



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง แนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

Grade 12 Students' Conception about Metal Industry Using Science, Technology, Social and Environment Approach

นามผู้วิจัย นางสาวสุวรรณา อัมพรคนัย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์เอกรัตน์ ศรีตัญญู, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์บุญธนา วรรณเลิศ, วท.ค.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุดารัตน์ สารสว่าง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

แนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

Grade 12 Students' Conception about Metal Industry Using Science, Technology, Social
and Environment Approach

โดย

นางสาวสุวรรณา อัมพรคณีย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2554

สุวรรณ อัมพรคนัย 2554: แนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดย
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ปรินญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์เอกรัตน์ ศรีตัญญู, ปร.ด. 119 หน้า

การวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ
โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม และเพื่อศึกษาแนวคิด เรื่อง
อุตสาหกรรมโลหะ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โครงการเรียนที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้อง โดยการเลือกแบบเจาะจง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบบันทึกอนุทิน ใบงานของนักเรียน บันทึกหลังสอน และแบบวัดแนวคิด
เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัยพร้อมเลือกเหตุผลจำนวน 10 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยแนวคิด
หลัก 3 แนวคิด ได้แก่ ขั้นตอนการแยกแร่ออกจากสินแร่ การผลิต โลหะ และมลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจาก
กระบวนการผลิต วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบตามแนวคิดของ Abraham *et al.* (1994) แล้วหาความถี่และ
ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มี
แนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 70.17 โดยแนวคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องมากที่สุด คือ
ขั้นตอนการแยกแร่ออกจากสินแร่ รองลงมา คือ มลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต ในส่วน
ของการผลิตโลหะ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด

ผลของแนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม
และสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยส่งเสริมแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าการจัด
กิจกรรมทั้ง 5 ชั้น คือ ขั้นรู้ให้นักเรียนค้นหาข้อมูล, ขั้นให้อัศจรรย์ในค้นคว้า การซักถามและการอภิปรายข้อมูล,
ขั้นอภิปรายผลร่วมกับนักเรียน, ขั้นกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง และประเมินผล พบว่า
สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะได้

ลายมือชื่อนิติติ

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Suwanna Ampornnanai 2011: Grade 12 Students' Conception about Metal Industry Using Science, Technology, Social and Environment Approach. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Miss Akarat Sreethunyoo, Ph.D. 119 pages.

The purposes of this classroom action research were to study the guide line for learning management about the metal industry using Science Technology Society and Environment approach and to study students' conceptions about the metal industry using Science Technology Society and Environment approach.

The subjects of this study were fifty grade 12 students from a private school in Bangkok. Research tools were journal, students' worksheet, teachers' journal and a two tier concept test on "Metal Industry" totaling 10 items covered three concepts namely; an overview of the chemical process industry and primary raw materials, the metal refining industry processes metal ores and industrial pollution prevention. Students' responses were categorized into 5 groups according to Abraham et al.(1994) The research result found the majority of students (70.71%) hold sound understanding in all concepts. The students hold the most understanding in the topic of an overview of the chemical process industry, followed by industrial pollution. The least sound understand was metal refining industry processes metal ores.

The guideline for learning management about the metal industry using Science Technology Society and Environment Approach has 5 steps. First is motivation, second is finding information, third is discussion, fourth is apply knowledge and last is evaluation. The result of the guideline can enhance the students' learning about the concept of Metal Industry.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง แนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรม โลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดย
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี
เพราะได้รับความเอาใจใส่ ความช่วยเหลือ และคำปรึกษาแนะนำอย่างดียิ่งจาก ดร.เอกรัตน์ ศรีสัตยัญญ
และ ดร.บุญชนา วรรณเลิศ ที่กรุณาตรวจสอบ แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยความกรุณา
ตลอดจนการจัดกิจกรรมและการรายงานผลฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณในความกรุณา
เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอบคุณท่านผู้บริหาร โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัยที่กรุณาอนุญาตให้ได้มาศึกษาต่อใน
ระดับปริญญาโท และสนับสนุนค่าธรรมเนียมการศึกษา

ขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ ผศ.มณีภรณ์ ทฤษฎาวดี, อาจารย์ถนอมจิตต์ เสนมา และ
อาจารย์ไพรินทร์ กาญจนบุตรที่ได้กรุณาใช้เวลาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง
เครื่องมือที่ใช้ในครั้งนี้

ขอบคุณเพื่อนครูและบุคลากรใน โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้
ความร่วมมือ เป็นกำลังใจและคอยดูแลห่วงใยช่วยเหลือเสมอมา

คุณค่า และประโยชน์ที่พึงมีใดๆ ผู้รายงานขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณ
ทุกท่านที่ได้ให้โอกาสผู้รายงานได้จัดกิจกรรมในครั้งนี้จนสำเร็จ

สุวรรณา อัมพรคณัย

มีนาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(4)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	7
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม	8
แนวคิด	18
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	26
รูปแบบการวิจัย	26
กลุ่มที่ศึกษา	28
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	28
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	29
การเก็บรวบรวมข้อมูล	31
การวิเคราะห์ข้อมูล	32
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	34
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	51
สรุป	51
ข้อเสนอแนะ	57

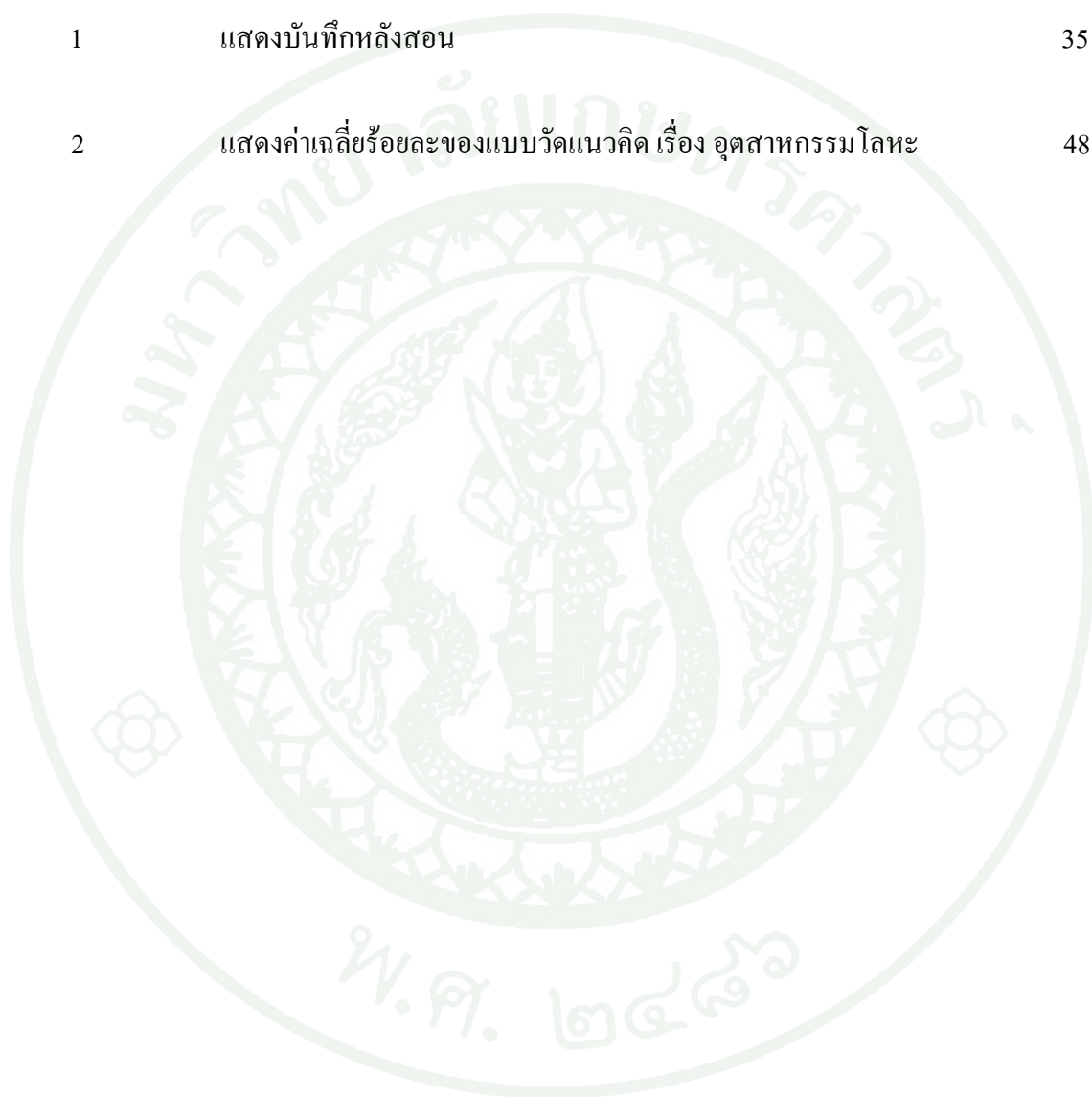
สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารและสิ่งอ้างอิง	59
ภาคผนวก	67
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	68
ภาคผนวก ข แผนการสอน	70
ภาคผนวก ค ใบงาน	96
ภาคผนวก ง แบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ	113
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	119

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงบันทึกหลังสอน	35
2	แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของแบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ	48



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเขตของการเชื่อมสู่การพัฒนา (Zone of Proximal Development)	10
2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม	11
3	แสดงความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมแบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม	12
4	แสดงขั้นตอนการผลิตโลหะจากสินแร่	23
5	แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ	27

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะเกิดประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิด(Concept) ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ แนวคิดมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพราะจะช่วยนักเรียนในการจัดระบบความคิด จัดเก็บและประมวลผลข้อมูล นักเรียนที่มีความเข้าใจในแนวคิดที่เรียนจะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเพิ่มเติมจากการสอนของผู้สอน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องต่างๆ ที่ใกล้เคียง ซึ่งแนวคิดจะพัฒนาขึ้นได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน และสภาพแวดล้อม ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์โดยการใช้ผู้สอนเป็นผู้บรรยายประสบการณ์จะประสบผลสำเร็จน้อยกว่าการที่นักเรียนเป็นผู้สร้างแนวคิดขึ้นมาด้วยตนเอง (ภพ เลหาไพบูลย์, 2534) ดังนั้น การสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ การสอนให้นักเรียนเกิดแนวคิด(Concept) ทางวิทยาศาสตร์เพราะแนวคิดนี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนารการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

จากประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระยะเวลา 4 ปี ผู้วิจัยพบว่า บทเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม เป็นเรื่องที่นักเรียนให้ความสำคัญน้อยมาก นักเรียนขาดแรงจูงใจในการเรียน จากการวิเคราะห์เนื้อหาในการสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัยของข้อสอบความถนัดทางวิทยาศาสตร์(PAT 2) ตั้งแต่ปี 2552 – 2553 จำนวน 6 ครั้ง พบว่า ไม่มีการนำเนื้อหาไปใช้ในการออกข้อสอบ และการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นสูง(A-NET) ในวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ตั้งแต่ปี 2549 - 2551 พบว่ามีการนำเนื้อหา เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรมไปใช้ในการออกข้อสอบ เพียง 1 ข้อในปี 2551 ถึงแม้เนื้อหา เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรมจะถูกนำมาใช้ออกข้อสอบน้อย แต่ยังเป็นต้องบรรจุในหลักสูตร เพราะ เนื้อหาวิชาจะเป็นพื้นฐานในการเรียนคณะวิทยาศาสตร์ ในระดับมหาวิทยาลัยต่างๆ เช่น วิชาการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ในอุตสาหกรรมของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, เคมีอุตสาหกรรมของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ฯลฯ เมื่อพิจารณาลักษณะของเนื้อหาเรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรมจะเป็นเชิงบรรยาย

ซึ่งเนื้อหาค่อนข้างเป็นนามธรรม นักเรียนไม่สามารถสัมผัสได้ ซึ่งอาจทำให้นักเรียนเกิดความคิดว่าการเรียน เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรมเป็นเรื่องที่ไกลตัว จับต้องยาก อีกทั้งมีกิจกรรมการทดลองเพียง 1 กิจกรรม จึงทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อในการเรียน และเมื่อมีการสอดแทรกแนวคิดเกี่ยวกับการดูแลสิ่งแวดล้อมพบว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงการดูแลสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลมาจากการทำอุตสาหกรรมได้ เช่น ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง อุตสาหกรรมเซรามิกส์ พบว่านักเรียนอธิบายได้ว่า ปัญหาสำคัญของการผลิตเซรามิกส์ คือ การใช้พลังงานสูงในการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิก การใช้สีสังเคราะห์ ซึ่งเป็นสารเคมีจากกระบวนการพิมพ์ลาย ซึ่งของเสียและพลังงานที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการดูแลสิ่งแวดล้อมได้ จากการตอบคำถามของนักเรียนในแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม และไม่สามารถเลือกวิธีการดูแลสภาพสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น นักเรียนเข้าใจว่าการผลิตปุ๋ยฟอสเฟตจากหินฟอสเฟต แต่เมื่อเกิดไอไฮโดรเจนฟลูออไรด์ ซึ่งเป็นมลพิษ นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่า ไอกรดนี้เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร และจะมีวิธีดูแลสภาพแวดล้อมที่เกิดมลพิษได้อย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ(2541) ที่กล่าวว่า ความสามารถของนักเรียนในนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตในสภาพจริงมีน้อยมาก เพราะนักเรียนมุ่งเรียนเพื่อทำข้อสอบมากกว่าเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และจากการสัมภาษณ์นักเรียนแบบไม่เป็นทางการพบว่า นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้นในเรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม เพราะ นักเรียนขาดแรงจูงใจในการเรียน และนักเรียนไม่เห็นความสำคัญของเนื้อหาที่เรียนทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก วิธีการสอนของผู้วิจัย ที่เน้นการบรรยายโดยใช้พาวเวอร์พอยต์ประกอบการสอน และขาดการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้ นักเรียนไม่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ที่มี ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ที่พบว่าผู้สอนผู้สอนวิทยาศาสตร์จำนวนมากยังขาดเทคนิคการสอนที่ดี และผู้สอนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิค วิธีสอน ด้านสื่อ และแหล่งการเรียนรู้(อารีธา นะธานี, 2548) และจากการศึกษาของ Bilgin(2006) พบว่า รูปแบบการสอนวิชาเคมีในรูปแบบเดิม คือ เน้นการบรรยาย สอนให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดจากการบรรยายของผู้สอน จะไม่สามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงให้กับนักเรียน ผู้สอนควรมีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพที่ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของความสัมพันธ์ระหว่างสาระสำคัญของวิชาเคมีกับแนวคิดและการแก้ปัญหาในวิชาเคมีได้ Berquisit and Heikkinen(1990 cited Bilgin

2006) ได้กล่าวว่าการที่นักเรียนเกิดแนวคิดในวิชาเคมี เกิดจากการจัดสภาพการเรียนรู้ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ ถกปัญหา รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน จะทำให้เกิดแนวคิดและโดยการแลกเปลี่ยนแนวคิดที่เกิดจากการสร้างขึ้น จะกำจัดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีจุดเด่นที่จะสามารถพัฒนานักเรียนได้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม จริยธรรม (Kumar and Chubin, 2000 cited Pedretti *et al.*, 2006) ช่วยให้นักเรียนตระหนักเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์เข้ากับการพัฒนาคุณภาพชีวิตในชีวิตประจำวัน (Pedreth and Forbes, 2000 cited Pedretti. *et al.*, 2006) และการใช้เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทางสังคม สิ่งแวดล้อมที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องจะสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น (Aikenhead, 2005 cited Yoruk *et al.*, 2009) ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม จะสามารถทำให้นักเรียนเกิดแนวคิด เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรมในการดูแลสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร

คำถามการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยส่งเสริมแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม จะช่วยส่งเสริมแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

เนื้อหา วิชาเคมี เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ครอบคลุม 3 แนวคิดหลักดังนี้ ขั้นตอนการแยกแร่ออกจากสินแร่ การผลิตโลหะ และมลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลารวม 8 คาบ สัปดาห์ละ 2 คาบๆละ 50 นาที

กลุ่มที่ศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โครงการเรียนที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้อง โดยการเลือกแบบเจาะจง

นิยามคำศัพท์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์ไว้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางที่บูรณาการทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มิติทางสังคม และสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน เป็นการหยิบยกบริบทปัญหาสิ่งแวดล้อมจากสังคมของนักเรียน ซึ่งเกิด

จากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน มาตัดสินใจรับผิดชอบเกี่ยวกับ
ปัญหาดังกล่าว ซึ่งผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการจัดการสอนตามแนว Richardson and Blades (2000) มี
ขั้นตอนต่างๆดังนี้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล

เริ่มต้นบทเรียนด้วยการเลือกข่าว บทความและคลิปวิดีโอที่เกี่ยวกับการทำ
อุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนศึกษา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเห็น
ความสำคัญของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทำอุตสาหกรรม

ขั้นที่ 2 ให้อิสระภาพในค้นคว้า การซักถามและการอภิปราย

เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยใช้กิจกรรม
หลากหลาย เช่น เพื่อนคู่คิด, จิกซอว์, โต้ว่าที เพื่อให้นักเรียนสำรวจข้อมูลตามที่ได้รับมอบหมาย
เพื่อเตรียมการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 อภิปรายผลร่วมกับนักเรียน

นักเรียนแสดงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นผ่านการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม แสดงทั้งข้อดี และ
ข้อเสียของกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง

นักเรียนนำความรู้ที่เรียนไปใช้ โดยการจัดนิทรรศการ “อุตสาหกรรมสะอาด” ซึ่งเป็นการ
นำความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ไปออกแบบสร้างโรงงานอุตสาหกรรมที่มี
กระบวนการป้องกันมลพิษที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ขั้นที่ 5 ประเมินผล

การประเมินทำได้โดยการประเมินจากการใบงาน, อนุทินการเรียนของนักเรียนทุกคนหลังจบคาบเรียน

แนวคิดเรื่องอุตสาหกรรมโลหะ หมายถึง ความคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเรื่อง ขั้นตอนแยกแร่ออกจากสินแร่ การผลิตโลหะ เรื่อง การย่างแร่, การถลุงโดยใช้ตัวรีดิวส์และการถลุงโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย มลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต ซึ่งวัดได้จากคำตอบจากการทำแบบวัดแนวคิดเรื่องอุตสาหกรรมโลหะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจัดกลุ่มแนวคิดตามแนวคิดของ Abraham *et al.* (1994) ซึ่งแบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

- 1) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์
- 2) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน
- 3) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน
- 4) มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์
- 5) ไม่เข้าใจแนวคิด

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้า รวบรวม และตรวจสอบเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการวิจัย โดยนำมาเรียบเรียงไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดที่สนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.2 ความหมาย ลักษณะสำคัญ ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

2. แนวคิด

2.1 ความหมายของแนวคิด

2.2 รูปแบบการเรียนการสอนแนวคิด

2.3 แนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1. ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดที่สนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

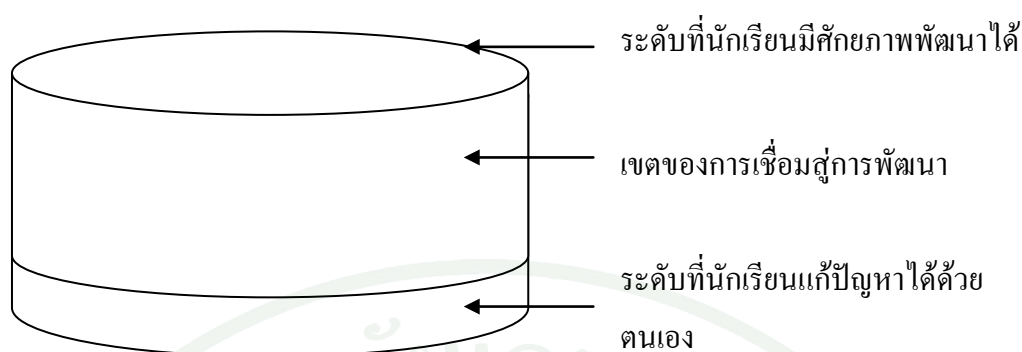
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมสิ่งแวดล้อม (STSE) ริเริ่มโดย Solomon และ Aikenhead โดยเป็นรูปแบบของการศึกษาที่พัฒนามาจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม(STS) แต่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น เป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมสิ่งแวดล้อม (STSE) คือ การช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและส่งเสริมให้เกิดจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องและเป็นพื้นฐานความคิดที่สำคัญ คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยสรุป ดังนี้

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่ช่วยให้นักการศึกษาเกิดความรู้ความเข้าใจว่ามนุษย์เรียนรู้ได้อย่างไร โดยอธิบายว่า เมื่อบุคคลแต่ละคนได้รับประสบการณ์ จะสร้างกฎเกณฑ์และรูปแบบของการคิดและการเข้าใจที่สอดคล้องรับกันได้กับประสบการณ์ของตนเอง การเรียนรู้เป็นกระบวนการของการปรับรูปแบบโครงสร้างความรู้ความคิดให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ในแต่ละบุคคล (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์, 2552: 10) โดยความเชื่อพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget's Cognitive Development Theory) และทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของวิกตอร์สกี (Vygotsky's Social historical) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget's Cognitive Development Theory) หมายถึง ทฤษฎีนี้ถือว่านักเรียนเป็นผู้กระทำและเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเอง เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวตนของนักเรียนกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวทั้งที่อยู่ใกล้และไกล เมื่อเกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญาเป็นเหตุให้นักเรียน ปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่ เป็นการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ที่รับกับประสบการณ์เดิม จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น จุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาตามแนวนี้นี้ ไม่เน้นกระบวนการเพิ่มปริมาณข้อมูลและสารสนเทศ แต่เน้นการช่วยให้นักเรียนเกิดโครงสร้างความรู้ความคิดจากข้อมูลและสารสนเทศที่ได้รับนั้น เพื่อนำสู่การเกิดปัญญา ซึ่งมีการอาศัยความรู้ในการแก้ปัญหาและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของวิกทอทสกี (Vygotsky's Social historical) เป็นทฤษฎีที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้แนวคิดเกี่ยวกับเขตของการเชื่อมต่อการพัฒนา (Zone of Proximal Development) ซึ่งถือว่านักเรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองาน และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น ดังนั้นสถาบันทางสังคมมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา การสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนเป็นการช่วยเหลือให้นักเรียนมีความก้าวหน้าอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเข้ามามีส่วนร่วมช่วย ซึ่งจะสามารถช่วยเหลือนักเรียนให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ การที่เด็กจะไปถึงระดับพัฒนาการนี้ได้จะต้องมีการช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็กในลักษณะของการช่วยเหลือการเรียนรู้ (assisted learning) หรือการเสริมศักยภาพ (scaffolding)



