ต่อโลหะ C กับโลหะ A
 - ข. ต่อโลหะ C กับโลหะ B
 - ค. ต่อโลหะ C กับโลหะ Fe
 - ง. ต่อโลหะ C กับโลหะ D
6. จากการทดสอบตะปูเหล็กดังต่อไปนี้

I	II	III	IV
			

ตะปูในหลอดใดจะเป็นสนิม

- ก. หลอดที่ I
 - ข. หลอดที่ II
 - ค. หลอดที่ III
 - ง. หลอดที่ IV
7. ข้อใดไม่ถือว่าเป็นการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
 - ก. การรมดำอาวุธปืน
 - ข. ทาสีน้ำมันที่ประตูเหล็กหน้าบ้าน
 - ค. การชะโลมน้ำมันตะปูก่อนตีตะปูลงในเนื้อไม้
 - ง. การขัดคราบดำหม่นออกจากชุดสกรูรถยนต์

8. การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ วิธีใดที่ต้องผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส
- ก. วิธีรมดำ
 - ข. วิธีแคโทดิก
 - ค. การเคลือบพลาสติก
 - ง. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า
9. ข้อใดถูกต้องที่สุด ในการฝังลวดแมกนีเซียมไว้ให้สัมผัสกับท่อเหล็กบรรจุน้ำมันใต้ดิน เพื่อลดการกัดกร่อนของท่อ
- ก. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวออกซิไดซ์
 - ข. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวรับอิเล็กตรอนจากท่อเหล็ก
 - ค. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวส่งผ่านอิเล็กตรอนไปยังท่อเหล็ก
 - ง. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวป้องกันมิให้ท่อเหล็กสัมผัสกับความชื้นโดยตรง
10. สังกะสีแผ่นเรียบใช้ทำรางน้ำฝนมีการผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี และกระป๋องน้ำผลไม้ที่ทำจากเหล็กเคลือบด้วยอะลูมิเนียม ผลิตภัณฑ์ชนิดใดจะเกิดสนิมเร็วกว่ากันเมื่ออยู่ในสภาวะที่สัมผัสอากาศและความชื้น
- ก. กระป๋องน้ำผลไม้
 - ข. สังกะสีแผ่นเรียบ
 - ค. เกิดสนิมพร้อมกัน เพราะเป็นเหล็กเหมือนกัน
 - ง. ไม่เกิดสนิมทั้ง 2 ชนิด เพราะมีการป้องกันการกัดกร่อน





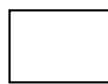
กระดาศำตอบ

.....แบบทดสอบก่อนเรียน

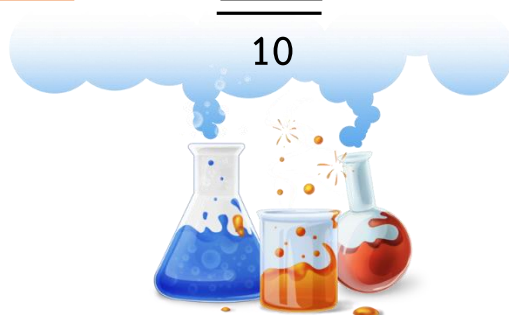
ชื่อ - นามสกุล ชั้น.....เลขที่.....

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

คะแนนที่ได้



10



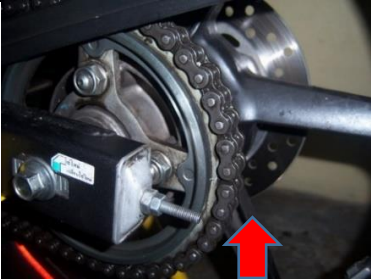
นำคะแนนมาเทียบกับเกณฑ์ได้ดังนี้

ถ้านักเรียนทำได้	0 - 4	คะแนน	อยู่ในเกณฑ์ ไม่ผ่าน
ถ้านักเรียนทำได้	5 - 6	คะแนน	อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
ถ้านักเรียนทำได้	7 - 8	คะแนน	อยู่ในเกณฑ์ ดี
ถ้านักเรียนทำได้	9 - 10	คะแนน	อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

บัตรคำถามที่ 8.1

การเปลี่ยนแปลงของโลหะในธรรมชาติ

1. จงใช้ข้อมูลจากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

ภาพชุดที่ 1	 ภาพที่ 1 น็อต ที่มา : http://pantip.com/topic/32232515	 ภาพที่ 2 น็อต ที่มา : https://malanggun.blogspot.com/2016_02_01_archive.html
ภาพชุดที่ 2	 ภาพที่ 3 โซ่รถจักรยานยนต์ ที่มา : http://pantip.com/topic/32386287	 ภาพที่ 4 โซ่รถจักรยานยนต์ ที่มา : http://pantip.com/topic/35221866

1) จากภาพชุดที่ 1 กับ ภาพชุดที่ 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

2) ข้อมูลจากภาพที่ 2 และ ภาพที่ 4 เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

3) ข้อมูลจากภาพที่ 2 และ ภาพที่ 4 นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

4) ข้อมูลจากภาพที่ 2 และ ภาพที่ 4 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการแก้ไขหรือป้องกันได้หรือไม่ จงยกตัวอย่าง

.....

.....



บัตรคำถามที่ 8.2
ส่วนรู้ ทำนาย

ขั้นทำนาย (Predict)

1. นักเรียนดูภาพที่ 5 ภาพการออกแบบการทดลอง แล้วตอบคำถาม ดังต่อไปนี้

การทดลอง							
A	B	C	D	E	F	G	H
อากาศ	น้ำกลั่น ตะปูพิน ลวด Cu	น้ำกลั่น ตะปูพิน ลวด Mg	น้ำมัน น้ำต้มที่เย็น แล้ว	น้ำเกลือ (NaCl)	น้ำมะนาว	น้ำกลั่น	สารดูด ความชื้น

ภาพที่ 8.5 การทดลอง เรื่อง ปัจจัยในการเกิดสนิมเหล็ก

1.1 จากภาพที่ 5 การทดลอง เรื่อง ปัจจัยในการเกิดสนิมเหล็ก นักเรียนคิดว่าการทดลอง A – G จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

.....

.....

1.2 ถ้านักเรียนเป็นผู้ทำการทดลอง นักเรียนคิดว่าระบบใดที่จะเกิดสนิมเหล็กมากที่สุด และระบบใดเกิดสนิมเหล็กน้อยที่สุด เพราะอะไร

.....

.....

1.3 ถ้านักเรียนเป็นผู้ทำการทดลองและเพิ่มระยะเวลาในการทดลอง เช่น จาก 1 วัน เป็น 3 วัน นักเรียนคิดว่าการทดลอง A – G จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

1.4 จากการทดลอง A – G นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่ทำให้เกิดสนิมเหล็ก

.....

.....

