

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

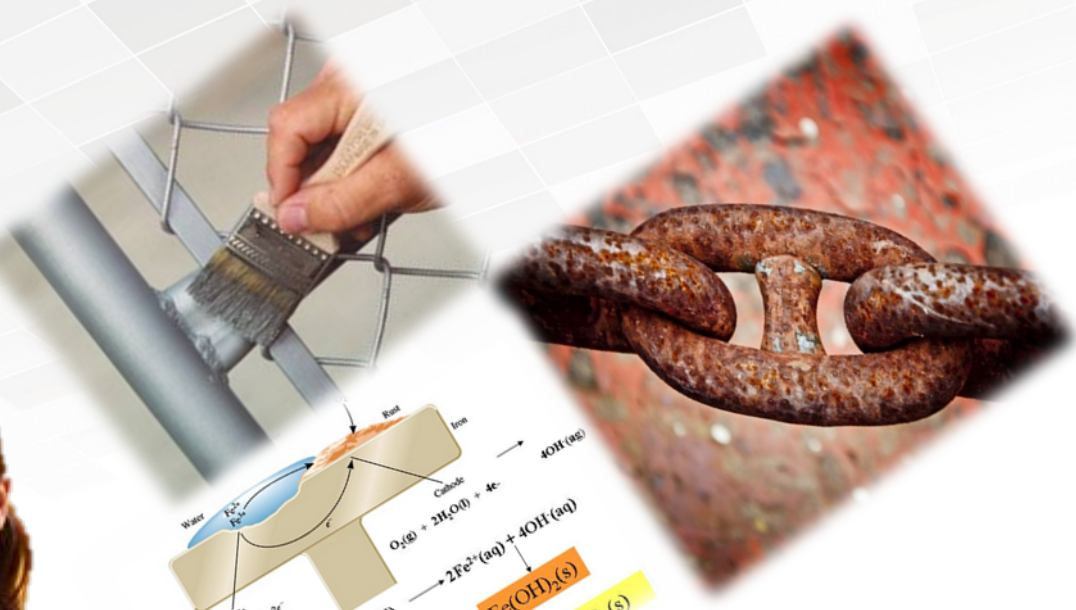
รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 4 (ว30224)

เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการผุกร่อนของโลหะ



นางสาวมะลิวรรณ ตันเจียง
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนเพ็ญพิทยาคม อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20

คำนำ



การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น มีความมุ่งมั่นที่จะให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากสิ่งแวดล้อมใกล้ ๆ ตัว ได้ฝึกทักษะ เป็นการเรียนที่สนุกสนาน ชวนคิด ชวนติดตาม ซึ่งครูมีบทบาทในการจัดประสบการณ์ คอยแนะนำชี้แนะ อำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่นักเรียน และมีบทบาทในการกระตุ้นความสนใจการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการใช้คำถามที่น่าสนใจ น่าติดตามตลอดเวลา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี วิชาเคมีเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว30224 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จัดทำขึ้นสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้แบ่งออกเป็น 8 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 ปฏิกริยารีดอกซ์น่ารู้ ชุดที่ 2 เรียนรู้สู่การดูแลสุขภาพ ชุดที่ 3 เซลล์กัลวานิกมหัศจรรย์ ชุดที่ 4 ร่วมคิดพิชิตค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ ชุดที่ 5 จากปฏิกิริยาสู่หัตถิยา ชุดที่ 6 ระดมสมองไปกับเซลล์อิเล็กทรอนิกส์ ชุดที่ 7 จากเซลล์อิเล็กทรอนิกส์สู่อุตสาหกรรมเคมี ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการฟุกร่อนของโลหะ

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณะครูโรงเรียนเพ็ญพิทยาคม จังหวัดอุดรธานีทุกท่านที่กรุณาให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษาแนะนำการออกแบบจนได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ รวมถึงให้กำลังใจมาโดยตลอด ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองเรียนรู้ระหว่างนักเรียนนักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้และค้นพบความรู้ ด้วยตนเอง นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะการคิด การทำงานร่วมกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ตลอดจนสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ด้วย

มะลิวรรณ ตันเจียง



สารบัญ



เรื่อง	หน้า
คำนำ.....	1
สารบัญ.....	2
สารบัญภาพ.....	4
สารบัญตาราง.....	5
คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรม.....	6
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู.....	7
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน.....	8
มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้.....	9
แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	11
แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการผุกร่อนของโลหะ.....	12
กิจกรรมที่ 8.1 เรื่อง ทบทวนสิ่งที่รู้.....	16
กิจกรรมที่ 8.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโลหะในธรรมชาติ.....	17
กิจกรรมที่ 8.3 การทดลอง เรื่อง การป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก.....	19
เนื้อหานี้ที่ 8.1 เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน.....	26
แบบบันทึกผลการศึกษานี้ที่ 8.1 การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน.....	33
รายงานที่ 8.1 เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน.....	34
กิจกรรมที่ 8.4 เรื่อง เสริมความรู้ปัจจัยในการเกิดสนิม.....	36
กิจกรรมที่ 8.5 เรื่อง การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์.....	37
แผนผังความคิด เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน.....	39
แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการผุกร่อนของโลหะ.....	40
บรรณานุกรม.....	44



สารบัญภาพ

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 8.1 น็อต1.....	17
ภาพที่ 8.1 น็อต2.....	17
ภาพที่ 8.3 โซ่รถจักรยานยนต์1.....	17
ภาพที่ 8.4 โซ่รถจักรยานยนต์2.....	17
ภาพที่ 8.5 การป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก.....	31
ภาพที่ 8.6 ตัวอย่างการผุกร่อนของโลหะ.....	26
ภาพที่ 8.7 เมื่อโลหะเหล็กสัมผัสกับอากาศที่มี น้ำ และ O_2	28
ภาพที่ 8.8 การทาสีเคลือบผิวโลหะ.....	29
ภาพที่ 8.9 การใช้พลาสติกเคลือบผิวโลหะ.....	29
ภาพที่ 8.10 การชุบโลหะด้วยโครเมียม.....	30
ภาพที่ 8.11 การแคโทดิกเหล็กด้วยแมกนีเซียม.....	30
ภาพที่ 8.12 การทำอะโนไดซ์.....	30
ภาพที่ 8.13 ผลิตภัณฑ์จากการอะโนไดซ์.....	30
ภาพที่ 8.14 การมดำ.....	32
ภาพที่ 8.15 การทดลอง เรื่อง ปัจจัยในการเกิดสนิมเหล็ก.....	36



สารบัญตาราง



เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 8.1 บันทึกผลทดลอง เรื่อง การป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก.....	22



คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรม



1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี วิชาเคมีเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว30224 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แบ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 8 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 ปฏิกริยารีดอกซ์น้ำรู้
- ชุดที่ 2 เรียนรู้สู่การดุลสมการ
- ชุดที่ 3 เซลล์กัลวานิกมหัศจรรย์
- ชุดที่ 4 ร่วมคิดพิชิตค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์
- ชุดที่ 5 จากปฏิกิริยาสู่หัตถิยา
- ชุดที่ 6 ระดมสมองไปกับเซลล์อิเล็กโทรไลต์
- ชุดที่ 7 จากเซลล์อิเล็กโทรไลต์สู่อุตสาหกรรมเคมี
- ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการฟุกร่อนของโลหะ**

2. เอกสารชุดนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการฟุกร่อนของโลหะ ประกอบด้วย

- 1) คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดกิจกรรม
- 2) คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู
- 3) คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
- 4) มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญ
- 5) แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 6) แบบทดสอบก่อนเรียน บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา บัตรงาน แบบทดสอบหลังเรียน

แผนผังความคิด และเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เฉลยบัตรกิจกรรม เฉลยบัตรงาน และแนวทางการเขียนแผนผังความคิด





คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี วิชาเคมีเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว30224 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แบ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 8 ชุด โดยมีจุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดความคิดวิเคราะห์ การสร้างองค์ความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ และมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและทำความเข้าใจแผนการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วยในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. เตรียมสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ทั้งอุปกรณ์ สารเคมี สำหรับการทดลอง และเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน
3. เตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนการเรียนโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน โดยความสามารถ (เก่ง ปานกลาง อ่อน) จำนวนเท่าๆ กัน
4. ชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียน การปฏิบัติตามขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมกระตุ้นผู้เรียนให้ตั้งใจปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ และเสนอแนะ ให้นักเรียนได้นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปศึกษาด้วยตนเอง หากแต่ต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่เปิดดูเฉลยล่วงหน้า เพื่อให้เกิดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ
5. ช่วยนักเรียนสรุปองค์ความรู้ เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมสิ้นสุดลง ทำการประเมินผล การเรียนรู้ของนักเรียนทั้งทางด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พยายามสอดแทรก คุณธรรม จริยธรรม ทุกครั้งเมื่อมีโอกาส เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนเก่ง คนดี และมีสุข
6. เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ครูให้นักเรียนร่วมตรวจสอบ เก็บชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุ สิ่งของ และอุปกรณ์ ให้เรียบร้อยและครูบันทึกผลคะแนนจากการทำกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์การวัด ประเมินผลที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เรียบร้อย





คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

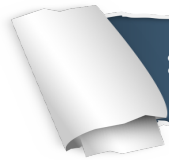


การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี วิชาเคมีเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว30224 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการฟุกรอนของโลหะ นักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1. นักเรียนแต่ละคนรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการฟุกรอนของโลหะ จากครูคนละ 1 เล่ม แล้วศึกษาคำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. นักเรียนต้องศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ปฏิบัติตามขั้นตอนในชุดกิจกรรม โดยทำบัตรกิจกรรม ศึกษาบัตรเนื้อหา ทำบัตรงาน และทำแบบทดสอบหลังเรียน และเมื่อทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จากเฉลยในภาคผนวก
4. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนคะแนนเต็ม 10 คะแนน บัตรกิจกรรม และบัตรงาน คะแนนเต็มมีทั้ง 5 คะแนน , 10 คะแนน , 15 คะแนน และ 20 คะแนน
5. เกณฑ์ผ่านการประเมินในแบบทดสอบก่อนเรียน บัตรกิจกรรม บัตรงานและแบบทดสอบหลังเรียน คือ ร้อยละ 80 หากนักเรียนไม่ผ่านการประเมิน ในบัตรกิจกรรม หรือบัตรงานใด ให้ศึกษาบัตรเนื้อหา และทำกิจกรรมในบัตรกิจกรรมและบัตรงาน อีกครั้ง แล้วประเมินผลใหม่ หากทำคะแนนได้มากขึ้น แสดงว่านักเรียนเข้าใจมากขึ้น
6. ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมอย่างตั้งใจ ไม่รบกวนผู้อื่นหรือกลุ่มอื่น ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม ถ้านักเรียนมีปัญหาไม่เข้าใจให้ขอคำแนะนำจากครูผู้สอน
7. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี วิชาเคมีเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว30224 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นี้ นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง แต่ต้องมีความซื่อสัตย์ ต่อตนเองและไม่เปิดดูเฉลยก่อนล่วงหน้า เพื่อให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จงมีวินัยในตนเอง





มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญ



มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายสาเหตุหรือสภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้
2. อธิบายวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะโดยวิธีอะโนไดซ์ การรมดำ วิธีแคโทดิก การเคลือบผิวด้วย พลาสติก สีหรือน้ำมัน และการชุบโลหะได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

- 1.1 อธิบายความหมายของการกัดกร่อนโลหะได้
- 1.2 เขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนของโลหะได้
- 1.3 อธิบายสภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนได้
- 1.4 อธิบายวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะในชีวิตประจำวันได้



2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- 2.1 นักเรียนสามารถทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะ
- 2.2 นักเรียนสามารถวางแผนการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง การจัดกระทำข้อมูล การวิเคราะห์ อภิปรายและสรุปผลการทดลองได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- 3.1 มีความมุ่งมั่น สนใจในการเรียน และมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ
- 3.2 มีความสามัคคีในกลุ่ม
- 3.3 มีวินัยในการทำกิจกรรมอย่างมีสติเสร็จตามเวลาที่กำหนด
- 3.4 มีความซื่อสัตย์ในการทำกิจกรรม
- 3.5 มีจิตสาธารณะแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน
- 3.6 มีจิตวิทยาศาสตร์

สาระสำคัญ

การกัดกร่อนของโลหะ (Corrosion) คือ การที่โลหะทำปฏิกิริยากับสารต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ โลหะ แล้วทำให้โลหะนั้นเปลี่ยนสภาพเป็นไอออน กลายเป็นสารประกอบออกไซด์หรือสารประกอบไฮดรอกไซด์ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากหลาย ๆ สภาวะ เช่น เมื่อโลหะอยู่ในสภาวะความเป็นกรด ความเค็ม หรืออยู่ใกล้กับโลหะที่เสียอิเล็กตรอนยาก เป็นต้น

การเกิดสนิมเกิดจากโลหะเหล็กเสียอิเล็กตรอนให้แก่ น้ำและออกซิเจน เกิดเป็น Fe(OH)_2 ซึ่งถูกออกซิเจนและน้ำในอากาศออกซิไดซ์ไปเป็น $\text{Fe(OH)}_3(\text{s})$ และเปลี่ยนไปเป็น $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ สีของสนิมนี้อาจมีสีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับ จำนวนของน้ำ ($x\text{H}_2\text{O}$) ในผลึกแต่ละแห่งซึ่งอาจไม่เท่ากัน

การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะทำได้โดยการป้องกันไม่ให้ผิวโลหะสัมผัสสารเคมีหรือน้ำและออกซิเจนในอากาศ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเคลือบผิวโลหะ การชุบ การทำเป็นโลหะผสม วิธีแคโทดิก วิธีอะโนไดซ์ และการรมดำ เป็นต้น



แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการฟุกร่อนของโลหะ

ศึกษาคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญ

ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ดำเนินการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น(7E) ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม(Elicitation Phase)
- ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement Phase)
- ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา(Exploration Phase)
- ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย(Explanation Phase)
- ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้(Elaboration Phase)
- ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล(Evaluation Phase)
- ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้(Extension Phase)

ทำแบบทดสอบหลังเรียน

ตรวจคำตอบ

ศึกษาชุดกิจกรรมต่อไป

ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป

ไม่ผ่าน
เกณฑ์
ต่ำกว่า
ร้อยละ 80

แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการผุกร่อนของโลหะ

- คำชี้แจง**
1. ข้อสอบชุดนี้มีจำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก (เวลา 10 นาที)
 2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. สภาวะใดที่เหล็กจะถูกกัดกร่อนได้เร็วที่สุด
 - ก. มีน้ำและอากาศ
 - ข. มีอากาศและสารละลาย NaOH
 - ค. มีน้ำอากาศ และลวดทองแดงผูกติดอยู่
 - ง. มีน้ำออกซิเจน และลวดแมกนีเซียมผูกติดอยู่
2. สถานการณ์ในข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการกัดกร่อนของโลหะ เมื่อโลหะคู่หนึ่งอยู่ด้วยกัน

	โลหะชิ้นที่ 1	โลหะชิ้นที่ 2	โลหะที่ถูกกัดกร่อน
ก.	Fe	Sn	Sn
ข.	Al	Sn	Al
ค.	Fe	Cr	Fe
ง.	Al	Cr	Cr
3. การเกิดสนิมจะเกิดช้าลงมากที่สุด เมื่อมีโลหะใดต่ออยู่กับตะปูเหล็ก

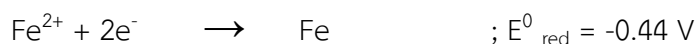
ก. โลหะแมกนีเซียม	ค. โลหะทองแดง
ข. โลหะสังกะสี	ง. โลหะเงิน
4. ข้อใดไม่ถือว่าเป็นการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
 - ก. การรมดำอาวุธปืน
 - ข. ทาสีน้ำมันที่ประตูเหล็กหน้าบ้าน
 - ค. การขัดคราบดำหม่นออกจากชุดสร้อยเครื่องเงิน
 - ง. การขโลมน้ำมันตะปูก่อนตีตะปูลงในเนื้อไม้



จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม ข้อ 5 – 6

ในการศึกษาการผุกร่อนของโลหะ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลหะในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำแล้วนำมาทดสอบด้วย $K_3Fe(CN)_6$ และฟีนอล์ฟทาเลิน มีผลการทดลองดังนี้