ภาพที่ 1 แสดงเขตของการเชื่อมสู่การพัฒนา (Zone of Proximal Development)

ที่มา: บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (2552: 11)

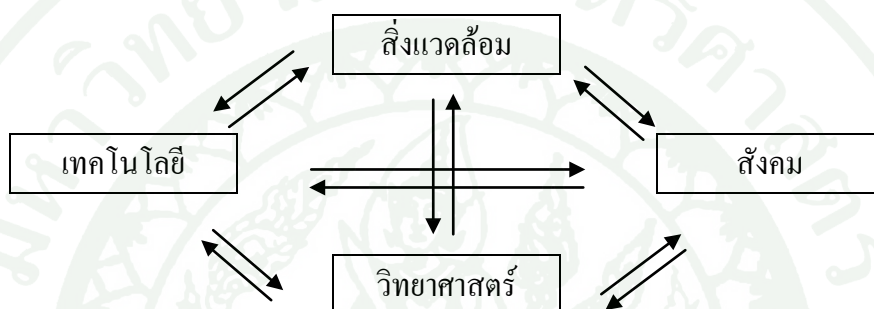
2. ความหมาย ลักษณะสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

ได้มีนักการศึกษาต่างประเทศหลายท่านให้ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยให้ความหมายที่เหมือนและต่างกันดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม(STSE) มีที่มาจาก วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เป็นการสอนเนื้อหาและทักษะวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญในบริบทของเทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นการสร้างความสมดุลทางการเรียนของนักเรียน เป็นการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสอน การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี ในบริบททางสังคมของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถเห็นผลกระทบของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และการตัดสินใจรับผิดชอบเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว เป็นการเรียนการสอนที่บูรณาการทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มิติทางสังคมและสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน จึงต้องการความชำนาญในยุทธวิธีการสอนที่กว้างขวางกว่า เช่น การคิดแบบปลายเปิด(divergent thinking) การทำงานเป็นกลุ่มย่อยขนาดเล็ก โดยนักเรียนเป็นศูนย์กลาง การอภิปรายในชั้นเรียน การแก้ปัญหา การจำลองแบบและการจำลองสถานการณ์ การตัดสินใจ การวิพากษ์วิจารณ์การเห็นแย้ง การโต้เถียงกันด้วยเหตุผล(Aikenhead, 1988; Saskatchewan

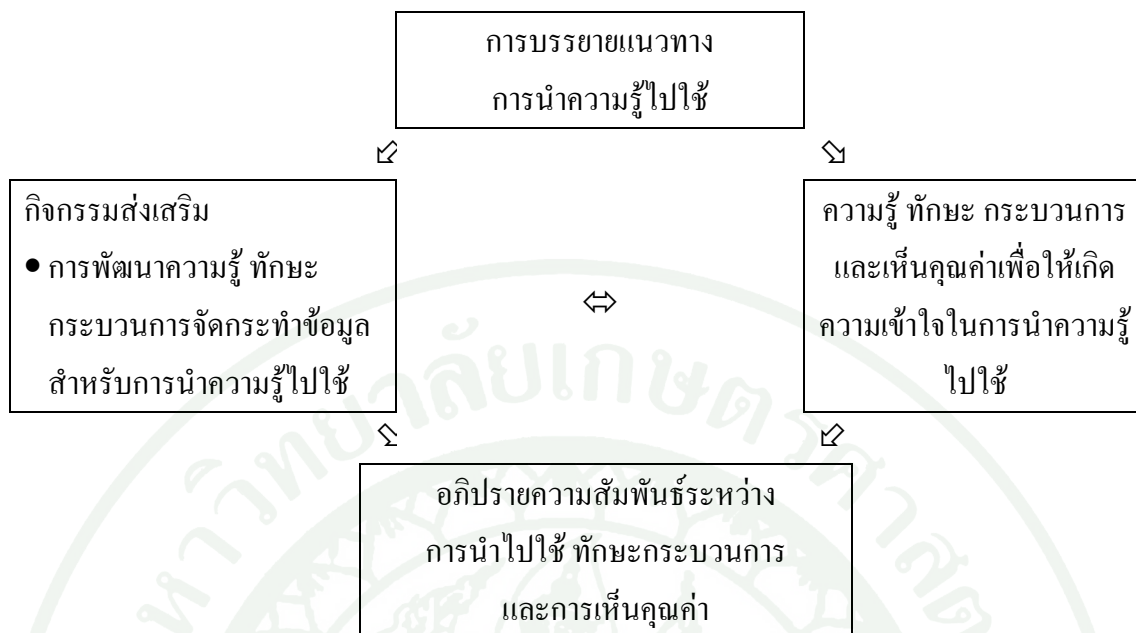
University, 1992; Kim, 2003; Pedretti *et al.*, 2006; Bencze, 2008; Kim and Roth, 2008; Yoruk *et al.*, 2009; Zandvliet, 2010)

โดย Bencze (2008) จะเน้นให้นักเรียนหาความสัมพันธ์เชิงบวก หรือ เชิงลบ ของปัญหา สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นและเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังนี้



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
ที่มา: Bencze (2008)

ในขณะที่ Kim (2003) จะเน้นให้นักเรียนพัฒนาความคิดวิจารณ์ญาณ และ Saskatchewan University (1992) จะเน้นรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการอภิปราย การนำความรู้ไปใช้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้และทักษะสามารถเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรม แบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมแบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม

ที่มา: คณะศึกษาศาสตร์ สาขาทรัพยากรและการสอนการศึกษา มหาวิทยาลัย Saskatchewan (1992)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ว่า การจัดการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นการเรียน การสอนที่บูรณาการทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน เป็นการหยิบยก บริบทปัญหาสิ่งแวดล้อมจากสังคมของนักเรียนซึ่งเกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน มาตัดสินใจรับผิดชอบเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว

3. รูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้สอนมี บทบาทสำคัญยิ่งในกิจกรรมในชั้นเรียน ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของการอธิบาย การทำการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด มีเหตุผล เกิดข้อสงสัย และสามารถหาหลักฐานในการสนับสนุน ข้อความที่ที่เกิดขึ้น บนพื้นฐานของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหา

สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในสังคมได้ โดยมีนักการศึกษาชาวต่างประเทศ 3 ท่านที่ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมไว้ ดังนี้

Richardson and Blades (2000) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ว่าบทบาทของผู้สอนที่สอนแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม แตกต่างไปจากผู้สอนที่สอนตามปกติ ผู้สอนต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางจิตวิทยาและผู้สอนควรมีขั้นตอนการจัดการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 รู้ให้นักเรียนค้นหาข้อมูล

เริ่มต้นบทเรียนด้วยการเลือกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม เช่น การปลูกชาในประเทศเคนยา การกสิกรรมในแอ่งอะเมซอน โดยแบ่งนักเรียนทำงานกลุ่มเพื่อสืบค้นผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยการเขียนแผนผังแสดงวิธีการค้นคว้าข้อมูล

ขั้นที่ 2 ให้อิสระภาพในค้นคว้า การซักถามและการอภิปราย

เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลโดยใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนเลือกสำรวจข้อมูลตามความสนใจ นักเรียนใช้ การสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต ในการค้นคว้าข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ งานวิจัยทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ การปกครอง สังคม เศรษฐกิจ เพื่อเตรียมการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 อภิปรายผลร่วมกับนักเรียน

นักเรียนแสดงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น แสดงทั้งผลดี และผลเสียของข้อมูลที่มีผลต่อชีวิตประจำวัน โดยการนำเสนอโดยใช้พาวเวอร์พอยต์ วิดีทัศน์

ขั้นที่ 4 กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง

นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เช่น การเขียนบทความ, การจัดทำเว็บไซต์, การจัดการสัมมนา

ขั้นที่ 5 ประเมินผล

การประเมินทำได้โดยการประเมินจากการเขียนบทความ, แผนผังแนวคิด การแสดงบทบาทวาทกรรม

Bencze (2008) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การแสดงความคิด

ผู้สอนให้นักเรียนสำรวจรายการที่ต้องการศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 2 การศึกษาความคิด

ผู้สอนให้นักเรียนศึกษากรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับรายการที่นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 3 การตัดสินความคิด

นักเรียนตัดสินผลของกรณีศึกษา โดยอาจใช้การโหวตที่ การแสดงบทบาทสมมติ เพื่ออธิบายความคิดเห็นที่ได้จากการศึกษา

Yoruk *et al.* (2009) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ

การนำเข้าสู่บทเรียน เกิดจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง เป็นการ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมแล้วกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า

การให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลที่เกิดจากความสงสัยหรือความสนใจ และรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 การอธิบาย

นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้

ครูจัดสถานการณ์สิ่งแวดล้อมเพื่อให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้นและขยายกรอบความคิด เชื่อมโยงความรู้เดิมสู่การดูแลสิ่งแวดล้อม

ขั้นที่ 5 การประเมิน

ครูตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ จากการทำแบบฝึกหัด และ แบบทดสอบ

เมื่อพิจารณารูปแบบการสอนของนักการศึกษาทั้งสามท่าน จะพบว่า Richardson and Blades (2000) และ Bencze (2008) มีความคล้ายกันที่มีการใช้เนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ ตั้งแต่ขั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล แต่ Yoruk *et al.* (2009) จะใช้ในขั้นขยายความรู้ โดยให้นักเรียน

นำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการดูแลสิ่งแวดล้อม และเมื่อพิจารณา ขั้นตอนของ Richardson and Blades(2000) และ Bencze(2008) จะพบว่า Bencze จะเป็นรูปแบบการเรียนจะสิ้นสุดที่การให้นักเรียนเลือกตัดสินใจปัญหาที่เกิดขึ้น ในขณะที่ Richardson and Blades(2000) จะมีการให้นักเรียนนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการปฏิบัติจริงและมีการประเมินความรู้ของนักเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ตามแนว Richardson and Blades(2000) มี 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล

ขั้นที่ 2 ให้อิสระภาพในค้นคว้า การซักถามและการอภิปราย

ขั้นที่ 3 อภิปรายผลร่วมกับนักเรียน

ขั้นที่ 4 กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 5 ประเมินผล

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ มีนักการศึกษาได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมากมายดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการสอนแบบต่างๆ เช่น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก, การสืบเสาะความรู้ และวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับนักเรียนที่เรียนแบบปกติซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง ส่วนผลในด้านทัศนคติต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมพบว่า นักเรียนเห็นความสำคัญของการดูแลสิ่งแวดล้อม และถึงเห็นผลกระทบในกรณีที่เกิด

ความคลาดเคลื่อนทรัพยากรธรรมชาติได้ (Aikenhead, 1988; Saskatchewan University, 1992; Kim, 2003; Pedretti *et al.*, 2006; Zeyer, 2007; Bencze, 2008; Kim and Roth, 2008; Yoruk *et al.*, 2009; Zandvliet, 2010)

Rosario(2008) ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ให้กับนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยในกระบวนการจะเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ของ ปัจจัย 4 ด้าน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการจัดกิจกรรมจะได้มาจากการศึกษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น การเรียนรู้คุณค่าของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการวิจัยได้ใช้การสังเกต และการสัมภาษณ์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาผลการเรียนและการตัดสินใจที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนได้ดีเท่ากัน

แต่เมื่อสืบค้นงานวิจัยในประเทศไทย พบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่ทำเรื่องจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม แต่ที่พบจะเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งสามารถจัดกลุ่มของงานวิจัยดังนี้

กลุ่มที่ 1 ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับนักเรียนได้ (รพีพร โตไทยะ, 2540; พัดชา เพิ่มพิพัฒน์, 2546; พูนสุข แซ่มชู, 2548; อรรวรรณ สิทธิศิริกุลวัฒน์, 2549; ประหยัด โพธิ์ศรี, 2550; โรชารรรณนา เชพโหมลาม, 2551; อรอนงค์ สอนสนาม, 2553)

กลุ่มที่ 2 ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมกับความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จากการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (รพีพร โตไทยะ, 2540; สุภาวดี แก้วงาม, 2549; สุภากร พูลสุข, 2547; คำนริสา คำนริสุหลง, 2552; ขนิษฐา อินทาศรี, 2553)

กลุ่มที่ 3 ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (ยุบล ชงวิชัย, 2552; ลากิสรินทร์ บุญประเสริฐ, 2552; ธารทิพย์ จันทรมิระ, 2553; ขนิษฐา อินทาศรี, 2553)

แนวคิด

1. ความหมายของแนวคิด

แนวคิด (concept) เป็นคำมาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า Conceptus หรือ Concipere (Conceive) ซึ่งคำในภาษาไทยมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันออกไป เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนภาพ มโนคติ หรือ มโนมติ เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่า นักการศึกษาได้นิยามความหมายของแนวคิดไว้ 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แนวคิดเป็นการเกิดมโนภาพขึ้นในความคิดของบุคคลด้วยวิธีการรวบรวมความรู้ต่างๆ ที่เคยเรียนรู้มา แล้วนำมโนภาพเหล่านั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้นๆ (จ่านง พรายแยมแจ, 2516; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2522; Klausmeier, 1985; Woolfolk, 1995)

กลุ่มที่ 2 แนวคิดเป็นการสังเคราะห์หรือการนำข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ต่อกันมาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความหมายจนบังเกิดความรอบรู้อย่างลึกซึ้งหรือรู้แจ้ง (มังกร ทองสุคดี, 2522; วรรณดี จันทรวงศ์, 2547; สุพัตรา จันทรโหมิต, 2552; West, 1985)

กลุ่มที่ 3 แนวคิดเป็นผลสรุปที่บุคคลสามารถจัดและแยกประเภทของลักษณะสิ่งเร้าได้ตามความคิด ความเข้าใจของบุคคลนั้น ซึ่งมีผลมาจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน (ชาตรี ตำราญ, 2544; สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545; กาญจนา คังคะประดิษฐ์, 2547; กฤษณา สงวนสิน, 2548; McDcdonald, 1960; De Cecco and Crawford, 1974; Page and Thomas, 1977; Jacobsen et al., 1985; Line, 2000)

2. รูปแบบการเรียนการสอนแนวคิด (Concept Attainment Model)

Joyce and Weil. (1996 อ้างใน ทิศนา แจมมณี, 2548) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แนวคิดขึ้น โดยใช้แนวคิดของBruner กู้ดนาวและออสติน การเรียนรู้แนวคิดของสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น สามารถทำได้โดยการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของสิ่งนั้น เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ไม่ใช่และไม่ใช่สิ่งนั้นออกจากกันได้

ทิศนา แจมมณี (2548) นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแนวคิด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับให้นักเรียนฝึกหัดจำแนก

- 1) ผู้สอนเตรียมข้อมูล 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นตัวอย่างของแนวคิดที่ต้องการสอน อีกชุดหนึ่งไม่ใช่ตัวอย่างของแนวคิดที่ต้องการสอน
- 2) ในการเลือกตัวอย่างข้อมูล 2 ชุดข้างต้น ผู้สอนจะต้องเลือกหาตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมลักษณะของแนวคิดที่ต้องการนั้น
- 3) ถ้าแนวคิดที่ต้องการสอนเป็นเรื่องยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม อาจใช้วิธีการยกเป็นตัวอย่างเรื่องสั้นๆ ที่ผู้สอนแต่งขึ้นเองนำเสนอแก่นักเรียน
- 4) ผู้สอนเตรียมสื่อการสอนที่เหมาะสมจะใช้นำเสนอตัวอย่างแนวคิดเพื่อแสดงให้เห็นลักษณะต่างๆ ของแนวคิดที่ต้องการสอนอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 ผู้สอนอธิบายกติกาในการเรียนให้นักเรียนรู้และเข้าใจตรงกัน

ผู้สอนชี้แจงวิธีการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรมโดยอาจสาธิตวิธีการและให้นักเรียนลองทำตามที่ผู้สอนบอกจนกระทั่งนักเรียนเกิดความเข้าใจพอสมควร

ขั้นที่ 3 ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของแนวคิดที่ต้องการสอน และข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของแนวคิดที่ต้องการสอน

การนำเสนอข้อมูลตัวอย่างนี้ทำได้หลายแบบ แต่ละแบบมีจุดเด่นจุดด้อย ดังต่อไปนี้

1) นำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนหมดทั้งหมดทีละชุด โดยบอกให้นักเรียนรู้ว่าเป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนแล้วตามด้วยการนำเสนอข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนแต่ละข้อมูล จนครบหมดทั้งหมดเช่นกัน โดยบอกให้นักเรียนรู้ว่าตัวอย่างชุดหลังนี้ไม่ใช่ชุดที่จะสอนนักเรียนต้องสังเกตตัวอย่างทั้ง 2 ชุด และคิดหาคุณสมบัติร่วมและคุณสมบัติที่แตกต่างกันเทคนิควิธีนี้ช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดได้เร็ว แต่ใช้กระบวนการคิดน้อย

2) เสนอข้อมูลที่ใช้และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนสลับกันไปจนครบเทคนิควิธีนี้ช่วยสร้างแนวคิดได้ช้ากว่าเทคนิคแรก แต่ได้ใช้กระบวนการคิดมากกว่า

3) เสนอข้อมูลที่ใช้และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละ 1 ข้อมูล แล้วเสนอข้อมูลที่เหลือทั้งหมดทีละข้อมูล โดยให้นักเรียนตอบว่าข้อมูลแต่ละข้อมูลที่เหลือนั้นใช่หรือไม่ใช่ข้อมูลที่จะสอน เมื่อนักเรียนตอบ ผู้สอนจะเฉลยว่านักเรียนตอบถูกหรือผิด วิธีนี้นักเรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดในการทดสอบสมมติฐานของตนไปที่ละขั้นตอน

4) เสนอข้อมูลที่ใช้และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละ 1 ข้อมูล แล้วให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างข้อมูลที่นักเรียนคิดว่าใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอน โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ วิธีนี้นักเรียนจะมีโอกาสคิดมากขึ้น

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอน

จากกิจกรรมที่ผ่านมาในขั้นต้นๆ นักเรียนจะต้องพยายามหาคุณสมบัติเฉพาะของตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้สิ่งทีนักเรียนต้องการสอนและทดสอบคำตอบของตน หากคำตอบของตนผิดนักเรียนก็จะต้องหาคำตอบใหม่ซึ่งก็หมายความว่าต้องเปลี่ยนสมมติฐานที่เป็นฐานของคำตอบเดิมด้วยวิธีนี้นักเรียนจะค่อยๆ สร้างความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นขึ้นมา ซึ่งก็จะมาจากคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งนั้นนั่นเอง

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ต้องการสอน

เมื่อนักเรียนได้รายการของคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอนแล้ว ผู้สอนให้นักเรียนช่วยกันเรียบเรียงให้เป็นคำนิยามหรือคำจำกัดความ

ขั้นที่ 6 ผู้สอนและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่นักเรียนใช้ในการหาคำตอบให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง

Bruner *et al.* (1956) นำเสนอรูปแบบการสอนแนวคิด ดังนี้

1. ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างของคำ รูปภาพ หรือสิ่งของที่เป็นตัวแทนของแนวคิด
2. ครูให้นักเรียนเสนอสมมติฐานของนักเรียนในการจัดกลุ่มตัวอย่าง
3. ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างของคำ รูปภาพ หรือสิ่งของที่ไม่เป็นตัวแทนของแนวคิด
4. ผู้สอนให้นักเรียนพิจารณาสมมติฐานที่ตั้งไว้ใหม่
5. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สมมติฐาน นักเรียนบางคนอาจมีสมมติฐานที่ถูกต้องในครั้งแรก แต่มีข้อสนับสนุนไม่เพียงพอที่จะตรวจสอบให้แน่ใจ ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่เป็นตัวแทนและไม่เป็นตัวแทนแนวคิดจนนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับสมมติฐานที่ถูกต้อง
6. นักเรียนติดฉลาก “ใช่ และ ไม่ใช่” ลงในตัวอย่างแนวคิดที่ผู้สอนนำเสนอ เพื่อตรวจสอบแนวคิดของนักเรียน
7. ผู้สอนสรุปแนวคิดที่ถูกต้องให้นักเรียน
8. นักเรียนคิดสร้างตัวอย่างแนวคิดที่ถูกต้อง

Lapp *et al.* (1975 อ้างใน สุพัตรา จันทร โฆษิต, 2552) นำเสนอรูปแบบการสอนแนวคิด ดังนี้

1. การระบุหรือเขียนรายการ(Enumeration or listing) เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยใช้คำถามว่าสังเกตเห็นอะไร ได้ยินอะไรบ้าง
2. การจัดกลุ่ม(Grouping) เป็นขั้นตอนระบุลักษณะทั่วไป โดยใช้คำถามว่าอะไรจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน
3. ติดป้าย หรือจัดประเภท(Labeling or Categorizing) เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเห็นการจำแนกลำดับของสิ่งที่ศึกษาว่าสิ่งใดเป็นหลักสำคัญ และสิ่งใดรองลงมา โดยใช้คำถามว่า จะเรียกกลุ่มนี้ว่าอย่างไร อะไรที่เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งนี้อีก (What belongs under what?)