ขั้นสังเกต (Observe)

บัตรกิจกรรมที่ 8.1

บทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง ปัจจัยในการเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก

สมาชิกในกลุ่ม

ชื่อ.....เลขที่..... ชื่อ.....เลขที่.....
 ชื่อ.....เลขที่..... ชื่อ.....เลขที่.....
 ชื่อ.....เลขที่..... ชื่อ.....เลขที่.....
 กลุ่มที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

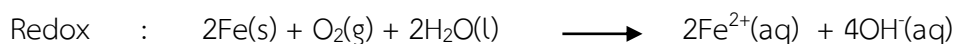
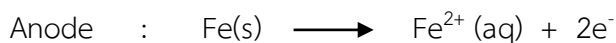
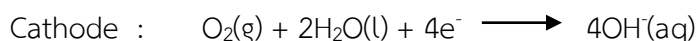
จุดประสงค์การทดลอง

1. ระบุสถานะที่ทำให้โลหะเหล็กเกิดการกัดกร่อนได้
2. อธิบายกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอน และเขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาของการกัดกร่อนของโลหะ พร้อมทั้งบอกตัวรีดิวซ์ และออกซิไดซ์ได้
3. เพื่อศึกษาการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะได้

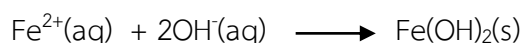
หลักการและทฤษฎี

การกัดกร่อน (Corrosion) คือ ปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นกับโลหะ โดยโลหะจะทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดในสิ่งแวดล้อมแล้วเปลี่ยนเป็นสารที่ไม่ต้องการ ที่อุณหภูมิห้องโลหะเกือบทุกชนิดสามารถเกิดกระบวนการออกซิเดชันได้ในอากาศ หากไม่มีการยับยั้งกระบวนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันก็จะทำให้โลหะเกิดความเสียหาย (มูลนิธิ สอวน, 2555 : 329)

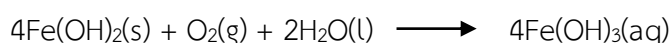
การกัดกร่อนของเหล็ก หรือการเกิดสนิมเหล็ก ซึ่งเป็นกระบวนการไฟฟ้าเคมีตามธรรมชาติที่มีค่าศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐานของ $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ เป็นบวกน้อยกว่าการรีดิวซ์ของ $\text{O}_2(\text{g})$ ดังนั้น $\text{Fe}(\text{s})$ จะถูกออกซิไดส์ได้ด้วย $\text{O}_2(\text{g})$ ดังสมการ



$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ และ $\text{OH}^-(\text{aq})$ เกิดปฏิกิริยาได้ $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ ดังสมการ



$\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ ที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับน้ำและออกซิเจนในอากาศ ได้ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ดังสมการ



Fe(OH)_3 ที่เกิดขึ้นนี้จะเปลี่ยนเป็น Fe_2O_3 ที่มีน้ำอยู่ในผลึกอยู่ในโมเลกุล โดยมีสูตรทั่วไป คือ

$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O(s)}$ ที่เรียกว่าสนิมเหล็ก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556 ; 71)

เนื่องจากการเกิดสนิมเหล็ก เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติอย่างช้า ๆ เราจึงสามารถตรวจสอบการเกิดสนิมเหล็ก (ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และประดับ นาคแก้ว, 2553 : 125) ได้ 2 วิธี ดังนี้

สารละลาย Ferroxyl ($\text{K}_3\text{Fe(CN)}_6$ + ฟีนอล์ฟทาลีน)

1. การตรวจสอบสนิมเหล็กโดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีน

การตรวจสอบสนิมเหล็กโดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีน เป็นการทดสอบเบื้องต้นใช้ฟีนอล์ฟทาลีนในการหาว่ามี OH^- เกิดขึ้นหรือไม่ ในกรณีที่มี OH^- เกิดขึ้น เมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนจะเกิดสีม่วงแดง แสดงว่าโลหะเสียอิเล็กตรอนให้แก่ H_2O และ O_2 แสดงว่าเริ่มเกิดสนิมแล้ว

2. การตรวจสอบสนิมเหล็กโดยใช้สารละลาย $\text{K}_3\text{Fe(CN)}_6$

การตรวจสอบสนิมเหล็กโดยใช้สารละลาย $\text{K}_3\text{Fe(CN)}_6$ เป็นการทดสอบหา Fe^{2+} ในกรณีที่เหล็กเปลี่ยนไปเป็น Fe^{2+} เมื่อหยด $\text{K}_3\text{Fe(CN)}_6$ จะเกิดตะกอนสีน้ำเงินของโพแทสเซียมไอรอน (II) เฮกซะไซยาโนเฟอไรต์ (III) ($\text{KFe[Fe(CN)}_6]$)

ในการทดสอบว่าโลหะเกิดสนิมเหล็ก จะต้องเกิดการเปลี่ยนแปลงตอบสนองทั้ง สีม่วงแดงที่เกิดจากฟีนอล์ฟทาลีน และสีน้ำเงินที่เกิดจาก $\text{K}_3\text{Fe(CN)}_6$ จึงจะถือว่าเกิดสนิมเหล็ก

กำหนดค่า E^0_{red} ของโลหะที่เกี่ยวข้องและน้ำ ดังนี้

$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\longrightarrow$	Cu(s)	$E^0_{\text{red}} = +0.34 \text{ V}$
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\longrightarrow$	Fe(s)	$E^0_{\text{red}} = -0.44 \text{ V}$
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\longrightarrow$	Mg(s)	$E^0_{\text{red}} = -2.37 \text{ V}$
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	$\longrightarrow$	Na(s)	$E^0_{\text{red}} = -2.71 \text{ V}$
$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^-$	$\longrightarrow$	$2\text{H}_2\text{O(l)}$	$E^0_{\text{red}} = +1.23 \text{ V}$
$2\text{H}_2\text{O(l)} + 2\text{e}^-$	$\longrightarrow$	$\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	$E^0_{\text{red}} = -0.83 \text{ V}$

อุปกรณ์และสารเคมีต่อ 1 กลุ่ม

1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	8 หลอด	2. จุกยาง	1 อัน
3. ที่วางหลอดทดลอง	1 อัน	4. ตะปู ขนาด 5 cm	8 ตัว
5. กระดาษทราย	1 แผ่น	6. น้ำกลั่น	
7. น้ำต้มเดือด ที่เย็นแล้ว		8. ลวดทองแดง 15 cm	1 เส้น
9. สารละลาย NaCl		10. น้ำมันพืช	
11. ลวดแมกนีเซียม 2.5 cm	1 เส้น	12. สารดูดความชื้น (SiO_2)	
13. ข้อนตักสาร	1 อัน	14. กระบอกตวง	1 อัน
15. น้ำมะนาว		16. ปากคีบ	1 อัน
17. สารละลาย Ferroxyl		18. หลอดหยด	2 อัน

วิธีการทดลอง

- นำหลอดทดลองขนาดเล็ก จำนวน 8 หลอด จุกยาง จำนวน 1 อัน และตะปู ขนาด 3.5 cm จำนวน 8 ตัว ขัดตะปูให้สะอาดด้วยกระดาษทราย แล้วจัดชุดอุปกรณ์ดังนี้
 - การทดลอง A ใส่ตะปูที่ขัดผิวสะอาด ลงในหลอดทดลอง
 - การทดลอง B ใส่ตะปูที่พันด้วยลวดทองแดงลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 5 ml
 - การทดลอง C ใส่ตะปูที่พันด้วยลวดแมกนีเซียมลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 5 ml
 - การทดลอง D ใส่ตะปูลงในหลอดทดลอง เติมน้ำต้มที่เย็นแล้ว 4 ml และเติมน้ำมันพืช 1 ml
 - การทดลอง E ใส่ตะปูลงในหลอดทดลอง เติมน้ำเกลือละลาย NaCl เข้มข้น 1 mol/dm^3 5 ml
 - การทดลอง F ใส่ตะปูลงในหลอดทดลอง เติมน้ำมะนาว 5 ml
 - การทดลอง G ใส่ตะปูลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 5 ml ปิดด้วยจุกยาง
 - การทดลอง H ใส่ตะปูลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกรดความเข้มข้น 1 ซ่อนเบอร์ 2 ปิดด้วยจุกยาง
- เก็บการทดลองนี้ไว้ 1 วัน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- เติม Ferroxyl (aq) ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 9 หลอด หลอดละ 5 ml แล้วนำตะปูเหล็กในข้อที่ 1 การทดลอง A – H หย่อนลงใน Ferroxyl (aq) ที่เตรียมไว้ สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	สังเกตด้วยตาเปล่า	สารละลาย Ferroxyl
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		

