

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2521). *ประมวลศัพท์บัญญัติวิชาการศึกษา*. กรุงเทพฯ:

รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.

_____. (2533). *คู่มือการประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521*

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์

องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

_____. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์

องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

เกียรติศักดิ์ ชินวงศ์. (2544). การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม (STS) โดยใช้ห้องเรียน

ธรรมชาติ. *วิชาการ*, 4(11), 13-27.

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). *ชุดการเรียนการสอน*

สำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.

จรรยาพรณ์ เนื่องฤทธิ์. (2538). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่าง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบ

วิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี – สังคมกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต

วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชวาล แพรัตนกุล. (2526). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

ชลสิทธิ์ จันทาสี. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ

ตัดลึนใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดลึนใจ

ทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ชมพูช พงษ์วงษ์. (2550). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นตามรูปแบบการสอน*

ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- โชคชัย ยืนยง และวิมล สำราญวานิช. (2551). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 232 317 วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม Science Technology and Society. ขอนแก่น: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (ไม่ได้ตีพิมพ์).
- ชวนชื่น โชติโรตง. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อปัญหามลพิษของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2546). การจัดการเรียนการสอนวิชาวิธีสอนชีววิทยาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ต่าย เชิญงจี. (2526). ทฤษฎีการทดสอบและวัดผลการศึกษา. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทิพย์มาศ พิมลศักดิ์. (2530). ผลการใช้ชุดแนะแนวอาชีพที่มีต่อการตัดสินใจเลือกอาชีพของนักเรียนนาฏศิลป์ ชั้นต้นปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ทิพย์วัล ศรีจันทร์ และคณะ. (2546). การคิดและการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: โครงการศูนย์หนังสือ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- ทิสนา แจมมณี. (2534). การพัฒนากระบวนการคิด. วารสารครุศาสตร์, 20(2), 19-28.
- ทิสนา แจมมณี และคณะ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เวิร์คมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- นฤมล ยุตาคม. (2542). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Science Technology and Society – STS Model). ศึกษาสารปริทัศน์, 14(เมษายน), 29-48.
- นวรรตน์ กฤตเวทิน. (2546). การสร้างแบบสอบการตัดสินใจเรื่องสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ของเขตพัฒนาคุณภาพการศึกษาลานไทรมิตร จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิโลบล นิมกั้งรัตน์. (2523). การวัดผลการศึกษาของกลุ่ม อิงเกณฑ์. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บัญญัติ กัลยรัตน์. (2534). การสอนแบบ เอสทีเอส (STS Education). สัมภาษณ์, 7(มิถุนายน-ตุลาคม), 56-61.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- บุญยิ่ง วรณศิริกุล. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถในการตัดสินใจ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการวิทยาศาสตร์
กับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บัณฑิต จุฬาศัย. (2528). “เยาวชน...ผู้กำหนดสภาวะแวดล้อมในทศวรรษหน้า”. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 3
(มิถุนายน-กรกฎาคม), 15-18.
- บัณฑิต ธนชัยเศรษฐวุฒิ. (2539). “นโยบายกระจายนิคมอุตสาหกรรมสู่ชนบท บทเรียนที่ต้องทบทวน”.
โลกสีเขียว, 4(4), 40-50.
- ประทุม อัตชู. (2544). การวิจัยในชั้นเรียน: การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม/
ทฤษฎีการสร้างความรู้ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสาร สสวท, 30(115), 29-35.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2540). “กระบวนการแก้ปัญหา”. วารสาร สสวท, 100(กันยายน), 6-17.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2533). จิตวิทยาการเรียนรู้ถึงการสอน. กรุงเทพฯ: กราฟิเคอรัลด์.
- ประหยัด โพรธีศรี. (2550). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม.
รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พัชรา เพิ่มพิพัฒน์. (2546). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ใน
ชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ
สังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบ
ทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- _____. (2539). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภักดี คันธี. (2550). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องปีเตอร์เลียมโดยการสอนบูรณาการแบบสอดแทรก.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ภัทรารวรรณ กาญจนภาชน. (2548). ความตระหนักเกี่ยวกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (วิทยาศาสตรทั่วไป) บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ภูมิ พระรักษา. (2549). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- ยุคดา รักษาไทย และธนิกานต์ มาชะศิริานนท์. (2548). เทคนิคการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- บุทธสิทธิ์ จันทร์คูเมือง. (2530). “การศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆกัน”. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). วัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ = Measurement and achievement test construction. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รพีพร โตไทยะ. (2540). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. (2540). การศึกษากระบวนการสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ภาพพิมพ์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- _____. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- รศนา อัชชะกิจ. (2539). กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตไชย, เอ็ดเวิร์ด. และชูเมกเกอร์, พอล เจ. เอช. (2535). กลยุทธ์การตัดสินใจไม่ให้พลาด. (พิทยา สิทธิอำนวย, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- รุ่งนภา ปัดปอการ. (2545). ความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการเรียนการสอนตามโปรแกรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.



- วินิช สุรรัตน์. (2547). *ความคิดและความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วาสนา เดชกล้าหาญ. (2540). *ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเคียนสตรี.
- วิมล ตำราญวานิช. (2538). *การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิมล ตำราญวานิช. (2547). *ลักษณะและขอบเขตของวิทยาศาสตร์*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิรัช วรรณรัตน์. (2541). *บรรณนิทัศน์ผลการวิจัยด้านแนะแนว*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วีระพล สุวรรณนันท. (2525). *กระบวนการตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ: ประยูรวงศ์.
- วันโชค ขวัญเมือง. (2539). *ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการสอนโดยการสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกระบวนการตัดสินใจ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรภา ชัยเลิศวิมลกุล. (2538). *การแก้ปัญหาและตัดสินใจ*. ข่าวสารกองบริหารการศึกษา, 6(53), 20-30.
- ศิริลักษณ์ อ่างเงิน. (2548). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นวงจรการเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศรีสุรางค์ ทีนะกุล. (2542). *การคิดและการตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ: เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2533). *คู่มือครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ว 204*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ประชาชน.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2540). *หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 4 ว 204*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สมเกียรติ กิตยาการ. (2545). ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เขตการศึกษา 12. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2524). การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. (2534). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคม. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ภาพพิมพ์.

สุธรรม จันทร์หอม. (2525). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุนทรีย์ วัฒนพันธ์. (2535). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับ ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2539). การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา(องค์การมหาชน). (2549). รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์. กรุงเทพฯ: สำนักงาน. (เอกสารอัดสำเนา).

อารมณ เพชรชื่น. (2527). เทคนิคและการประเมินผลการศึกษาในระดับประถมศึกษา. ชลบุรี:

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.

(เอกสารอัดสำเนา).

อุษา กลิ่นหอม. (2545). มิตติวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาพื้นบ้าน. วิทยาศาสตร์, 56(1), 15-19.

อัมพวา รักบิดา. (2549). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.

วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ฤกษ์ฤดี เสนเรือง. (2549). ความสามารถในการตัดสินใจและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ ช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนโดยกลวิธีอภิปัญญา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Aikenhead, G. (1994). Consequences to Learning Science Through STS: A Research. In J.Solomon and G.Aikenherad (Eds.) *STS Education : International perspective on reform*. (pp.169-186). New York: Teacher College Press.

- Aikenhead, G. (2002). **STS Education: Arose by Any Other Name**. Retrieved April 24, 2003, from <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed/htm>
- Atkinson, S.K. (1956). **The Education's Encyclopedia**. New Jersey : Prentice-Hall.
- Beach, Don M. & Reinhartz, Judy. (1989). **Supervision Focus on Instruction**. New York: Harper & Row.
- Beyer, B.M. (1987). **Practice Strategies for Teaching of Thinking**. Boston: Allyn and Bacon.
- _____. (1997). **Improving Student Thinking: a Comprehensive Approach**. Broton: Allyn and Bacon.
- Bryant, Jr., Napoleon Adebola et. Al. (1995). **Science Anytime: Teacher's Guide**. Orlando: Harcourt Brace & Company.
- Bybee, R.W. (1987). Science Education and the Science-Technology-Society(S-T-S) Theme. **Science Education**, 71(May), 667-683.
- _____. (1987a). Teaching about Science-Technology-Society (STS): View of Science Education in the United States. **School Science and Mathematic**, 84(4), 274-285.
- Carin A. (1997). **Teaching Modern Science**. 7th ed. New Jersey: Practice-Hall.
- Eijelhof, H.M.C. (1990). *Radiation and Risk in Physics Education*. Utrecht, the Netherlands: Utrecht University, Centre for Science and Mathematics Education. Cited in G. Aikenhead. 1994. *Consequences to Learning Science Through STS: A Research*. In J. Solomon and G. Aikenhead (Eds.). **STS Education: International Perspectives on Reform**. (pp. 169-186). New York: Teacher College.
- Eysench, H.J. and Arnold, W. (1979). **Encyclopedia of Psychology**. London: Search Press.
- Good, Carter. V. (1973). **Dictionary of Education**. 3rd ed. New York: Potomac Associate Book.
- Finley, and others. (1992). "Science, technology, Society". **Science Education**, 76(March), 270-272.
- Gelatt, H.B. (1992). **Creative Decision making: Using Positive Uncertainty**. London: Kogan Page.
- Glass, Arnold Lewis. (1951). **Cognition**. 2nd ed. Auckland: McGraw-Hill Book.
- Gilhooly, K.L. (1990). **Thinking: directed, undirected and creative**. 2nd ed. London: Academic Press Limited.
- Hassard, J. (2002). **Science, Technology and Society in the Science Classroom**. Retrieved June 13, 2002, from <http://scied.gsu.edu/Hassard/mos/chapter6menu.html>.
- Hickman, Faith M. (1985). *Charting a Course Through Risk and Controversy: Strategies for Science Teachers*. In R. Bybee (ed). **Science-Technology-Society 1985 NSTA yearbook**. (pp.175-199). Washington, DC: National Science Teacher Association.

- Hurd, Paul Dehard. (1986). A Rational for a Science, Technology and Society Theme in Science Education. In R. Bybee (ed). **Science-Technology-Society 1985 NSTA yearbook**. (pp.94-116). Washington, DC: National Science Teacher Association.
- Kratwohl, D.R. B.S. Bloom and B.B. Masia. (1956). **Taxonomy of Education Objectives**. London: Longman Group.
- Kortland, K. (1996). "An STS Case Study about Students' Decision Making on the Waste Issue". **Science Education**, 80(6), 673-689.
- Layton, D. (1994). STS in the School Curriculum: A Movement Overtaken by History ? In J. Solomon and G. Aikenhead (Eds). **STS Education: International Perspectives on Reform**. (pp. 32-44). New York: Teacher College Press.
- Lazarowitz, P. and Tamir, P. (1994). Research on Using Laboratory Instruction in Science. In D.L. Gabel (ed). **Handbook of Research on Science Teaching and Learning**. (pp 94-128). New York: Macmillan Publishing Company.
- Legorreta, Carolyn Marie. (1988). A study of selected factors in high school science curricula relating to science technology and society. **Dissertation Abstracts international**, 49(5), 254.
- Lutz, M. (1996). The Congruency of the STS Approach and Constructivism. In R.E. Yeger (ed.). **Science / Technology / Society as Reform in Science Education**. (pp.39-58). New York: State University of New York Press.
- Mackinnu. (1992). Comparison of Learning Outcomes Between Classes Taught With a Science-Technology-Society (STS) Approach and a Textbook Oriented Approach. **Dissertation Abstracts International**, 52 (April), 2489A-2490A.
- NSTA. (1993). Science / Technology / Society: A new Effort for Providing Appropriate Science for All. In R.E. Yager(ed.). **What Research Says to the Science Teacher Volume Seven. The Science, Technology, Society Movement**. (pp.3-5). Washington, D.C: The National Science Teacher Association.
- Penick, J.E. and R.J. Bonnstetter. (1996). Different Goals, Different Strategies: STS Teacher Must Reflect Them. in R.E. Yager (ed.). **Science/Technology/Society As Reform in Science Education**. (pp. 163-173). New York: State University of New York Press.
- Sdorow, L.M. (1993). **Psychology**. 3rd ed. Iowa: WCB. Brawn's Benchmark.
- Simon, Herbert, A. (1960). **The New Science of Management Decision**. New York: Harper and Row.
- Solomon, Jone. (1993). **Teaching Science, Technology and Society**. England: Type study.

Stollburg, R.J. (1956). "Problem Solving, The Process Games in Science Teaching". **The Science Teacher**, 23(September), 225-228.

Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. (1973). **Teaching Science by inquiry in the Secondary School**. 2 nd ed. Ohio: Bell and Howell Company..

Tannenbaum, R. (1950). "Managerial Decision-Making. Angeles". **Institute of Industrial Relation**. University of California.

Tsai, Chin-Chang. (1999). "The Progression Toward Constructivist Epistemological Views of Science: A Case Study of the STS Instruction of Taiwanese High School Female Student". **International Journal of Science Education**, 21(11), 1201-1222.

UNESCO. (1990). New Trende Integrated Science Teaching. **Science Education**, (June), 45-56.

_____. (1991). **Teacher Training for Science And Technology Education Reform**. Bangkok: Principal Regional Office for Asia And the Pacific.

Wilson, J. and S. Livingston. (1996). Process Skills Enhancement in the STS Classroom. In R.E. Yager (ed.). **Science/Technology/Society As Reform in Science Education**. (pp. 59-67). New York: State University of New York Press.

Wolman, B.B. (1973). **Dictionary of Behavioral Science**. London: Litton Educational.

Yager, R.E. (1991). The constructivist learning model : Towards real reform in science Education. **The Science Teacher**, 58 (June), 52-57.

_____. (1996). **Science / Technology / Society : A Reform Appropriate for student with Disabilities**. Retrieved September 15, 2006, form <http://www.Erica.net/ericadb/ej528352.htm>.

_____, and Tamir Pinchas. (1993). STS Approach: Reason, Intentions, Accomplishments, and Outcomes. **Science Education**, 77(6): 637-658.

Zoller, U. (1993). Expanding the Meaning of STS and the Movement across the Globe. In R.E. Yager (ed.). **What Research Says to the Science Teacher Volume Seven. The Science, Technology, Society Movement**. (pp. 125-164). Washington, DC: The National Science Teacher Association.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวกิจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 รายวิชาเคมี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี เรื่อง แบตเตอรี่ให้กระแสไฟฟ้าได้อย่างไร 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นางนริศรา จันทราศรี ครู คศ.1 โรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์ ใช้สอนสัปดาห์ที่ 1

ขั้นวางแผน

1. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับโลหะไอออนในสารละลาย ความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนของโลหะและโลหะไอออน การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันเพื่อนำไปสู่การอธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยรีดักชัน ปฏิกิริยรีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ ศึกษาการดุลปฏิกิริยรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยรีดักชัน ปฏิกิริยรีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ ในด้านการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันได้
- จัดลำดับความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออนและเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ พร้อมทั้งดุลสมการรีดอกซ์ได้
- ทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง แปลความหมายข้อมูลสรุปผลการทดลองในเรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน

3. สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยรีดอกซ์เป็นปฏิกิริยาที่สารมีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน เช่น การจุ่มโลหะสังกะสีลงในสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต(CuSO_4) ที่ประกอบด้วย Cu^{2+} ซึ่งมีสีฟ้าและ SO_4^{2-} ไม่มีสี ปรากฏว่ามีสารสีน้ำตาลแดงมาเกาะที่แผ่นสังกะสีส่วนที่จุ่มอยู่ในสารละลาย เมื่อใช้แท่งแก้วเขี่ยให้สารสีน้ำตาลแดงหลุดออก พบว่าผิวของโลหะสังกะสีหุ้มน้ำตาลแดงและบางลง อธิบายได้ว่าเนื่องจากโลหะสังกะสีให้อิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็น Zn^{2+} อยู่ในสารละลาย ส่วนสารสีน้ำตาลแดงที่เกาะอยู่บนผิวของโลหะสังกะสี ควรเป็นทองแดงซึ่งเกิดจาก Cu^{2+} ในสารละลายรับอิเล็กตรอนจากสังกะสี

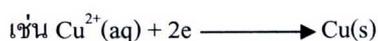
ปฏิกิริยาที่สารหนึ่งให้อิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า เกิดออกซิเดชัน ส่วนปฏิกิริยาที่อีกสารหนึ่งรับอิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า เกิดรีดักชัน

เมื่อพิจารณาจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือ ปฏิกิริยาที่สารหนึ่งให้อิเล็กตรอน



2. ปฏิกิริยารีดักชัน คือ ปฏิกิริยาที่สารหนึ่งรับอิเล็กตรอน



3. ในปฏิกิริยา 1 และ 2 ซึ่งต่างก็เป็นครึ่งปฏิกิริยา มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจาก Zn ไปให้ Cu^{2+}

4. ปฏิกิริยารีดอกซ์ คือ ปฏิกิริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอน เช่น



เมื่อพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือ ปฏิกิริยาที่สารมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น

2. ปฏิกิริยารีดักชัน คือ ปฏิกิริยาที่สารมีเลขออกซิเดชันลดลง

3. ปฏิกิริยารีดอกซ์ คือ ปฏิกิริยาที่ธาตุมีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน

4. ตัวรีดิวซ์หรือสารที่ถูกออกซิไดส์ คือ สารที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นตัวทำปฏิกิริยาที่ให้

อิเล็กตรอนในปฏิกิริยาเคมี หรือเป็นสารที่ทำให้สารอื่นมีเลขออกซิเดชันลดลง

5. ตัวออกซิไดส์หรือสารที่ถูกรีดิวซ์ คือ สารที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน เป็นตัวทำปฏิกิริยาที่รับอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาเคมี หรือเป็นสารที่ทำให้สารอื่นมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น

การดุลสมการรีดอกซ์

1. การดุลสมการรีดอกซ์นอกจากจะต้องทำให้จำนวนอะตอมและจำนวนประจุรวมทางซ้ายและทางขวาเท่ากันแล้ว ยังต้องทำให้จำนวนอิเล็กตรอนที่ถ่ายโอนเท่ากันด้วย

2. การดุลสมการรีดอกซ์มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ การดุลสมการโดยใช้เลขออกซิเดชัน และโดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา

2.1 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดเลขออกซิเดชันให้แก่ธาตุ เพื่อรู้ว่าธาตุใดถูกออกซิไดส์และธาตุใดถูกรีดิวซ์

ขั้นตอนที่ 2 เขียนสมการใหม่ แยกเป็นครึ่งปฏิกิริยาละเขียนสมการเฉพาะธาตุที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 3 ดุลสมบัตินึ่งปฏิกิริยาด้วยเลขจำนวนเต็มต่ำสุด ที่ทำให้จำนวนอิเล็กตรอนที่ให้ไปในขั้นตอนออกซิเดชันเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่รับในขั้นรีดักชัน

ขั้นตอนที่ 4 เขียนสัมประสิทธิ์ของอัตราส่วนตัวออกซิไดส์ต่อตัวรีดิวซ์ไว้ข้างหน้าของแต่ละธาตุและสารที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 5 คุณครูที่ไม่ถูกออกซิไดส์หรือถูกรีดิวซ์ เพื่อให้สมการดุล

ข้อที่ต้องปฏิบัติคือ ในการดุลธาตุที่ไม่ถูกออกซิไดส์หรือถูกรีดิวซ์นั้น จะต้องไม่เปลี่ยน

อัตราส่วนของธาตุที่ถูกออกซิไดส์และถูกรีดิวซ์ และประการสำคัญตรวจสอบจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุทั้งสอง ด้านของสมการต้องมีจำนวนเท่ากัน

2.2 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา

การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาหรือโดยวิธีไอออนอิเล็กตรอนนั้น แตกต่างจากการดุลสมการรีดอกซ์เชิงโมเลกุลที่กำหนดเลขออกซิเดชันที่กล่าวไปแล้ว ซึ่งการดุลโดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาจำนวนอะตอมของธาตุแต่ละชนิดทั้งสองด้านของสมการและประจุมรวมจะต้องเท่ากัน

หลักการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา มีหลักการดังนี้

- 1) เขียนครึ่งปฏิกิริยาที่มีธาตุถูกออกซิไดส์และถูกรีดิวซ์
- 2) ดุลธาตุอื่นที่ไม่ใช่ธาตุออกซิเจนและไฮโดรเจน
- 3) ดุลธาตุออกซิเจนและไฮโดรเจน
- 4) เพิ่มอิเล็กตรอนลงไปในแต่ละด้านของครึ่งปฏิกิริยาเพื่อให้เกิดการดุลทางไฟฟ้า
- 5) แต่ละปฏิกิริยาคูณจำนวนตัวเลขเต็มค่าต่ำที่เหมาะสม เพื่อให้จำนวนอิเล็กตรอนที่เสียไปและได้มา

เท่ากัน

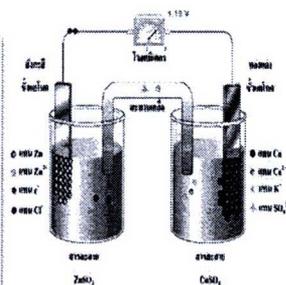
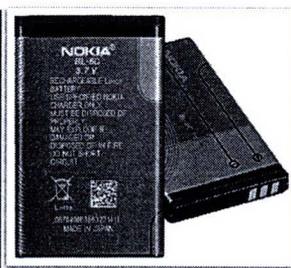
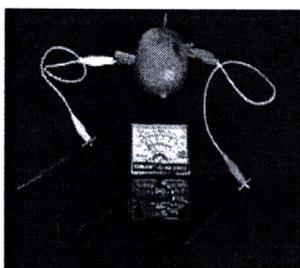
- 6) รวม 2 ครึ่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกัน ตัดอิเล็กตรอนและสารอื่นที่เหมือนกันทั้งสองด้านของสมการออกไป

ขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการสอนของ Bryant(1995) 6 ขั้น

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตอนที่ 1 (2 ชั่วโมง)

1. ขั้นสงสัย (I wonder)

- 1.1 ครุ่นาแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ และแบตเตอรี่หม้อไฟมาให้นักเรียนดู



- 1.2 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันคิดหาคำตอบว่า

- นักเรียนคิดว่าแบตเตอรี่ให้กระแสไฟฟ้าได้อย่างไร
- นักเรียนรู้จักแบตเตอรี่และเคยใช้งานชนิดใดบ้าง

- แบตเตอรี่ที่นักเรียนเคยใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ใช้งานในลักษณะใดได้บ้าง
- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าแบตเตอรี่ให้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร
- นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์ภายในของแบตเตอรี่มีส่วนช่วยทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นภายในแบตเตอรี่หรือไม่ และเกิดอย่างไร

- นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่ที่ทำให้แบตเตอรี่ให้กระแสไฟฟ้าได้เป็นปฏิกิริยาชนิดใด

1.3 ครูทดลองจุ่มแผ่นโลหะสังกะสีลงในสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต ทิ้งไว้สักครูให้นักเรียนสังเกตที่แผ่นโลหะสังกะสี และตั้งคำถามว่า

- นักเรียนเห็นอะไรเปลี่ยนแปลงบนแผ่นสังกะสี
- นักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้นกับแผ่นสังกะสี
- ถ้าเราทำการทดลองโดยเปลี่ยนเป็นนำแผ่นโลหะทองแดงมาจุ่มลงในสารละลายคอปเปอร์

(II)ซัลเฟต หรือสารละลาย $ZnSO_4$ นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใด

1.4 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆละ 4-5 คน เพื่อวางแผนศึกษาการทำงานของแบตเตอรี่ว่าเกิดกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการทดลองในข้อ 1.3 เกิดขึ้นได้อย่างไร เพราะเหตุใด และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีชื่อเรียกว่าอย่างไร เกี่ยวกับข้องอย่างใดกับการเกิดกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ

2. ขั้นวางแผน (I plan)

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนในการทำงานเพื่อหาคำตอบว่าแบตเตอรี่มีหลักการทำงานอย่างไรเพื่อให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งการวางแผนการศึกษาควรประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- แบตเตอรี่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอะไรบ้าง ใช้ประโยชน์อย่างไร
- ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่
- แบตเตอรี่มีหลักการทำงานอย่างไร
- ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในแบตเตอรี่แต่ละชนิดคือปฏิกิริยาใด
- โลหะที่ทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้า ขั้วบวกและขั้วลบมีชื่อเรียกว่าอย่างไร
- วิธีการทำการทดลองเรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน

2.2 นักเรียนระบุแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ค้นหาข้อมูล ครูตรวจสอบหัวข้อของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่วางแผนที่จะ

ศึกษา

3. ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการสำรวจชนิดของแบตเตอรี่ที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวัน ศึกษาองค์ประกอบและหลักการทำงาน การเกิดกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่แต่ละชนิดในแต่ละคร้วเรียน บันทึกข้อมูลที่ได้

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เช่น ห้องสมุดของโรงเรียน อินเทอร์เน็ต หรือสอบถามผู้รู้ในหัวข้อที่สนใจ

3.3 เมื่อได้ข้อมูลแล้วสมาชิกในแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ สรุปข้อค้นพบจากการสำรวจและการศึกษาหาคำตอบของคำถามที่นักเรียนสงสัยอยากรู้ หรือตามที่ตั้งคำถามไว้ในตอนแรก

3.4 แต่ละกลุ่มวางแผนการทดลอง ทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง ในเรื่องปฏิกริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน

4. ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect)

4.1 นักเรียนนำเสนอผลการสำรวจและผลการศึกษานักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง ข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามีอะไรบ้าง โดยครูเป็นผู้ช่วยแนะนำนักเรียนในการสรุปสิ่งที่ได้จากการค้นคว้าให้เชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้ในชีวิตจริง เพื่อให้ให้นักเรียนได้ข้อมูลหรือแนวคิดในการสร้างทางเลือกจากข้อมูลที่ได้ และพิจารณาข้อดีข้อเสียของทางเลือก

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มแปลความหมายข้อมูลจากการทดลอง นำเสนอผลและสรุปผลการทดลองที่กลุ่มตนเองสรุปได้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตอนที่ 1 (1 ชั่วโมง)

5. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการค้นคว้า ร่วมกันอภิปรายซักถามในประเด็นที่ต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติม โดยครูคอยเสริมและแนะนำให้เข้าสู่คำตอบของปัญหาที่นักเรียนสงสัย

5.2 แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสรุปผลการทดลองที่แต่ละกลุ่มได้

5.2 นักเรียนช่วยกันสรุปว่ากระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่เกิดขึ้นได้อย่างไร

6. ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (I act)

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันจัดป้ายนิเทศให้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่ พร้อมทั้งทำแผ่นพับนำเสนอความรู้ว่าแบตเตอรี่ให้กระแสไฟฟ้าได้อย่างไรเผยแพร่ในโรงเรียน

ขั้นประเมินผล

1. ตรวจสอบบันทึกการทำงานและแบบบันทึกผลการทดลอง
2. สังเกตจากกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน
3. ตรวจสอบผลงานจากป้ายนิเทศและแผ่นพับเผยแพร่ความรู้

สื่อและอุปกรณ์

1. แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือและแบตเตอรี่หม้อไฟ
2. หนังสือเรียนเคมี 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สสวท.
3. กระดาษสีทำปกสำหรับทำแผ่นพับ
4. กระดาษชาร์ตสีสำหรับจัดป้ายนิเทศ
5. ปากกาเมจิก
6. ห้องสมุดโรงเรียน
7. สืบค้นโดยระบบอินเทอร์เน็ต
8. แผ่นโลหะสังกะสีและโลหะทองแดง
9. บีกเกอร์ และสายไฟพร้อมแจ๊คเสียบ
10. สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต
11. โวลต์มิเตอร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 รายวิชาเคมี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเคมี เรื่อง แบตเตอรี่ให้กระแสไฟฟ้าได้อย่างไร 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นางนริศรา จันทราศรี ครู คศ.1 โรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์ ใช้สอนสัปดาห์ที่ 2

ขั้นวางแผน

1. สาระสำคัญ

ศึกษาส่วนประกอบและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก

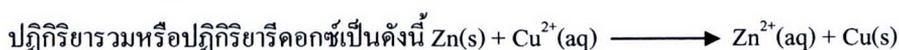
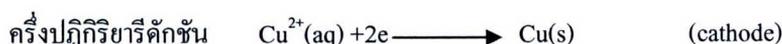
2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ต่เซลล์กัลวานิกจากครึ่งเซลล์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้
2. เขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกได้
3. ทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง แปลความหมายข้อมูลสรุปผลการทดลองในเรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก

3. สาระการเรียนรู้

เซลล์ไฟฟ้าเคมีมี 2 ประเภท คือ เซลล์กัลวานิกหรือเซลล์วอลตาอิก กับเซลล์อิเล็กโทรไลต์

1. เซลล์กัลวานิก ประกอบด้วย 2 ครึ่งเซลล์ที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกันมาต่อกันให้ครบวงจรด้วยสะพานไอออน เช่น ครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)/Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)/Zn}^{2+}(\text{aq})$ มาต่อกันและมีสะพานไอออนเชื่อมของมิเตอร์เบนจากครึ่งเซลล์สังกะสีไปยังครึ่งเซลล์ทองแดง แสดงว่า สังกะสีเป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอน และทองแดงเป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอน ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันจึงเขียนได้ดังนี้



2. ขั้วไฟฟ้าที่มีออกซิเดชันเกิดขึ้น เรียกว่า แอโนด ขั้วสังกะสีจึงเป็นแอโนด และขั้วไฟฟ้าที่มีรีดักชันเกิดขึ้นเรียกว่า แคโทด ขั้วทองแดงจึงเป็นแคโทด

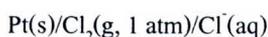
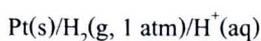
3. ประจุบวกเรียกว่าแคทไอออน ประจุลบเรียกว่าแอนไอออน สังกะสีจึงเป็นขั้วลบ และทองแดงเป็น

ขั้วบวก

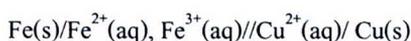
การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก

การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก สามารถใช้สัญลักษณ์เขียนแทนรูปภาพ โดยอยู่บนพื้นฐานของข้อกำหนดต่อไปนี้

1. เส้นเดี่ยวตามแนวดิ่งแสดงการเปลี่ยนสถานะ เช่น $\text{Cu(s)}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Ag(s)}/\text{Ag}^{2+}(\text{aq})$
2. ภายในครึ่งเซลล์ ตัวทำปฏิกิริยาต้องมาก่อนผลิตภัณฑ์ เช่น $\text{Cu(s)}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ตัวทำปฏิกิริยา Cu ต้องมาก่อนผลิตภัณฑ์ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$
3. ความเข้มข้นของสารละลายเอควิวสให้เขียนไว้ในวงเล็บข้างหลังสัญลักษณ์ไอออนหรือโมเลกุล เช่น $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})(1 \text{ mol/dm}^3)$
4. เขียนเส้นคู่ขนาน // แทนสะพานเชิงไอออน $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})//\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu(s)}$
5. เขียนครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (แอโนด) ก่อนครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (แคโทด) เช่น $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})//\text{Cu(s)}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ มาก่อนครึ่งเซลล์รีดักชัน $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu(s)}$
6. สำหรับครึ่งเซลล์ที่ประกอบด้วยโลหะกับแก๊ส ให้ระบุความดันของแก๊ส และเขียนเส้นดิ่งเส้นเดี่ยว / ปิดคั่นระหว่างโลหะกับแก๊ส และระหว่างแก๊สกับไอออนในสารละลาย เช่น



7. สำหรับครึ่งเซลล์ที่มีสถานะเดียวกันมากกว่าหนึ่งชนิด ให้ใช้เครื่องหมายจุลภาค (,) คั่นระหว่างไอออนทั้งสอง เช่น



ตัวอย่างการเขียนแผนภาพเซลล์แดเนียล ซึ่งเขียนแทนรูปภาพเป็น

$\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(1.0 \text{ mol/dm}^3)//\text{Cu}^{2+}(1.0 \text{ mol/dm}^3)/\text{Cu(s)}$ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้ อิเล็กตรอนไหลจากแอโนด (ขั้ว Zn) ไปยังแคโทด (ขั้ว Cu) ในเซลล์กัลวานิก หรือไหลจากขั้วไฟฟ้าที่ให้อิเล็กตรอนไปยังขั้วไฟฟ้าที่รับอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นทิศทางการไหลของอิเล็กตรอนจากซ้ายไปขวา

ขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการสอนของ Bryant(1995) 6 ขั้น

1. ขั้นสงสัย (I wonder)

1.1 ให้นักเรียนอ่านบทความ แบตเตอรี่น้ำมันฝรั่ง และมันฝรั่งรวมพลัง

แบตเตอรี่หัวมันฝรั่ง



ผักผลไม้ ก็สร้างกระแสไฟฟ้าได้นะ มาลงมือแล้วฟังเสียงการไหลของกระแสไฟฟ้ากันเลย

สิ่งที่ต้องใช้

1. มันฝรั่ง 1 หัว
2. มีด
3. เหรียญสตริงที่มีส่วนประกอบของทองแดง 1 เหรียญ
4. แหวนรองนิ้ว 1 วง หรือตะปูสังกะสีก็ได้
5. สายไฟสำเร็จรูปที่ต่อกับตัวหนีบปากจระเข้ 2 เส้น
6. หลอดไฟ 1 เส้น

วิธีทดลอง

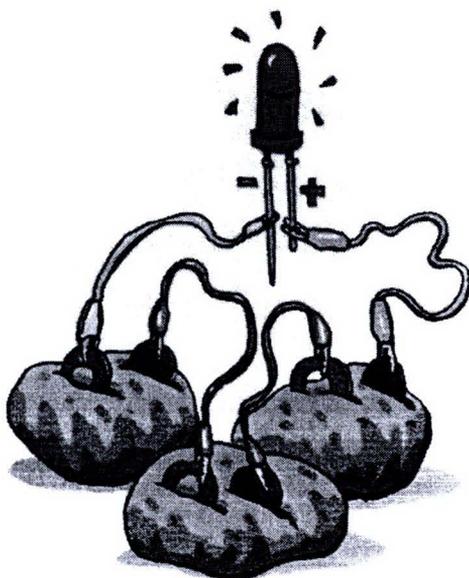
1. ใช้มีดกรีดมันฝรั่งให้เป็นรอยแยกขนาดเล็ก 2 รอย ให้ห่างกัน 2-3 ซม. เสียบเหรียญและแหวนรองนิ้วตกลงไปในรอยแยก
2. นำหัวหนีบปากจระเข้ 1 เส้นหนีบกับเหรียญสตริง และอีกหนึ่งเส้นหนีบกับแหวนรองนิ้ว
3. นำปลายอีกด้านของหัวหนีบทั้ง 2 เส้น มาหนีบกับปลายที่เสียบหลอดไฟ ระวังอย่าให้ปลายตัวหนีบแตะโดนกันนะ...ลองฟังดูซิเธอได้ยินเสียงอะไรไหม?

เพราะอะไรกันนะ

เมื่อหนีบตัวหนีบกับที่เสียบหลอดไฟ กระแสไฟฟ้าจะถูกต่อเข้ากับแบตเตอรี่ในหัวมันฝรั่ง และเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างทองแดงในเหรียญสตริง + สังกะสีในแหวนรองนิ้ว + น้ำในมันฝรั่ง = แรงดันไฟฟ้า ปฏิกิริยานี้จะนำเอาอนุภาคเล็กจิ๋วที่ชื่อ "อิเล็กตรอน" ให้ไหลไปตามสายไฟ อิเล็กตรอนมีขนาดเล็กมากจนเรามองไม่เห็น แต่เราได้ยินเสียงมันไหลได้ด้วยหลอดไฟเราสร้างแบตเตอรี่ได้ด้วยการนำโลหะสองชนิดที่ต่างกัน เช่น อะลูมิเนียมฟรอยด์และ

ซีอนโลหะ มาเชื่อม โยงถึงกันด้วยของเหลวที่นำไฟฟ้า เช่น น้ำมะนาว หัวมันฝรั่ง ส้ม แรงดันไฟฟ้าจะถูกสร้างขึ้น หน่วยวัดแรงดันไฟฟ้าคือ โวลต์ (Volt)

มันฝรั่งรวมพลัง



ต่อจากการทดลอง "แบตเตอรี่หัวมันฝรั่ง" เราสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าให้มากขึ้นจนทำให้หลอดไฟเล็กๆสว่างขึ้นได้

สิ่งที่ต้องใช้

1. มันฝรั่ง 3 หัว ยังใช้หลายหัวยิ่งได้ไฟฟ้ามาก
2. มีด
3. เหรียญสลึงที่มีส่วนประกอบของทองแดง 3 เหรียญ
4. แหวนรองนิ้ว 3 วง หรือตะปูสังกะสีก็ได้
5. สายไฟสำเร็จรูปที่ต่อกับตัวหนีบปากจระเข้ 6 เส้น
6. หลอดไฟแอลอีดี

วิธีทดลอง

เหมือนกับการทดลอง "แบตเตอรี่หัวมันฝรั่ง" แต่ให้ใช้ปากคิบบเชื่อมเหรียญสลึงและแหวนรองนิ้วของมันฝรั่งหัวอื่นๆจนครบเหลือปลายสองข้างหนีบกับขาของหลอดไฟ (ขาข้างที่สั้นเป็นทองแดงหรือขั้ว + ส่วนขายาวเป็นสังกะสีหรือขั้ว -) เมื่อไฟฟ้าครบวงจรหลอดไฟจะสว่าง

<http://www.karn.tv/>

1.2 ครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนให้เกิดความสงสัยและคิดหาคำตอบดังนี้

- นักเรียนได้ทราบอะไรจากการอ่านสถานการณ์ และมีข้อสงสัยหรือไม่
- นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าการต่อเซลล์กัลวานิกจะต้องมีส่วนประกอบใดบ้าง
- นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์กัลวานิกเป็นปฏิกิริยาแบบใด สามารถเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ได้อย่างไร
- นักเรียนคิดว่าถ้าเราลองสลับขั้วไฟฟ้า โดยเอาสังกะสีเป็นขั้วบวก + และเอาทองแดงเป็นขั้วลบ - จะเกิดอะไรขึ้นหลอดไฟจะสว่างหรือไม่
- นักเรียนคิดว่า ถ้านักเรียนลองต่อขั้วไฟฟ้าเป็นแบบอื่นหรือวิธีการอื่น โดยอาจลองใช้โลหะชนิดอื่นมาทำเป็นขั้วไฟฟ้า ใช้ผลไม้อื่นเช่น ส้ม มะม่วง มะนาว แดงโม ส้มโอ หรือใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ชนิดอื่นมาต่อเซลล์ไฟฟ้าจะให้ผลเหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ให้นักเรียนลองคิดหาวิธีการที่จะทำให้ได้คำตอบว่าจะต่อเซลล์ไฟฟ้าอย่างง่ายเพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยอาจใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการหรืออุปกรณ์อย่างง่ายและหาได้ตามธรรมชาติหรือในท้องถิ่นก็ได้

2. ขั้นวางแผน (I plan)

- 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5 คน ศึกษาส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก วิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ประเภทเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนคิดหาวิธีการสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีอย่างง่าย และต่อเซลล์กัลวานิกอย่างไรให้เกิดกระแสไฟฟ้า
- 2.3 ครูช่วยตรวจสอบแผนการศึกษา และเสนอแนะแผนการศึกษาของนักเรียนให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการศึกษา

3. ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate)

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันศึกษาส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก วิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ประเภทเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์ ยกตัวอย่างเซลล์กัลวานิกที่พบเห็นหรือใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมาพร้อมนำตัวอย่างเซลล์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาให้เพื่อนสมาชิกกลุ่มอื่นดูอย่างน้อย 1 ชนิด
- 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำการทดลองต่อเซลล์กัลวานิกอย่างง่ายโดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ สารอิเล็กโทรไลต์ หรือผลไม้อื่นที่สนใจศึกษานำมาสร้างเซลล์กัลวานิกอย่างง่ายและได้วางแผนการศึกษาไว้แล้วว่าให้กระแสไฟฟ้าได้จริงหรือไม่

3.3 นักเรียนแต่ละทำการทดลองเรื่องการถ่ายโอนอิเล็กทรอนิกส์ในเซลล์กัลวานิกตามโดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในการทดลองตามขั้นตอนในหนังสือเรียนเคมี 4 แล้วเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการทดลองที่ได้จากข้อ 3.2 เพื่อนำมาวิเคราะห์และอธิบายการเกิดปฏิกิริยาในเซลล์กัลวานิก

4. ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect)

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแสดงความคิดเห็น วิเคราะห์ อภิปราย ลงข้อสรุปและข้อเสนอแนะในการต่อเซลล์กัลวานิก เพื่อนำมาอธิบายการเกิดปฏิกิริยา การเกิดกระแสไฟฟ้า และการต่อเซลล์กัลวานิก พร้อมทั้งเขียนปฏิกิริยาและแผนภาพเซลล์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในเซลล์ของกลุ่มตนเอง

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตอนที่ 1 (1 ชั่วโมง)

5. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าประกอบของเซลล์กัลวานิก วิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ประเภทเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์ ยกตัวอย่างเซลล์กัลวานิกที่พบเห็นหรือใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันพร้อมนำตัวอย่างเซลล์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาให้เพื่อนสมาชิกกลุ่มอื่นดูอย่างน้อย 1 ชนิด

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานการต่อเซลล์กัลวานิกของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งนำเสนอผลการทดลองในข้อ 3.2-3.3 ของกลุ่มตนเองโดยเชื่อมโยงผลการทดลองเข้ากับการอธิบายส่วนประกอบและการต่อเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานการต่อเซลล์กัลวานิกของกลุ่มตนเอง และนำเสนอผลการทดลองในข้อ 3.2-3.3 ของกลุ่มตนเองโดยเชื่อมโยงผลการทดลองเข้ากับการอธิบายส่วนประกอบและการต่อเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

5.4 นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก การต่อเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ และข้อเสนอแนะในการสร้างเซลล์กัลวานิก อย่างง่ายโดยวัสดุที่มีในธรรมชาติและในท้องถิ่น โดยครูช่วยแนะนำเพิ่มเติม

5.5 นักเรียนคัดเลือกเซลล์กัลวานิกอย่างง่ายที่แต่ละกลุ่มทำเพื่อนำไปเผยแพร่ให้เกิดแนวความคิดในการสร้างเซลล์กัลวานิกต่อไป

6. ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (I act)

นักเรียนนำข้อสรุปและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเรื่องส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก การต่อเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ไปจัดป้ายนิเทศประชาสัมพันธ์ของโรงเรียน

พร้อมทั้งนำเสนอผลงานตัวอย่างการสร้างเซลล์กัลวานิกอย่างง่ายที่ได้รับการคัดเลือกมาเผยแพร่ให้คนที่สนใจนำแนวคิดในการสร้างเซลล์กัลวานิก ไปใช้สร้างเซลล์กัลวานิกจากวัสดุอื่นต่อไป

ขั้นประเมินผล

1. ตรวจสอบบันทึกการศึกษาเรื่องส่วนประกอบ การต่อเซลล์และการเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก
2. แบบบันทึกผลการทดลอง
3. สังเกตจากกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน
4. ตรวจสอบผลงานจากป้ายนิเทศและเซลล์กัลวานิกอย่างง่ายของแต่ละกลุ่มสร้างขึ้น

สื่อและอุปกรณ์

1. ใบสถานการณ์เรื่อง แบตเตอรี่มันฝรั่ง และมันฝรั่งรวมพลัง
2. กระดาษชาร์ตสีสำหรับจัดป้ายนิเทศ
3. ปากกาเมจิก
4. ห้องสมุดโรงเรียน
5. สืบค้น โดยระบบอินเทอร์เน็ต
6. ผลไม้รสเปรี้ยวชนิดต่างๆ
7. กระดาษกรอง และกระดาษทราย
8. แผ่นโลหะสังกะสี เหล็ก แมกนีเซียม อะลูมิเนียม และโลหะทองแดง
9. บีกเกอร์ และสายไฟพร้อมแจ็กเสียบและคลิปปากจระเข้
10. สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต , โพแทสเซียมไนเตรด , ซิงค์ซัลเฟต , แมกนีเซียมซัลเฟต , ไอร์ออน(II)ซัลเฟต
11. โวลต์มิเตอร์
12. หนังสือเรียนเคมี 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สสวท.

ภาคผนวก ข
แบบวัดความสามารถในการตัดสินใจ

แบบวัดความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี ไปใช้ในชีวิตและสังคม

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ เป็นแบบวัดความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ไปใช้ในชีวิตและสังคม มีขั้นตอนการตัดสินใจ 6 ขั้นตอนซึ่งปรับปรุงมาจากขั้นตอนการตัดสินใจของ Beyer, (1997) และ Dinklage, (1997 อ้างถึงใน ศิริลักษณ์ อ่างเงิน, 2548 ; ฤกษ์ฤดี เสนเรือง, (2549) ดังนี้

1. การระบุปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ได้
 2. การกำหนดเป้าหมาย เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถกำหนดเป้าหมายของปัญหาว่ามีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์อะไรในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ได้
 3. การระบุทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถบอกได้ว่ามีทางเลือกอะไรบ้าง ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ตามเป้าหมายที่กำหนด
 4. การวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียแต่ละทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของแต่ละทางเลือกได้โดยมีเหตุผล
 5. การลำดับความสำคัญของทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนต้องเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือกที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากการได้วิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของทางเลือก
 6. การตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่กำหนดที่เป็นไปได้มากที่สุด และบอกเหตุผลในการเลือกทางเลือกด้วย
2. แบบวัดประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมีข้อความ 6 ข้อๆละ 3 คะแนน รวมคะแนนเต็มทั้งหมดจาก 5 สถานการณ์ปัญหาเท่ากับ 90 คะแนน

3. ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความในสถานการณ์แล้วตอบคำถามแต่ละสถานการณ์ จำนวน 6 ข้อ ดังนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์คืออะไร
2. จากปัญหาให้นักเรียนบอกเป้าหมายในการแก้ปัญหามีเป้าหมายเพื่ออะไร
3. ทางเลือกที่มีอยู่ ในการแก้ไขปัญหาตามเป้าหมายที่กำหนดคืออะไรบ้าง
4. ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของแต่ละทางเลือก
5. ให้นักเรียนเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือก
6. ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดพร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

4. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดทั้งสิ้น 90 นาที

เกณฑ์ในการตัดสินเพื่อประเมินค่าคะแนนความสามารถในการตัดสินใจ

มีเกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามแนวของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการดังนี้

ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	มีความสามารถในการตัดสินใจในระดับ
80 ขึ้นไป	ดีมาก
70-79	ดี
60-69	ปานกลาง
50-59	ควรปรับปรุง
ต่ำกว่า 50	ไม่ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 10 วิเคราะห์ความสอดคล้องของระดับความสามารถในการตัดสินใจกับการใช้ข้อความ และความเหมาะสมของข้อความเพื่อนำไปคำนวณค่า IOC

ค่า IOC = $\sum R/n$ เมื่อ ค่า IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของการใช้ภาษา กับความตระหนักด้านที่ต้องการวัด

R แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

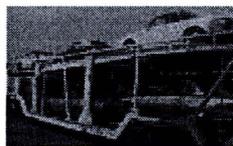
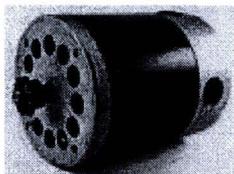
n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

-1	ระดับความคิดเห็น	ไม่เห็นด้วย
0	ระดับความคิดเห็น	ไม่แน่ใจ
+1	ระดับความคิดเห็น	เห็นด้วย

ข้อความ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	ค่า IOC = $\sum R/n$
	1	2	3		
สถานการณ์ที่ 1	+1	+1	+1	3	1
สถานการณ์ที่ 2	+1	+1	+1	3	1
สถานการณ์ที่ 3	+1	+1	+1	3	1
สถานการณ์ที่ 4	+1	+1	+1	3	1
สถานการณ์ที่ 5	+1	+1	+1	3	1

สถานการณ์ที่ 1

บทความเรื่อง มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง



มอเตอร์ ส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เครื่องจักรทำงานได้โดยวิธีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำจะใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากเป็นการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เหตุ ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทนมอเตอร์แบบธรรมดา ยิ่งในภาวะที่ประเทศไทยส่งเสริมการลงทุนด้านอุตสาหกรรมการผลิตมีการใช้เครื่องจักรทำงานตลอดเวลา โรงงานอุตสาหกรรมควรหันมาใส่ใจในประสิทธิภาพของมอเตอร์ด้วย

ปัจจุบันมอเตอร์ที่มีขายอยู่ทั่วไปนั้น มีทั้งแบบที่ผลิตต่ำกว่ามาตรฐาน ผลิตได้มาตรฐานและผลิตได้ประสิทธิภาพสูง โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะนิยมเลือกใช้มอเตอร์แบบผลิตต่ำกว่ามาตรฐานและผลิตได้มาตรฐาน เพราะราคาถูกกว่ามอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ทั้งที่ความจริงแล้วการเลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะช่วยประหยัดรายจ่ายทั้งค่าไฟฟ้าและค่าบำรุงรักษาในระยะยาว

ทำไมมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจึงช่วยประหยัดไฟฟ้า

มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงใช้แผ่นเหล็กซิลิคอนเคลือบด้วยฉนวนคุณภาพสูง (High Grade Silicon Steel) แทนการเคลือบด้วยส่วนผสมของคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Laminated Steel) มาทำแกนเหล็กมอเตอร์ซึ่งช่วยลดการสูญเสียไฟฟ้าในแกนเหล็กได้ครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับมอเตอร์แบบธรรมดา

มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงใช้ทองแดงเป็นสายตัวนำไฟฟ้าแทนอลูมิเนียมที่มอเตอร์แบบเก่าเคยใช้ ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้นในมอเตอร์เพราะทองแดงมีความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าอะลูมิเนียม จึงยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่ายกว่า

ความร้อนที่เกิดจากการทำงานของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมีน้อยกว่ามอเตอร์แบบธรรมดา พัดลมระบายความร้อนไม่ต้องทำงานหนัก ลดการสูญเสียแรงลมและเสียงรบกวนน้อย เป็นต้น

ข้อควรพิจารณาในการเปลี่ยนมอเตอร์

อย่างไรก็ตามการจะเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทนมอเตอร์แบบเก่าที่ใช้อยู่แบบทันทีทันใดจะต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า เนื่องจากมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมีราคาสูงนั่นเอง E-Guide ฉบับนี้จึงขอแนะนำแนวทางในการตัดสินใจหากคิดจะเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงดังนี้

1. ควรเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงเมื่อมอเตอร์ที่ใช้อยู่เกิดความเสียหาย เช่น มอเตอร์ผ่านการพันขดลวดมาแล้วหลายครั้ง เมื่อทำงานจะเกิดความร้อนทำให้ฉลบลูกปืนมีปัญหา เป็นต้น

2. มอเตอร์ที่ใช้อยู่ผ่านการใช้งานมากกว่า 4,000 ชั่วโมง หรือใช้งานมานานกว่า 10-15 ปีและ มีค่าบำรุงรักษาสูงกว่าร้อยละ 65 ของราคามอเตอร์ใหม่

3. มอเตอร์ที่ใช้อยู่มีขนาดใหญ่เกินการใช้งาน ทำให้สิ้นเปลืองไฟฟ้ามาก หากเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงที่มีขนาดพอเหมาะต่อการใช้งานจะช่วยประหยัดไฟฟ้าได้มาก

หากมอเตอร์ที่ใช้อยู่มีลักษณะใดลักษณะหนึ่งจาก 3 ประการที่กล่าวมาแล้ว และการเปลี่ยนครั้งนี้ควรใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทน แม้ว่าราคาของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะมีราคาแพงกว่ามอเตอร์แบบธรรมดาก็ตาม แต่รับประกันได้ว่าจะช่วยประหยัดรายจ่ายได้ในระยะยาว เรียกได้ว่าคุ้มค่านำลงทุนเป็นอย่างยิ่ง

ที่มา : บทความจาก วารสาร ‘รักษ์พลังงาน พัฒนาพลังงานไทย ลดใช้พลังงานชาติ Energy Saving New ประจำปี 2548 ฉบับที่ 19 เดือนกันยายน

จากสถานการณ์จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์คืออะไร

.....

.....

2. จากปัญหาให้นักเรียนบอกเป้าหมายในการแก้ปัญหาว่ามีเป้าหมายเพื่ออะไร

.....

.....

3. ทางเลือกที่มีอยู่ ในการแก้ไขปัญหาคือเป้าหมายที่กำหนดคืออะไรบ้าง

.....

.....

4. ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของแต่ละทางเลือก

.....

.....

5. ให้นักเรียนเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือก

.....

.....

6. ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดพร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

รถยนต์แบบไฮบริดต้นแบบรถยนต์...สำหรับอนาคต

โดย ธนารัฐ สิงหา วิศวกร สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



จากที่มีผู้คาดการณ์ว่าปริมาณน้ำมัน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักที่มีอยู่บนโลกนี้จะสามารถใช้ได้อีกประมาณ 60 ปี ดังนั้น จึงมีการคิดค้นเทคโนโลยีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการหาแหล่งพลังงานใหม่ๆ หรือเป็นการใช้น้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งรถยนต์แบบไฮบริด ซึ่งใช้พลังงานจากน้ำมันและไฟฟ้าเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ยกยอใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ยานพาหนะแบบไฮบริด (Hybrid) หมายถึง ยานพาหนะที่ใช้แหล่งกำเนิดพลังงานตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป

ลักษณะการทำงานของรถยนต์ไฮบริดที่ใช้แหล่งพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้า

1. ลักษณะของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไปจะประกอบด้วย ถังเก็บน้ำมันที่มีไว้ป้อนพลังงาน (จากน้ำมัน) ให้กับเครื่องยนต์ที่อาจเป็นเครื่องยนต์เบนซินหรือดีเซล จากนั้นเครื่องยนต์ก็จะส่งกำลังไปยังระบบถ่ายกำลังหรือชุดเกียร์ ซึ่งจะส่งกำลังต่อไปยังล้อเพื่อขับเคลื่อนให้รถยนต์เคลื่อนที่ไปได้

2. ลักษณะของรถไฟฟ้าซึ่งหลักการ ทำงานง่าย ๆ คือ มีแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า จากนั้นมอเตอร์ก็จะส่งกำลังไปยังชุดเกียร์และส่งต่อไปยังล้อต่อไป ในการนำแหล่งพลังงานจากน้ำมันและไฟฟ้ามาใช้ร่วมกันในรถยนต์แบบไฮบริดมีอยู่ 2 ลักษณะคือ ไฮบริดแบบขนาน (Parallel hybrid) และไฮบริดแบบอนุกรม (Series hybrid) สำหรับไฮบริดแบบขนานจะมีถังน้ำมันเป็นที่เก็บน้ำมันเพื่อป้อนให้กับเครื่องยนต์ และจะมีแบตเตอรี่เพื่อป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งทั้งเครื่องยนต์และมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถส่งผ่านกำลังให้กับชุดเกียร์ในเวลาเดียวกันได้ และชุดเกียร์ก็จะส่งกำลังไปยังล้อต่อไป

จะเห็นว่าระบบน้ำมันจะแยกอิสระจากระบบไฟฟ้าคือถังน้ำมัน และเครื่องยนต์จะต่อกับชุดเกียร์ ส่วนแบตเตอรี่และมอเตอร์ไฟฟ้าก็จะต่อกับชุดเกียร์เช่นกัน ซึ่งการที่ระบบมีลักษณะเช่นนี้จะทำให้ทั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์สามารถแบ่งกันเป็นแหล่งต้นกำลังให้กับรถได้

ในทางตรงกันข้ามไฮบริดแบบอนุกรม เครื่องยนต์จะส่งกำลังให้กับเจนเนอเรเตอร์ (Generator) และเจนเนอเรเตอร์จะทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อชาร์จพลังไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และให้กำลัง (ส่งพลังงานไฟฟ้า) ให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้าจะส่งกำลังต่อไปยังชุดเกียร์ ดังนั้น เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันจะไม่ได้ให้กำลัง

รถยนต์แบบ ไฮบริดถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพสูง โดยรถยนต์แบบไฮบริดนี้ จะสามารถวิ่งไปได้ไกลกว่า รถยนต์แบบทั่วไป โดยใช้น้ำมันเท่ากัน และข้อดีอีกประการของรถยนต์แบบไฮบริด คือ ลดมลพิษจากการปล่อยไอเสีย (มาตรฐานในการควบคุมมลพิษจากรถยนต์ในต่างประเทศ ได้แก่ มาตรฐาน LEV : Low Emissions Vehicle Standard ซึ่งรถยนต์บางยี่ห้อในเมืองไทยได้ใช้มาตรฐานนี้ในการโฆษณา) นอกเหนือจากนั้น จากข้อเสียของรถไฟฟ้าที่ไม่สามารถเดินทางระยะทางไกลๆ ได้ และต้องใช้เวลานานในการ ชาร์จพลังงานให้กับแบตเตอรี่รถยนต์แบบไฮบริด จึงเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว

สำหรับรถยนต์โดยทั่วไป กำลังของเครื่องยนต์ที่ต้องการในการเคลื่อนที่ในลักษณะดังกล่าว มีค่าน้อยกว่า 20 แรงม้า แต่รถยนต์ในปัจจุบันมักจะมีแรงม้าประมาณ 100 แรงม้า ซึ่งแรงม้าที่เกินความต้องการนั้นมักจะใช้ เฉพาะบางเวลาเท่านั้น ซึ่งคิดแล้วเป็นส่วนน้อยมากเมื่อเทียบกับความต้องการกำลังในการเคลื่อนที่แบบปกติ รถยนต์ส่วนใหญ่ต้องใช้เครื่องยนต์ขนาดใหญ่เพื่อให้มีแรงม้าสูงๆ และเพื่อต้องการให้เร่งความเร็วได้อย่าง รวดเร็วทันใจ ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพื่อให้รถประหยัดน้ำมันขึ้น ทำได้โดยการลดขนาดของ เครื่องให้เล็กลง, เบาลง หรือใช้จำนวนลูกสูบลดลง สำหรับเหตุผลที่ทำให้เครื่องยนต์ขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพสูง กว่าเครื่องยนต์ขนาดใหญ่เพราะ

- เครื่องยนต์ขนาดใหญ่จะหนักกว่าขนาดเล็ก ดังนั้น ในการขับบนเส้นทางชัน รถยนต์ที่มีเครื่องยนต์ใหญ่ จึงต้องการกำลังมากกว่า

- ระบายความร้อนและโครงสร้างในเครื่องที่หนักกว่าจะทำให้ต้องการกำลังมากกว่าในการที่จะทำให้เกิดการ เคลื่อนที่ขึ้น-ลงของกระบอกสูบ

- ระยะเวลาของกระบอกสูบที่ยาวกว่าจะทำให้ต้องการใช้น้ำมันมากกว่า เนื่องจากภายในกระบอกสูบจะมี ปริมาตรมากกว่า

- จำนวนลูกสูบที่มากกว่าจะทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันมากกว่า แม้ขณะที่รถติดเครื่องอยู่กับที่

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้รถที่มีรุ่นเดียวกันและมีขนาดเท่ากัน แต่เปลี่ยนเครื่องยนต์หรือมีเครื่องยนต์ ต่างกัน ก็จะมีอัตราการกินน้ำมันต่างกัน โดยเครื่องยนต์ที่มีขนาดเล็กกว่าจะประหยัดน้ำมันมากกว่าเครื่องยนต์ ใหญ่ เพราะแม้ว่าเครื่องยนต์ทั้งคู่จะต้องการกำลังที่เท่ากันในการขับเคลื่อนตัวรถ แต่เครื่องยนต์ขนาดเล็กต้องการกำลังที่ น้อยกว่าในการขับเคลื่อนตัวเครื่องยนต์เอง และนี่จึงเป็นหลักการหนึ่ง ที่ทำให้เครื่องยนต์ในรถยนต์แบบ ไฮบริดมี ขนาดเล็กและมีประสิทธิภาพมากกว่ารถยนต์ ทั่วไป โดยในขณะที่รถยนต์ทั่วไปต้องใช้กำลังที่มาก เกินความพอดี ในการวิ่งตามลักษณะถนนปกติ และใช้กำลังที่มากขึ้นในขณะที่ต้องเร่งทำความเร็วหรือวิ่งบนทางชัน

รถยนต์แบบไฮบริด จะใช้กำลังที่เหมาะสมในการวิ่งตามลักษณะถนนปกติ และเมื่อต้องการความเร็วหรือวิ่ง บนทางชัน ก็จะใช้กำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่เข้ามาช่วย ซึ่งรถยนต์โดยทั่วไป จะต้องออกแบบให้ขนาด ของเครื่องยนต์มีค่าเท่ากับความต้องการกำลังสูงสุด และในความจริงแล้วกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ มักจะถูกใช้ เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ใช้งานรถทั้งหมด แต่สำหรับรถยนต์แบบไฮบริดสามารถออกแบบให้เครื่องมีขนาด เล็กกว่า แต่นำกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ามาช่วย จึงทำให้ประหยัดน้ำมันมากกว่า

วิธีการที่จะทำให้รถยนต์แบบไฮบริดมีประสิทธิภาพมากกว่ารถยนต์โดยทั่วไป นอกเหนือจากการปรับปรุง เครื่องยนต์โดยออกแบบให้มีขนาดเล็กแล้ว ยังมีวิธีอื่นๆ ที่รถยนต์แบบไฮบริดนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่ง บางประการสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับรถยนต์ทุกประเภท และบางประการ จะสามารถใช้ได้กับรถยนต์ แบบไฮบริด เท่านั้น ซึ่งวิธีเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อให้รถยนต์แบบไฮบริด ประหยัดน้ำมันมากขึ้น ได้แก่

1. การนำพลังงานกลับมาใช้และกักเก็บไว้ใน แบตเตอรี่ทุกๆ ครั้งที่เหยียบเบรค
2. ในบางครั้งจะมีการดับเครื่องยนต์ขณะวิ่ง
3. ใช้เทคโนโลยีด้านอากาศยานศาสตร์เพื่อลด แรงฉุด
4. ใช้ยางที่มีความต้านทานการหมุนต่ำ
5. ใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา

เรียบเรียงข้อมูลจาก

<http://www.howstuffworks.com/hybrid-car.htm> , <http://www.hybridcars.com> ,

<http://www.honda2001.com/models/insight/index.html> , <http://www.prius.toyota.com>

จากสถานการณ์จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์คืออะไร

.....