กำหนดให้



ตะปูพันด้วยโลหะ A	ตะปูพันด้วยโลหะ B	ตะปูพันด้วยโลหะ C	ตะปูพันด้วยโลหะ D
			
ผลการทดสอบกับฟีนอล์ฟทาเลิน			
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

5. จากการทดลอง ข้อสรุปใดถูกต้อง

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

6. โลหะ C จะเกิดการกัดกร่อน เมื่อต่อเข้ากับโลหะใด

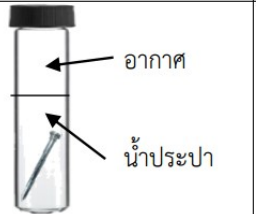
- ก. ต่อโลหะ C กับโลหะ A
- ข. ต่อโลหะ C กับโลหะ Fe
- ค. ต่อโลหะ C กับโลหะ B
- ง. ต่อโลหะ C กับโลหะ D

7. การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ วิธีใดที่ต้องผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส

- ก. วิธีรมดำ
- ข. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า
- ค. วิธีแคโทดิก
- ง. การเคลือบพลาสติก



8. จากการทดสอบตะปูเหล็กดังต่อไปนี้

I	II	III	IV
			

ตะปูในหลอดใดจะเป็นสนิม

ก. หลอดที่ I

ข. หลอดที่ II

ค. หลอดที่ III

ง. หลอดที่ IV

9. ข้อใดถูกต้องที่สุด ในการฝังลวดแมกนีเซียมไว้ให้สัมผัสกับท่อเหล็กบรรจุน้ำมันที่ได้ดินเพื่อลดการกัดกร่อนของท่อ

ก. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวออกซิไดซ์

ข. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวรับอิเล็กตรอนจากท่อเหล็ก

ค. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวส่งผ่านอิเล็กตรอนไปยังท่อเหล็ก

ง. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวป้องกันมิให้ท่อเหล็กสัมผัสกับความชื้นโดยตรง

10. สังกะสีแผ่นเรียบใช้ทำรางน้ำฝนมีการผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี และกระป๋องน้ำผลไม้ที่ทำจาก เหล็กเคลือบด้วยอะลูมิเนียม ผลิตภัณฑ์ชนิดใดจะเกิดสนิมเร็วกว่ากันเมื่ออยู่ในสภาวะที่สัมผัสอากาศและความชื้น

ก. กระป๋องน้ำผลไม้

ข. สังกะสีแผ่นเรียบ

ค. เกิดสนิมพร้อมกัน เพราะเป็นเหล็กเหมือนกัน

ง. ไม่เกิดสนิมทั้ง 2 ชนิด เพราะมีการป้องกันการกัดกร่อน





กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการผุกร่อนของโลหะ

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

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



เกณฑ์การประเมิน
0 - 7 คะแนน ไม่ผ่าน
8 - 10 คะแนน ผ่าน

คะแนน เต็ม 10
ได้





ชั้นที่ 1 ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม

บัตรกิจกรรมที่ 8.1 เรื่อง ทบทวนสิ่งที่รู้

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้โดยบันทึกข้อมูลที่เคยรู้มาก่อน

1. นักเรียนสามารถพบการเกิดสนิมที่ใดบ้าง

.....

.....

.....

2. การผุกร่อนของโลหะคืออะไร

.....

.....

.....

3. การผุกร่อนของโลหะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้าง

.....

.....

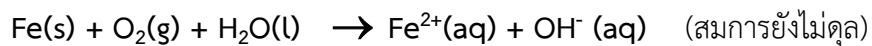
.....

4. สาเหตุของการกัดกร่อนของโลหะคืออะไร

.....

.....

5. กำหนดสมการรีดอกซ์ต่อไปนี้



5.1 เขียนสมการรีดอกซ์ที่ดุลแล้ว

.....

5.2 ตัวรีดิวซ์ คือ.....

5.3 ตัวออกซิไดส์ คือ.....



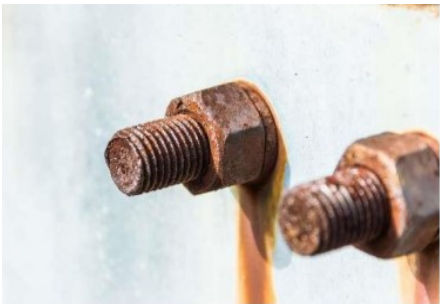
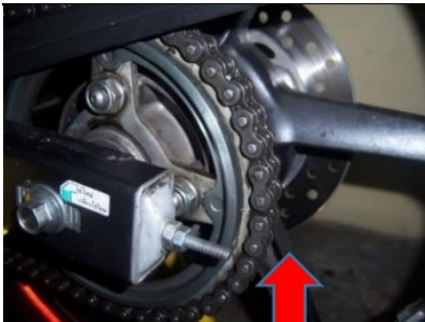


กิจกรรมที่ 8.2

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโลหะในธรรมชาติ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ

จงใช้ข้อมูลจากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

ภาพ ชุดที่ 1	 ภาพที่ 8.1 น็อต1 ที่มา : http://pantip.com/topic/32232515	 ภาพที่ 8.2 น็อต2 ที่มา : https://malanggun.blogspot.com/2016_02_01_archive.html
ภาพ ชุดที่ 2	 ภาพที่ 8.3 โซ่รถจักรยานยนต์1 ที่มา : http://pantip.com/topic/32386287	 ภาพที่ 8.4 โซ่รถจักรยานยนต์2 ที่มา : http://pantip.com/topic/35221866

1. จากภาพชุดที่ 8.1 กับ ภาพชุดที่ 8.2 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

.....

.....



2. จากภาพชุดที่ 8.3 กับ ภาพชุดที่ 8.4 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

.....

3. ข้อมูลจากภาพที่ 8.2 และ ภาพที่ 8.4 เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

4. ข้อมูลจากภาพที่ 8.2 และ ภาพที่ 8.4 นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

.....

5. ข้อมูลจากภาพที่ 8.2 และ ภาพที่ 8.4 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการแก้ไขหรือป้องกันได้หรือไม่
จงยกตัวอย่าง

.....

.....

.....



ขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา



บทรกิจกรรมที่ 8.3

การทดลอง เรื่อง การป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก

กลุ่มที่ ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม 1).....ชั้น.....เลขที่.....
 2).....ชั้น.....เลขที่.....
 3).....ชั้น.....เลขที่.....
 4).....ชั้น.....เลขที่.....
 5).....ชั้น.....เลขที่.....
 6).....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาและทำการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

จุดประสงค์การทดลอง



1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของเหล็กได้
2. อธิบายสมภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนและวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะในชีวิตประจำวันได้

สารเคมีและอุปกรณ์



รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
สารเคมี	
1. ตะปูเหล็กขนาด ยาวประมาณ 1.5 นิ้ว	7 ตัว
2. ลวดทองแดง ยาวประมาณ 4 cm	1 เส้น
3. ลวดแมกนีเซียม ยาวประมาณ 4 cm	1 เส้น



รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
4. วาสลิน	1 ช้อน เเบอร์ 1
5. ฟีนอล์ฟทาลิน	2 cm ³
6. สารละลาย K ₃ Fe(CN) ₆	2 cm ³
อุปกรณ์	
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	7 ใบ
2. ลวดตัวนำยาวประมาณ 6 cm	2 เส้น
3. หลอดหยด	2 อัน
4. แบตเตอรี่ 6 โวลต์ (กระบอกถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย 4 ก้อน)	2 ชุด

คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง

- ใช้กระดาษทรายขัดผิวตะปูเหล็ก ลวดทองแดงและลวดแมกนีเซียมให้สะอาด
- ต้มน้ำกลั่น ปิดฝาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

วิธีทำการทดลอง

1. นำบีกเกอร์ขนาด 50 cm³ มา 7 ใบ ตะปูเหล็กยาวประมาณ 5 cm 7 ตัว ขัดผิวตะปูให้สะอาด แล้วจัดอุปกรณ์และสารเคมีดังนี้

บีกเกอร์ 1 ใส่ตะปูเหล็กที่ขัดสะอาดแล้ว

บีกเกอร์ 2 ใส่ตะปูเหล็กที่เคลือบด้วยวาสลินหรือพันด้วยเทปใส แล้วเติมน้ำสูง 2 cm

บีกเกอร์ 3 ใส่ตะปูเหล็กที่วางในแนวตั้งให้ส่วนหัวตะปูอยู่ด้านบน แล้วเติมน้ำกลั่นสูงประมาณ 2 cm