บัตรเนื้อหาที่ 8.1

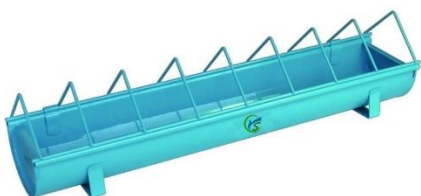
การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

โลหะในธรรมชาติเกิดการกัดกร่อนหรือเกิดสนิม ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรือสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยโลหะหรือมีโลหะเป็นส่วนประกอบ เมื่อโลหะเกิดการกัดกร่อนหรือเกิดสนิมก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจและสิ้นเปลืองทรัพยากรเพิ่มมากขึ้น

การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะทำได้โดยการป้องกันไม่ให้ผิวโลหะสัมผัสกับสารเคมี หรือน้ำและออกซิเจนในอากาศ โดยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. การเคลือบผิวโลหะ สามารถเคลือบได้โดย การทาสี การชุบน้ำมัน หรือ การเคลือบด้วยพลาสติก



ภาพที่ 6 การทาสีเคลือบผิวโลหะ



ภาพที่ 7 การใช้พลาสติกเคลือบผิวโลหะ

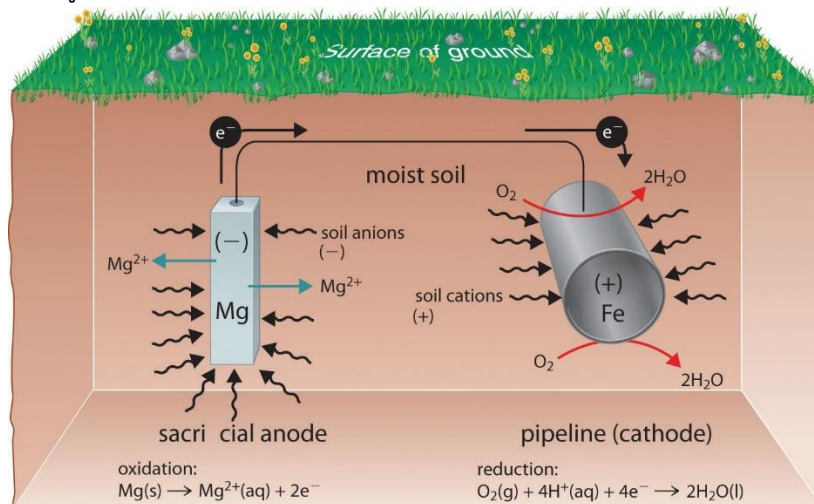
2. การชุบโลหะ เป็นการชุบผิวโลหะด้วยโลหะอีกชนิดหนึ่ง โลหะที่นิยมนำมาใช้ทำโลหะสำหรับชุบที่ผิวด้านนอกจะเป็นโลหะที่ถูกกัดกร่อนได้ยาก เช่น นิกเกิล ทองแดง ดีบุก เงิน โครเมียม เป็นต้น



ภาพที่ 8 การชุบโลหะ

3. การทำเป็นโลหะผสม โดยการนำโลหะตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาหลอมรวมกัน ทำให้ทนต่อการกัดกร่อน เช่น อลลอยด์ (Alloy)

4. **วิธีแคโทดิก** เป็นการป้องกันการกัดกร่อนโดยนำโลหะที่มีค่า E^0_{red} ต่ำหรือตัวรีดิวซ์ที่ดีกว่าไปพันไว้ใกล้ ๆ โลหะที่ไม่ต้องการให้เกิดสนิม โลหะที่มีค่า E^0_{red} ต่ำจะเป็นแอโนด และโลหะที่ไม่ต้องการให้เกิดสนิมมี E^0_{red} สูงก็จะเป็นแคโทด

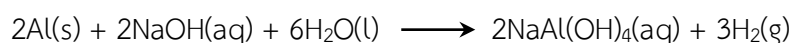


ภาพที่ 8 การแคโทดิกเหล็กด้วยแมกนีเซียม

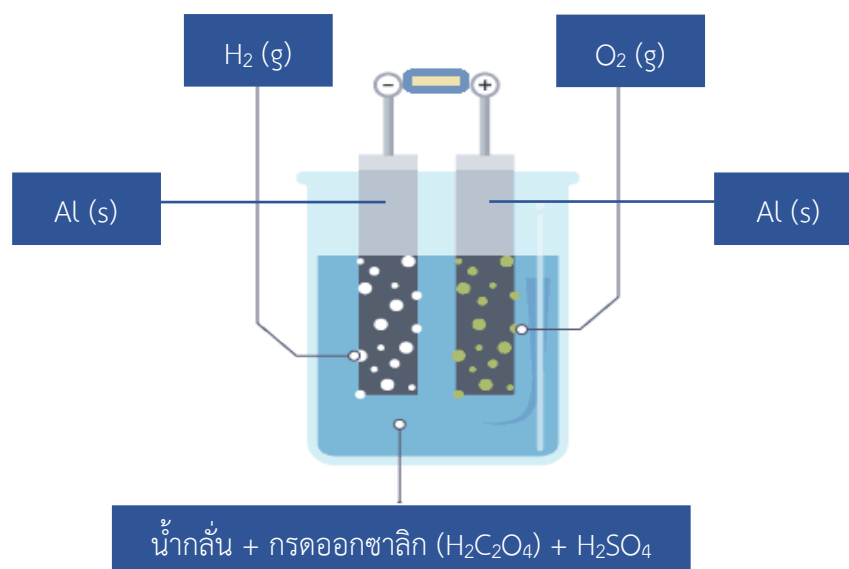
ที่มา : <https://prezi.com/xop4xk5w3sml/cathodic-protection/> (สืบค้นวันที่ 17 มีนาคม 2558)

5. **วิธีอะโนไดซ์** เป็นการเปลี่ยนผิวหน้าของโลหะให้กลายเป็นโลหะออกไซด์ โดยใช้โลหะ เช่น อะลูมิเนียม โครเมียม ดีบุก สังกะสี ด้วยกระแสไฟฟ้า 12 V โดยโลหะออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะต้องทนการกัดกร่อนมากกว่าโลหะปกติ ออกไซด์ของโลหะเหล่านี้จะเคลือบผิวของโลหะไม่ให้เกิดการกัดกร่อนต่อไป ดังตัวอย่างเช่น การอะโนไดซ์อะลูมิเนียม