Klausmeier and Sipple (1980 อ้างใน สุพัตรา จันทร โฆษิต, 2552) นำเสนอรูปแบบการสอนแนวคิด ดังนี้

ระดับที่ 1 สิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Level) เป็นระดับที่นักเรียนจำวัตถุสิ่งต่างๆ ได้และนึกถึงชื่อของสิ่งนั้นๆ ได้ การเกิดแนวคิดเกี่ยวข้องกับการพิจารณาวัตถุ

ระดับที่ 2 ระบุลักษณะ (Identity Level) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำสิ่งใดสิ่งหนึ่งในสภาพการณ์และเวลาที่แตกต่างกันได้ ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ระดับนี้คือความสามารถสรุปคล้ายคลึงและแผ่ขยายแนวคิดได้ (Generalization)

ระดับที่ 3 แบ่งประเภท (Classificatory Level) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจำแนกประเภทสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันเข้าด้วยกัน ของตัวอย่างหรือวัตถุตั้งแต่สองชนิดหรือมากกว่า

ระดับที่ 4 จัดระเบียบ (Formal Level) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถใช้ชื่อแนวคิดอธิบายความหมาย จำแนกความแตกต่างกับแนวคิดอื่น ๆ

3. แนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ

แนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ เป็นแนวคิดส่วนหนึ่งในเรื่อง ชาติและสารประกอบในอุตสาหกรรม สารการเรียนรู้ที่ 3 : สารและสมบัติของสาร ในการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมีกำหนดอยู่ในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ช่วงชั้นที่ 4 ปีดังนี้

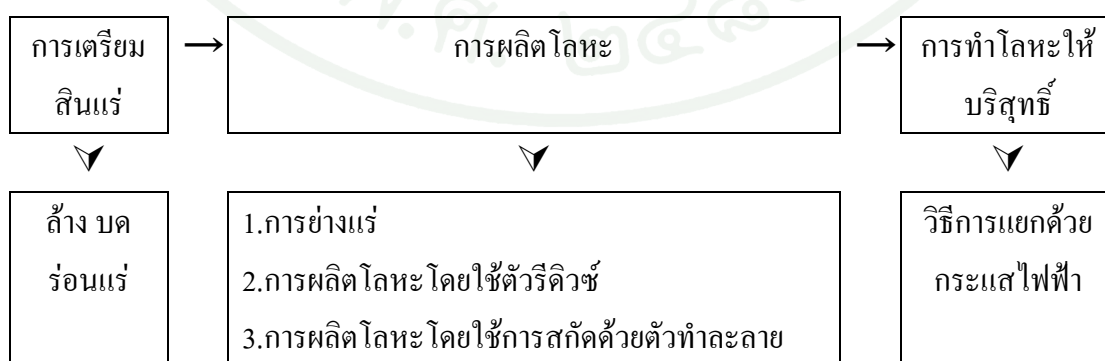
1. อธิบายหลักการถลุงแร่แร่ดีบุก ทองแดง สังกะสี แคดเมียม ทั้งสแตน พลวง แทนทาลัม ในโอเปียม และเซอร์โคเนียม พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

2. บอกประโยชน์ของทองแดง สังกะสี แคดเมียม ดีบุก ทั้งสแตน พลวง แทนทาลัม ในโอเปียมและเซอร์โคเนียมได้

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหาจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์(สสวท) สรุปแนวคิดได้ 3 แนวคิดย่อย ดังนี้

1. แนวคิดเรื่อง ขั้นตอนการแยกแร่ออกจากสินแร่

ในการผลิตโลหะจากสินแร่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ โดยการล้าง บด ร่อนแร่ , การผลิตโลหะโดยการทำสินแร่ให้กลายเป็นโลหะ และ การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการผลิตโลหะจากสินแร่

2. แนวคิดเรื่อง การผลิตโลหะ

ในแนวคิดเรื่องนี้ประกอบด้วย 3 แนวคิดย่อย ได้แก่ การย่างแร่ การผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้ตัวรีดิวซ์ และ การผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้การสกัดด้วยตัวทำละลาย

การย่างแร่ เป็นการเปลี่ยนสินแร่ที่ไม่ใช่สารประกอบออกไซด์ให้เป็นสารประกอบออกไซด์โดยผ่านกระบวนการเผา

การผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้ตัวรีดิวซ์ เป็นการเปลี่ยนสินแร่ที่มีขนาดเล็ก หรือ มีไอออนลบ 1 กลุ่มให้เป็นโลหะ โดยการใช้ตัวรีดิวซ์ เช่น ถ่านโค้ก แก๊สไฮโดรเจน แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

การผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นการเปลี่ยนสินแร่ที่มีขนาดใหญ่ หรือ มีไอออนลบมากกว่า 1 กลุ่มให้เป็นโลหะ โดยการใช้ตัวทำละลาย เช่น ตัวทำละลายที่เป็นกรดและตัวทำละลายที่เป็นเบส

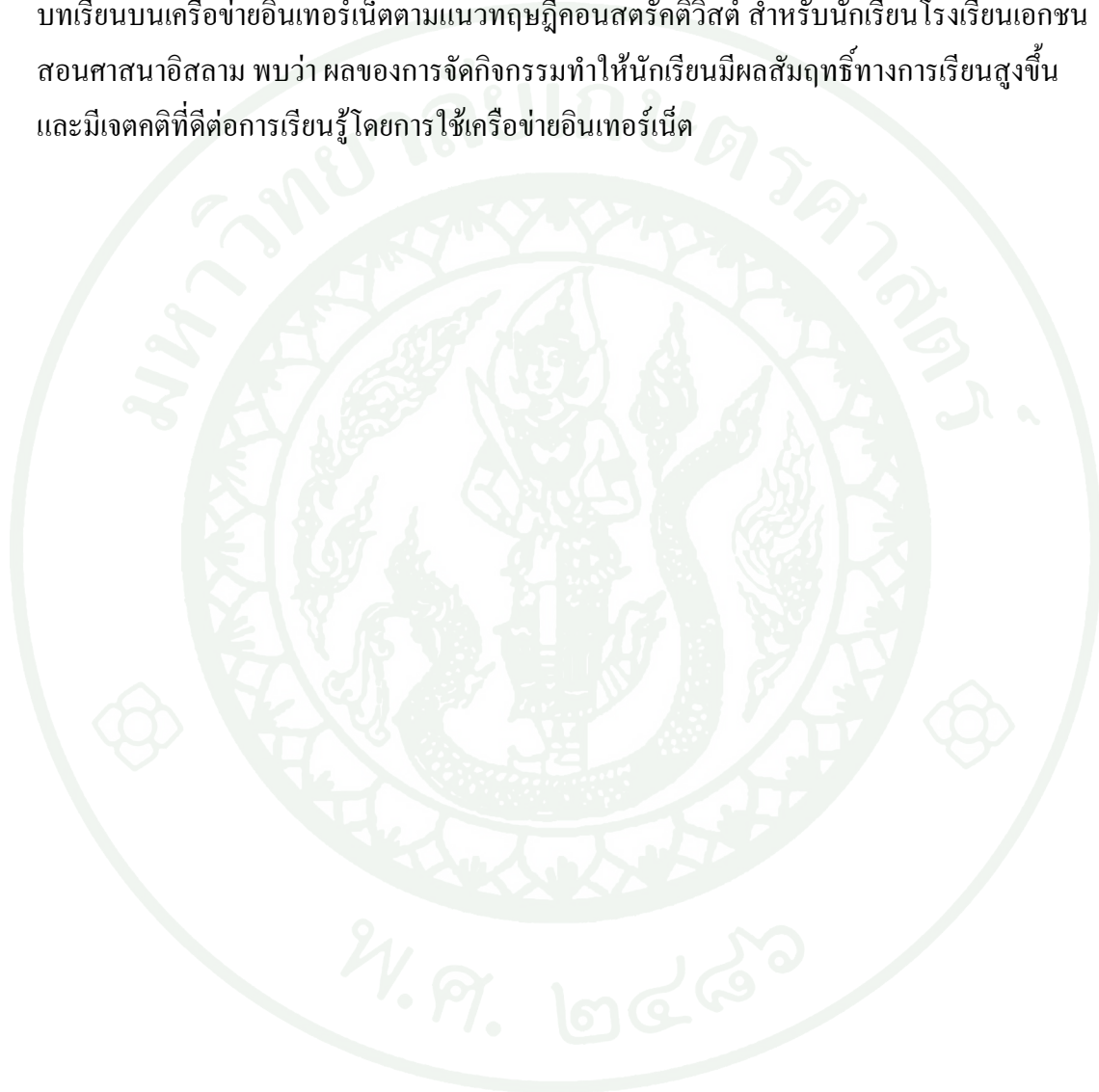
3. แนวคิดเรื่อง มลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต

มลพิษ หมายถึง ของเสีย วัตถุอันตราย และมลสารอื่นๆ รวมทั้งกาก ตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งอุตสาหกรรมโลหะ ซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้

การกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต คือ การเลือกใช้สารเคมีสำหรับกำจัดมลพิษตามสมบัติของสารมลพิษ และลักษณะของกระบวนการผลิต เพื่อสามารถกำจัดสารมลพิษได้เหมาะสมกับลักษณะปัญหา

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศไทย พบว่า มีงานวิจัยของนางสาวนุริชาน คอเลาะ(2552) เพียงงานเดียวที่ทำการศึกษเกี่ยวกับ เรื่อง ชาติและสารประกอบในอุตสาหกรรม โดยการเรียนรู้จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม พบว่า ผลของการจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้โดยการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต



บทที่ 3

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแนวคิดในการดูแลสิ่งแวดล้อม โดยขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนวางแผนการปฏิบัติ (Plan) ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรมจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม

1.3 ศึกษาข้อมูลและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ขั้นตอนปฏิบัติการ (Act)