บีกเกอร์ 4 ใส่ตะปูเหล็กที่พันด้านแหลมด้วยลวดแมกนีเซียม

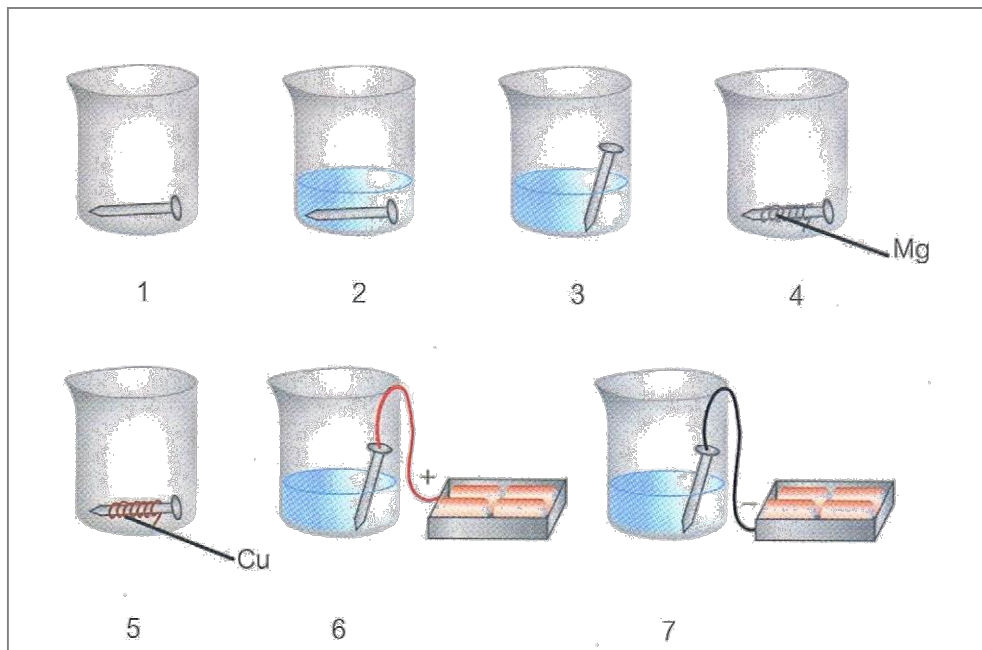
บีกเกอร์ 5 ใส่ตะปูเหล็กที่พันด้านแหลมด้วยลวดทองแดง

บีกเกอร์ 6 ใส่ตะปูเหล็กที่ด้านต่อหัวตะปูกับลวดตัวนำอีกด้านเข้ากับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย



ปฏิกิริยา 7 ใส่ตะปูเหล็กที่ต่อต้านหัวตะปูกับลวดตัวนำอีกด้านเข้ากับ
ขั้วลบของถ่านไฟฉาย

2. เก็บการทดลองนี้ไว้ประมาณ 1 วัน สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง
3. หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยดบนตะปูและในน้ำ สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง
4. หยดสารละลาย $K_3Fe(CN)_6$ 2-3 หยดบนตะปูและในน้ำ สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 8.5 การป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก

(ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2554 หน้า 73)



ผลการทดลอง

ตารางที่ 8.1 บันทึกผลทดลอง เรื่อง การป้องกันการฟุกร่อนของเหล็ก

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้		
	ก่อนหยดสารละลาย	หยดฟีนอล์ฟทาไลน์	หยด $K_3Fe(CN)_6$
บีกเกอร์ 1 ตะปูเหล็กในบีกเกอร์			
บีกเกอร์ 2 ตะปูเหล็กที่เคลือบด้วยวาสลีนหรือพินด้วยเทปใสเติมน้ำสูง 2 cm			
บีกเกอร์ 3 ตะปูเหล็กที่วางในแนวตั้งให้ส่วนหัวตะปูอยู่ด้านบน เติมน้ำกลั่นสูงประมาณ 2 cm			
บีกเกอร์ 4 ตะปูเหล็กที่พินด้านแหลมด้วยลวดแมกนีเซียม			
บีกเกอร์ 5 ตะปูเหล็กที่พินด้านแหลมด้วยลวดทองแดง			
บีกเกอร์ 6 ตะปูเหล็กที่ด้านต่อหัวตะปูกับลวดตัวนำอีกด้านเข้ากับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย			
บีกเกอร์ 7 ตะปูเหล็กที่ต่อด้านหัวตะปูกับลวดตัวนำอีกด้านเข้ากับขั้วลบของถ่านไฟฉาย			

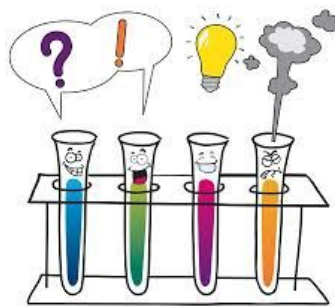


อภิปรายผลการทดลอง

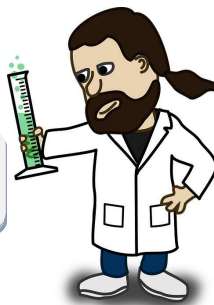


- ภาวะที่ตะปูเหล็กไม่เกิดสนิมคือ คือ.....
- ในภาวะที่ตะปูเหล็กสัมผัสกับน้ำและอากาศซึ่งมีแก๊สออกซิเจนและไอน้ำหรือความชื้นจึงเกิดสนิมเหล็กดังสมการ
.....
.....
- เนื่องจากมี $\text{OH}^-(\text{aq})$ เกิดขึ้น เมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนจึงเกิด.....
และเมื่อหยดสารละลาย $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ จึงเกิด.....
- ในสภาวะที่ตะปูเหล็กมีน้ำท่วมอยู่ครึ่งหนึ่ง ส่วนที่จุ่มอยู่ในน้ำและเหนือระดับน้ำขึ้นไปเกิดสนิมเล็กน้อยแต่จะเกิดสนิมมากบริเวณ.....
- ในสภาวะที่ตะปูเหล็กสัมผัสกับโลหะทองแดง ซึ่งมีค่า E^0 , มากกว่าหรือเท่ากับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย เหล็กจะเสียอิเล็กตรอนและทำหน้าที่เป็น.....
ดังนั้นโลหะทองแดงและขั้วบวกของถ่านไฟฉายจึงทำหน้าที่เป็น
ทำให้ตะปูเหล็กกัดกร่อนเร็วยิ่งขึ้น
- ในสภาวะที่ตะปูเหล็กสัมผัสกับโลหะแมกนีเซียมซึ่งมีค่า E^0 , ต่ำกว่าหรือสัมผัสกับขั้วลบของถ่านไฟฉาย ตะปูเหล็กจะทำหน้าที่เป็น.....
ส่วนโลหะแมกนีเซียมและขั้วลบของถ่านไฟฉายเป็น.....
จึงเสียอิเล็กตรอนให้แก่ น้ำและออกซิเจนแทนเหล็ก ดังนั้นเมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนจึงเกิด.....
.....
แต่เมื่อหยดสารละลาย $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ จะ.....





คำถามท้ายการทดลอง



1. การกัดกร่อนของโลหะเหล็กเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

2. ปัจจัยที่ทำให้ตะปูเหล็กเกิดการกัดกร่อนเร็วกว่าภาวะปกติคืออะไร

.....

.....

3. จงเขียนสมการการกัดกร่อนของตะปูเหล็กกับสวตทองแดง พร้อมทั้งบอกตัวรีดิวซ์และออกซิไดส์

.....

.....

4. ค่า E^0 มีความสัมพันธ์อย่างไรกับการกัดกร่อนของตะปูเหล็ก

.....

.....