.....

2. จากปัญหาให้นักเรียนบอกเป้าหมายในการแก้ปัญหาว่ามีเป้าหมายเพื่ออะไร

.....

.....

3. ทางเลือกที่มีอยู่ ในการแก้ไขปัญหาคือเป้าหมายที่กำหนดคืออะไรบ้าง

.....

.....

4. ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของแต่ละทางเลือก

.....

.....

5. ให้นักเรียนเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือก

.....

.....

6. ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดพร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

.....

.....

ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการตัดสินใจรายคน

ตารางที่ 11 คะแนนความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้าเคมีไปใช้ในชีวิตและสังคมของนักเรียน ร้อยละของคะแนน และผลการประเมิน หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ลำดับ ที่	สถานการณ์ที่					คะแนนรวม (90)	คิดเป็นร้อย ละ	ผลการ ประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	18	18	18	18	18	90	100.00	ดีมาก
2	18	18	18	18	18	90	100.00	ดีมาก
3	18	18	18	18	18	90	100.00	ดีมาก
4	18	18	18	18	18	90	100.00	ดีมาก
5	18	18	17	18	18	89	98.89	ดีมาก
6	18	17	17	18	18	88	97.78	ดีมาก
7	17	18	18	18	17	88	97.78	ดีมาก
8	18	18	17	17	18	88	97.78	ดีมาก
9	18	17	18	17	18	88	97.78	ดีมาก
10	18	18	18	15	18	87	96.67	ดีมาก
11	18	18	16	17	17	86	95.56	ดีมาก
12	18	18	18	16	15	85	94.44	ดีมาก
13	18	18	18	16	15	85	94.44	ดีมาก
14	18	15	17	16	18	84	93.33	ดีมาก
15	17	18	18	17	14	84	93.33	ดีมาก
16	18	17	16	15	17	83	92.22	ดีมาก

ตารางที่ 11 คะแนนความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้าเคมีไปใช้ในชีวิตและสังคมของนักเรียน ร้อยละของคะแนน และผลการประเมิน หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ต่อ)

ลำดับ ที่	คะแนนความสามารถในการตัดสินใจในสถานการณ์ที่					คะแนนรวม (90)	คิดเป็นร้อยละ	ผลการ ประเมิน
	1	2	3	4	5			
17	18	17	17	14	15	81	90.00	ดีมาก
18	18	18	13	16	14	79	87.78	ดีมาก
19	18	16	15	14	12	75	83.33	ดีมาก
20	16	17	14	14	14	75	83.33	ดีมาก
21	15	16	13	15	15	74	82.22	ดีมาก
22	15	15	13	15	15	73	81.11	ดีมาก
23	17	14	17	13	12	73	81.11	ดีมาก
24	15	15	14	14	12	70	77.78	ดี
25	17	13	12	14	12	68	75.56	ดี
ค่า SD. ของคะแนน						7.065		



ภาคผนวก ค
แบบวัดความตระหนัก

**แบบวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมของนักเรียน
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่องไฟฟ้าเคมี ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม**

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง ความสามารถในการตัดสินใจ ความตระหนัก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่องไฟฟ้าเคมี ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

2. เป็นแบบวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ตามความคิดเห็นที่นักเรียนแสดงออกโดยการยอมรับ การรับรู้ ความรู้สึก การเห็นคุณค่าหรือการเห็นความสำคัญของผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์และโทษ 6 ด้าน ได้แก่ ด้านการเกษตร ด้านอาหาร ด้านสุขภาพ ด้านอุตสาหกรรม ด้านพลังงาน ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งวัดและประเมินผลได้จากคะแนนในการทำแบบวัดความตระหนักที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยไม่มีการนำข้อมูลไปเปิดเผยเป็นรายบุคคล แต่จะเป็นการนำเสนอในภาพรวมนักเรียนเป็นผู้หนึ่งที่จะช่วยให้การศึกษาค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอให้แสดงความคิดเห็นตามความเป็นจริง เพื่อให้ได้ผลวิจัยที่เชื่อถือได้และเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

3. แบบวัดนี้เป็นแบบข้อความให้นักเรียนพิจารณาตามความรู้สึกของนักเรียนจำนวน 36 ข้อ

4. คำตอบของนักเรียนในแบบวัดนี้ไม่มีถูกและไม่มีผิด ขอให้นักเรียนตอบให้ตรงกับความรู้สึกที่เป็นจริงให้มากที่สุด ผลการตอบแบบวัดนี้จะนำไปใช้เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพต่อไป

5. วิธีการตอบแบบวัดนี้ให้นักเรียนอ่านข้อความทางซ้ายมืออย่างละเอียดแล้วทำเครื่องหมาย \surd ลงในช่องให้ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนซึ่งมี 5 ระดับ คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีระดับความคิดเห็น	5
เห็นด้วย	มีระดับความคิดเห็น	4
ไม่แน่ใจ	มีระดับความคิดเห็น	3
ไม่เห็นด้วย	มีระดับความคิดเห็น	2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีระดับความคิดเห็น	1

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความแต่ละข้อโดยละเอียด แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกรักของนักเรียนมากที่สุด

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านการเกษตร					
1. การตรวจเช็คเครื่องมือเครื่องใช้ทางการเกษตรเป็นประจำช่วยยืดอายุการใช้งานได้					
2. การล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ทางการเกษตร แล้วเช็ดให้แห้งและชโลมด้วยน้ำมันก่อนเก็บอุปกรณ์ทุกครั้งจะช่วยให้อุปกรณ์เหล่านั้นใช้งานได้นานและไม่เกิดสนิม					
3. การตรวจเช็คเครื่องยนต์เป็นประจำตามกำหนด เป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น					
4. การสตาร์ทเครื่องยนต์ไว้เป็นเวลานานๆเป็นการอุ่นเครื่องยนต์ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ					
5. การชาร์จแบตเตอรี่แช่ไว้เป็นเวลานานๆหรือเสียบขารจ์ทิ้งไว้ขณะใช้งานจะช่วยให้แบตเตอรี่เก็บไฟไว้ใช้งานได้นานขึ้น					
6. การใช้พลังงานไฟฟ้าจากหม้อแบตเตอรี่ในการสูบน้ำเพื่อทำการเกษตรเป็นการช่วยประหยัดน้ำมันได้					
ด้านอาหารและสุขภาพ					
7. การเลือกใช้ภาชนะบรรจุอาหารแต่ละประเภทตามความเหมาะสมเป็นเรื่องไม่จำเป็นเพราะยุ่งยากและทำให้เสียเวลา					
8. การเลือกภาชนะบรรจุอาหารและสารแต่ละชนิด เป็นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและความสามารถในการถ่ายโอนอิเล็กทรอนิกส์ของสารและภาชนะบรรจุเพื่อป้องกันการผูกกร่อน					
9. การเลือกบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุอาหารหรือสิ่งของต่างๆตามความเหมาะสมเป็นการนำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในชีวิตประจำวัน					
10. การหมั่นหั่นของน้ำมันที่ใช้แล้วเกิดขึ้นจากการที่โมเลกุลของน้ำมันถูกออกซิไดส์โดยออกซิเจนในอากาศ					
11. สารแอนติออกซิแดนซ์ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายจัดเป็นตัวออกซิไดส์ในปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นในร่างกาย					
12. การแก้ไขดัดแปลงหม้อแบตเตอรี่เก่าเองโดยไม่มีความรู้หรือไม่มีการศึกษาวิธีการที่ถูกต้องเป็นสิ่งที่ควรทำและสามารถทำได้เพราะช่วยประหยัดเงินและไม่เป็นอันตราย					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านการคมนาคม					
13. การเลือกใช้รถยนต์ไฮบริดที่นำนวัตกรรมเกี่ยวกับไฟฟ้าเคมีมาใช้ร่วมกับพลังงานจากน้ำมันช่วยให้ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมันได้					
14. เราควรเลือกใช้รถยนต์แบบธรรมดาที่ใช้พลังงานจากน้ำมันอย่างเดียวแทนการใช้รถไฮบริดที่มีราคาแพง เพราะความประหยัดของรถทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน					
15. หากมีการพัฒนาให้มีรถยนต์ส่วนบุคคลหรือรถเมล์สาธารณะที่ขับเคลื่อนโดยอาศัยพลังงานจากเซลล์ไฟฟ้าเคมีอย่างเดียวโดยไม่ต้องอาศัยพลังงานจากน้ำมันจะช่วยลดมลพิษจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงและลดการนำเข้าน้ำมันได้มาก					
16. การพัฒนาให้มีรถยนต์ที่ขับเคลื่อนโดยอาศัยพลังงานจากเซลล์ไฟฟ้าเคมีอย่างเดียวเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าและไม่ช่วยให้ประหยัดขึ้นเลย เมื่อเทียบกับการใช้รถยนต์ที่ขับเคลื่อนโดยอาศัยพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่เราใช้กันอยู่					
17. ควรมีการศึกษาและพัฒนาความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าเคมีให้สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น					
18. การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าเคมีไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์เป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้					
ด้านอุตสาหกรรม					
19. การชุบโลหะด้วยวัสดุอื่นเป็นการเพิ่มมูลค่าของสิ่งของและยังช่วยยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์ที่ทำจากโลหะได้อีกด้วย					
20. การเคลือบผิวโลหะด้วยวัสดุอื่นหรือการชุบโลหะด้วยน้ำมันไม่ได้ช่วยยืดอายุการใช้งานให้กับวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้น แต่เป็นวิธีการที่พอค่าใช้จ่ายเพิ่มมูลค่าราคาสินค้าเท่านั้น					
21. อุตสาหกรรมเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีเป็นอุตสาหกรรมที่กำลังได้รับความสนใจและมีแนวโน้มว่าจะมีการพัฒนาอย่างมากในอนาคต					
22. การเติบโตของอุตสาหกรรมเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีมีแต่ส่งผลดีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ไม่มีผลเสียเลย					
23. วัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่อาศัยหลักการของไฟฟ้าเคมี เช่น แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย ช่วยทำให้ชีวิตมนุษย์สะดวกสบายขึ้น					
24. ขยะหรือสารเคมีที่เกิดจากการผลิตอุปกรณ์พวกเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ในโรงงานอุตสาหกรรม ไม่ใช่ขยะที่มีพิษ สามารถทิ้งร่วมกับขยะประเภทอื่นได้					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านพลังงาน					
25.เราไม่ควรเปิดวิทยุเทป ซีดีหรือเปิดไฟหน้ารถทิ้งไว้ในขณะที่ไม่ได้สตาร์ทเครื่องยนต์เพราะจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง					
26.เราไม่มีความจำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่หรือเซลล์ไฟฟ้าเคมีอย่างอื่นเนื่องจากเรามีแหล่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งอื่นอยู่แล้ว					
27.การนำความรู้ทางไฟฟ้าเคมีมาใช้ประดิษฐ์อุปกรณ์ให้พลังงานต่างที่สามารถพกพาติดตัวไปได้ทุกที่ ช่วยทำให้การทำงานสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น					
28.การประจุไฟหรือชาร์จแบตเตอรี่เป็นการสิ้นเปลืองไฟฟ้าอย่างมากและไม่ก่อให้เกิดประโยชน์					
29.เราควรถอดแบตเตอรี่คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กเมื่อสามารถใช้งาน โดยต่อพ่วงกับกระแสไฟฟ้าภายในบ้านได้โดยตรงเพราะจะช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้					
30.การใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าเคมีก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งอื่นๆ					
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก					
31.เมื่อซื้อแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือใหม่ควรทำการประจุหรือชาร์จไฟก่อนเริ่มใช้งานอย่างน้อย 4-6 ชั่วโมง เพื่อเป็นการกระตุ้นให้อิออนบวกและอิออนลบในเซลล์แตกตัวช่วยให้เซลล์ไฟฟ้าทำงานได้เต็มที่					
32.การนำถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่ไปใช้ในเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าจะทำให้เครื่องใช้เหล่านั้นมีอายุการใช้งานสั้นลงและเสียเร็วขึ้น					
33.เราไม่ควรทิ้งแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือที่หมดอายุการใช้งานแล้วในถังขยะทั่วไป เพราะจัดเป็นขยะมีพิษอาจก่อให้เกิดอันตรายได้					
34.การใช้งานโทรศัพท์ติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะช่วยให้แบตเตอรี่ โทรศัพท์จ่ายกระแสไฟฟ้าได้ดีขึ้น					
35.คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กหรือ โทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องใช้และสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างหนึ่งที่อาศัยพลังงานจากไฟฟ้าเคมี					
36.เราไม่มีความจำเป็นต้องคิดค้นพัฒนา หรือเปลี่ยนมาใช้พลังงานจากเซลล์ไฟฟ้าเคมีเพราะเราก็มีไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานอื่นใช้อย่างสะดวกสบายอยู่แล้ว					

เกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ใช้มาตรฐานประมาณค่าระดับที่ 1 ถึงระดับที่กำหนดตามวิธีการของบุญชม ศรีสะอาด(2543) ดังนี้

สำหรับการให้คะแนนข้อมูลที่มีลักษณะเชิงนิมาน(ทางบวก) ให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน

แต่ถ้าเป็นข้อความในลักษณะเชิงนิเสธ(ทางลบ) จะให้คะแนนในทางกลับกัน คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5 คะแนน

เกณฑ์การประเมินผลคะแนนในการทำแบบวัดความตระหนัก มีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับตามแนวของ บุญชม ศรีสะอาด, (2543) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย		ระดับความตระหนัก
4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความตระหนักมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความตระหนักมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความตระหนักปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความตระหนักน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความตระหนักน้อยที่สุด

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของการใช้ภาษากับความ
ตระหนักด้านที่ต้องการวัดเพื่อนำไปคำนวณค่า IOC

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของการใช้ภาษากับความตระหนัก

ด้านที่ต้องการวัด เมื่อ ค่า IOC = $\sum R/n$

R แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

-1 ระดับความคิดเห็น ไม่เห็นด้วย

0 ระดับความคิดเห็น ไม่แน่ใจ

+1 ระดับความคิดเห็น เห็นด้วย

ข้อความ	ข้อที่	เชิงนิมิต (ทางบวก)	เชิงนิเสธ (ทางลบ)	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum R$	ค่า IOC $= \sum R/n$
				1	2	3		
<u>ด้านการเกษตร</u>	1	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	2	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	3		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	4		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	5		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	6	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
<u>ด้านอาหารและสุขภาพ</u>	7		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	8	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	9	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	10	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	11		✓	+1	0	+1	+2	0.67
	12		✓	+1	+1	+1	+3	1.00

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของการใช้ภาษากับความ
ตระหนักด้านที่ต้องการวัดเพื่อนำไปคำนวณค่า IOC (ต่อ)

ข้อความ	ข้อที่	เชิงนิมิต (ทางบวก)	เชิงนิเสธ (ทางลบ)	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			R	ค่า IOC $= \sum R/n$
				1	2	3		
<u>ด้านการคมนาคม</u>	13	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	14		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	15	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	16		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	17	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	18		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
<u>ด้านอุตสาหกรรม</u>	19	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	20		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	21	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	22		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	23	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	24		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
<u>ด้านพลังงาน</u>	25	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	26		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	27	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	28		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	29	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	30		✓	+1	+1	+1	+3	1.00

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของการใช้ภาษากับความ

ตระหนักด้านที่ต้องการวัดเพื่อนำไปคำนวณค่า IOC (ต่อ)

ข้อความ	ข้อที่	เชิงนิมิต (ทางบวก)	เชิงนิเสธ (ทางลบ)	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			R	ค่า IOC $= \sum R/n$
				1	2	3		
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	31	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	32		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	33	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	34		✓	+1	+1	+1	+3	1.00
	35	✓		+1	+1	+1	+3	1.00
	36		✓	+1	+1	+1	+3	1.00



ผลการวิเคราะห์คะแนนความตระหนักรายคน

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตและสังคม และผลการประเมินความตระหนักของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

คนที่	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความตระหนักในด้านที่						รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5	6			
1	4.33	3.50	4.33	4.83	3.67	4.00	24.67	4.11	มาก
2	3.50	2.83	3.83	3.50	3.67	4.00	21.33	3.56	มาก
3	3.67	3.50	3.50	4.50	3.67	4.50	23.33	3.89	มาก
4	4.50	4.00	4.67	4.50	4.67	4.60	27.00	4.50	มาก
5	3.67	4.33	3.67	4.83	4.50	4.67	25.67	4.28	มาก
6	4.00	3.17	3.67	3.33	3.83	4.50	22.50	3.75	มาก
7	4.83	4.33	4.50	4.33	4.33	4.67	27.00	4.50	มาก
8	3.83	3.33	4.33	3.67	3.83	4.00	23.00	3.83	มาก
9	4.67	3.50	3.50	4.33	4.17	4.33	24.50	4.08	มาก
10	4.50	3.33	3.83	3.67	3.67	3.50	22.50	3.75	มาก
11	3.67	4.33	3.50	3.67	4.67	4.67	24.50	4.08	มาก
12	3.67	3.67	3.37	4.67	3.67	4.17	23.17	3.86	มาก
13	3.33	4.00	3.67	4.50	3.67	3.17	22.33	3.72	มาก
14	4.17	3.67	3.67	3.00	4.33	5.00	23.83	3.97	มาก
15	4.33	3.17	4.00	4.33	4.67	3.67	24.17	4.03	มาก
16	3.17	4.17	2.50	2.33	3.67	3.00	18.83	3.14	ปานกลาง

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตและสังคม และผลการประเมินความตระหนักของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (ต่อ)

คนที่	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความตระหนักในด้านที่						รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5	6			
17	3.17	3.67	2.50	3.50	3.00	2.67	18.50	3.08	ปานกลาง
18	4.50	3.50	3.83	3.67	4.00	4.00	23.50	3.92	มาก
19	3.50	2.67	3.17	3.00	3.17	3.33	18.83	3.14	ปานกลาง
20	4.00	3.00	4.17	3.67	3.83	4.00	22.67	3.78	มาก
21	3.33	2.67	3.17	3.17	3.33	3.00	18.67	3.11	ปานกลาง
22	2.67	3.17	3.50	3.17	3.33	3.50	19.33	3.22	ปานกลาง
23	4.17	3.50	3.83	3.67	3.83	3.00	22.00	3.67	มาก
24	4.50	3.33	4.50	4.00	3.67	4.67	24.67	4.11	มาก
25	4.83	3.50	3.67	4.00	3.50	4.17	23.67	3.94	มาก
\bar{X}	3.94	3.51	3.72	3.83	3.85	3.95	22.81	3.80	มาก
SD.	0.578	0.483	0.544	0.645	0.463	0.654	2.443	0.407	