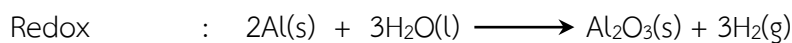
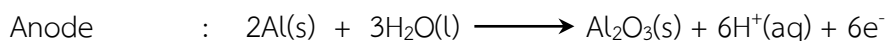
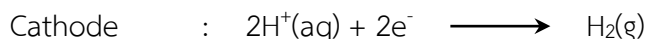
- 1) เตรียมชิ้นงานโดยขัดชิ้นงานให้สะอาด แล้วล้างไขมัน ล้างน้ำและเช็ดให้แห้ง กรณีชิ้นงานเป็น Al(s) ใช้ NaOH(aq) ในการล้างไขมัน และเตรียมผิวให้สะอาด ดังสมการ



- 2) นำแผ่นอะลูมิเนียมไปทำอะโนไดซ์ในสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) + กรดออกซาลิก



ที่แอโนดจะเกิด $O_2(g)$ ซึ่ง $O_2(g)$ ที่เกิดขึ้นจะไปทำปฏิกิริยากับ Al ได้ Al_2O_3 และ Al_2O_3 จับผิว Al แน่น มีรูพรุนเล็ก ๆ จับสีย้อมโลหะได้ดี ส่วนที่แผ่นแคโทด จะเกิด $H_2(g)$ ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับ Al

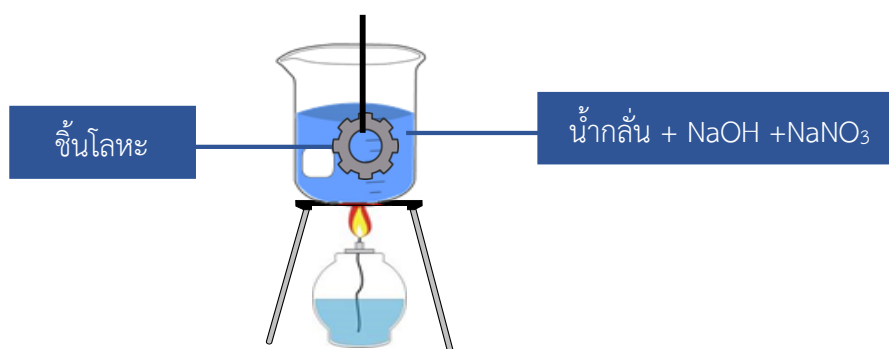


- 3) สามารถนำแผ่นอะลูมิเนียมที่ผ่านการอะโนไดซ์แล้วไปย้อมสีโลหะได้ที่อุณหภูมิ $50 - 60^\circ C$ ประมาณ 10 - 20 นาที



ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์จากการอะโนไดซ์

6. การรมดำ เป็นการป้องกันการกัดกร่อนและเพิ่มความสวยงามให้แก่ชิ้นโลหะ เช่น ปืน ดาบ โดยให้เหล็กไปทำปฏิกิริยากับสารเคมีเฉพาะ เปลี่ยนผิวหน้าเหล็กให้กลายเป็น $FeO(OH)$ วิธีการนี้สามารถใช้กับโลหะอื่น ๆ ได้ เช่น ทองแดง ทองเหลือง อะลูมิเนียม เงิน และสแตนเลส เป็นต้น โดยมีขั้นตอนดังนี้



- 1) เตรียมชิ้นงานโดยขัดผิวด้วยกระดาษทรายชนิดละเอียด ล้างไขมันด้วยไตรคลอโรเอทิลีน หรือ Na_3PO_4 แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด
- 2) นำไปต้มกับสารละลายที่มี $NaOH$ 375 g + $NaNO_3$ 125 g ในสารละลาย $1 dm^3$ $Fe(s)$ จะทำปฏิกิริยาแล้วได้เป็น $FeO(OH)(s)$ ที่มีสีน้ำตาลดำ เรียกว่า เซปิติโอโครไซด์ (Cepidiocrocite) ซึ่งไม่เกิดสนิมหรือกัดกร่อน

7. การทาสีโลหะด้วยสารยับยั้งการผุกร่อน เช่น

- เคลือบด้วยเกลือโครเมต ทำให้เกิด $FeCrO_4$ เคลือบผิวเหล็ก
- เกลือบิวทิลลามีน ซึ่งอยู่ในรูป $(CuHg)_3NH^+$ นิยมเติมลงไปในหม้อน้ำรณด์ จะทำให้เกิดฟิล์มบาง ๆ ปิดผิวเหล็กที่ใช้ทำหม้อน้ำ

บัตรฝึกเสริมทักษะที่ 8.1
กิจกรรมความรู้สู่การนำไปใช้

1. ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะจากกรอบด้านล่างให้ถูกต้องสอดคล้องกับภาพชิ้นงาน มาเติมลงในบอลลูนด้านหน้าภาพ

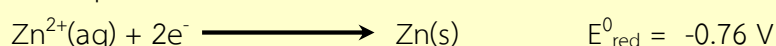
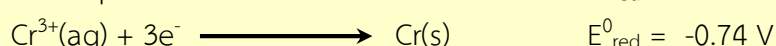
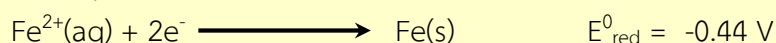
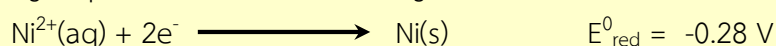
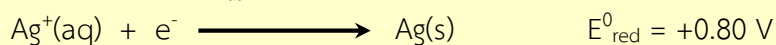
การรมดำ แคโทดิก อะโนไดซ์ การชุบโลหะ การทาสี การเคลือบพลาสติก

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

เมื่อ นายโชติ ต้องการล่อมรั้วลวดหนามที่ดินขนาด 10 ไร่ แต่ลวดหนามที่นำมาล่อมรั้วเป็นลวดหนามที่ผลิตขึ้นจากเหล็ก ทำให้เกิดสนิมได้ง่าย นายโชติ จึงต้องการที่จะลดการเกิดสนิมเหล็กโดยการนำโลหะไปพ่นกับลวดหนาม ให้สามารถใช้งานโดยไม่เกิดสนิมนาน 1 ปี และนายโชติควรจะเลือกโลหะชนิดใด จึงจะเหมาะสมและใช้ต้นทุนน้อยที่สุด ข้อมูลประกอบการตัดสินใจของนายโชติ มีดังนี้

โลหะ	อัตราการกัดกร่อนเมื่อเทียบกับลวดเหล็ก (กรัม/เดือน)	ราคาโลหะ (บาท/กรัม)
เหล็ก	300	5
เงิน	2×10^{-6}	135
สังกะสี	12.5	12
นิกเกิล	1×10^{-5}	32
โครเมียม	4.2	25

กำหนดให้ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานรีดักชัน ดังนี้



นายโชติควรจะเลือกโลหะชนิดใด จึงจะเหมาะสมและใช้ต้นทุนน้อยที่สุด เพราะอะไรจงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



1. จงเขียนแผนผังความคิด (mind mapping) สรุป เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

2. จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

- 1. $2\text{Fe(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{FeO(s)}$ เป็นปฏิกิริยาแสดงการเกิดสนิมเหล็กในธรรมชาติ
- 2. เมื่อนำโลหะ X ไปต่อกับโลหะ Y โดยที่ Y มีค่า E^0_{red} ต่ำกว่าโลหะ X โลหะที่เกิดการกัดกร่อน คือ โลหะ Y
- 3. ตะปูที่จุ่มอยู่ในสารละลาย CuSO_4 จะเกิดสนิมเร็วกว่าตะปูที่จุ่มอยู่ในน้ำ
- 4. วิธีการรมดำเป็นเซลล์อิเล็กโทรไลติก
- 5. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ในการรมดำ คือ $\text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} + \text{NH}_3$
- 6. สารที่มีสีน้ำตาลดำในการรมดำมีชื่อว่า Cepidiocrocite
- 7. การอะโนไดซ์เป็นเซลล์อิเล็กโทรไลติก
- 8. เมื่อนำโลหะอะลูมิเนียมไปทำอะโนไดซ์ แผ่นอะลูมิเนียมที่ขั้วแอโนดจะเกิด $\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$
- 9. การทำอะโนไดซ์ไม่สามารถย้อมสีโลหะได้ เนื่องจาก $\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$ ไม่จับกับสี
- 10. การใช้ลวดแมกนีเซียมพันรอบตะปู เป็นการป้องกันการกัดกร่อนด้วยวิธีแคโทดิก

แบบทดสอบหลังเรียน

รายวิชาไฟฟ้าเคมี ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม ว33221

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ

เวลาในการสอบ 10 นาที



คำชี้แจง

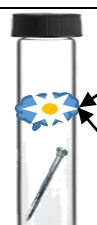
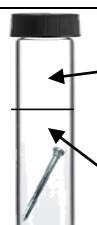
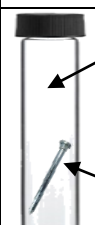
- แบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 8 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที
- ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

- การเกิดสนิมจะเกิดช้าลงมากที่สุด เมื่อมีโลหะใดต่ออยู่กับตะปูเหล็ก
 - โลหะแมกนีเซียม
 - โลหะทองแดง
 - โลหะสังกะสี
 - โลหะเงิน
- สถานการณ์ในข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการกัดกร่อนของโลหะ เมื่อโลหะคู่หนึ่งอยู่ด้วยกัน

โลหะชิ้นที่ 1	โลหะชิ้นที่ 2	โลหะที่ถูกกัดกร่อน
ก. Fe	Sn	Sn
ข. Al	Sn	Al
ค. Fe	Cr	Fe
ง. Al	Cr	Cr
- สภาวะใดที่เหล็กจะถูกกัดกร่อนได้เร็วที่สุด
 - มีน้ำและอากาศ
 - มีอากาศและสารละลาย NaOH
 - มีน้ำ อากาศ และลวดทองแดงผูกติดอยู่
 - มีน้ำ ออกซิเจน และลวดแมกนีเซียมผูกติดอยู่
- ข้อใดถูกต้องที่สุด ในการฝังลวดแมกนีเซียมไว้ให้สัมผัสกับท่อเหล็กบรรจุน้ำมันใต้ดิน เพื่อลดการกัดกร่อนของท่อ
 - ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวออกซิไดซ์
 - ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวรับอิเล็กตรอนจากท่อเหล็ก
 - ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวส่งผ่านอิเล็กตรอนไปยังท่อเหล็ก
 - ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวป้องกันมิให้ท่อเหล็กสัมผัสกับความชื้นโดยตรง

5. ข้อใดไม่ถือว่าเป็นการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
- การรมดำอาวุธปืน
 - ทาสีน้ำมันที่ประตูเหล็กหน้าบ้าน
 - การชะโลมน้ำมันตะปูก่อนตีตะปูลงในเนื้อไม้
 - การขัดคราบดำหม่นออกจากชุดสร้อยเครื่องเงิน

6. จากการทดสอบตะปูเหล็กดังต่อไปนี้

I	II	III	IV
			

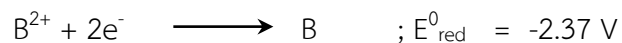
ตะปูในหลอดใดจะเป็นสนิม

- หลอดที่ I
 - หลอดที่ II
 - หลอดที่ III
 - หลอดที่ IV
7. การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ วิธีใดที่ต้องผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส
- วิธีรมดำ
 - วิธีแคโทดิก
 - การเคลือบพลาสติก
 - การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า
8. สังกะสีแผ่นเรียบใช้ทำรางน้ำฝนมีการผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี และกระป๋องน้ำผลไม้ที่ทำจากเหล็กเคลือบด้วยอะลูมิเนียม ผลิตภัณฑ์ชนิดใดจะเกิดสนิมเร็วกว่ากันเมื่ออยู่ในสภาวะที่สัมผัสอากาศและความชื้น
- กระป๋องน้ำผลไม้
 - สังกะสีแผ่นเรียบ
 - เกิดสนิมพร้อมกัน เพราะเป็นเหล็กเหมือนกัน
 - ไม่เกิดสนิมทั้ง 2 ชนิด เพราะมีการป้องกันการกัดกร่อน

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม ข้อ 9 - 10

ในการศึกษาการกัดกร่อนของโลหะ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลหะในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำ แล้วนำมาทดสอบด้วย $K_3Fe(CN)_6$ และฟีนอล์ฟทาไลน์ มีผลการทดลองดังนี้

กำหนดให้



ตะปูพันด้วยโลหะ A	ตะปูพันด้วยโลหะ B	ตะปูพันด้วยโลหะ C	ตะปูพันด้วยโลหะ D
			
ผลการทดสอบกับฟีนอล์ฟทาลีน			
รอบ ๆ ตะปูมีสี ชมพูจาง ๆ	รอบ ๆ ตะปูมี สีชมพูเข้ม	รอบ ๆ ตะปูมีสี ชมพูจาง ๆ	รอบ ๆ ตะปูมีสี ชมพูเข้ม
ผลการทดสอบกับ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$			
ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี	มีสีเขียวแกมสีน้ำเงิน เล็กน้อย	มีสีเขียวเข้มแกม สีน้ำเงินเข้ม

9. โลหะ C จะเกิดการกัดกร่อน เมื่อต่อเข้ากับโลหะใด

- ก. ต่อโลหะ C กับโลหะ A
- ข. ต่อโลหะ C กับโลหะ B
- ค. ต่อโลหะ C กับโลหะ Fe
- ง. ต่อโลหะ C กับโลหะ D

10. จากการทดลอง ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. โลหะ B ทำให้ตะปูเหล็กเสียอิเล็กตรอนได้ง่ายขึ้น
- ข. สีชมพูที่เกิดขึ้นมาจาก OH^- ที่เกิดในปฏิกิริยาออกซิเดชัน
- ค. ในทุกสภาวะ ตะปูเหล็กเกิดสนิมทั้งหมดเนื่องจากน้ำและอากาศ
- ง. เกิดสนิมเหล็กที่ตะปูพันด้วยโลหะ D มากกว่า ตะปูพันด้วยโลหะ C





กระดาษคำตอบ

.....แบบทดสอบหลังเรียน

ชื่อ - นามสกุลชั้น.....เลขที่.....