5. สิ่งใดที่ช่วยป้องกันไม่ให้ตะปูเหล็กเกิดการกัดกร่อนคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





บัตรเนื้อหาที่ 8.1

เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน

การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน



การผุกร่อนของโลหะ คือ การที่โลหะทำปฏิกิริยากับสารต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ แล้วทำให้โลหะนั้นเปลี่ยนสภาพไปเป็นสารประกอบประเภทออกไซด์หรือไฮดรอกไซด์ หรือเรียกง่าย ๆ ว่าเนื้อโลหะสูญเสียไป การผุกร่อนของโลหะที่พบบ่อยในชีวิตประจำวันได้แก่ เหล็กเป็นสนิม (สนิมเหล็กเป็นออกไซด์ของเหล็ก $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) ซึ่งเกิดจากสาเหตุหลายประการ ตัวอย่างเช่น การที่อะตอมของโลหะที่ถูกออกซิไดส์ แล้วรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นออกไซด์ของโลหะนั้น เช่น สนิมเหล็ก (Fe_2O_3) สนิมทองแดง (CuO) หรือสนิมอะลูมิเนียม (Al_2O_3)

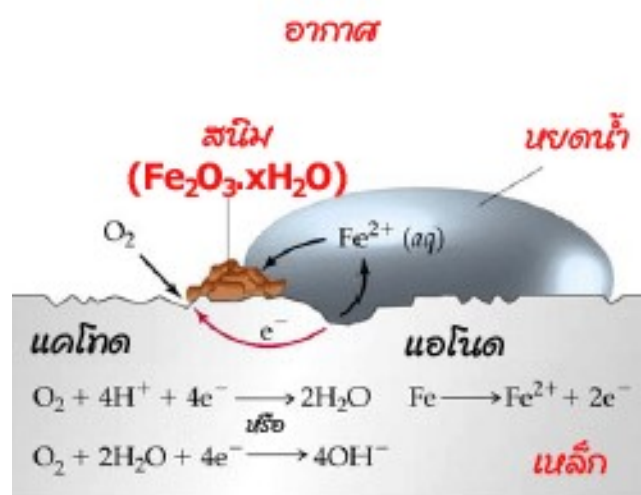


ภาพที่ 8.6 ตัวอย่างการผุกร่อนของโลหะ

(ที่มา : <https://rawiwanmim.wordpress.com/บทเรียน/เซลล์ไฟฟ้าเคมี/การกัดกร่อนของโลหะ/>)

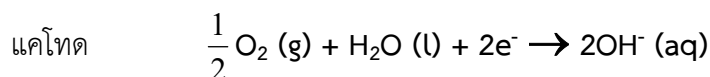
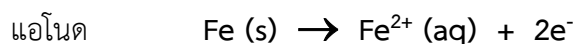
สาเหตุของการผุกร่อนของโลหะหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะซึ่งมีหลายประการ ได้แก่

1. การทำปฏิกิริยากับน้ำและแก๊สออกซิเจน เช่น โลหะเหล็กจะผุกร่อนเมื่อสัมผัสกับน้ำ และแก๊สออกซิเจนในอากาศจะเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นดังนี้

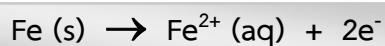


ภาพที่ 8.7 เมื่อโลหะเหล็กสัมผัสกับอากาศที่มี น้ำ และ O_2

(ที่มา : <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electrochemistry/web/electrochem04.htm>)

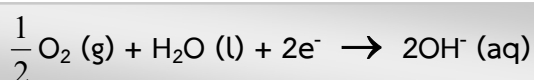


ขั้นที่ 1 Fe เสียอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน



..... ①

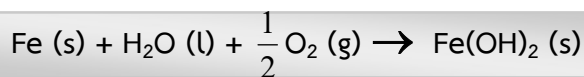
ขั้นที่ 2 น้ำ และ แก๊สออกซิเจน ในอากาศรับอิเล็กตรอนเกิด OH^-



..... ②

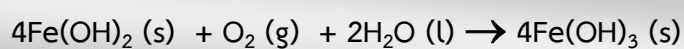


รวม ❶ และ ❷



(สีขา)

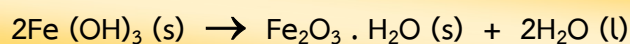
ขั้นที่ 3 $\text{Fe(OH)}_2 \text{ (s)}$ ถูก O_2 และ H_2O ในอากาศออกซิไดส์เป็น Fe(OH)_3



(สีขา)

(สีน้ำตาล)

ขั้นที่ 4 Fe (OH)_3 ในธรรมชาติจะปรากฏอยู่ในรูปของออกไซด์ที่มีน้ำผลึกอยู่ด้วย
ดังนี้



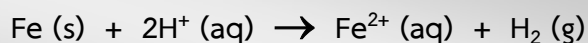
(สีน้ำตาล)

(สนิมสีน้ำตาล)

$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ คือ สนิมเหล็ก

2. เมื่อสัมผัสกับกรด ($\text{H}^+ \text{ (aq)}$) หรือตัวออกซิไดส์ที่ต่ำกว่า

เช่น



3. สัมผัสกับโลหะที่มีศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์สูงกว่า

เช่น เหล็กสัมผัสกับโลหะทองแดงโดยโลหะเหล็กผุกร่อนเร็วขึ้นเพราะเหล็กทำหน้าที่แอโนดให้อิเล็กตรอนเกิด Fe^{2+} ไอออน

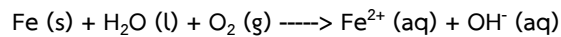


4. การนำเหล็กไปต่อเข้ากับขั้วบวกของถ่านไปฉาย ซึ่งขั้วบวกจะรับอิเล็กตรอนจึงเป็นแคโทด เหล็กเป็นแอโนด



เพิ่มเติม สมการแสดงปฏิกิริยาการผุกร่อนที่เกิดจากการทดลอง

โลหะ + ภาวะแวดล้อม $\longrightarrow$ Ion ของโลหะ + เบส



เมื่อต้องการทดสอบหา Fe^{2+} ทดสอบโดยใช้สารละลาย $\text{K}_3\text{Fe(CN)}_6$ จะได้สีน้ำเงิน

ถ้าสีน้ำเงินเข้ม แสดงว่ามี Fe^{2+} มาก ถ้าจางมี Fe^{2+} น้อย

หรือทดสอบหาเบส(OH^-) ทดสอบโดยสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน ได้สีชมพู



การป้องกันการผุกร่อนของโลหะ

โลหะในธรรมชาติเกิดการกัดกร่อนหรือเกิดสนิม ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรือสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยโลหะหรือมีโลหะเป็นส่วนประกอบ เมื่อโลหะเกิดการกัดกร่อนหรือเกิดสนิมก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจและสิ้นเปลืองทรัพยากรเพิ่มมากขึ้น

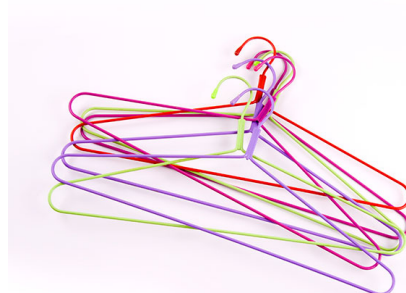
การป้องกันการผุกร่อนของโลหะทำได้โดยการป้องกันไม่ให้ผิวโลหะสัมผัสกับสารเคมี หรือน้ำและออกซิเจนในอากาศโดยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. การเคลือบผิวโลหะ สามารถเคลือบได้โดย การทาสี การชุบน้ำมัน หรือ การเคลือบด้วยพลาสติก



ภาพที่ 8.8 การทาสีเคลือบผิวโลหะ

(ที่มา : <http://www.banidea.com/wp-content/uploads/2014/12/Trachang-Wall-Cool-8.jpg>)



ภาพที่ 8.9 การใช้พลาสติกเคลือบผิวโลหะ

(ที่มา : <http://www.lalinproperty.com/blog/187.html>)

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





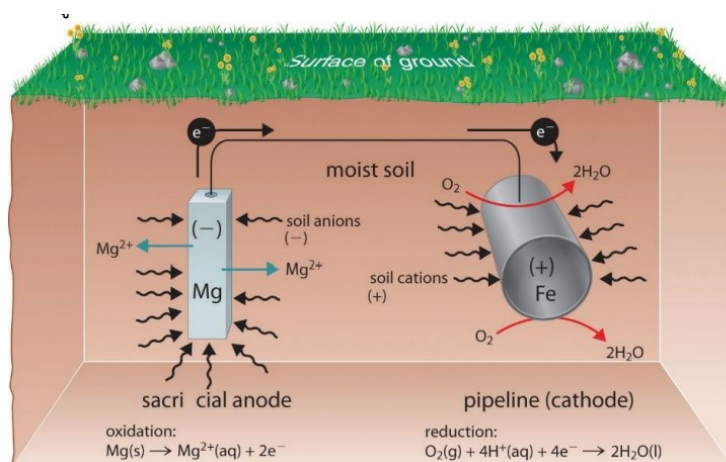
ภาพที่ 8.10 การชุบโลหะด้วยโครเมียม

(ที่มา : [http://www.kingmoto.tarad.com/webboard-en-71241-](http://www.kingmoto.tarad.com/webboard-en-71241-1566837-ล้อแม็ก+PCX+N+ONE+ชุบโครเมียมครับ.html)