ภาคผนวก ง
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 14 สรุประดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่า IOC ของข้อสอบรายข้อ

ข้อที่	R =ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ΣR	ค่า IOC = $\Sigma R/n$	ข้อที่	R =ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			R	ค่า IOC = $\Sigma R/n$
	1	2	3				1	2	3		
1	+1	+1	+1	+3	1.00	16	+1	+1	+1	+3	1.00
2	+1	+1	+1	+3	1.00	17	+1	+1	+1	+3	1.00
3	+1	+1	+1	+3	1.00	18	+1	+1	+1	+3	1.00
4	+1	+1	+1	+3	1.00	19	+1	+1	+1	+3	1.00
5	+1	+1	+1	+3	1.00	20	+1	+1	+1	+3	1.00
6	+1	+1	+1	+3	1.00	21	+1	+1	+1	+3	1.00
7	+1	+1	+1	+3	1.00	22	+1	+1	+1	+3	1.00
8	+1	+1	+1	+3	1.00	23	+1	+1	+1	+3	1.00
9	+1	+1	+1	+3	1.00	24	+1	+1	+1	+3	1.00
10	+1	+1	+1	+3	1.00	25	+1	+1	+1	+3	1.00
11	+1	+1	+1	+3	1.00	26	+1	+1	+1	+3	1.00
12	+1	+1	+1	+3	1.00	27	+1	+1	+1	+3	1.00
13	+1	+1	+1	+3	1.00	28	+1	+1	+1	+3	1.00
14	+1	+1	+1	+3	1.00	29	+1	+1	+1	+3	1.00
15	+1	+1	+1	+3	1.00	30	+1	+1	+1	+3	1.00

ตารางที่ 15 วิเคราะห์ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายวิชาเคมีเรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ข้อที่	ค่าความยากง่าย(P)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย(P)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
1	0.45	0.77	16	0.45	0.38
2	0.45	0.63	17	0.52	0.45
3	0.50	0.69	18	0.41	0.46
4	0.50	0.85	19	0.66	0.36
5	0.36	0.40	20	0.41	0.39
6	0.27	0.49	21	0.57	0.61
7	0.39	0.71	22	0.57	0.67
8	0.45	0.54	23	0.39	0.46
9	0.36	0.63	24	0.39	0.71
10	0.41	0.71	25	0.34	0.39
11	0.50	0.86	26	0.34	0.46
12	0.52	0.55	27	0.59	0.62
13	0.68	0.60	28	0.23	0.36
14	0.70	0.67	29	0.64	0.38
15	0.52	0.54	30	0.34	0.46

ค่าความเชื่อมั่น(Reliability : KR-20 (alpha)) = 0.89

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชา ว42222 เคมี 4 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

- คำชี้แจง**
- ข้อสอบชุดนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน
 - เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบทั้งหมด 1 ชั่วโมง
 - ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบและกระดาษคำถามให้ชัดเจน
 - ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้
- เช่น ก ข ~~ค~~ ง
- เมื่อต้องการแก้ไขให้ปฏิบัติดังนี้
- ก ข ~~ค~~ ง
- เมื่อต้องการทคให้นักเรียนทคลงในกระดาษคำถาม
 - หากมีข้อสงสัยหรือมีปัญหาในการทำข้อสอบให้สอบถามคณะกรรมการคุมห้องสอบ
 - ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนเวลา 30 นาที
 - เมื่อทำข้อสอบเสร็จให้ส่งข้อสอบที่กรรมการคุมสอบ

1. ในปฏิกิริยาต่อไปนี้



- | | |
|--|--|
| 1. $\text{I}_2(\text{s})$ ถูกรีดิวซ์เป็น $\text{I}^-(\text{aq})$ | 2. $\text{I}_2(\text{s})$ เป็นตัวรีดิวซ์ |
| 3. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ เป็นตัวออกซิไดส์ | 4. เลขออกซิเดชันของกำมะถันไม่เปลี่ยนแปลง |
| 5. เลขออกซิเดชันของออกซิเจนเปลี่ยนไป | |

ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

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

2. ปฏิกิริยาในข้อใดต่อไปนี้ เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน

- | | |
|--|--|
| ก. $\text{H}_2\text{S} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \longrightarrow \text{PbS} + 2\text{HNO}_3$ | |
| ข. $\text{H}_2\text{S} + 2\text{FeCl}_3 \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{S}$ | |
| ค. $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$ | |
| ง. $\text{Fe}_2\text{S}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{S}$ | |

3. จากสมการข้างล่างนี้ ข้อความใดกล่าวถูกต้อง



- ก. ตัวรีดิวซ์เปลี่ยนค่าเลขออกซิเดชันจาก +5 เป็น 0
 ข. ตัวรีดิวซ์เปลี่ยนค่าเลขออกซิเดชันจาก +5 เป็น +2
 ค. ตัวออกซิไดส์เปลี่ยนค่าเลขออกซิเดชันจาก +2 เป็น +5
 ง. ตัวรีดิวซ์เปลี่ยนค่าเลขออกซิเดชันจาก 0 เป็น +5

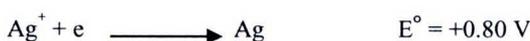
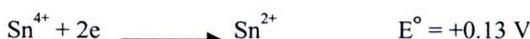
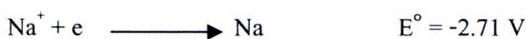
4. เมื่อจุ่มโลหะ A, B และ C ลงในสารละลายที่มีไอออนทั้ง 3 ชนิด ได้ผลดังตาราง

โลหะที่จุ่ม	ไอออนในสารละลาย	มวลของโลหะที่จุ่ม
A	B^+	เพิ่มขึ้น
B	C^+	ไม่เปลี่ยนแปลง
C	A^+	ไม่เปลี่ยนแปลง

การเรียงลำดับค่า E° ในข้อใดถูกต้อง

- ก. $\text{A} > \text{B} > \text{C}$ ข. $\text{C} > \text{B} > \text{A}$ ค. $\text{B} > \text{A} > \text{C}$ ง. $\text{B} > \text{C} > \text{A}$

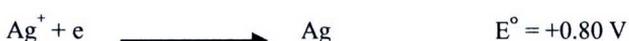
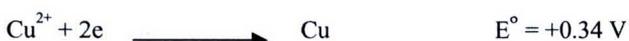
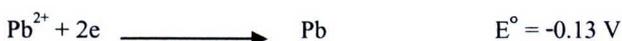
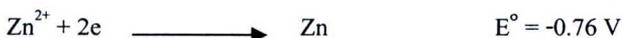
5. กำหนดครึ่งปฏิกิริยาและค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชันให้ดังต่อไปนี้



สารในข้อใดเป็นตัวออกซิไดส์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ดีที่สุด

- ก. Na^+ ข. Sn^{2+} ค. Sn^{4+} ง. Ag^+

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6



6. ธาตุใดเมื่ออยู่ใกล้เหล็ก จะทำให้เหล็กเกิดการผุกร่อนได้เร็วที่สุด

- ก. Au ข. Zn ค. Pb ง. Ag

7. ถ้านำครึ่งเซลล์ $X(s)/X^{2+}(aq)$ กับครึ่งเซลล์ $Y(s)/Y^{3+}(aq)$ ที่สภาวะมาตรฐานมาต่อกันเป็นเซลล์

กัลวานิก ขั้วใดเป็นแอโนด ขั้วใดเป็นแคโทด ขั้วใดเป็นบวก และขั้วใดเป็นลบ



ตัวเลือก	แอโนด	แคโทด	ขั้วบวก	ขั้วลบ
ก	Y	X	Y	X
ข	X	Y	Y	X
ค	X	Y	X	Y
ง	Y	X	X	Y

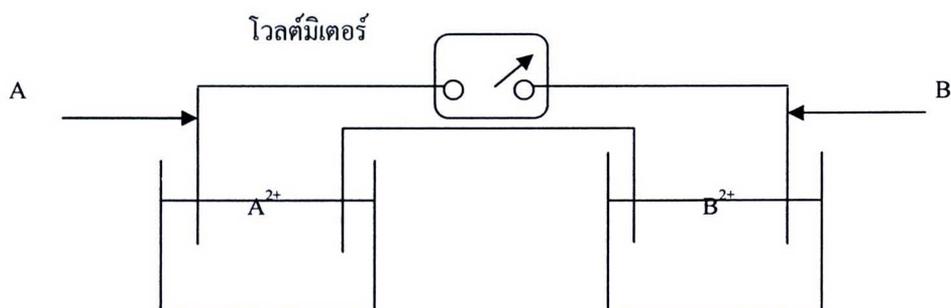
8. เมื่อนำครึ่งเซลล์ X/X^{2+} มาต่อกับครึ่งเซลล์ Y/Y^{2+} ปรากฏว่าเข็มของโวลต์มิเตอร์เบนไปทางครึ่งเซลล์ Y/Y^{2+}

ข้อสรุปในข้อใดกล่าวถูกต้อง



ง. ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ X/X^{2+} มากกว่า Y/Y^{2+}

คำชี้แจง จากรูปภาพใช้ตอบคำถามข้อ 9



9. ข้อสรุปต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. แผ่นโลหะ A เป็นขั้วลบและเรียกชื่อแอโนด

ข. แผ่นโลหะ A เป็นขั้วลบและเรียกชื่อแคโทด

ค. แผ่นโลหะ B เป็นขั้วลบและเรียกชื่อแอโนด

ง. แผ่นโลหะ B เป็นขั้วลบและเรียกชื่อแคโทด

10. สะพานไอออนที่ใช้ในเซลล์กัลวานิกทำหน้าที่ต่อไปนี้ ยกเว้นข้อใด

ก. ให้ไอออนบวกและไอออนลบแพร่ผ่าน

ข. ให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร



ค. เพื่อใช้เป็นทางให้สารละลายทั้งคู่ในแต่ละครึ่งเซลล์แพร่มาผสมกัน

ง. เพื่อรักษาสมาดุลระหว่างประจุบวกกับประจุลบในสารละลายแต่ละครึ่งเซลล์

11. จากปฏิกิริยารีดอกซ์ $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ ข้อใดเขียนแผนภาพเซลล์ของปฏิกิริยาได้ถูกต้อง

ก. $Zn(s) / Zn^{2+}(aq) // Cu^{2+}(aq) / Cu(s)$

ข. $Cu(s) / Cu^{2+}(aq) // Zn^{2+}(aq) / Zn(s)$

ค. $Zn^{2+}(aq) / Zn(s) // Cu^{2+}(aq) / Cu(s)$

ง. $Cu^{2+}(aq) / Cu(s) // Zn(s) / Zn^{2+}(aq)$

12. ปฏิกิริยาของ $2Ce^{4+} + Co \longrightarrow 2Ce^{3+} + Co^{2+}$ มีค่า $E^0 = +1.89$ โวลต์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) ของ Co^{2+} เท่ากับ -0.28 โวลต์ ค่า E^0 ของ $Ce^{4+} + e \longrightarrow Ce^{3+}$ มีค่าเท่าใด

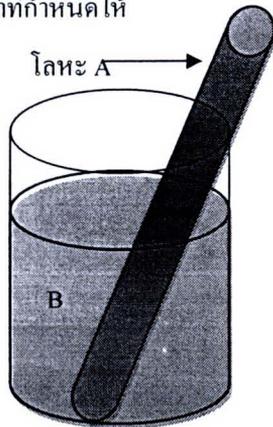
ก. $+0.805$ โวลต์

ข. $+1.08$ โวลต์

ค. $+1.61$ โวลต์

ง. $+2.17$ โวลต์

13. จากรูปและค่า E^0 ของครึ่งปฏิกิริยาที่กำหนดให้



$Mg^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Mg(s) \quad E^0 = -2.38$ โวลต์

$Fe^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Fe(s) \quad E^0 = -0.44$ โวลต์

$Pb^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Pb(s) \quad E^0 = -0.13$ โวลต์

$Cu^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Cu(s) \quad E^0 = +0.34$ โวลต์

สารละลาย B และ โลหะ A ควรเป็นไปตามข้อใด จึงจะทำให้โลหะ A มีน้ำหนักลดลงเมื่อเวลาผ่านไป

ก. $Mg(NO_3)_2(aq), Cu(s)$

ข. $FeSO_4(aq), Pb(s)$

ค. $Pb(NO_3)_2(aq), Mg(s)$

ง. $Pb(NO_3)_2(aq), Cu(s)$

14. กำหนดค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ต่อไปนี้

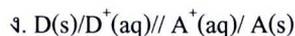
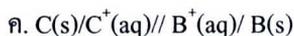
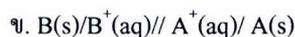
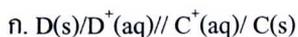
$A(s)/A^+(aq) \quad E^0 = -0.14$ V

$B(s)/B^+(aq) \quad E^0 = -0.40$ V

$C(s)/C^+(aq) \quad E^0 = -0.74$ V

$D(s)/D^+(aq) \quad E^0 = -1.18$ V

เซลล์ในข้อใดมีความต่างศักย์สูงที่สุด



15. กำหนดค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ดังนี้



ใช้โลหะ A, B, C และ D เป็นสถานะสำหรับเก็บสารละลาย สถานะในข้อใดที่ไม่มีการสึกกร่อน



16. KNO_3 เป็นสารละลายที่อยู่ในสะพานไอออน มีการเคลื่อนที่อย่างไร

ก. เคลื่อนที่อยู่ภายในสะพานไอออนเท่านั้น

ข. เคลื่อนที่ออกมาผ่านลวดตัวนำ

ค. K^+ เคลื่อนที่ไปที่ขั้วแอโนด และ NO_3^- เคลื่อนที่ไปที่ขั้วแคโทด

ง. K^+ เคลื่อนที่ไปที่ขั้วแคโทด และ NO_3^- เคลื่อนที่ไปที่ขั้วแอโนด

17. สมบัติของสารละลายเกลือที่ใช้ทำเป็นสะพานไอออนคือข้อใด

1. ละลายน้ำได้ดี

2. มีสี

3. ไม่ทำปฏิกิริยากับไอออนในสารละลายของแต่ละครึ่งเซลล์

4. ไอออนบวกและไอออนลบของสารละลายเกลือมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้เกือบเท่ากัน

ก. 1, 2 และ 3

ข. 1, 3 และ 4

ค. ข้อ 1 เท่านั้น

ง. ถูกทุกข้อ

18. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายเกี่ยวกับแบตเตอรี่ได้ถูกต้อง

ก. ขณะจ่ายไฟ ศักย์ไฟฟ้าของแต่ละเซลล์ในแบตเตอรี่มีค่าคงที่

ข. ขณะจ่ายไฟ สารที่เข้าทำปฏิกิริยาเป็นสารชนิดเดียวกัน

ค. ตัวรีดิวซ์ที่การเปลี่ยนแปลงค่าเลขออกซิเดชันเท่ากับ 4

ง. ระดับความเข้มข้นของกรดมัลผลต่อศักย์ไฟฟ้าของเซลล์

19. จากตาราง

ส่วนประกอบ ชนิดของเซลล์	แอโนด	แคโทด	อิเล็กโทรไลต์
A	Zn	C และ MnO_2	สารละลาย KOH
B	Zn	C NH_4^+ และ MnO_2	น้ำ NH_4Cl , ZnCl_2
C	Zn	HgO	สารละลาย KOH
D	Zn	Ag_2O	สารละลาย KOH

เซลล์ A, B, C, D น่าจะเป็นเซลล์ใดตามลำดับ

- ก. ถ่านไฟฉาย เซลล์แอลคาไลน์ เซลล์ปรอท เซลล์เงิน
- ข. เซลล์แอลคาไลน์ ถ่านไฟฉาย เซลล์ปรอท เซลล์เงิน
- ค. ถ่านไฟฉาย เซลล์แอลคาไลน์ เซลล์เงิน เซลล์ปรอท
- ง. เซลล์แอลคาไลน์ ถ่านไฟฉาย เซลล์เงิน เซลล์ปรอท

20. พิจารณาข้อความเกี่ยวกับการชุบชั้นสังกะสีด้วยโลหะเงิน โดยวิธีอิเล็กโทรไลซิส

1. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้คือ Ag^+
2. ชั้นสังกะสีเป็นแคโทด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ $\text{Ag}^+ + e \longrightarrow \text{Ag}$
3. ชั้นสังกะสีเป็นแอโนด โดยนำชั้นสังกะสีต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่
4. แท่งเงินเป็นแอโนด และต่อทั้งเงินเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่

ข้อสรุปในข้อใดถูกต้อง

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

21. ถ้าต้องการชุบเหรียญทองแดงด้วยโลหะเงิน ควรใช้อะไรเป็นอิเล็กโทรไลต์ และอะไรเป็นแอโนด

- ก. สารละลาย Ag^+ เป็นอิเล็กโทรไลต์ และโลหะ Ag เป็นแอโนด
- ข. สารละลาย Cu^{2+} เป็นอิเล็กโทรไลต์ และโลหะ Ag เป็นแอโนด
- ค. สารละลาย Ag^+ เป็นอิเล็กโทรไลต์ และเหรียญทองแดงเป็นแอโนด
- ง. สารละลาย Cu^{2+} เป็นอิเล็กโทรไลต์ และเหรียญทองแดง เป็นแอโนด

22. หลักการในข้อใดเป็นการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

- ก. โลหะที่ต้องการชุบเป็นขั้วบวก
- ข. โลหะที่ใช้ชุบเป็นขั้วลบ
- ค. ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ
- ง. สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะต้องเป็นไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่ใช้ชุบ

23. ปฏิกิริยารีดอกซ์ในข้อใดที่สามารถใช้อธิบายการเกิดสนิมเหล็กได้



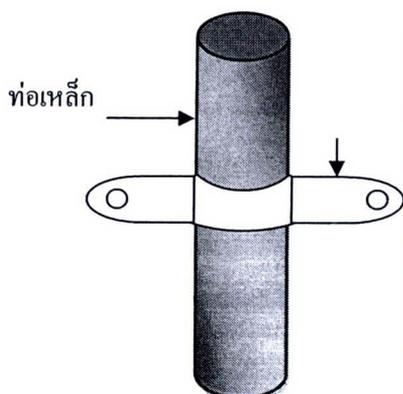
ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 3 และ 4

ง. 1 และ 4

24. กำหนดให้



ปฏิกิริยารีดอกซ์ครึ่งเซลล์		E° (V)
$\text{Fe}^{2+} + 2e$	$\longrightarrow \text{Fe}$	-0.44
$\text{Ag}^{2+} + e$	$\longrightarrow \text{Ag}$	+0.80
$\text{Cu}^{2+} + 2e$	$\longrightarrow \text{Cu}$	+0.34
$\text{Ni}^{2+} + 2e$	$\longrightarrow \text{Ni}$	-0.25
$\text{Zn}^{2+} + 2e$	$\longrightarrow \text{Zn}$	-0.76

จากข้อมูลข้างต้น จงพิจารณาว่าควรเลือกแฉกที่ทำด้วยโลหะชนิดใดมายึดจับท่อเหล็ก (ดังรูป) โดยไม่ทำให้ท่อเหล็กเกิดการผุกร่อน

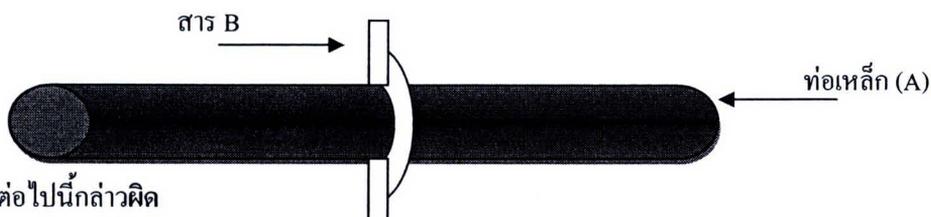
ก. Ni

ข. Ag

ค. Cu

ง. Zn

25. การป้องกันการผุกร่อนของอุโมงค์ หรือท่อเหล็กใต้ดิน ทำได้โดยการต่อท่อเหล็ก (A) เข้ากับสารชนิดอื่น (B) ดังรูป