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

คะแนนที่ได้

10



นำคะแนนมาเทียบกับเกณฑ์ได้ดังนี้

ถ้านักเรียนทำได้	0 - 4	คะแนน	อยู่ในเกณฑ์ ไม่ผ่าน
ถ้านักเรียนทำได้	5 - 6	คะแนน	อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
ถ้านักเรียนทำได้	7 - 8	คะแนน	อยู่ในเกณฑ์ ดี
ถ้านักเรียนทำได้	9 - 10	คะแนน	อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก



เฉลยแนวคำตอบ



เฉลยแบบทดสอบ

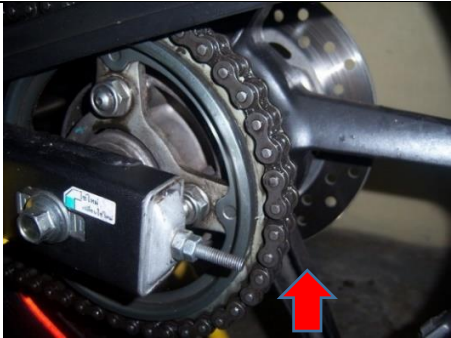
.....ก่อนเรียน

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



เฉลย : บัตรคำถามที่ 8.1

1. จงใช้ข้อมูลจากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

ภาพชุดที่ 1	 ภาพที่ 1 น็อต ที่มา : http://pantip.com/topic/32232515	 ภาพที่ 2 น็อต ที่มา : https://malanggun.blogspot.com/2016_02_01_archive.html
ภาพชุดที่ 2	 ภาพที่ 3 โซ่รถจักรยานยนต์ ที่มา : http://pantip.com/topic/32386287	 ภาพที่ 4 โซ่รถจักรยานยนต์ ที่มา : http://pantip.com/topic/35221866

- จากภาพชุดที่ 1 กับ ภาพชุดที่ 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
.....ภาพชุดที่ 1 และภาพชุดที่ 2 เป็นภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของโลหะก่อนการใช้งานและหลังการใช้งานจนเกิดเป็นสนิมเหล็ก.....
- ข้อมูลจากภาพที่ 2 และ ภาพที่ 4 เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
.....เหมือนกัน คือ ทั้ง 2 ภาพ แสดงให้เห็นว่าโลหะสามารถเกิดการกัดกร่อน (สนิม) ได้.....
- ข้อมูลจากภาพที่ 2 และ ภาพที่ 4 นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร
.....(1) น้ำและความชื้นในอากาศ.....
.....(2) บริเวณที่มีความเค็มหรือมีเกลือในปริมาณสูง.....
.....(3) บริเวณที่มีสภาพความเป็นกรด.....
- ข้อมูลจากภาพที่ 2 และ ภาพที่ 4 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการแก้ไขหรือป้องกันได้หรือไม่ จงยกตัวอย่าง
.....สามารถแก้ไขได้ เช่น ภาพที่ 2, 4 อาจใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือทาจารบี.....



เฉลย : บัตรคำถามที่ 8.2

1. นักเรียนดูภาพที่ 5 ภาพการออกแบบการทดลอง แล้วตอบคำถาม ดังต่อไปนี้

การทดลอง							
A	B	C	D	E	F	G	H

ภาพที่ 5 การทดลอง เรื่อง ปัจจัยในการเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก

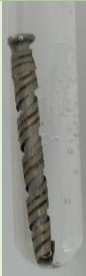
- 1.1 จากภาพที่ 5 การทดลอง เรื่อง ปัจจัยในการเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก นักเรียนคิดว่าการทดลอง A – G จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร
 เกิดการเปลี่ยนแปลง คือ การทดลอง A, B, E, F และ G เกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก การทดลอง C เกิดการกัดกร่อนของโลหะ Mg และ การทดลอง D และ H ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของโลหะเหล็ก
- 1.2 ถ้านักเรียนเป็นผู้ทำการทดลอง นักเรียนคิดว่าระบบใดที่จะเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็กมากที่สุด และระบบใดเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็กน้อยที่สุด เพราะอะไร
 เกิดการกัดกร่อนมากที่สุด คือ การทดลอง F เพราะน้ำมะนาวมีคุณสมบัติเป็นกรด จึงทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็กสูง และเกิดการกัดกร่อนน้อยที่สุด คือ การทดลอง A เพราะตะปูสัมผัสกับน้ำและ O_2 ในอากาศ จึงทำให้เกิดการกัดกร่อน (สนิม เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ในธรรมชาติ)
- 1.3 ถ้านักเรียนเป็นผู้ทำการทดลองและเพิ่มระยะเวลาในการทดลอง เช่น จาก 1 วัน เป็น 3 วัน นักเรียนคิดว่าการทดลอง A – H จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
 ปริมาณการกัดกร่อนของโลหะจะเพิ่มมากขึ้น
- 1.4 จากการทดลอง A – H นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่ทำให้เกิดสนิมเหล็ก
 1. การที่โลหะสัมผัสกับน้ำและ O_2 ในอากาศ โดยตรง 2. อยู่ในสถานะที่เป็นกรด
 3. อยู่ในสถานะที่มีเกลือหรือมีความเค็ม 4. อยู่กับโลหะที่มีค่า E^0_{red} สูงเสียอิเล็กตรอนมาก



เฉลย : บัตรกิจกรรมที่ 8.1

บทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง ปัจจัยในการเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สังเกตด้วยตาเปล่า		สารละลาย Ferroxyl	
A		ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในการกัดกร่อนหรือเกิดสนิม		สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเหลืองแกมเขียวในบริเวณปลายแหลมของตะปู
B		เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดงบริเวณก้นหลอดทดลอง		สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเขียวอ่อน ๆ และมีสีเขียวเข้มมากบริเวณปลายตะปู
C		สารละลายใสไม่มีสี มีฟองอากาศเกิดขึ้นในบริเวณ Mg(s) และรอบ ๆ หลอดทดลอง ลวด Mg กร่อนเล็กน้อย		สารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีชมพูที่บริเวณลวด Mg และสีชมพูเข้มขึ้นเรื่อย ๆ จนทั้งหลอดเปลี่ยนเป็นสีชมพูแดง
D		ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในการกัดกร่อนหรือเกิดสนิม		สีของสารละลายไม่เปลี่ยนสี

การทดลอง	ผลการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สังเกตด้วยตาเปล่า		สารละลาย Ferroxyl	
E		เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดง บริเวณก้นหลอดทดลอง และบริเวณก้านตะปูมีจุดสีน้ำตาลแดง		สารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเขียวเข้ม และตะปูเปลี่ยนเป็นสีดำ แสดงให้เห็นการกัดกร่อน
F		สีของน้ำมะนาวจางลง ตะปูไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง		สารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเขียวเข้มแกมน้ำเงิน และตะปูเปลี่ยนเป็นสีดำ แสดงให้เห็นการกัดกร่อน
G		เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดงที่บริเวณก้นหลอดทดลอง หัวตะปูมีรอยสีส้มแดงเกิดขึ้นเล็กน้อย		สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเขียวอ่อน ๆ ตะปูเปลี่ยนเป็นสีดำ
H		ตะปูไม่เปลี่ยนแปลง		สีของสารละลายไม่เปลี่ยนสี

ตอบคำถามท้ายการทดลอง

- การกัดกร่อนของโลหะเหล็กเกิดขึ้นได้อย่างไร
เกิดจากการที่โลหะเหล็ก Fe(S) เสียอิเล็กตรอนไปเป็น $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$
- ปัจจัยที่ทำให้ตะปูเหล็กเกิดการกัดกร่อนเร็วกว่าภาวะปกติ เพราะอะไร
1. สภาพความเป็นกรด 2. สภาพของการเป็นเกลือ เช่น NaCl 3. เมื่อต่อกับโลหะที่เสียอิเล็กตรอนยาก มีค่า E°_{red} ที่สูงกว่าเหล็ก