1566837-ล้อแม็ก+PCX+N+ONE+ชุบโครเมียมครับ.html)

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 8.11 การแคโทดิกเหล็กด้วยแมกนีเซียม

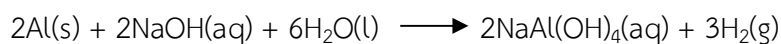
(ที่มา : <https://prezi.com/xop4xk5w3sml/cathodic-protection/>)

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

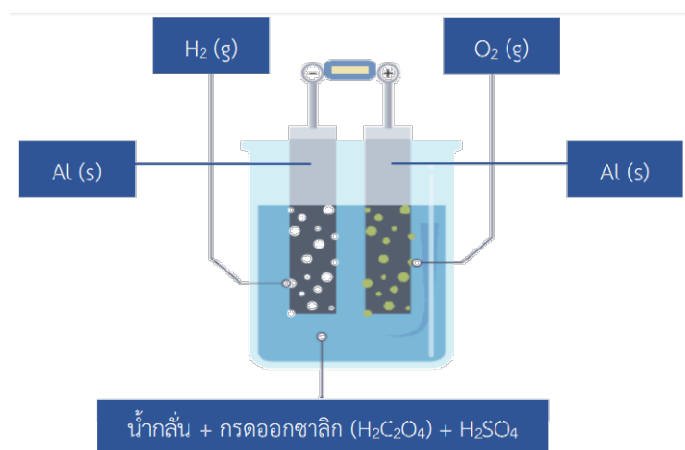


ดังตัวอย่างเช่น การอะโนไดซ์อะลูมิเนียม

1) เตรียมชิ้นงานโดยขัดชิ้นงานให้สะอาด แล้วล้างไขมัน ล้างน้ำและเช็ดให้แห้ง กรณีชิ้นงาน เป็น Al(s) ใช้ NaOH(aq) ในการล้างไขมัน และเตรียมผิวให้สะอาด ดังสมการ



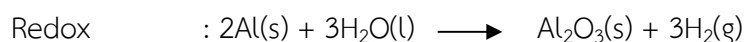
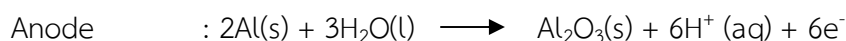
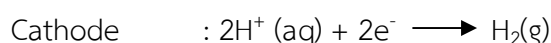
2) นำแผ่นอะลูมิเนียมไปทำอะโนไดซ์ในสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) + กรดออกซาลิก ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)



ภาพที่ 8.12 การทำอะโนไดซ์

(ที่มา : ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และประดัด นาคแก้ว. 2553 หน้า 127)

ที่แอโนดจะเกิด $\text{O}_2\text{(g)}$ ซึ่ง $\text{O}_2\text{(g)}$ ที่เกิดขึ้นจะไปทำปฏิกิริยากับ Al ได้ Al_2O_3 และ Al_2O_3 จับผิว Al แน่น มีรูพรุนเล็ก ๆ จับสีย้อมโลหะได้ดีส่วนที่แผ่นแคโทด จะเกิด $\text{H}_2\text{(g)}$ ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับ Al



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

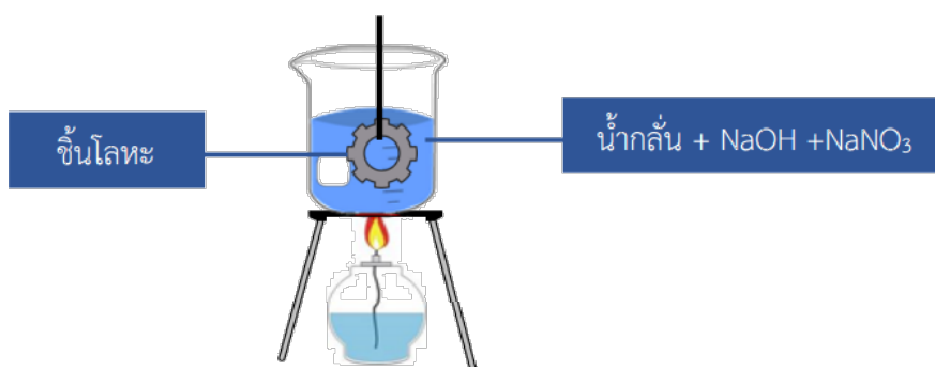


ภาพที่ 8.13 ผลิตภัณฑ์จากการอะโนไดซ์

(ที่มา : <http://www.vvn-powdercoat.com/index.php?lay=show&ac=article&id=539241107>)



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



ภาพที่ 8.14 การรมดำ

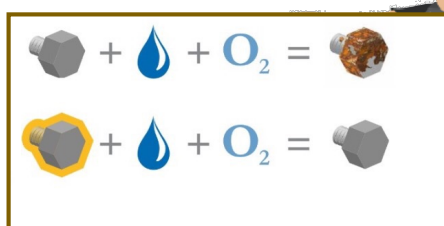
(ที่มา : ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และประดับ นาคแก้ว. 2553 หน้า 127)

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. การทาผิวโลหะด้วยสารยับยั้งการผุกร่อน เช่น

- เคลือบด้วยเกลือโครเมต ทำให้เกิด FeCrO_4 เคลือบผิวเหล็ก
- เกลือบิวทิลามีน ซึ่งอยู่ในรูป $(\text{CuHg})_3\text{NH}^+$ นิยมเติมลงไปในห้องน้ำรถยนต์ จะทำให้เกิด ฟิล์มบาง ๆ ปิดผิวเหล็กที่ใช้ทำหมอน้ำ



ชั้นที่ 4 ชั้นอธิบาย



บัตรงานที่ 2.1

เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน

1. ตอบคำถามเกี่ยวกับการกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

1.1 การผุกร่อนของโลหะหมายถึงอะไร

.....

.....

.....

1.2 การผุกร่อนของโลหะเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

1.3 ปัจจัยที่ส่งผลให้โลหะเกิดการผุกร่อนมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 จงบอกพร้อมอธิบายการป้องกันการผุกร่อนของโลหะมา 5 วิธี

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



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°_r ต่ำกว่าโลหะ X โลหะที่เกิดการกัดกร่อน คือ โลหะ Y
-3. ตะปูที่จุ่มอยู่ในสารละลาย CuSO_4 จะเกิดสนิมเร็วกว่าตะปูที่จุ่มอยู่ในน้ำ
-4. วิธีการรมด้าเป็นเซลล์อิเล็กโทรไลติก
-5. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ในการรมด้า คือ $\text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} + \text{NH}_3$
-6. สารที่มีสีน้ำตาลด้าในการรมด้ามีชื่อว่า Cepidiocrocite
-7. การอะโนไดซ์เป็นเซลล์อิเล็กโทรไลติก
-8. เมื่อนำโลหะอะลูมิเนียมไปทำอะโนไดซ์ แผ่นอะลูมิเนียมที่ขั้วแอโนดจะเกิด Al_2O_3
-9. การทำอะโนไดซ์ไม่สามารถย้อมสีโลหะได้ เนื่องจาก $\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$ ไม่จับกับสี
-10. การใช้ลวดแมกนีเซียมพันรอบตะปูเป็นการป้องกันการกัดกร่อนด้วยวิธีแคโทดิก

3. กำหนดค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ให้ ดังนี้

$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$	$E^\circ_r = -1.66 \text{ V}$
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Cr}$	$E^\circ_r = -0.74 \text{ V}$
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}$	$E^\circ_r = -0.44 \text{ V}$
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}$	$E^\circ_r = -0.14 \text{ V}$
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}$	$E^\circ_r = -0.13 \text{ V}$