ข้อความใดต่อไปนี้เป็นคำผิด

ก. โลหะ A เป็นตัวรีดิวซ์ที่ยากกว่า B

ข. เมื่อเวลาผ่านไปมวลของ B อาจลดลง

ค. A ทำหน้าที่เป็นขั้วบวก เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ง. B ให้อิเล็กตรอนได้ง่ายกว่า A ดังนั้น B จึงทำหน้าที่เป็นแอโนด

26. ข้อใดเกิดการผุกร่อนของตะปูเหล็กน้อยที่สุด

ก. ตะปูที่วางไว้ในอากาศ

ข. ตะปูที่ต่อกับขั้วลบของถ่านไฟฉาย

ค. ตะปูที่ต่อกับขั้วลบขั้วบวก

ง. ตะปูที่นำไปผ่านการอะโนไดซ์

27. เมื่อจุ่มชิ้นโลหะ M ลงในสารละลาย CuSO_4 พบว่าชิ้นโลหะ M จะมีทองแดงมาเกาะอยู่ และสารละลายสีน้ำเงินของ CuSO_4 มีสีจางลง จากผลการทดลองนี้ข้อสรุปในข้อใดถูกต้อง

ก. โลหะ M เป็นตัวออกซิไดส์

ข. โลหะ M เป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอน

ค. Cu^{2+} เป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอน

ง. Cu^{2+} เป็นตัวออกซิไดส์

28. ถ้าเรียงลำดับความแรงของตัวรีดิวซ์เป็นดังนี้ $A > B > C > D$ ดังนั้น เมื่อจุ่มโลหะ A B C และ D ลงในสารละลายโลหะไอออนต่างๆจะได้ผลการทดลองตามข้อใด เมื่อ

+ หมายถึง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

- หมายถึง ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

การทดลองที่	โลหะ	สารละลายของไอออน			
		A^{+}	B^{+}	C^{+}	D^{+}
1	A	-	+	+	+
2	B	-	-	-	+
3	C	-	-	-	+
4	D	-	+	+	-

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 1 และ 3

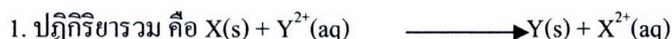
ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 1 3 และ 4

29. กำหนดค่า E° ของโลหะ X และ Y ดังนี้



เมื่อจุ่มโลหะ X ลงในสารละลายเกลือของ Y^{2+} แล้วแช่ไว้ ผลที่เกิดขึ้นในข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



2. ค่าศักย์ไฟฟ้ารวมของเซลล์คือ 2.12 โวลต์

3. โลหะจะสลายออกมาในตอนเริ่มต้น และจะละลายออกน้อยลงเมื่อ Y มาเคลือบไว้อย่างมาก

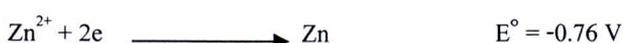
ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 1 และ 3