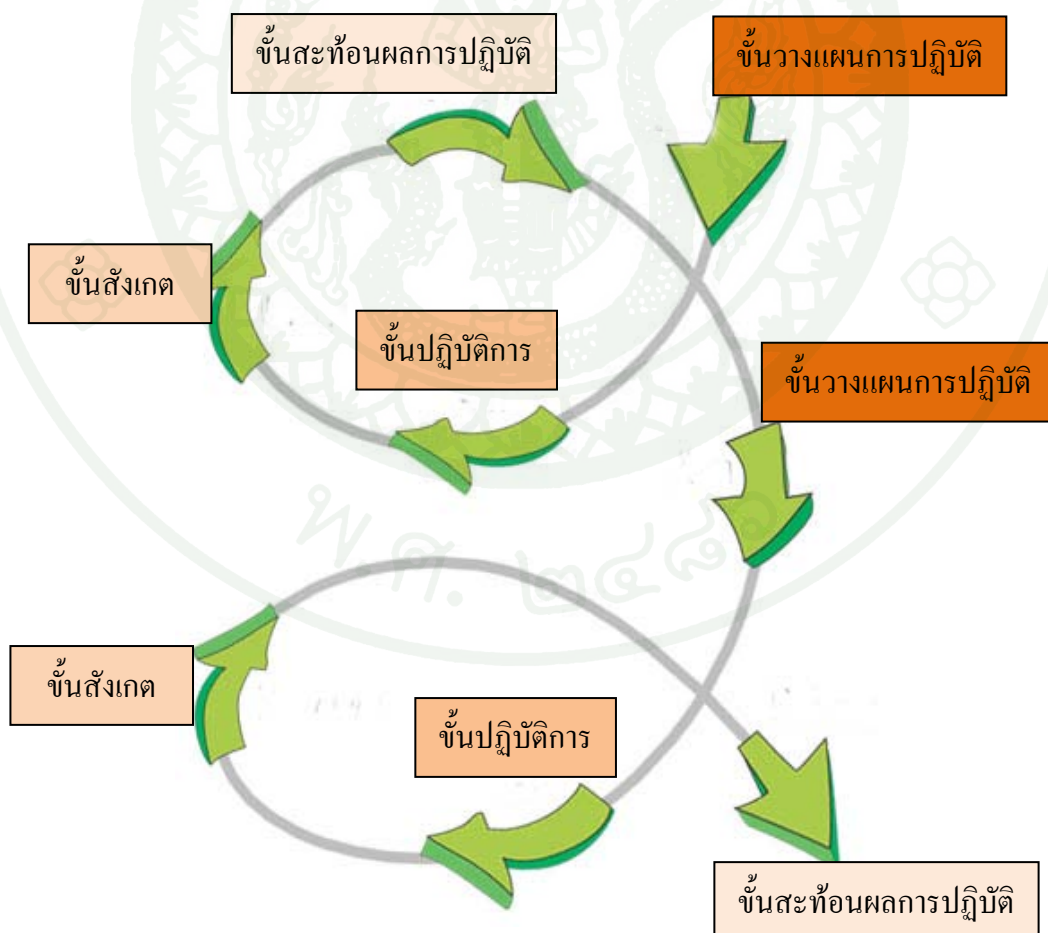
ให้ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ไปใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ขั้นสังเกต (Observe)

เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการจดบันทึกของผู้วิจัย การสัมภาษณ์นักเรียน และการให้นักเรียนเขียนอนุทิน

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตมาวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในการสอนคาบต่อไป สามารถสรุปขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ดังภาพ



ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โครงการเรียนที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการเลือกอย่างเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 แผน เรื่อง อุตสาหกรรมทองแดง, อุตสาหกรรมสังกะสี แคดเมียม พลวง, อุตสาหกรรมดีบุกและสังกะสี และอุตสาหกรรมแทนทาลัม ไนโอเบียมและเซอร์โคเนียม ใช้เวลา 2 คาบ/สัปดาห์ จำนวน 4 สัปดาห์
2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลของการปฏิบัติ ประกอบด้วย
 - 2.1 แบบวัดแนวคิด เรื่องอุตสาหกรรมโลหะ เป็นแบบปรนัยพร้อมเลือกเหตุผล 10 ข้อ ครอบคลุม 3 แนวคิดหลักดังนี้ ขั้นตอนการแยกแร่ออกจากสินแร่ การผลิตโลหะ และมลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต
 - 2.2 ใบงานของนักเรียน มีทั้งหมด 4 ชุด คือ อุตสาหกรรมแร่โลหะทองแดง, อุตสาหกรรมแร่โลหะสังกะสีและแคดเมียม, อุตสาหกรรมแร่โลหะดีบุกและสังกะสี และ อุตสาหกรรมแร่โลหะแทนทาลัม ไนโอเบียมและเซอร์โคเนียม โดยใบงานทั้ง 4 ชุด ครอบคลุม 3 แนวคิดหลักดังนี้ ขั้นตอนการแยกแร่ออกจากสินแร่ การผลิตโลหะ และ มลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต
 - 2.3 แบบบันทึกหลังสอน

2.4 อนุทินบันทึกการเรียนรู้

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวัดแนวคิด เรื่องอุตสาหกรรมโลหะ เป็นแบบปรนัยพร้อมเลือกเหตุผล 10 ข้อ สำหรับวัดแนวคิด เรื่องอุตสาหกรรมโลหะและการดูแลสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อเรียนจบบทเรียน โดยมีขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพดังต่อไปนี้
 - 1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความสามารถแนวคิด
 - 1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาเรื่องอุตสาหกรรมแร่โลหะ
 - 1.3 สร้างแบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ เป็นแบบปรนัยพร้อมเลือกเหตุผล 10 ข้อ
 - 1.4 นำคำถามและคำตอบให้ประธานกรรมการ กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในด้านเนื้อหาวิชาเคมีได้พิจารณาความตรงตามเนื้อหาว่าคำถามของแต่ละข้อตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่
 - 1.5 นำคำถามมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
 - 1.6 นำเป็นแบบปรนัยพร้อมเลือกเหตุผล 10 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ใบบงานของนักเรียนมีทั้งหมด 4 ชุด คือ อุตสาหกรรมแร่โลหะทองแดง, อุตสาหกรรมแร่โลหะสังกะสีและแคดเมียม, อุตสาหกรรมแร่โลหะดีบุกและสังสแตน และ อุตสาหกรรมแร่โลหะแทนทาลัม ไน โอเบียมและเซอร์โคเนียม สำหรับวัดแนวคิดเรื่องอุตสาหกรรมโลหะและการดูแล

สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อเรียนจบบทเรียนในแต่ละแผนการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาเรื่องอุตสาหกรรมแร่โลหะ

1.2 สร้างใบงาน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่โลหะทองแดง, อุตสาหกรรมแร่โลหะสังกะสี และแคดเมียม, อุตสาหกรรมแร่โลหะดีบุกและทังสเตน และ อุตสาหกรรมแร่โลหะแทนทาลัม ไนโอเบียมและเซอร์โคเนียม

1.3 นำคำถามและคำตอบให้ประธานกรรมการ กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในด้านเนื้อหาวิชาเคมีได้พิจารณาความตรงตามเนื้อหาว่าคำถามของแต่ละข้อตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่

1.4 นำคำถามมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบบันทึกการเรียนรู้ (Journal)

แบบบันทึกการเรียนรู้ (Journal) เป็นการบันทึกที่ให้นักเรียนเขียนหลังจากการเรียนรู้ทุกสัปดาห์ นักเรียนจะเขียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการเรียน โดยจะครอบคลุมในหัวข้อต่อไปนี้ 1) วันนี้ นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง อธิบายพอสังเขป 2) นักเรียนมีอะไรที่เป็นปัญหา/ยังไม่เข้าใจอะไรบ้าง 3) นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้เข้ากับการดูแลสิ่งแวดล้อม 4) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนวันนี้อย่างไร 5) นักเรียนมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนอะไรบ้าง ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่น่าไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล รวมถึงทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียน

3. แบบบันทึกหลังสอน

แบบบันทึกหลังสอน เป็นบันทึกของผู้วิจัยเพื่อบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างทำการวิจัย โดยจะจดบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกตอย่างละเอียดตามความเป็นจริงรวมทั้งบันทึกความคิดเห็นส่วนตัวของผู้วิจัยที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการวิจัย เพื่อเป็นการช่วยประเมินคุณภาพของข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้อาสาสรุปตีความ สิ่งที่ผู้วิจัยจดบันทึกได้แก่หัวข้อต่อไปนี้ 1) สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน 2) ปัญหาที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้เกี่ยวกับตัวนักเรียน ตัวผู้สอน อุปกรณ์ 3) การสรุปข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นระยะๆ เช่น นักเรียนสนใจกิจกรรมมากน้อยเพียงใด นักเรียนให้ความร่วมมือมากน้อยเพียงใด 4) ข้อเสนอแนะที่ควรเพิ่มเติม/ปรับปรุง 5) อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยทำการบันทึกหลังสอนหลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้เสร็จในแต่ละคาบเรียน และให้นักเรียนทุกคนบันทึกก่อนทำการเรียนรู้ที่นักเรียนเขียนบรรยายความรู้สึกรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วย
2. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมของนักเรียน โดยใช้แบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรม โลหะ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยพร้อมเลือกเหตุผล 10 ข้อ โดยให้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โครงการเรียนที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ทำแบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรม โลหะและการดูแลสิ่งแวดล้อม หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ เรื่องอุตสาหกรรม โลหะ และโรงงานของนักเรียน จำนวน 4 ชุด โดยให้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โครงการเรียนที่

1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ทำใบงาน หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการสอนกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้เวลาตามตารางเรียนที่ทางโรงเรียนจัดให้ 2 คาบ/สัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ รวม 10 คาบ ตามแผนการสอนที่วางไว้

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. แบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ผู้วิจัยวิเคราะห์ความถูกต้องของคำตอบ โดยทำการตรวจคำตอบของนักเรียนทุกคน ทีละข้อ แล้วแยกคำตอบของนักเรียน เพื่อจัดกลุ่มคำตอบตามแนวคิดของ Abraham *et al.*(1994) ซึ่งแบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Sound understanding : SU) คือ ตอบคำถามตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ครบทุกองค์ประกอบของแนวคิดนั้น

2) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน (Partial understanding : PU) คือ ตอบคำถามตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบของแนวคิดนั้นแต่ไม่ครบทุกองค์ประกอบ

3) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with a specific misconception : PU/SM) คือ ตอบคำถามตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์แต่มีคำตอบบางส่วนคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์

4) มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Specific misconception : SM) คือ ตอบคำถามไม่ตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์

5) ไม่เข้าใจแนวคิด(No understanding : NU) คือ ไม่ตอบคำถาม ทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน

แล้วนำคำตอบจากแบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ มาหาค่าความถี่ของแต่ละแนวคิด และคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ

2. ใบงาน เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ผู้วิจัยวิเคราะห์ความถูกต้องของคำตอบ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา(content analysis) โดยการตรวจคำตอบของนักเรียนทุกคนทีละข้อ แล้วจัดกลุ่มของคำตอบที่อยู่ในแนวคิดเดียวกัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

3. อนุทินการเรียนรู้ ผู้วิจัยวิเคราะห์อนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน การเขียนแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยการอ่านอนุทินของนักเรียนทุกคน แล้วจัดกลุ่มของความคิดของนักเรียนเป็นกลุ่ม แล้วหาค่าความถี่และค่าเฉลี่ยร้อยละ

4. บันทึกหลังสอน ผู้วิจัยวิเคราะห์การจดบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยการจัดกลุ่มของแนวทางการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นการสอนแล้ววิเคราะห์ความเหมาะสมของวิธีการสอนในแต่ละชั้นตอนและในแต่ละแผนการสอน

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

การสอนแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สิ่งที่คุณวิจัยได้ศึกษา คือ

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยส่งเสริมแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม จะช่วยส่งเสริมแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อย่างไร

ผู้วิจัยศึกษาได้ผลการวิจัยโดยนำเสนอ ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยส่งเสริมแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ

ตอนที่ 2 แนวคิดของนักเรียนที่เรียน เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

แนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยส่งเสริมแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากการบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ผลปรากฏดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงบันทึกหลังสอน

ขั้นตอนการสอน		แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4
ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนค้นหาข้อมูล	กิจกรรมที่จัด	อ่านบทความ เรื่องเหมืองใหญ่พ่นพิษลงแม่น้ำในผู้เขียนปลาตายเกือบ 2 ล้านกก.	1.อ่านข่าว ด้านบริษัทชนแร่ตั้งกะสิมีสารพิษจากพม่า 2.ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียนให้สวมบทบาทเป็นคน 3 กลุ่ม นักเรียนกลุ่มที่ 1, 2 นำเสนอข้อมูลที่ได้จากกรอภิปรายร่วมกันในกลุ่มเพื่อให้ให้นักเรียนกลุ่มที่ 3 คิดตัดสินใจว่าควรจะให้บริษัทSCL หยุดการกระทำหรือไม่	1.ดูคลิปวิดีโอทัศนเรื่อง อุตสาหกรรมดิบุกทำลายป่าไม้และแนวปะการังในอินโดนีเซีย 2.แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3 คน เพื่อร่วมกันแสดงความคิดเห็นจากการดูคลิป	1.ผู้สอนให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ GORILLAS KILLED IN CONGO 2.แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3 คน เพื่อร่วมกันแสดงความคิดเห็นจากการดูคลิป
ผลของการจัดกิจกรรม	นักเรียนวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา	บทบาทสมมติทำให้นักเรียนมีโอกาสความคิดตามสภาพจริงที่นักเรียนสวมบทบาท ทำให้เกิดความเข้าใจสภาพของคนในสังคมที่ประสบปัญหาได้ดียิ่งขึ้น	นักเรียนชอบการดูคลิปวิดีโอทัศน เพราะได้เห็นสภาพปัญหาจริง การแบ่งกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มย่อยก่อนนำเสนอ ทำให้ได้ความคิดเห็นเรื่องปัญหาและการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	นักเรียนชอบการดูคลิปวิดีโอทัศน และรูปแบบการจับกลุ่มขนาด 3 คน สามารถกระชับเวลาในการอภิปรายกลุ่มย่อยได้และนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทุกคน	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4
ปัญหา/ แนว ทางการ แก้ไข	บทความมีความยาว ทำให้ใช้เวลาในการ อ่านมาก ส่งผลให้ ใช้เวลาเกินกว่าที่ กำหนด แนวทางแก้ไข คือ ปรับเปลี่ยนเป็นข่าว ขนาดสั้น เพื่อ กระชับเวลาในการ ทำกิจกรรม	การแสดงบทบาท สมมติทำให้เกิดความ เข้าใจผิดได้ว่าสิ่งที่ แสดงออกมาเป็น ข้อสรุปของบทเรียน แนวทางแก้ไข คือ ก่อนทำการแสดง บทบาทสมมติเป็น การแสดงความคิด เห็นตามบทบาท ไม่สามารถบอกได้ว่า ถูกต้องหรือไม่ ถูกต้อง	1. การจับกลุ่ม ขนาดใหญ่ ทำให้มี นักเรียนบางคนไม่ แสดงความคิดเห็น และใช้เวลานาน กับการอภิปรายใน กลุ่ม แนวทางแก้ไข คือ ปรับขนาดกลุ่มให้ มีสมาชิกน้อย เพื่อให้ทุกคน สามารถแสดง ความคิดเห็น 2. คลิปวีดิทัศน์เป็น การบรรยาย ภาษาอังกฤษ แนวทางแก้ไข คือ ควรมีการทำบท บรรยายไทยหรือ พูดบรรยายไทย	การจับกลุ่มย่อย ขนาดเล็กทำให้ใช้ เวลาในการ นำเสนอหน้าชั้น มาก แนวทางแก้ไข คือ ให้รายงานเป็น กลุ่มแล้วกลุ่มใดที่ มีความคิดเห็น คล้ายกันไม่ต้อง นำเสนอหน้าชั้น เรียน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน		แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4
ขั้นที่ 2 ให้อิสระ ภาพใน ค้นคว้า การ ซักถาม และการ อภิปราย	กิจกรรม ที่จัด	1.นักเรียนศึกษา เอกสาร แร่ทองแดง จับคู่และอภิปราย ขั้นตอน กระบวนการผลิต ทองแดงตามที่แต่ละ คนเข้าใจ 2.จับกลุ่ม 4 คน อภิปรายขั้นตอน กระบวนการผลิต ทองแดงและเขียน แผนผังกระบวนการ ผลิตทองแดงใน กระดาษฟลิปชาร์ต	1.แบ่งกลุ่มนักเรียน โดยมีสมาชิกใน กลุ่มๆละ 7 คน 2.ผู้สอนให้นักเรียน ภายในกลุ่ม เลือก ศึกษาหัวข้อคนละ หนึ่งหัวข้อ ดังนี้ • การผลิตสังกะสี การผลิตแคดเมียม • การผลิตพลวง • ประโยชน์ของ สังกะสี • ประโยชน์ของ แคดเมียม • ประโยชน์ของ พลวง • มลพิษที่เกิดจาก การผลิตสังกะสี แคดเมียมและพลวง 3.นักเรียนจับกลุ่ม ใหม่ เรียก กลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญโดย นักเรียนที่ได้หัวข้อที่ ศึกษาเดียวกัน มาร่วม กันอภิปราย ข้อความรู้ที่ได้ ร่วมกัน 4.ผู้สอนให้นักเรียน นำความรู้ที่ได้จาก การอภิปรายในกลุ่ม	1.ผู้สอนแบ่ง นักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม โดยแต่ละ กลุ่มมีหน้าที่ ต่อไปนี้ กลุ่มที่ 1 หาข้อมูล เกี่ยวกับ กระบวนการผลิต ประโยชน์และ มลพิษที่เกิดจาก อุตสาหกรรมแร่ ดีบุก กลุ่มที่ 2 หาข้อมูล เกี่ยวกับ กระบวนการผลิต ประโยชน์และ มลพิษที่เกิดจาก อุตสาหกรรมแร่ ทังสแตน กลุ่มที่ 3 รวบรวม ข้อมูลเกี่ยวกับ กระบวนการผลิต ประโยชน์และ มลพิษที่เกิดจาก อุตสาหกรรมแร่ ดีบุกและทังสแตน 2.ผู้สอนกำหนด สถานการณ์ให้ รัฐบาลต้องการทำ การลงทุนด้าน	1.ผู้สอนและ นักเรียนร่วมกัน ศึกษา อุตสาหกรรมแร่ แทนทาลัม ไนโอเบียมและ เซอร์โคเนียมซึ่ง ประกอบด้วย กระบวนการผลิต และประโยชน์ ของการนำ แทนทาลัม ไนโอเบียมและ เซอร์โคเนียมไป ใช้ 2.ผู้สอนให้ นักเรียนเขียน แผนผังขั้นตอน ของกระบวนการ ผลิตแทนทาลัม ไนโอเบียมและ เซอร์โคเนียม 3.ผู้สอนให้ นักเรียนจับกลุ่ม 6 คนอภิปราย ขั้นตอน กระบวนการผลิต แทนทาลัม ไนโอเบียมและ เซอร์โคเนียม