เมื่อนำโลหะคู่หนึ่งคู่ใดมาไว้ใกล้กัน โลหะชนิดใดจะผุกร่อน

- 3.1 อะลูมิเนียมกับโครเมียม โลหะที่ผุกร่อน คือ
- 3.2 โครเมียมกับตะกั่ว โลหะที่ผุกร่อน คือ
- 3.3 เหล็กกับดีบุก โลหะที่ผุกร่อน คือ
- 3.4 อะลูมิเนียมกับดีบุก โลหะที่ผุกร่อน คือ
- 3.5 เหล็กกับตะกั่ว โลหะที่ผุกร่อน คือ
- 3.6 เหล็กกับอะลูมิเนียม โลหะที่ผุกร่อน คือ





ชั้นที่ 5 ขันขยายความ

กิจกรรมที่ 8.4

เรื่อง เสริมความรู้ปัจจัยในการเกิดสนิม

1. ให้นักเรียนดูภาพทั้ง 8 ภาพ ในการออกแบบการทดลอง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

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

ภาพที่ 8.15 การทดลอง เรื่อง ปัจจัยในการเกิดสนิมเหล็ก

(ที่มา : มะลิวรรณ ต้นเจียง. 2559)

1.1 จากภาพทั้ง 8 การทดลอง เรื่อง ปัจจัยในการเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็ก นักเรียนคิดว่าการ ทดลอง A – G จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

.....

1.2 ถ้านักเรียนเป็นผู้ทำการทดลอง นักเรียนคิดว่าระบบใดที่จะเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็กมากที่สุด และระบบใดเกิดการกัดกร่อนของโลหะเหล็กน้อยที่สุด เพราะอะไร

.....

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

.....

1.4 จากการทดลอง A – H นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่ทำให้เกิดสนิมเหล็ก

.....

.....



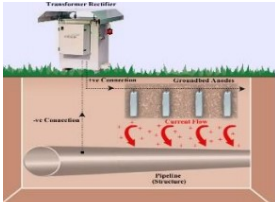
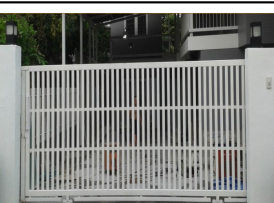
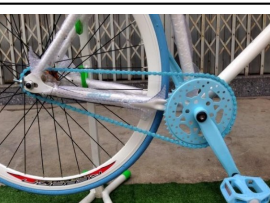


ชั้นที่ 7 ชื่อนำความรู้ไปใช้

บัตรกิจกรรมที่ 8.5
เรื่อง การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะจากกรอบด้านล่างให้ถูกต้องและสอดคล้องกับภาพชิ้นงาน มาเติมลงในช่องว่างด้านหน้าภาพ

การรมดำ แคโทดิก อะโนไดซ์ การชุบโลหะ การทาสี เคลือบพลาสติก

 1	 2	 3
 4	 5	 6
 7	 8	 9
 10	 11	 12



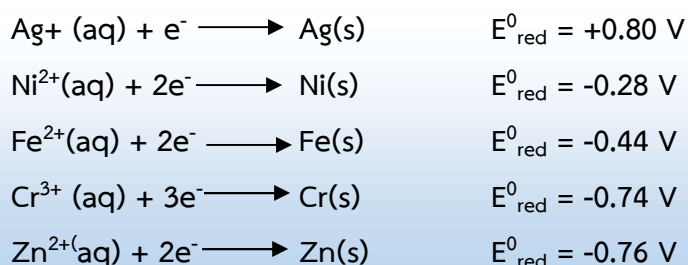
2. จงตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

เมื่อ น้ำเค็ม ต้องการล่อมรั้วลวดหนามที่ดินขนาด 10 ไร่ แต่ลวดหนามที่นำมาล่อมรั้วเป็นลวดหนามที่ผลิตขึ้นจากเหล็กทำให้เกิดสนิมได้ง่าย น้ำเค็มจึงต้องการที่จะลดการเกิดสนิมเหล็กโดยการนำโลหะไปพันกับลวดหนามให้สามารถใช้งานได้โดยไม่เกิดสนิมนาน 1 ปี และน้ำเค็มควรจะเลือกโลหะชนิดใด จึงจะเหมาะสมและใช้ต้นทุนน้อยที่สุด

ข้อมูลประกอบการตัดสินใจของน้ำเค็ม 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



น้ำเค็มควรจะเลือกโลหะชนิดใด จึงจะเหมาะสมและใช้ต้นทุนน้อยที่สุด เพราะอะไรจงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แผนผังความคิด
เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน





แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 8 ป้องกันไว้ดีกว่าแก้กับการผุกร่อนของโลหะ

คำชี้แจง

- ข้อสอบชุดนี้มีจำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก (เวลา 10 นาที)
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

- สภาวะใดที่เหล็กจะถูกกัดกร่อนได้เร็วที่สุด
 - มีน้ำและอากาศ
 - มีอากาศและสารละลาย NaOH
 - มีน้ำออกซิเจน และลวดแมกนีเซียมผูกติดอยู่
 - มีน้ำอากาศ และลวดทองแดงผูกติดอยู่
- การเกิดสนิมจะเกิดช้าลงมากที่สุด เมื่อมีโลหะใดต่ออยู่กับตะปูเหล็ก
 - โลหะทองแดง
 - โลหะแมกนีเซียม
 - โลหะสังกะสี
 - โลหะเงิน
- ข้อใดไม่ถือว่าเป็นการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
 - การรมดำอาวุธปืน
 - ทาสีน้ำมันที่ประตูเหล็กหน้าบ้าน
 - การขโลมน้ำมันตะปูก่อนตีตะปูลงในเนื้อไม้
 - การขัดคราบดำหม่นออกจากชุดสร้อยเครื่องเงิน
- สถานการณ์ในข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการกัดกร่อนของโลหะ เมื่อโลหะคู่หนึ่งอยู่ด้วยกัน

	โลหะชิ้นที่ 1	โลหะชิ้นที่ 2	โลหะที่ถูกกัดกร่อน
ก.	Fe	Sn	Sn
ข.	Fe	Cr	Fe
ค.	Al	Sn	Al
ง.	Al	Cr	Cr



5. การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ วิธีใดที่ต้องผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส

ก. วิธีรมดำ

ข. วิธีแคโทดิก

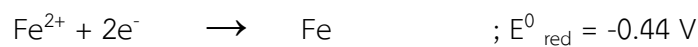
ค. การเคลือบพลาสติก

ง. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม ข้อ 6 – 7

ในการศึกษาการผุกร่อนของโลหะ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลหะในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำแล้วนำมาทดสอบด้วย $K_3Fe(CN)_6$ และฟีนอล์ฟทาลีน มีผลการทดลองดังนี้

กำหนดให้



ตะปูพันด้วยโลหะ A	ตะปูพันด้วยโลหะ B	ตะปูพันด้วยโลหะ C	ตะปูพันด้วยโลหะ D
			
ผลการทดสอบกับฟีนอล์ฟทาลีน			
รอบ ๆ ตะปูมีสีชมพูจาง ๆ	รอบ ๆ ตะปูมีสีชมพูเข้ม	รอบ ๆ ตะปูมีสีชมพูจาง ๆ	รอบ ๆ ตะปูมีสีชมพูเข้ม
ผลการทดสอบกับ $K_3Fe(CN)_6$			
ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี	มีสีเขียวแกมสีน้ำเงินเล็กน้อย	มีสีเขียวเข้มแกมสีน้ำเงินเข้ม

6. จากการทดลอง ข้อสรุปใดถูกต้อง

ก. โลหะ B ทำให้ตะปูเหล็กเสียอิเล็กตรอนได้ง่ายขึ้น

ข. สีชมพูที่เกิดขึ้นมาจาก OH^- ที่เกิดในปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ค. ในทุกสภาวะ ตะปูเหล็กเกิดสนิมทั้งหมดเนื่องจากน้ำและอากาศ

ง. เกิดสนิมเหล็กที่ตะปูพันด้วยโลหะ D มากกว่า ตะปูพันด้วยโลหะ C

7. โลหะ C จะเกิดการกัดกร่อน เมื่อต่อเข้ากับโลหะใด

ก. ต่อโลหะ C กับโลหะ A

ข. ต่อโลหะ C กับโลหะ B

ค. ต่อโลหะ C กับโลหะ D

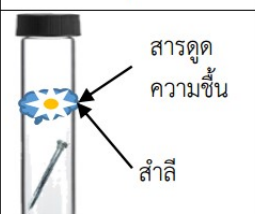
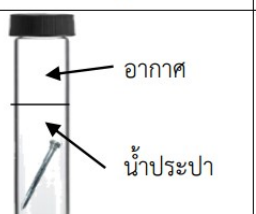
ง. ต่อโลหะ C กับโลหะ Fe