ง. 1, 2 และ 3

30. กำหนดให้



การศึกษาการผุกร่อนของโลหะโดยใช้แถบโลหะ A พันแท่งโลหะ B ผลการทดลองในข้อใดถูกต้อง

ข้อ	โลหะ A	โลหะ B	โลหะที่ผุกร่อน
ก	Zn	Fe	Zn
ข	Cu	Ni	Cu
ค	Ni	Cr	Ni
ง	Cr	Al	Cr

~~~~~

#### เฉลยแบบทดสอบ

- |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ก  | 2. ข  | 3. ง  | 4. ง  | 5. ง  | 6. ก  |
| 7. ข  | 8. ค  | 9. ก  | 10. ค | 11. ก | 12. ค |
| 13. ค | 14. ง | 15. ข | 16. ก | 17. ข | 18. ง |
| 19. ข | 20. ง | 21. ก | 22. ง | 23. ค | 24. ง |
| 25. ค | 26. ข | 27. ง | 28. ข | 29. ง | 30. ก |

### ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายคน

ตารางที่ 16 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

| ลำดับ<br>ที่ | ข้อสอบ 30 ข้อ<br>คะแนนเต็ม | คะแนนที่ผ่าน<br>เกณฑ์ 70% | คะแนนที่ได้<br>(คะแนนเต็ม 30 คะแนน) | คิดเป็น<br>ร้อยละ | การผ่านเกณฑ์ |
|--------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------|
| 1            | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 2            | 30                         | 21                        | 23                                  | 76.67             | ผ่าน         |
| 3            | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 4            | 30                         | 21                        | 22                                  | 73.33             | ผ่าน         |
| 5            | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 6            | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 7            | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 8            | 30                         | 21                        | 22                                  | 73.33             | ผ่าน         |
| 9            | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 10           | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 11           | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 12           | 30                         | 21                        | 22                                  | 73.33             | ผ่าน         |
| 13           | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 14           | 30                         | 21                        | 23                                  | 76.67             | ผ่าน         |
| 15           | 30                         | 21                        | 24                                  | 80.00             | ผ่าน         |
| 16           | 30                         | 21                        | 19                                  | 63.33             | ไม่ผ่าน      |



ตารางที่ 16 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ต่อ)

| ลำดับ<br>ที่            | ข้อสอบ 30 ข้อ<br>คะแนนเต็ม | คะแนนที่ผ่าน<br>เกณฑ์ 70% | คะแนนที่ได้<br>(คะแนนเต็ม 30 คะแนน) | คิดเป็น<br>ร้อยละ | การผ่านเกณฑ์ |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------|
| 17                      | 30                         | 21                        | 18                                  | 60.00             | ไม่ผ่าน      |
| 18                      | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 19                      | 30                         | 21                        | 18                                  | 60.00             | ไม่ผ่าน      |
| 20                      | 30                         | 21                        | 23                                  | 76.67             | ผ่าน         |
| 21                      | 30                         | 21                        | 16                                  | 53.33             | ไม่ผ่าน      |
| 22                      | 30                         | 21                        | 17                                  | 56.67             | ไม่ผ่าน      |
| 23                      | 30                         | 21                        | 21                                  | 70.00             | ผ่าน         |
| 24                      | 30                         | 21                        | 22                                  | 73.33             | ผ่าน         |
| 25                      | 30                         | 21                        | 20                                  | 66.67             | ไม่ผ่าน      |
| ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) |                            |                           | 20.80                               | 69.33             |              |
| ค่า SD.                 |                            |                           | 1.915                               | 6.383             |              |

ภาคผนวก จ

- หนังสือราชการ
- รายนามผู้เชี่ยวชาญ



ที่ ศธ 0514.5.2/ว.๙๐๙

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

14 ตุลาคม 2552

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนขอนแก่นวิทยายน 2

ด้วย นางสาวนริสรา คำสี รหัสประจำตัว 515050046-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ความสามารถในการตัดสินใจ ความตระหนัก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบวัดความตระหนัก แบบวัดความสามารถในการตัดสินใจ และแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า นางเนตรนึ่ง รัตนชวานนท์ ตำแหน่งครู คศ.4 วิทยฐานะเชี่ยวชาญ เป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภา อารีรัตน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

กลุ่มวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

โทร. 0-4334-3452-3 ต่อ 124

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเหตุ : เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 089-5806916



ที่ ศธ 0514.5.2/จ.409

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

14 ตุลาคม 2552

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์

ด้วย นางสาวนริศรา คำสี รหัสประจำตัว 515050046-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ความสามารถในการตัดสินใจ ความตระหนัก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบวัดความตระหนัก แบบวัดความสามารถในการตัดสินใจ และแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า นายนิวัติ ต่อนี่ ตำแหน่งครู คศ.3 วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ เป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภา อารีรัตน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

กลุ่มวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

โทร. 0-4334-3452-3 ต่อ 124

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเหตุ : เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 089-5806916



ที่ ศธ 0514.5.2/จ. 4๐4

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

14 ตุลาคม 2552

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนแพศึกษา

ด้วย นางสาวนริสรา คำสี รหัสประจำตัว 515050046-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ความสามารถในการตัดสินใจ ความตระหนัก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบวัดความตระหนัก แบบวัดความสามารถในการตัดสินใจ และแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณแล้วเห็นว่า นางชวนชื่น มลิลลา ตำแหน่งครู คศ.2 วิทยฐานะชำนาญการ เป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิลลภา อารีรัตน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

กลุ่มวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

โทร. 0-4334-3452-3 ต่อ 124

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเหตุ : เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 089-5806916



ที่ ศธ 0514.5.2/๒๐๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

๖ กุมภาพันธ์ 2553

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์

ด้วย นางนริศรา จันทร์าศรี รหัสประจำตัว 515050046-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชา  
วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ กำลังทำวิจัย เรื่อง ความสามารถในการตัดสินใจความตระหนัก  
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี  
ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายใน  
การทดลองใช้เครื่องมือในการทำวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้น เพื่อให้การศึกษา  
ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะศึกษาศาสตร์ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้บุคคลดังกล่าว ดำเนินการ  
ทดลองใช้เครื่องมือในการทำวิจัยตามความประสงค์ ในระหว่างวันที่ 5-12 กุมภาพันธ์ 2553

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็น  
อย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วัลลภา อารีรัตน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

กลุ่มวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ฯ

โทร. 0-4320-2853

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเหตุ: เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 089-5806916



ที่ ศธ 0514.5.2/๒๐๗

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

5 กุมภาพันธ์ 2553

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์

ด้วย นางนริสรา จันทราศรี รหัสประจำตัว 515050046-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิจัย เรื่อง ความสามารถในการตัดสินใจความตระหนัก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้บุคคลดังกล่าวดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยตามความประสงค์ ในระหว่างวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2553 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2553

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วอลลา อารีรัตน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

กลุ่มสาขาวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ฯ

โทร. 0-43343452-3 ต่อ 124

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเหตุ: เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 089-5406946

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้  
 แบบวัดความสามารถในการตัดสินใจ แบบวัดความตระหนัก และความสอดคล้องของจุดประสงค์  
 เชิงพฤติกรรมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีเรื่อง ไฟฟ้าเคมี

- |                             |                                                                                                                                          |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. นางเนตรคะนิง รัตนชวานนท์ | ครู คศ.4 วิทยฐานะ เชี่ยวชาญ<br>โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน 2 อำเภอเมือง<br>จังหวัดขอนแก่น<br>สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 1     |
| 2. นายนิวัติ ต่อณี          | ครู คศ.3 วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ<br>โรงเรียน โศกสีพิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง<br>จังหวัดขอนแก่น<br>สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 1 |
| 3. นางชวนชื่น มลิลดา        | ครู คศ.2 วิทยฐานะ ชำนาญการ<br>โรงเรียนชุมแพศึกษา อำเภอชุมแพ<br>จังหวัดขอนแก่น<br>สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 5            |

**ภาคผนวก ฉ**

- ตัวอย่างผลงานนักเรียน
- ภาพกิจกรรม

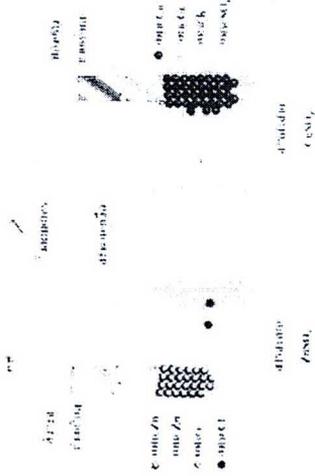
## เอกสารเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการชงของ

\*\* สูตรนำาชงของสูตร 2 ได้รับการถ่ายทอดจาก  
ผู้ชำนาญการ นายสมชาย แซ่ตั้ง ไม่มีเอกสารหรือ  
หนังสืออ้างอิง ผู้แต่ง ได้ทดสอบแล้วมีคุณภาพดี

บรรณานุกรม

พิชิต เลี่ยมสมบัติ, ชงของ.พิมพ์ครั้งที่5 บพิธการ  
พิมพ์, กรุงเทพฯ, 2536.

ISBN 974-486-028-6



## ตัวอย่างผลงานนักเรียน

### จัดทำโดย

นายอาทิตย์ พวงระย้า ชั้น ม. 5/2 เลขที่ 7

นายพิทักษ์ พันธุ์เดช ชั้น ม. 5/2 เลขที่ 13

นายสุภกร แสนเฉลิม ชั้น ม. 5/2 เลขที่ 4

นายวศิล ใยแก้ว ชั้น ม. 5/2 เลขที่ 3

นายอนุรักษ หนองน้ำ ชั้น ม. 5/2 เลขที่ 6

เสนอ

คุณครูนิธรา จันทราศรี

โรงเรียนโคกสีวิทยาคารพ.อ.เมือง จ.ขอนแก่น

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>น้ำยาชุปของ</b></p> <p>ชุปของเป็นขั้นตอนสุดท้ายของขั้นตอนการชุบของ เป็นสูตรที่ผสมใช้ได้เลย คุณภาพดี เพราะได้ทดสอบ มาแล้วเป็นเวลานาน รายละเอียดสูตรน้ำยาชุปของ ต่าง ๆ มีดังนี้</p>                                                                                                                                                                                                                                                | <p>ให้เพิ่มการใช้แผ่นทองให้มากขึ้นเป็น 1-2 กรัม น้ำยาชุปของจะเข้มข้น คิวที่ชุบจะหนา ลอกช้า - ปริมาณของกรดคลินประสิธิและกรดเกลือไม่ กำหนดแน่นอน แต่ให้อัตราส่วน 1:2 เท่านั้น และ ปริมาณรวมกันของกรดทั้งสองให้ท่วมแผ่นทองเป็น ใช้ได้</p> <p>- น้ำยาชุปของสูตรนี้ไม่มีเอกสารอ้างอิง ได้รับการ ถ่ายทอดจากผู้มีประสบการณ์ชุปทอง คือ นายสมชาย แซ่ตั้ง ซึ่งเผยแพร่ให้เป็นวิทยาทานใช้ได้ผลดี</p> <p>พอสมควร</p> | <p>อีดีทีเอ (EDTA) 20 กรัม</p> <p>(ETHYLENE DIAMINE TETRA ACETATE) น้ำ 1 ลิตร</p> <p>อุณหภูมิขณะชุบ 60 องศา หรือ ปกติ</p> <p>แรงเคลื่อนไฟฟ้า 3-6 โวลท์</p> <p>ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า -</p> <p>ตัวล่อ แท่งทองจริง (หรือเพลาทินัม)</p> <p>ลักษณะน้ำยาชุป ไสไม่มีสี (ใช้นาน ๆ จะออกสีฟ้า)</p>                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>สูตรน้ำยาชุปของสูตร 1</b></p> <p>แผ่นทองจริง 2 หุน หรือประมาณ 0.75 กรัม (หรือจะใช้มากเป็น 1-2 กรัมก็ได้)</p> <p>กรดคลินประสิธิ 10 ซี.ซี.</p> <p>กรดเกลือ 20 ซี.ซี.</p> <p>โซเดียมไซยาไนด์ 20 กรัม (หรือ 1 ก่อน)</p> <p>น้ำ 1 ลิตร</p> <p>อุณหภูมิขณะชุบ 60 องศา หรือ ปกติ</p> <p>แรงเคลื่อนไฟฟ้า 3-12 โวลท์</p> <p>ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า</p> <p>ตัวล่อ แท่งทองจริง</p> <p>ลักษณะน้ำยาชุป ไสไม่มีสี (ใช้นาน ๆ จะออกเหลือง)</p> | <p>สูตรน้ำยาชุปของสูตร 2</p> <p>แผ่นทองจริง 2 หุน หรือ 0.75 กรัม (หรือจะใช้ 1-2 กรัมก็ได้)</p> <p>กรดคลินประสิธิ 10 ซี.ซี.</p> <p>กรดเกลือ 20 ซี.ซี.</p> <p>โซเดียมไซยาไนด์ 4 กรัม</p> <p>น้ำ 100 ซี.ซี.</p> <p>กรดมะนาว (CITRIC ACID) 40 กรัม</p> <p>โซเดียมซิเตรต (SODIUM CITRATE) 40 กรัม</p>                                                                                                        | <p>หมายเหตุ - จากประสบการณ์ของผู้แต่งขอแนะนำให้ใช้น้ำยาชุปของสูตร 2 ควบคู่กับสูตร 1 ดังนี้</p> <p>- หากใช้น้ำยาชุปของทั้ง 2 สูตรรวมสลับกัน ต้องระวังการใช้ตัวล่อ เพราะน้ำยาชุปของสูตร 1 มีค่าความเป็นด่าง สูตร 2 มีค่าความเป็นกรด ดังนั้นควรใช้ตัวล่อของ 2 อัน หากใช้ตัวล่ออันเดียว ต้องจุ่มตัวล่อทองถ้าน้ำทุกครั้งที่ยกขึ้นเปลี่ยน มิฉะนั้นน้ำยาชุปของทั้งสองจะเสื่อมคุณภาพเร็ว</p> <p>- ชุบชิ้นงานในน้ำยาชุปของนานเกินไป ผิวชิ้นงานจะหมอง ให้ล้างน้ำแล้วขัดในน้ำสารละลายลูก</p> <p>ประสิทธิภาพชิ้นงานจะมีผิวเป็นเงาสดใตจขึ้น</p> |

สถานที่ให้บริการ

ชมรมดูข่าวไอที โทร. 538-3981

ข้อเสนอแนะ

1. ควรสวมถุงมือในขณะที่ทำงาน เพื่อป้องกันอันตรายจากการเสกเคมี
2. นำยาสูบแต่ละชนิด ควรใส่ไว้ในภาชนะแก้วหรือพลาสติก และติดชื่อป้ายชนิดต่าง ๆ ให้เห็นชัดเจน เพื่อป้องกันการผิดพลาด

3. ในขณะที่นำน้ำขึ้นงาน ไปแช่น้ำยาไฮเดียม

ไซยาไนด์ ควรใส่ภาชนะที่ใส่ไว้ เพื่อป้องกันกลิ่นสารเคมี

4. ในขณะที่ทำการชุบชิ้นงาน อย่านให้สายไฟ ขั้วบวกกับขั้วลบแตะกัน เพราะจะทำให้เกิดการช็อตขึ้น

5. ถ้าชิ้นงานลงแล็กเกอร์ไว้ ต้องนำไปล้างในทินเนอร์ก่อน แล้วจึงนำไปจัดในน้ำประค้ำดีควาย

ที่มา ส่งเสริมการมีงานทำ, กอง กรมการจัดหางาน

กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม,

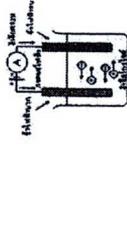
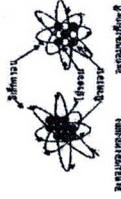
"ชมรมเครื่องประดับทอง นาก เงิน," 150 อาชีพเส้นทาง

ประกอบอาชีพอิสระ. กรุงเทพฯ, 2544, หน้า 191.

คำใบ้ การคำนวณธุรกิจ ชมเครื่องประดับทอง นาก เงิน

เอกสารเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการชุบเครื่องประดับ

ทอง นาก เงิน



จัดทำโดย

นางสาวเกษศิริินทร์ เพ็ญผิว

นางสาวจริยาพร จำปาบุญ

นางสาววันธิชา สวดสม

นางสาวศรัญญา แสนเฉลิม

นางสาวสุจิตรา โคตรศรีวงษ์

นางสาววัชรพร หมั่นราชา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2

โรงเรียนโคกสีวิทยาคารพ.อ.เมือง จ.ขอนแก่น

เสนอ

คุณคุณนริศรา จันทร์ทราศรี

|                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ชุมเครื่องประดับทอง นาก เงิน</p> <p>เงินลงทุน ประมาณ 14,000 บาท (หม้อแปลงราคาประมาณ 9,800 บาท น้ำยาสูบ ประมาณ 100-500 บาทต่อลิตรต่อขวด ขึ้นอยู่กับชนิด ของน้ำยา)</p> <p>รายได้ ประมาณ 400 - 800 บาท/วัน</p> <p>วัสดุ/อุปกรณ์</p>                                                        | <p>6. น้ำยาสูบชนิดต่าง ๆ</p> <p>7. โหลใส่น้ำยาสูบ รวมทั้งน้ำยาโซเดียมไซยาไนด์</p> <p>8. โหลใส่น้ำสะอาด 6 โหล (เพื่อแยกเป็นน้ำ สำหรับล้างน้ำยาแต่ละชนิด)</p> <p>9. ตู้กระจกสำหรับโชว์ชิ้นงาน (ขนาดเล็ก)</p>                                                                                                                                                                                        | <p>2. นำชิ้นงานจัดด้วยแปรงลวดในน้ำประคัตติควาย (ลูกประคัตติควายจะทำให้เกิดฟอง) แล้วจุ่มในน้ำเปล่า</p> <p>3. นำไปชุบน้ำยาทองแดงด้าน 1-2 นาที แล้วจุ่มในน้ำเปล่า</p> <p>4. นำไปชุบน้ำยาทองแดงเงา 2-3 นาที แล้วจุ่มในน้ำเปล่า</p>                                                  |