3. จงเขียนสมการการกัดกร่อนของตะปูเหล็กกับลวดทองแดง พร้อมทั้งบอกตัวรีดิวซ์และออกซิไดซ์



4. ค่า E^0 มีความสัมพันธ์อย่างไรกับการกัดกร่อนของตะปูเหล็ก

โลหะที่มีค่า E^0_{red} สูง เป็นโลหะที่เสียอิเล็กตรอนยากไม่เกิดการกัดกร่อน ส่วนโลหะที่มีค่า E^0_{red} ต่ำ เป็นโลหะที่เสียอิเล็กตรอนง่ายจึงเกิดการกัดกร่อนได้ดี

5. สิ่งใดที่ช่วยป้องกันไม่ให้ตะปูเหล็กเกิดการกัดกร่อน เพราะอะไร

1. น้ำมันพืช เพราะน้ำมันพืชมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่ในโครงสร้าง เมื่อน้ำมันพืชสัมผัสกับอากาศ $\text{O}_2(\text{g})$ ในอากาศจะจับกับตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงช่วยไม่ให้ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ สามารถรวมกับ $\text{O}_2(\text{g})$ ในอากาศได้ ตะปูเหล็กจึงไม่เกิดการกัดกร่อน
2. สารดูดความชื้น Silica gel (SiO_2) เพราะสารดูดความชื้นจะดูดเอาไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศเอาไว้ ทำให้โลหะไม่เกิดการกัดกร่อนหรือเกิดสนิมเหล็ก

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลอง การเปลี่ยนสีของสารละลาย Ferroxyl จากสีเหลืองเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงิน เป็นการเปลี่ยนแปลงที่แสดงถึงการกัดกร่อนของเหล็ก จาก $\text{Fe(s)} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ ถ้าสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีชมพูแดง แสดงว่า $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ และ $\text{O}_2(\text{g})$ ในอากาศ มีการรับอิเล็กตรอนเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{OH}^-(\text{aq})$

การทดลองที่แสดงถึงการที่โลหะเหล็กเกิดการกัดกร่อน คือ การทดลอง A, B, E, F และ G และปัจจัยที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก คือ 1. เมื่อสัมผัสกับโลหะที่เสียอิเล็กตรอนยาก มีค่า E^0_{red} สูง 2. เมื่อสัมผัสกับกรด 3. เมื่อสัมผัสกับเกลือของสารประกอบไอออนิก เช่น NaCl และ 4. เมื่อสัมผัสกับน้ำและออกซิเจนในอากาศ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

1. $\text{Fe(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$ ตัวรีดิวซ์คือ Fe(s) ตัวออกซิไดซ์คือ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$
2. $\text{Fe(s)} + 2\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ ตัวรีดิวซ์คือ Fe(s) ตัวออกซิไดซ์คือ $2\text{H}^+(\text{aq})$
3. $2\text{Fe(s)} + \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{OH}^-(\text{aq})$ ตัวรีดิวซ์คือ Fe(s) ตัวออกซิไดซ์คือ $\text{O}_2(\text{g})$

การทดลองที่โลหะเหล็กไม่เกิดการกัดกร่อน คือ การทดลอง C (โลหะเหล็กพันอยู่กับลวดแมกนีเซียม ลวดแมกนีเซียมมีค่า E^0_{red} ต่ำกว่าเหล็ก เหล็กจึงไม่เกิดการกัดกร่อน การทดลอง D (ใช้น้ำมันป้องกันไม่ให้น้ำสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ และการทดลอง H เติมสารดูดความชื้นเป็นการลดความชื้นในอากาศทำให้โลหะเหล็กไม่เกิดการกัดกร่อน



เฉลย : บัตรฝึกเสริมทักษะที่ 8.1

- ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะจากกรอบด้านล่างให้ถูกต้องสอดคล้องกับภาพชิ้นงาน มาเติมลงในบอลลูนด้านหน้าภาพ

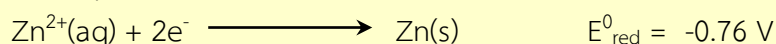
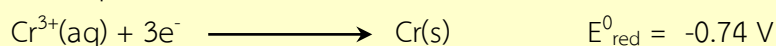
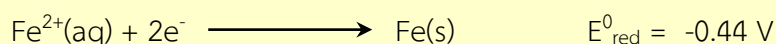
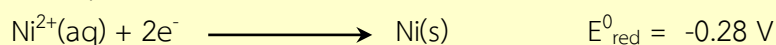
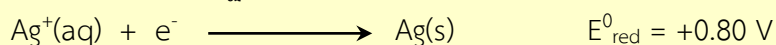
การรมดำ แคโทดิก อะโนไดซ์ การชุบโลหะ การทาสี เคลือบพลาสติก

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

เมื่อ นายโชติ ต้องการล่อมรั้วลวดหนามที่ดินขนาด 10 ไร่ แต่ลวดหนามที่นำมาล่อมรั้วเป็นลวดหนามที่ผลิตขึ้นจากเหล็ก ทำให้เกิดสนิมได้ง่าย นายโชติ จึงต้องการที่จะลดการเกิดสนิมเหล็กโดยการนำโลหะไปพันกับลวดหนาม ให้สามารถใช้งานโดยไม่เกิดสนิมนาน 1 ปี และนายโชติควรจะเลือกโลหะชนิดใด จึงจะเหมาะสมและใช้ต้นทุนน้อยที่สุด ข้อมูลประกอบการตัดสินใจของนายโชติ มีดังนี้

โลหะ	อัตราการกัดกร่อนเมื่อเทียบกับลวดเหล็ก (กรัม/เดือน)	ราคาโลหะ (บาท/กรัม)
เหล็ก	300	5
เงิน	2×10^{-6}	135
สังกะสี	12.5	12
นิกเกิล	1×10^{-5}	32
โครเมียม	4.2	25