8. สังกะสีแผ่นเรียบใช้ทำรางน้ำฝนมีการผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี และกระป๋องน้ำผลไม้ที่ทำจาก เหล็กเคลือบด้วยอะลูมิเนียม ผลิตภัณฑ์ชนิดใดจะเกิดสนิมเร็วกว่ากันเมื่ออยู่ในสภาวะที่สัมผัสอากาศและความชื้น

- ก. สังกะสีแผ่นเรียบ
- ข. กระป๋องน้ำผลไม้
- ค. เกิดสนิมพร้อมกัน เพราะเป็นเหล็กเหมือนกัน
- ง. ไม่เกิดสนิมทั้ง 2 ชนิด เพราะมีการป้องกันการกัดกร่อน

9. จากการทดสอบตะปูเหล็กดังต่อไปนี้

I	II	III	IV
			

ตะปูในหลอดใดจะเป็นสนิม

- ก. หลอดที่ I
- ข. หลอดที่ II
- ค. หลอดที่ III
- ง. หลอดที่ IV

10. ข้อใดถูกต้องที่สุด ในการฝังลวดแมกนีเซียมไว้ให้สัมผัสกับท่อเหล็กบรรจุน้ำมันที่ได้ดินเพื่อลดการกัดกร่อนของท่อ

- ก. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวออกซิไดซ์
- ข. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวรับอิเล็กตรอนจากท่อเหล็ก
- ค. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวส่งผ่านอิเล็กตรอนไปยังท่อเหล็ก
- ง. ลวดแมกนีเซียมเป็นตัวป้องกันมิให้ท่อเหล็กสัมผัสกับความชื้นโดยตรง



กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 8 เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน



ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

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



คะแนน เต็ม 10

ได้



บรรณานุกรม

- กรกช บุญนิคม. หัวใจเคมี 2 CORE – BASIC CHEMISTRY. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สามลดา , 2556
- พงศธร นันทธเนศ และคณะ. หนังสือเสริมสร้างศักยภาพและทักษะเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด, 2559
- พันธวัช สุทิน. รวมสูตรเคมี ม.4-6. กรุงเทพมหานคร : แม็คเอดดูเคชั่น, 2559
- รวิวรรณ สุบุญ. 2559. การกัดกร่อนของโลหะ. (ออนไลน์). ที่มา : <https://rawiwanmim.wordpress.com/บทเรียน/เซลล์ไฟฟ้าเคมี/การกัดกร่อนของโลหะ/>. [สืบค้นวันที่ 17 มิ.ย. 2559]
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว , 2554
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว , 2556
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียนเพิ่มเติมเสริมศักยภาพวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6. กรุงเทพมหานคร : พัฒนาคุณภาพวิชาการ- (พว.) จำกัด, 2558
- ศักดิ์ศรี สุภาธร และคณะ. 2557. ไฟฟ้าเคมีเชิงบูรณาการ. . (ออนไลน์). ที่มา: <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electrochemistry/web/electrochem04.htm>. [สืบค้นวันที่ 17 มิ.ย. 2559]
- ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ และประดัด นาคแก้ว. หนังสือเรียนเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด, 2553
- อาจารย์ไมล์. Chemistry Ranger เคมี ม.ปลาย ง่ายเวอร์ๆ!. กรุงเทพมหานคร : คาร์เปเดียนเมอร์ , 2559
- Banidea. 2559. ทาสีรองพื้นเหล็ก. (ออนไลน์). ที่มา: <http://www.banidea.com/wp-content/uploads/2014/12/Trachang-Wall-Cool-8.jpg> [สืบค้นวันที่ 19 มิ.ย. 2559]
- Burnyang. 2557. โซลรด ตอนเราหม่นล่อแล้วลองใช้น้ำด้นโซดดู แล้วมันตึง-หย่อน ไม่เท่ากัน เกิดจากอะไรครับ.(ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://pantip.com/topic/32386287>. [สืบค้นวันที่ 17 มิ.ย. 2559]



บรรณานุกรม (ต่อ)

- CR7 Fanclub. 2557. **น๊อตกันคลายใช้งานอย่างไรครับ.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://pantip.com/-topic/32232515>. [สืบค้นวันที่ สืบค้นวันที่ 17 มิ.ย. 2559]
- Kingmotos. 2551. **ล้อแม็ก PCX N-ONE ชุบโครเมียมครับ.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www-http://kingmoto.tarad.com/webboard-en-71241-1566837-ล้อแม็ก+PCX+N+ONE+ชุบโครเมียมครับ.html>. [สืบค้นวันที่ สืบค้นวันที่ 17 มิ.ย. 2559]
- Lalin Property. 2559. **DIY สร้างบ้านน้องเหมียว จากไม้แขวนและเสื่อยืดเก่า.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.lalinproperty.com/blog/187.html>. [สืบค้นวันที่ สืบค้นวันที่ 19 มิ.ย. 2559]
- Powder Coating Services. 2559. **พ่นสีฝุ่นงานโครงสร้าง.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.vvn-powdercoat.com/index.php?lay=show&ac=article&id=539241107>). [สืบค้นวันที่ สืบค้นวันที่ 19 มิ.ย. 2559]
- Print of intuch. 2559. **โซ่ชั้นสนิมแบบนี้ต้องเปลี่ยนหรือยังครับ.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://pantip.com/topic/35221866>. [สืบค้นวันที่ สืบค้นวันที่ 17 มิ.ย. 2559]
- tachalerm sak . 2559. **ประโยชน์ของเบียร์ที่คุณอาจไม่รู้จัก.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://malanggun.blogspot.com/2016_02_01_archive.html. [สืบค้นวันที่ 17 มิ.ย. 2559]
- Yannick Pfisterer. 2559. **Cathodic Protection.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://prezi.com-/xop4xk5w3sml/cathodic-protection/>. [สืบค้นวันที่ 19 มิ.ย. 2559]



สรุปผลการทำกิจกรรม

หัวข้อ	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ผ่าน	คะแนนที่ได้
แบบทดสอบก่อนเรียน	10	8	
บัตรกิจกรรมที่ 8.1 เรื่อง ทบหาสิ่งที่รู้	5	4	
บัตรกิจกรรมที่ 8.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโลหะในธรรมชาติ	5	4	
แบบบันทึกกิจกรรมที่ 8.3 เรื่อง การป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก	20	16	
บัตรงานที่ 8.1 เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน	10	8	
กิจกรรมที่ 8.4 เรื่อง เพิ่มเติมความรู้	5	4	
กิจกรรมที่ 8.5 เรื่อง การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	10	8	
- แผนผังความคิด(mind mapping) เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน	5	4	
แบบทดสอบหลังเรียน	10	8	

คะแนนระหว่างเรียนที่ได้

เท่ากับ

คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนที่ได้

เท่ากับ

สรุปผลการประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 8 เรื่อง การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน

ผ่าน

ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมะลิวรรณ ต้นเจียง)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการ



ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ - สกุล	นางสาวมะลิวรรณ ตันเจียง
วัน เดือน ปีเกิด	9 ตุลาคม พ.ศ. 2527
ที่อยู่ปัจจุบัน	164 หมู่ที่ 8 ตำบลหมู่น อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2539 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเรือ อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2545 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนภูเวียงวิทยาคม อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2549 ศึกษาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเคมี-คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2558 ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา การวิจัยและ ประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ประสบการณ์ การรับราชการ	วันที่ 3 เดือน พฤศจิกายน 2551 บรรจุแต่งตั้งเข้ารับราชการครู ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย โรงเรียนเพ็ญพิทยาคม อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี วันที่ 3 เดือน พฤศจิกายน 2553 ครู ค.ศ.1 โรงเรียนเพ็ญพิทยาคม อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี วันที่ 24 เดือน มีนาคม 2559 ครู ค.ศ.2 โรงเรียนเพ็ญพิทยาคม อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ โรงเรียนเพ็ญพิทยาคม อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20