| <p>1. หม้อแปลงขนาด 10 แอมป์ 1 หม้อ พร้อม สายไฟที่ต่อกับขั้วบวก และขั้วลบ</p> <p>2. ขดลวดทองแดงสำหรับพันชิ้นงาน</p> <p>3. กะละมังใส่น้ำแช่ลูกประคัตติควายเพื่อเป็นน้ำ สำหรับขัดโลหะหรือชิ้นงานที่ชุบ (ใช้ 5 ลูก : น้ำ 1 กระละมัง ขนาดย่อม)</p>                                              | <p>แหล่งจำหน่ายอุปกรณ์</p> <p>ร้านขายอุปกรณ์และวัสดุเกี่ยวกับน้ำยาสูบ อ.วรจักร</p> <p>ลูกประคัตติควาย - จำหน่ายตามร้านขายยา สมุนไพรทั่วไป</p> <p>วิธีดำเนินการ</p>                                                                                                                                                                                                                                | <p>5. นำไปชุบน้ำยาชนิดเกิดเงา 2-3 นาที แล้วจุ่มในน้ำเปล่า จะได้ชิ้นงานที่เป็นเงา</p> <p>6. ถ้าต้องการชุบเงิน ให้ทำตามขั้นตอน 1-5 จากนั้นนำไปชุบน้ำยาเงินโดยจุ่มลงไปแล้วเอาชิ้นงาน แล้วจุ่มน้ำเปล่า จะได้ชิ้นงานที่เป็นเงิน</p> <p>7. ถ้าต้องการชุบทอง ทำตามขั้นตอน 1-5 แล้ว</p> |
| <p>4. แปลงลวดทองเหลือง ใช้จัดชิ้นงาน</p> <p>5. แผ่นดีลล์</p> <p>- ชุบทองแดงด้าน ใช้แผ่นทองแดงด้าน</p> <p>- ชุบทองแดงเงา ใช้แผ่นทองแดงเงา</p> <p>- ชุบนิเกิลเงา ใช้แผ่นนิเกิลเงา</p> <p>- ชุบเงิน ใช้แผ่นเงิน</p> <p>- ชุบทอง ใช้แผ่นทอง แพลทตินัมหรือสเตนเลส</p> <p>อย่างใด อย่างหนึ่ง</p> | <p>นำหม้อแปลงซึ่งมีสายไฟ 2 เส้น ต่อออกมาจาก ขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ปลดสายของสายไฟจะเป็นที่ตีบ โดย ขั้วบวกใช้ต่อกับแผ่นดีลล์แล้วใช้ไฟน้ำยาชุบแต่ละชนิด ส่วน ขั้วลบใช้ต่อกับชิ้นงานที่จะชุบ</p> <p>ขั้นตอนการชุบ</p> <p>1. ถ้าต้องการชุบนาก นำชิ้นงานที่จะชุบมาล้าง โดยใช้ลวดทองแดงพันชิ้นงาน แช่ลงในน้ำยาล้างโลหะ (โซเดียมไซยาไนด์ 40 กรัม : น้ำ 1 ลิตร) ประมาณ 1-2 นาที แล้วจุ่มในน้ำเปล่า</p> | <p>นำไปชุบในน้ำยาทอง (มี 2 ชนิด คือ โดไปและไมครอน ไมครอนจะมีราคาแพงกว่า แต่มีคุณภาพดี ติดทนนานกว่าได้ ไป) โดยจุ่มลงไปแล้วเอาชิ้นงานแล้วจุ่มน้ำเปล่า จะได้ชิ้นงาน ที่เป็นทอง</p> <p>ตลาด/แหล่งจำหน่าย</p> <p>ตลาดทั่วไป ริมทางเดินที่เป็นแหล่งชุมชน หรือเช่า สถานที่หน้าร้าน</p> |

เท่ากับถ่านอื่นๆ

### การดูแลรักษาแบตเตอรี่

- \* เก็บรักษาในที่อุณหภูมิไม่สูงเกินไป ไม่ควรนำไปตากแดด
- \* หลีกเลี่ยงการเก็บในที่เปียกชื้น
- \* ควรทำการชาร์ตไฟตามระยะที่บอกไว้ในคู่มือใช้งาน

เช่น การใช้งานครั้งแรกควรชาร์ตไฟไว้นาน 10

ชั่วโมงหรือมากกว่าเป็นต้น

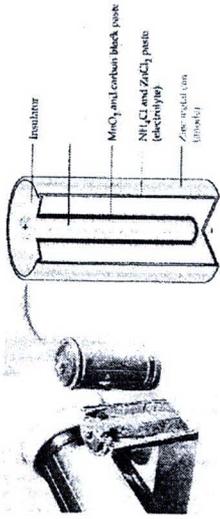
- \* ไม่ควรนำแบตเตอรี่เก็บไว้ในตู้ อุปกรณ์ หากยังไม่ได้ใช้งาน

ที่มาจาก

[http://www.nirbackpacker.com/gear/gear\\_39.html](http://www.nirbackpacker.com/gear/gear_39.html)

## เอกสารเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับถ่านไฟฉาย

### ประเภทต่างๆที่ใช้งานในปัจจุบัน



#### จัดทำโดย

นายปิยะพันธ์ ป้องจันทร์

นายปิยะวัฒน์ จันทร์สีทา

นายไชยา พานิช

นายนรเศรษฐ์ นาทหนองตุม

นายนพพร พันธุ์พรหม

นายรชานนท์ โพธิ์เรียงคำ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2

โรงเรียนโกสุมพิทยากร อ.เมือง จ.ขอนแก่น

เสนอ

คุณคุณวิริสรา จันทร์ตราศรี

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา ถ่านไฟฉายแบบอัลคาไลน์ที่ใช้แล้วทิ้งนั้นเป็นที่นิยมกันมากในหมู่เด็กคนป่า ทั้งหลาย แต่ในระยะหลังนี้ถ่านไฟฉายอีกประเภทหนึ่งที่ได้รับคความนิยมเพิ่มมากขึ้นคือ ถ่านลิเธียม ซึ่งมีน้ำหนักเบา ให้พลังงานสูง ใช้ได้ใ้ในอากาศเย็นและสามารถเก็บไว้ได้นาน นอกจากนี้ในปัจจุบันผู้ผลิตยังได้ผลิตถ่านลิเธียมในขนาด AA ออกมาอีกด้วย แต่อย่างไรก็ดี ตลาดถ่านไฟฉายในปัจจุบันนี้ไม่ได้แข่งที่ประเภทถ่านอัลคาไลน์หรือลิเธียมเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นการแข่งขันกันระหว่างถ่านไฟฉายแบบที่ใช้แล้วทิ้ง (Throwaways) กับแบบที่สามารถประจุไฟเข้าไปใหม่ได้ (Rechargeables) หรือที่เรียกกันว่าถ่านแบบรีชาร์จ

ถ่านไฟฉายในตลาดปัจจุบันที่ใช้กันสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

**ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสี (Carbon-zinc cells)**

ถ่านไฟฉายทั่วๆ ไปจะมีหลักการทำงานคร่าวๆ คือ ใช้คาร์บอนเป็นขั้วบวก หุ้มด้วยแอมโมเนียมคลอไรด์ และเคลือบด้วยถ่านนอกด้วยสังกะสีซึ่งเป็นขั้วลบ เมื่อมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นจะ

ให้อิเล็กตรอนออกมา และเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แต่ถ่านปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวเกิดการย้อนกลับก็จะทำให้เราสามารถประจุไฟเข้าไปในแบตเตอรี่ใหม่ได้หรือที่เรียกว่าการรีชาร์จนั่นเอง แต่ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสีในประเภทนี้เป็นถ่านไฟฉายรุ่นแรกๆ ที่ไม่สามารถจะรีชาร์จได้ และในปัจจุบันก็ได้มีถ่านประเภทอื่นๆ ออกมาแทนที่จำนวนมาก

**ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable alkaline cells)**

ถ่านอัลคาไลน์ที่ใช้แล้วทิ้งได้เริ่มมีใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1958 (พ.ศ. 2501) ซึ่งเมื่อแรกเริ่มนั้นเป็นที่นิยมนำมากเพราะสามารถให้พลังงานได้มากกว่าถ่านไฟฉายแบบเก่า แต่ในระยะหลังเริ่มมีผลิตภัณฑ์หนักกันถึงปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เนื่องมาจาก การใช้ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้งกันมากขึ้น เนื่องจากไฟฉายประเภทนี้มีสารปรอทเป็นส่วนประกอบและเนื่องจากปริมาณการใช้ งานที่นิยมกันมากขึ้นทำให้เกิดปัญหาขยะมีพิษเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก ดังนั้นผู้ผลิตจึงได้พยายามมากขึ้นที่จะพัฒนา

ถ่านอัลคาไลน์ให้ไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมในช่วงปลายทศวรรษที่ 1980 ได้มีผู้ผลิตถ่านอัลคาไลน์แบบที่มีสารปรอทต่ำลงออกมา และในปี 1990 ก็ได้มีถ่านอัลคาไลน์แบบปลอดสารปรอทเกิดขึ้น (เช่นถ่านดูราเซลล์ และอินอร์โจเซอร์ ที่นิยมกันในปัจจุบันนั่นเอง) แต่ถึงอย่างไรก็ตาม การที่มีปริมาณการใช้ถ่านถ่านอัลคาไลน์จำนวนมากในปัจจุบันก็ยังคงก่อให้เกิดปัญหาเรื่องขยะพิษไปทั่วโลกอยู่ดี ข้อเสียที่สำคัญของถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้งนี้ก็คือจะมีประสิทธิภาพลดลง อย่างมากในสภาพอากาศที่หนาวเย็น

**ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จ (Rechargeable alkaline)**

ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จเริ่มมีใช้เมื่อ ค.ศ. 1993 ให้พลังงาน 1.5 โวลต์เท่ากับถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง แต่เมื่อมีการชาร์จใหม่เรื่อยๆ ประสิทธิภาพของถ่านจะลดลงตามจำนวนการชาร์จในแต่ละครั้ง ถึงแม้จะมีการดูแลรักษาและชาร์จอย่างถูกต้องก็ตาม เมื่อชาร์จไปประมาณสิบครั้งประสิทธิภาพจะลดลงเหลือประมาณ 60% และเมื่อชาร์จไปตามสิบครั้ง ประสิทธิภาพจะลดลงเหลือเพียง 40% และลดลงไป

เรื่อยๆ ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จกับถ่านนิแคดซึ่งเห็นได้ชัดว่า ถ่านนิแคดมีอยู่การใช้งานนานกว่ากันมาก นอกจากนี้ เพื่อให้ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จมีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด เราควรจะต้องรีชาร์จถ่านอย่างสม่ำเสมอและอย่าปล่อยให้แบตเตอรี่หมดเกลี้ยง และจำเป็นจะต้องใช้เครื่องชาร์จเฉพาะด้วย

**ถ่านลิเทียม (Lithium cells)**  
ได้มีการเริ่มใช้ถ่านลิเทียมครั้งแรกกับไฟฉายติดศีรษะที่ใช้ใน วงการอุตสาหกรรม ซึ่งในขณะนั้นมีราคาแพงมากถึง 20 เหรียญสหรัฐ แต่มีอายุการใช้งานยาวนานมากและยังสามารถใช้งานได้ทั้งในสภาพอากาศที่หนาวเย็นมากๆ ได้อีกด้วย แต่เนื่องจากมันมีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบ จึงถูกห้ามนำขึ้นเครื่องบินไม่ว่าจะติดตัวขึ้นไปหรือใส่ในกระเป๋าค้นทางที่ โหดไว้ได้เครื่อง ดังนั้น บริษัทผู้ผลิตจึงได้พัฒนาถ่านลิเทียมประเภทนี้ออกมา กลายเป็นลิเทียมรี โอมินัล คลอไรด์ซึ่งใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานต่ำ เช่น หลอด LED (Light-emitting diode) สามารถนำขึ้นเครื่องบินได้ มี

การผลิตออกมาในขนาด AA และยังมีราคาที่ถูกกลงอีกด้วยเมื่อเทียบกับถ่านก้อน ถ่านนิเกิลแคดเมียมหรือนิแคด (Nickel-cadmium cells, Nicads)

ถ่านนิแคดเป็นถ่านที่สามารถรีชาร์จได้ เริ่มมีใช้ครั้งแรกในช่วงทศวรรษ 1950 และสามารถจะรีชาร์จใหม่ได้นับร้อยครั้ง แต่ในสมัยนั้น นักเดินป่าส่วนใหญ่จะไม่นิยมใช้ถ่านนิแคดเนื่องจากปัญหาสำคัญเกี่ยวกับการ ชาร์จแบตเตอรี่ นั่นคือเราจำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ให้หมดเกลี้ยงก่อนถึงจะชาร์จใหม่ได้ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดเมมโมรี่เอฟเฟกต์ (Memory Effect) ซึ่งหมายถึงการชาร์จแบตเตอรี่ได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถชาร์จได้เต็มที่ ซึ่งเกิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ในขณะที่แบตเตอรี่เดิมยังไม่หมด ดี ทำให้การชาร์จครั้งต่อไปจะใช้เวลาสั้นลงเนื่องจากแบตเตอรี่จะเก็บความจำใน การชาร์จที่สั้นที่สุดเอาไว้ และทำให้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลดน้อยลง หรือหากเราชาร์จทิ้งเอาไว้นานเกินไปก็จะทำให้แบตเตอรี่ร้อนมากและเสียหายได้ อีกเช่นกัน ถ่านนิแคดยังให้พลังงานเพียง 1.2 โวลต์ซึ่งน้อยกว่า

ถ่านอัลคาไลน์ที่ให้พลังงาน 1.5 โวลต์อีกด้วย และนอกจากนี้สารแคดเมียมยังเป็นสารพิษที่อันตรายมากอีกด้วย

อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาถ่านนิแคดให้มีคุณภาพดีขึ้นมาก สามารถรีชาร์จได้ง่ายขึ้น และยังมียอดคงที่หรือสม่ำเสมอ (ในต่างประเทศ) ที่คอยรับกับถ่านนิแคดที่ใช้แล้วเพื่อเอาไปรีไซเคิล และนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งไม่ทำให้เกิดปัญหากับสภาพแวดล้อมอีกด้วย

**ถ่านนิเกิลเมทัลไฮไดรด์ (Nickel-metal hydride, NiMH)**

ถ่าน NiMH นี้มีประสิทธิภาพอยู่ตรงกลางระหว่างถ่านนิแคดและถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จ ถ่าน NiMH ให้พลังงาน 1.2 โวลต์เหมือนถ่านนิแคดและสามารถชาร์จใหม่ได้หลายร้อยครั้งเช่นกัน แต่การชาร์จถ่าน NiMH จะไม่เกิดเมมโมรี่เอฟเฟกต์เหมือนถ่านนิแคด ตัวอย่าง NiMH จะสามารถรีชาร์จด้วยตัวเองประมาณ 1-4 % ของพลังงานที่เหลืออยู่ทุกวัน แต่เราไม่สามารถเก็บถ่าน NiMH เอาไว้ได้นาน

น้ำในระบบหล่อเย็นมี pH สูงกว่า 8.5 และทำให้โลหะ  
ที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องยอนต์เกิดปฏิกิริยา  
ออกซิเดชันได้ยาก การฟลูออเนอของ โลหะจึงลดลง  
นอกจากนี้การให้ระบบปัดมีผลดีอีกประการหนึ่งคือ  
เป็นการจำกัดปริมาณของออกซยเจนที่ละลายลงไป  
ในน้ำจึงทำให้การฟลูออเนอของ โลหะลดลง

**แหล่งอ้างอิง:**

1. เอกสารประกอบคำบรรยาย วิชาเคมี ของโครงการ  
ส่งเสริมความสามารถพิเศษภาคฤดูร้อน  
Brands's Summer Camp'95  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
2. หนังสือเรียนวิชาเคมี 3 ว 037 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.  
2533 ของกระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบัน  
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิมพ์  
ครั้งที่หนึ่ง พ.ศ. 2541

เอกสารเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการฟลูออเนอของโลหะ  
และการป้องกัน



จัดทำโดย

นายปิยะพันธ์ ป้องจันทร์

นายปิยะวัฒน์ จันทร์ลีทา

นายไชยา พานิช

นายนรเศรษฐ์ นาทหนองตุม

นายนพพร พันธุ์พรหม

นายรชานนท์ โพธิ์เวียงคำ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2

โรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

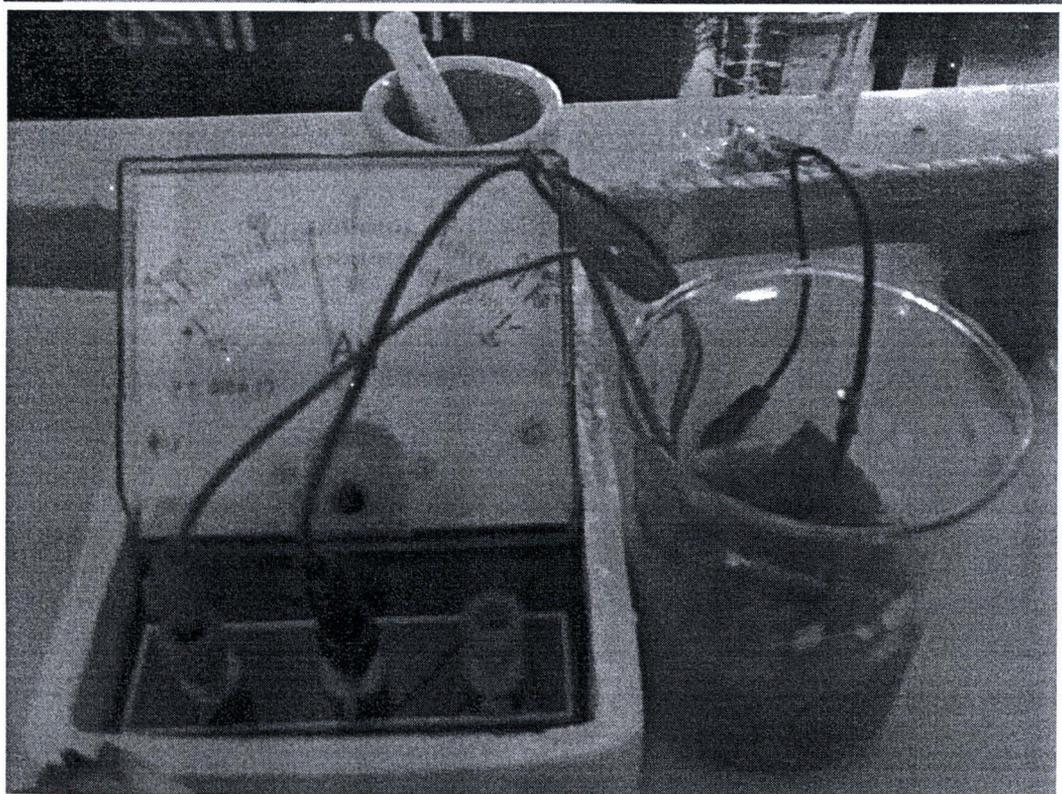
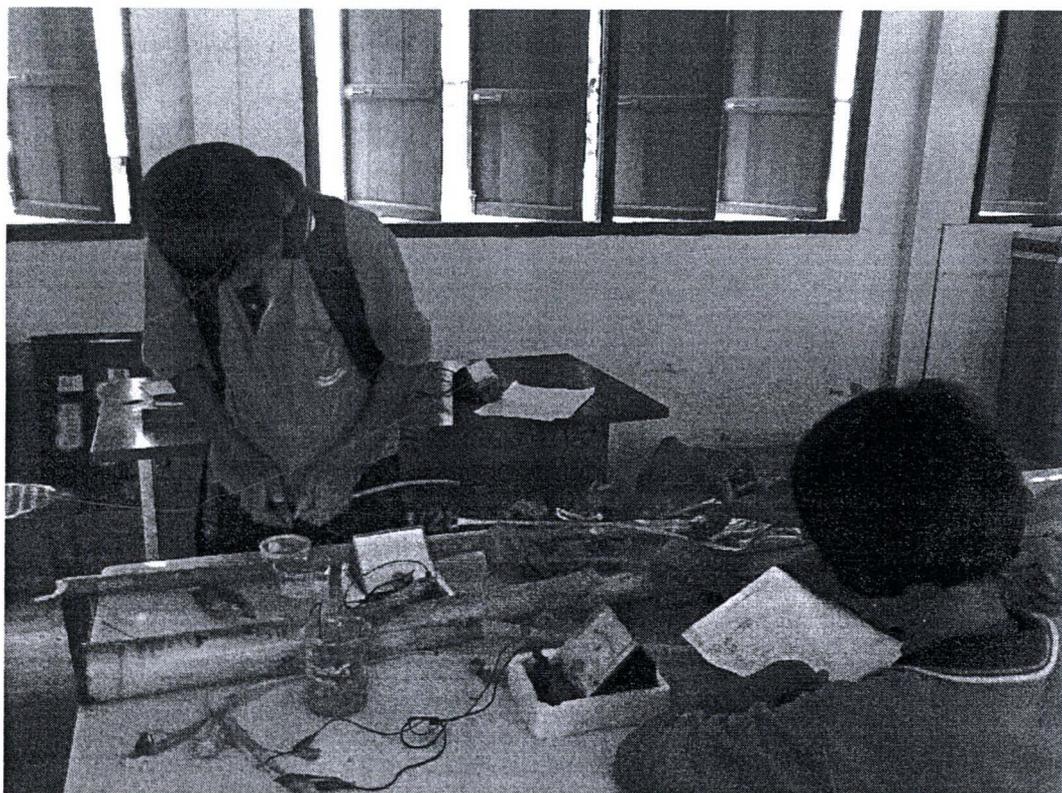
เสนอ

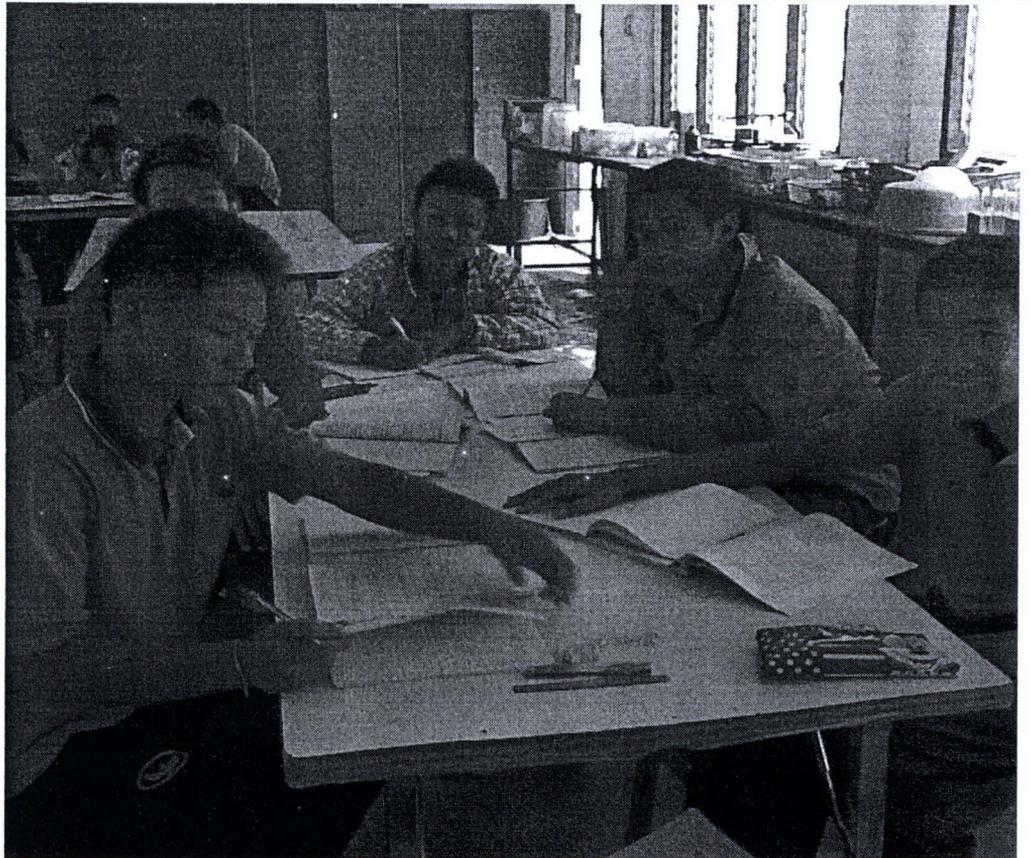
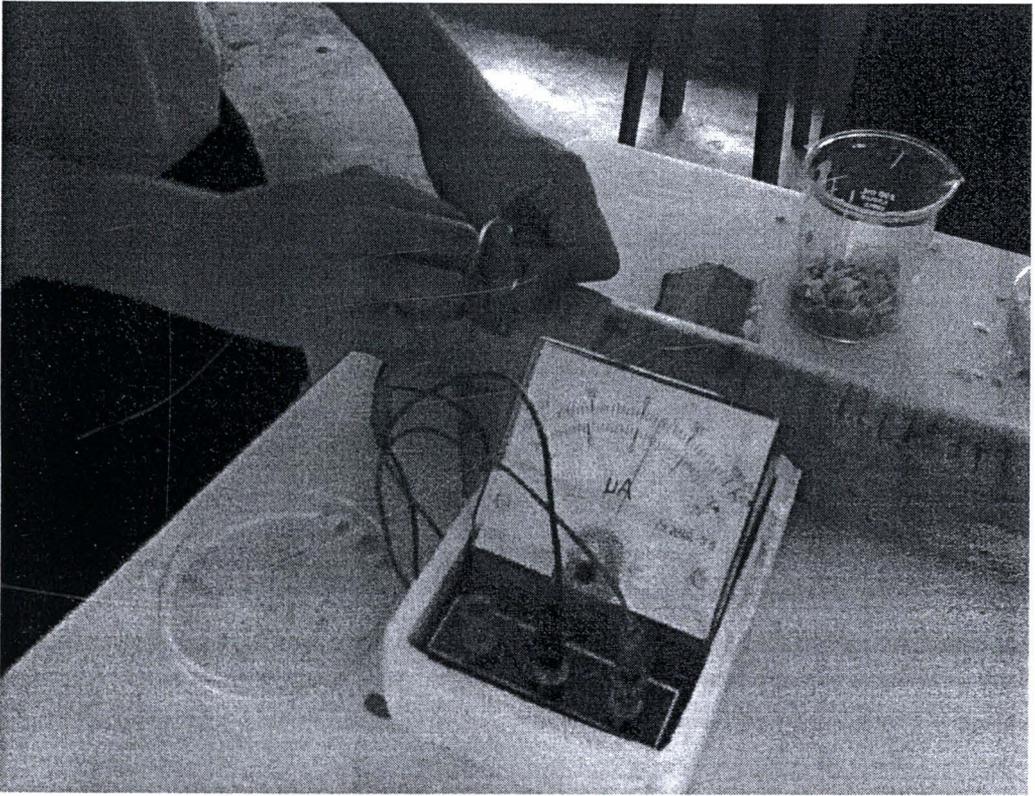
คุณครูนิธรา จันทร์าศรี

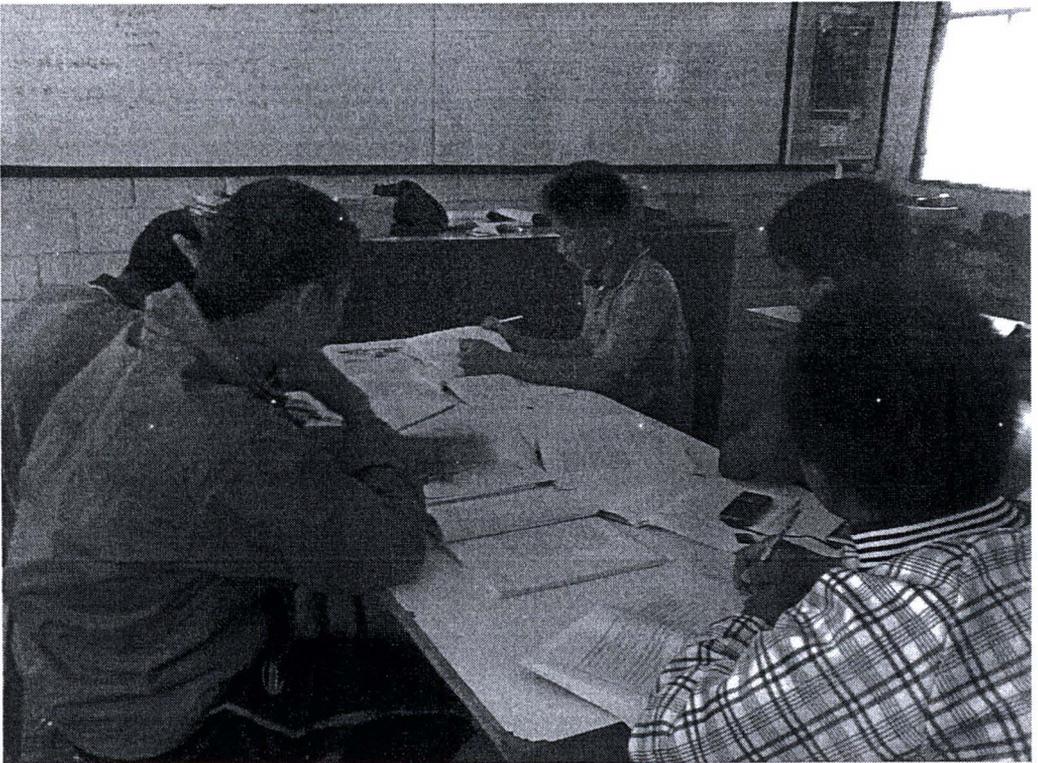
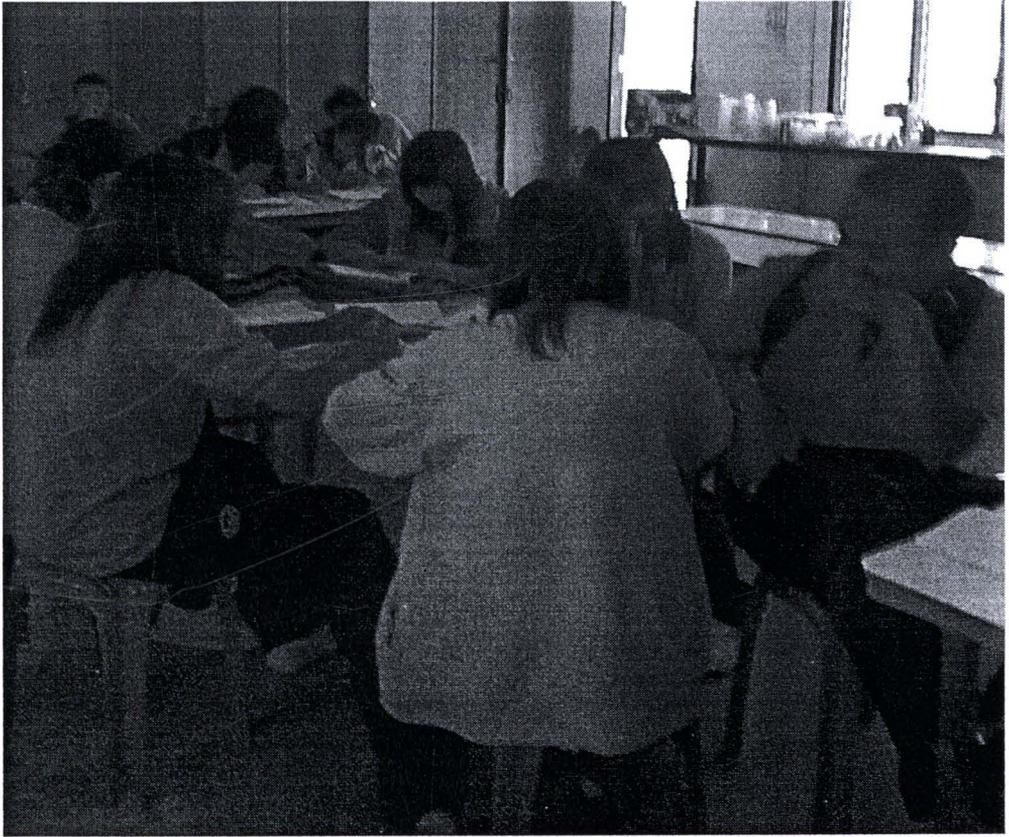


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>การป้องกันสนิมเหล็ก</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทาสี ทาน้ำมัน การรมดำ และการเคลือบพลาสติก เป็นการป้องกันการถูกกับ O<sub>2</sub> และความชื้น ซึ่งเป็น การป้องกันการเกิดสนิมของโลหะได้และเป็นวิธีที่ สะดวกและให้ผลดีในการป้องกันสนิม</li> <li>2. โลหะบางชนิดมีสมบัติพิเศษ กล่าวคือเมื่อทำ ปฏิกิริยากับออกซิเจนจะเกิดเป็นออกไซด์ของโลหะ เคลือบอยู่บนผิวของโลหะนั้นและไม่เกิดการผุกร่อน อีกต่อไป โลหะที่มีสมบัติดังกล่าว ได้แก่ อลูมิเนียม ดีบุก และสังกะสี การชุบ หรือเคลือบ โดยโลหะที่ Oxide ของโลหะนั้นคงตัว สลายตัวยาก และเป็นผิว บางๆ ควบคุมผิว โลหะอีกที ได้แก่ Cr (โครเมียม) และ อลูมิเนียม(AI) เป็นต้น ดังนั้น Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> สลายตัว ยาก เรียกว่าวิธี อนไนต์ (Anodize)</li> </ol> <p>หมายเหตุ เหล็กกล้าไม่เกิดสนิม (stainless steel) เป็น Fe-ผสม Cr</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. การผุกร่อนของโลหะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น เช่นเดียวกับแอโนดในเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ดังนั้นถ้า ไม่ต้องการให้เกิดการผุกร่อนจึงต้องให้โลหะนั้นมี สภาวะเป็นแคโทดหรือคล้ายกับแคโทด โดยใช้</li> </ol> | <p>โลหะที่เสีย e- ง่ายกว่าเหล็กไปอยู่กับเหล็ก ได้แก่ Fe ชุบ Zn ถ้าห้รับแรงหลังคา การฝังลวด Mg ตามท่อ หรือ การผูก Mg ตาม โครงเรือ จะทำให้ Fe ผู้ช้าลง เนื่องจาก Zn &amp; Mg เสีย e- ง่ายกว่า Fe จะเสีย e แทน Fe เรียกว่าวิธี แคโทดิก (Cathodic)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. การป้องกันการผุกร่อนของโลหะในระบบหล่อ เย็นแบบปิด</li> </ol> <p>เครื่องชนิดที่ใช้ในระบบหล่อเย็นแบบปิดเพื่อรักษา กระแสไฟฟ้าจะใช้ระบบหล่อเย็นแบบปิดเพื่อรักษา อุณหภูมิของเครื่องชนิดนี้ให้สูงมากเกินไป สาร หล่อเย็นที่เรื้คือ น้ำซึ่งมีออกซิเจนละลายอยู่ ถ้า เครื่องชนิดนี้โลหะผสมของอลูมิเนียม ออกซิเจนที่ ละลายอยู่ในน้ำจะถูกใช้ไปในการสร้างฟิล์มอลูมิเนียม ออกไซด์ และฟิล์มนี้จะมีป้องกันการผุกร่อน เครื่องชนิดนี้ได้แต่ถ้าเครื่องชนิดนี้มีส่วนประกอบที่เป็น โลหะผสมของเหล็ก ส่วนประกอบของเครื่องชนิดนี้ สัมผัสกับน้ำจะเกิดการผุกร่อนได้ เนื่องจากจากออกไซด์ ของเหล็กไม่มีสมบัติในการเป็นสารเคลือบผิว จึง ต้องเติมสารที่ยังการกัดกร่อนซึ่งประกอบด้วย สารประกอบของไนไตรต์ไบเรกซ์ สารนี้จะทำให้</p> |
| <p><b>การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน</b></p> <p>การผุกร่อนของโลหะที่พบบ่อยใน ชีวิตประจำวัน ได้แก่ เหล็กเป็นสนิม (สนิมเหล็กเป็น ออกไซด์ของเหล็ก Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.xH<sub>2</sub>O) ซึ่งเกิดจากสาเหตุ หลายประการ ตัวอย่างเช่น การที่อะตอมของโลหะที่ ถูกออกซิไดส์แล้วรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศเกิด เป็นออกไซด์ของโลหะนั้น เช่น สนิมเหล็ก(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) สนิมทองแดง (CuO) หรือสนิมอลูมิเนียม (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) การเกิดสนิมมีกระบวนการที่ซับซ้อนมากและมี ลักษณะเฉพาะตัวดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การผุกร่อนของโลหะ คือปฏิกิริยาเคมีที่เกิด ระหว่างโลหะกับภาวะแวดล้อม</li> <li>2. ภาวะแวดล้อมที่ทำให้ผุกร่อน คือ ความชื้น และ ออกซิเจน(H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>) หรือ H<sub>2</sub>O กับอากาศ</li> <li>3. ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในการผุกร่อน เป็นปฏิกิริยา รีดอกซ์</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 โลหะที่เกิดปฏิกิริยา Oxidation (ให้อิเล็กตรอน)</li> <li>3.2 ภาวะแวดล้อมเป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอน เกิดปฏิกิริยา Reduction</li> </ol>                                                  | <p>โลหะที่เสีย e- ง่ายกว่าเหล็กไปอยู่กับเหล็ก ได้แก่ Fe ชุบ Zn ถ้าห้รับแรงหลังคา การฝังลวด Mg ตามท่อ หรือ การผูก Mg ตาม โครงเรือ จะทำให้ Fe ผู้ช้าลง เนื่องจาก Zn &amp; Mg เสีย e- ง่ายกว่า Fe จะเสีย e แทน Fe เรียกว่าวิธี แคโทดิก (Cathodic)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. การป้องกันการผุกร่อนของโลหะในระบบหล่อ เย็นแบบปิด</li> </ol> <p>เครื่องชนิดที่ใช้ในระบบหล่อเย็นแบบปิดเพื่อรักษา กระแสไฟฟ้าจะใช้ระบบหล่อเย็นแบบปิดเพื่อรักษา อุณหภูมิของเครื่องชนิดนี้ให้สูงมากเกินไป สาร หล่อเย็นที่เรื้คือ น้ำซึ่งมีออกซิเจนละลายอยู่ ถ้า เครื่องชนิดนี้โลหะผสมของอลูมิเนียม ออกซิเจนที่ ละลายอยู่ในน้ำจะถูกใช้ไปในการสร้างฟิล์มอลูมิเนียม ออกไซด์ และฟิล์มนี้จะมีป้องกันการผุกร่อน เครื่องชนิดนี้ได้แต่ถ้าเครื่องชนิดนี้มีส่วนประกอบที่เป็น โลหะผสมของเหล็ก ส่วนประกอบของเครื่องชนิดนี้ สัมผัสกับน้ำจะเกิดการผุกร่อนได้ เนื่องจากจากออกไซด์ ของเหล็กไม่มีสมบัติในการเป็นสารเคลือบผิว จึง ต้องเติมสารที่ยังการกัดกร่อนซึ่งประกอบด้วย สารประกอบของไนไตรต์ไบเรกซ์ สารนี้จะทำให้</p> |

## ภาพกิจกรรม







## ประวัติผู้เขียน



### ประวัติส่วนตัว

นางนริศรา จันทราศรี (ชื่อ-นามสกุลเดิม คือ นางสาวนริศรา คำสี)

เกิดเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ.2524

ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 156 หมู่ 2 บ้านกุดยาง ตำบลท่าลี่ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี

เป็นบุตรของคุณพ่อนา และคุณแม่ลำไผ คำสี

### การศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา วิชาเอกเคมี-ชีววิทยา จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อ ปี พ.ศ.2547 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปี พ.ศ.2551

### ประวัติการทำงาน

เริ่มรับราชการครู ที่โรงเรียนผาขาววิทยายน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 5 ในปี พ.ศ.2548 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งครู คศ.1 โรงเรียน โลกสีพิทยาสรรพ์ ตำบลโลกสี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 1