กำหนดให้ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานรีดักชัน ดังนี้



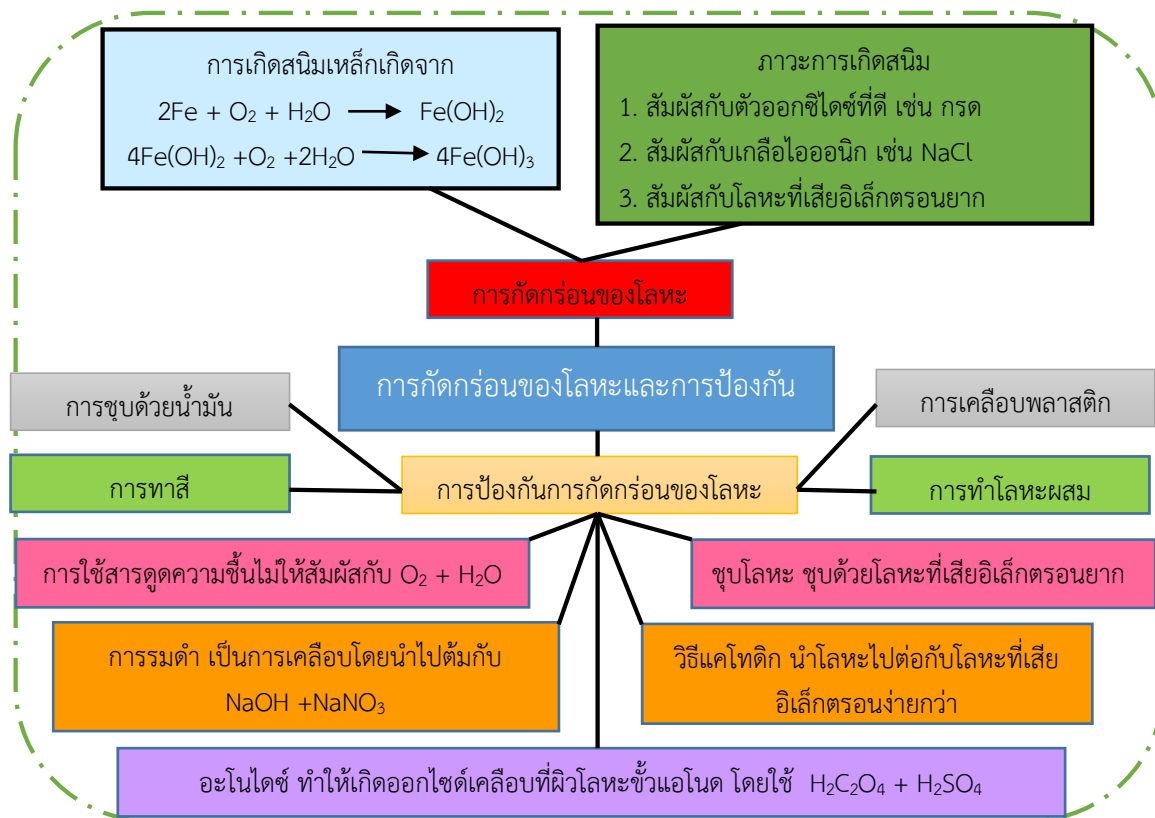
นายโชติควรจะเลือกโลหะชนิดใด จึงจะเหมาะสมและใช้ต้นทุนน้อยที่สุด เพราะอะไรจงอธิบาย

- นายโชติ ควรเลือกโลหะโครเมียม เพราะ.....
- โลหะที่ไม่ควรเลือกใช้ คือ โลหะเงินและโลหะนิกเกิล เพราะโลหะทั้ง 2 ชนิด มีค่าศักย์ไฟฟ้า E_{red}^0 ที่สูงกว่าโลหะเหล็กที่ผลิตลวดหนาม หากใช้โลหะ 2 ชนิดนี้เคลือบลวดหนามจะทำให้ลวดหนามเกิดการกัดกร่อนหรือเกิดสนิมง่ายมากขึ้น
 - โลหะที่ช่วยลดการกัดกร่อนของสนิม คือ โลหะสังกะสี กับ โลหะโครเมียม เพราะโลหะ 2 ชนิดนี้ มีศักย์ไฟฟ้า E_{red}^0 ที่ต่ำกว่าโลหะเหล็กที่ผลิตลวดหนาม หากเคลือบลวดหนามด้วยโลหะ 2 ชนิดนี้ จะช่วยลดการกัดกร่อนของลวดหนามได้.....
- คำนวณราคาต้นทุนการกัดกร่อนต่อ 1 ปี
- สังกะสี..... มีอัตราการกัดกร่อน $12.5 \text{ g/เดือน} \times 12 \text{ เดือน} = 150 \text{ g/ปี}$
 ราคา 12 บาท/g ใน 1 ปี กัดกร่อน $150 \text{ g} \times 12 \text{ บาท} = 1,800 \text{ บาท}$
- โครเมียม..... มีอัตราการกัดกร่อน $4.2 \text{ g/เดือน} \times 12 \text{ เดือน} = 50.4 \text{ g/ปี}$
 ราคา 25 บาท/g ใน 1 ปี กัดกร่อน $50.4 \text{ g} \times 25 \text{ บาท} = 1,260 \text{ บาท}$



เฉลย : บัตรคำถามที่ 8.3

1. จงเขียนแผนผังความคิด (mind mapping) สรุป เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน



2. จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

- ✗ 1. $2\text{Fe(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{FeO(s)}$ เป็นปฏิกิริยาแสดงการเกิดสนิมเหล็กในธรรมชาติ
- ✓ 2. เมื่อนำโลหะ X ไปต่อไว้กับโลหะ Y โดยที่ Y มีค่า E^0_{red} ต่ำกว่าโลหะ X โลหะที่เกิดการกัดกร่อน คือ โลหะ Y
- ✓ 3. ตะปูที่จุ่มอยู่ในสารละลาย CuSO_4 จะเกิดสนิมเร็วกว่าตะปูที่จุ่มอยู่ในน้ำ
- ✗ 4. วิธีการรมดำเป็นเซลล์อิเล็กโทรไลติก
- ✗ 5. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ในการรมดำ คือ $\text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} + \text{NH}_3$
- ✓ 6. สารที่มีสีน้ำตาลดำในการรมดำมีชื่อว่า Cepidiocrocite
- ✓ 7. การอะโนไดซ์เป็นเซลล์อิเล็กโทรไลติก
- ✓ 8. เมื่อนำโลหะอะลูมิเนียมไปทำอะโนไดซ์ แผ่นอะลูมิเนียมที่ชั่วคราวจะเกิด Al_2O_3
- ✗ 9. การทำอะโนไดซ์ไม่สามารถย้อมสีโลหะได้ เนื่องจาก $\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$ ไม่จับกับสี
- ✓ 10. การใช้ลวดแมกนีเซียมพันรอบตะปู เป็นการป้องกันการกัดกร่อนด้วยวิธีแคโทดิก



เฉลยแบบทดสอบ

.....หลังเรียน

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

บรรณานุกรม



กรกช บุญนิคม. หัวใจเคมี 2 CORE – BASIC CHEMISTRY. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สามลดา, 2556
 มุลนิธิ สอวน. เคมี 3 (แก๊ส เทอร์โมไดนามิกส์ สมดุลเคมี ไฟฟ้าเคมี จลนศาสตร์เคมี). พิมพ์ครั้งที่ 4.

กรุงเทพมหานคร : บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, 2555

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม
 เคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค.
 ลาดพร้าว, 2556

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2555

ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และประดับ นาคแก้ว. หนังสือเรียนเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1.

กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด, 2553

Burnyang. 2557. โชรถ ตอนเราหม่นล่อแล้วลองใช้นี้วตันโชตุ แล้วมันตึง-หย่อน ไม่เท่ากัน เกิดจากอะไร
 ครับ.(ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://pantip.com/topic/32386287>. [สืบค้นวันที่ 17 มี.ค.
 2558]

CR7 Fanclub. 2557. นี้อตกันคลายใช้งานอย่างไรครับ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://pantip.com/topic/32232515>. [สืบค้นวันที่ 17 มี.ค. 2558]

Print of intuch. 2559. โชขึ้นสนิมแบบนี้ต้องเปลี่ยนหรือยังครับ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://pantip.com/topic/35221866>. (สืบค้นวันที่ 2 มี.ย. 2559)

tachalerm sak . 2559. ประโยชน์ของเปียร์ที่คุณอาจไม่รู้จัก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

https://malanggun.blogspot.com/2016_02_01_archive.html. [สืบค้นวันที่ 17 มี.ค. 2559]

Yannick Pfisterer. 2559. Cathodic Protection. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<https://prezi.com/xop4xk5w3sml/cathodic-protection/>. [สืบค้นวันที่ 5 มี.ค. 2559]