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4
		<p>ผู้เชี่ยวชาญกลับไปอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเดิม</p> <p>5.ผู้สอนให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้ในกลุ่มลงในกระดาษ A4</p>	<p>อุตสาหกรรม จึงมีการเปิดประมูลให้บริษัทต่างๆเข้ามาเสนอโครงการ โดยให้นักเรียนกลุ่มที่ 3 เป็นรัฐบาล และนักเรียนกลุ่มที่ 1, 2 เป็นบริษัทที่เข้ามาเสนองาน</p> <p>3.ผู้สอนให้นักเรียนกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ผลัดกันนำเสนอข้อมูลเป็นรอบๆคล้ายการได้วาที เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนกลุ่มที่ 3 ตัดสินใจลงทุนกับบริษัทตนเอง</p>	<p>ตามที่แต่ละคนเข้าใจ และเขียนลงบนกระดาษฟลิปชาร์ต</p> <p>4.ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังเขียนที่ลงบนกระดาษฟลิปชาร์ตหน้าชั้นเรียน</p>
ผลของการจัดกิจกรรม	<p>นักเรียนใช้ข้อมูลที่ผู้สอนให้เขียนแผนผังกระบวนการผลิตทองแดงได้ถูกต้องตามเวลาที่กำหนด</p>	<p>นักเรียนในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีการความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ที่เกิดจากการอภิปรายในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญสู่ผู้ในกลุ่มเดิมไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดได้ข้อความรู้ที่ไม่ครบถ้วน</p>	<p>นักเรียนสนุกกับกิจกรรมที่จัดขึ้น มีการสืบค้นข้อมูลเพื่อการนำเสนอมาก เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนพยายามค้นหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่</p>	<p>นักเรียนเขียนแผนผังกระบวนการผลิตได้ถูกต้อง</p>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน		แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4
	ปัญหา/ แนว ทางการ แก้ไข	นักเรียนขาดความ กระตือรือร้นในการ สืบค้นข้อมูล เพราะ ผู้สอนเตรียม เอกสารเนื้อหาไว้ให้	กลุ่มผู้เชี่ยวชาญไม่ สามารถถ่ายทอด ความรู้สู่กลุ่มเดิมได้ ครบถ้วน แนวทางแก้ไข คือ	เวลาในการทำ กิจกรรมน้อย ทำ ให้ต้องลดเวลาใน การนำเสนอ ทำให้ ได้ข้อมูลไม่ครบ	เนื้อหาของการทำ กิจกรรมเยอะ ทำ ให้นักเรียนทำไม่ ทันตามเวลาที่ กำหนด
		ศึกษาเรียบร้อย แนวทางแก้ไข คือ ผู้สอนให้นักเรียน สืบค้นข้อมูลด้วย ตนเองก่อน แล้วจึง ให้ออกสาร ประกอบการสืบค้น	กำหนดให้มีสมาชิก จากกลุ่มเดิมในการ เข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพิ่มขึ้น	แนวทางแก้ไข คือ กำหนดเนื้อหาให้ นักเรียนไป ทำการค้นคว้ามา ก่อน เพื่อจะได้มี เวลาในการ นำเสนอมากขึ้น	แนวทางแก้ไข คือ จัดเนื้อหา เซอร์โคเนียมเป็น อีกหนึ่งคาบ
ขั้นที่ 3 อภิปราย ผล ร่วมกับ นักเรียน	กิจกรรม ที่จัด	นักเรียนอภิปรายใน เรื่องมลพิษที่เกิดขึ้น จากอุตสาหกรรม การผลิตแร่ทองแดง และหาวิธีป้องกัน หรือ ควบคุมมลพิษ ที่เกิดขึ้น	นักเรียนร่วมกัน สะท้อนความคิดใน การเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสียของการ ทำอุตสาหกรรม โลหะในบริบทของ สังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม	นักเรียนร่วมกัน อภิปรายข้อมูล เกี่ยวกับ กระบวนการผลิต ประโยชน์และ มลพิษที่เกิดจาก อุตสาหกรรมแร่ ดีบุกและทังสแตน	1.ผู้สอนแบ่ง นักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มโดยมีหน้าที่ ภายในกลุ่มเป็น กระทรวงต่างๆ ดังนี้ -กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม -กระทรวงพาณิชย์ -กระทรวงแรงงาน -กระทรวง วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี -กระทรวง อุตสาหกรรม 2.ผู้สอนให้ นักเรียนแต่ละกลุ่ม สวมบทบาทสมมติ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4
				เป็นข้าราชการประจำกระทรวงที่ได้รับมอบหมายโดยให้ร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่ว่า “การทำอุตสาหกรรมเซอร์โคเนียมเกี่ยวข้องกับกระทรวงของเราอย่างไร”
ผลของกิจกรรม	นักเรียนอภิปรายได้ถูกต้องและมีการแสดงความคิดเห็นในการป้องกันมลพิษได้อย่างสร้างสรรค์	นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับข้อเสียที่เกิดจากการทำอุตสาหกรรมสังกะสีแคดเมียม พลงงได้โดยนักเรียนสามารถชี้ให้เห็นว่าอุตสาหกรรมที่มีการใช้สารละลายกรดเป็นตัวทำละลายจะเกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและหาวิธีป้องกันการทิ้งน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมได้	นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับข้อเสียที่เกิดจากการทำอุตสาหกรรมดีบุกและทังสแตนได้โดยนักเรียนสามารถชี้ให้เห็นว่าแก๊สที่จากอุตสาหกรรมคือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมคือเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน	กิจกรรมไม่ประสบความสำเร็จนักเรียนไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของการทำงานของรัฐมนตรีกับการทำอุตสาหกรรมได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน		แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4
	ปัญหา/ แนว ทางการ แก้ไข	-	-	-	นักเรียนไม่ทราบ หน้าที่ของ รัฐมนตรีในแต่ละ กระทรวงทำให้ไม่ สามารถเชื่อมโยง เนื้อหาเข้ากับการ ทำกิจกรรมได้ แนวทางแก้ไข คือ ผู้สอนต้องชี้แจงว่า แต่ละกระทรวงมี หน้าที่หลักอย่างไร
ขั้นที่ 4 กระตุ้น ให้นักเรียน นำ ความรู้ ไปลงมือ ปฏิบัติ จริง	กิจกรรม ที่จัด	1.สืบค้นโรงงาน อุตสาหกรรมที่มี การนำ โลหะทองแดงไป ใช้ในผลิตภัณฑ์ 2.วางแผนการสร้าง โรงงานอุตสาหกรรม ดังกล่าว 3.เขียนแผนผัง ขั้นตอนกระบวนการ การผลิตและแนว ทางการป้องกัน มลพิษที่เกิดจาก กระบวนการผลิต 4.นำความรู้ที่ได้ จากการสืบค้นไป จัดนิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรม สะอาด”	1.สืบค้นโรงงาน อุตสาหกรรมที่มีการ นำโลหะสังกะสี แคดเมียม พลวงไป ใช้ในผลิตภัณฑ์ 2.วางแผนการสร้าง โรงงานอุตสาหกรรม ดังกล่าว 3.เขียนแผนผัง ขั้นตอนกระบวนการ การผลิต และ แนวทางการป้องกัน มลพิษที่เกิดจาก กระบวนการผลิต 4.นำความรู้ที่ได้จาก การสืบค้นไปจัด นิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรม สะอาด”	1.สืบค้นโรงงาน อุตสาหกรรมที่มี การนำโลหะดีบุก ทิ้งสเดนไปใช้ใน ผลิตภัณฑ์ 2.วางแผนการ สร้างโรงงาน อุตสาหกรรม ดังกล่าว 3.เขียนแผนผัง ขั้นตอนกระบวนการ การผลิตและแนว ทางการป้องกัน มลพิษที่เกิดจาก กระบวนการผลิต 4.นำความรู้ที่ได้ จากการสืบค้นไป จัดนิทรรศการ เรื่อง“อุตสาหกรรม สะอาด”	1.สืบค้นโรงงาน อุตสาหกรรมที่มี การนำโลหะ แทนทาลัม ในโอเบียมและ เซอร์โคเนียมไปใช้ ในผลิตภัณฑ์ 2.วางแผนการ สร้างโรงงาน อุตสาหกรรม ดังกล่าว 3.เขียนแผนผัง ขั้นตอน กระบวนการผลิต และแนวทางการ ป้องกันมลพิษที่ เกิดจาก กระบวนการผลิต 4.นำความรู้ที่ได้ จากการสืบค้นไป

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน		แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4
					จัดนิทรรศการเรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”
	ผลของการจัดกิจกรรม	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้ทำอุตสาหกรรมเกี่ยวกับโลหะทองแดง สามารถเขียนแผนผังงานการสร้างอุตสาหกรรมได้โดยคิดทำอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้ทำอุตสาหกรรมเกี่ยวกับสังกะสี แคดเมียม พลวง วางแผนการทำอุตสาหกรรมผลิตถ่านไฟฉาย	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้ทำอุตสาหกรรมเกี่ยวกับตีบุก ทั้งสแตนวางแผนการทำอุตสาหกรรมผลิตหลอดไฟ ทั้งสแตน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้ทำอุตสาหกรรมเกี่ยวกับแทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียม คิดวางแผนการทำอุตสาหกรรมจรวด แต่ไม่สามารถทำได้สำเร็จ
	ปัญหา/แนวทางการแก้ไข	-	-	-	นักเรียนไม่ส่งการรายงาน ความก้าวหน้าแนวทางการแก้ปัญหา คือ ให้นักเรียนส่งความก้าวหน้าเป็นระยะๆ
ขั้นที่ 5 ประเมินผล	กิจกรรมที่จัด	นักเรียนเขียนอนุทินหลังการเรียน	นักเรียนเขียนอนุทินหลังการเรียน	นักเรียนเขียนอนุทินหลังการเรียน	นักเรียนเขียนอนุทินหลังการเรียน
	ผลของการจัดกิจกรรม	นักเรียนเขียนอนุทินโดยบันทึกในส่วนความเข้าใจในเนื้อหาได้ถูกต้อง แต่ในส่วนของการ	นักเรียนเขียนอนุทินโดยบันทึกในส่วนความเข้าใจในเนื้อหาได้ถูกต้อง ในส่วนการจัดกิจกรรม	นักเรียนเขียนอนุทินโดยบันทึกในส่วนความเข้าใจในเนื้อหาได้ถูกต้อง ในส่วน	นักเรียนเขียนอนุทินโดยบันทึกในส่วนความเข้าใจในเนื้อหาได้ถูกต้อง แต่ในส่วน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4
	จัดกิจกรรม นักเรียนไม่แสดง ความคิดเห็นเป็น ส่วนใหญ่	นักเรียนไม่พอใจกับ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญบาง กลุ่ม เพราะไม่แน่ใจ ว่าเนื้อหาที่กลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญนำเสนอ ถูกต้องหรือไม่	ของการจัด กิจกรรม นักเรียน ชอบการดูคลิป วีดิทัศน์ เรื่อง อุตสาหกรรมดีบุก ทำลายป่าไม้และ แนวปะการังใน อินโดนีเซียและ ชอบการได้วาที และอยากให้อีก กิจกรรมเช่นนี้อีก	ของการจัด กิจกรรม นักเรียน ไม่แสดงความ คิดเห็นเป็นส่วน ใหญ่
ปัญหา/ แนว ทางการ แก้ไข	นักเรียนไม่ให้ข้อมูล เกี่ยวกับการจัด กิจกรรม แนวทางแก้ปัญหา คือ อธิบายให้ นักเรียนเข้าใจว่า การเขียนอนุทินไม่ มีผลต่อการเก็บ คะแนน	-	-	-

เมื่อพิจารณารายละเอียดสามารถสรุปแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน ได้ดังนี้

1. ขั้นรู้ให้นักเรียนค้นหาข้อมูล

1.1 รูปแบบของการจัดกิจกรรม มีการกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน 3
รูปแบบ คือ การอ่านบทความ, การอ่านข่าวร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติ และการดูคลิปวีดิทัศน์
แล้วแบ่งกลุ่มอภิปราย ในสถานการณ์ที่ใกล้ตัว และส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของ
นักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการบันทึกอนุทินของนักเรียน ดังนี้

“ได้ความรู้จากการดูคลิปเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงเป็นวิธีการศึกษาที่ควรจะนำมาใช้”

“กิจกรรมคลิปวิดิทัศน์เป็นกิจกรรมที่สนับสนุนให้นักเรียน แสดงความคิดเห็นเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อมในชุมชน”

“กิจกรรมคลิปวิดิทัศน์เป็นกิจกรรมที่ทำให้ได้คิดและปลูกจิตสำนึกได้ดี”

“จากการอ่านข่าวดังกล่าวทำให้รู้จักมีความตระหนักถึงปัญหาสภาพแวดล้อมมากขึ้น”

1.2 ลักษณะของบทความหรือข่าวควรเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ยังไม่มีการลงข้อสรุปของปัญหาเพื่อให้นักเรียนอ่านแล้วพิจารณาหาข้อสรุปที่เป็นทั้งข้อดีและข้อเสียของปัญหาที่เกิดขึ้น และมีขนาดไม่ยาวจนเกินไป สามารถอ่านแล้วใช้เวลาไม่เกิน 3 นาที เพราะ นักเรียนจะเกิดความเบื่อหน่ายในการอ่าน ตัวอย่างเช่น มลพิษมาตาพุด จุดเปลี่ยนอุตสาหกรรมไทย (กรุงเทพธุรกิจ, 2553)

1.3 ลักษณะของคลิปวิดิทัศน์ที่ดี ควรเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เห็นสภาพของปัญหาอย่างชัดเจน คลิปวิดิทัศน์ที่มีการสัมภาษณ์ชาวบ้านที่ให้ข้อมูลที่เกิดจากปัญหาสิ่งแวดล้อมจะสะท้อนสภาพปัญหาได้ดี แต่ต้องมีการกำหนดความยาวของบทสัมภาษณ์ และการนำคลิปวิดิทัศน์ที่เป็นภาษาต่างประเทศมาใช้ควรมีการใส่บทบรรยายภาษาไทยลงไป ในคลิปวิดิทัศน์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาของปัญหา

2. ขั้นให้อิสระภาพในคั่นคว่ำ การซักถามและการอภิปราย ข้อมูล

2.1 รูปแบบของการจัดกิจกรรม คือ ใช้ เทคนิคคู่คิด (Think Pair Share), Jigsaw Classroom, โต้เวที และ การจัดกลุ่มอภิปรายแบบระดมสมอง (Brainstorming Group)

ลักษณะของกิจกรรมเทคนิคคู่คิด (Think Pair Share) ควรใช้กับการให้นักเรียนคั่นคว่ำ ข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย เพราะ นักเรียนทุกคนจะมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและแสดงความคิดเห็นที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล

ลักษณะของกิจกรรม Jigsaw Classroom ไม่เหมาะกับเนื้อหา ในขั้นตอนการผลิตโลหะ เพราะ ลักษณะของเนื้อหาที่มีความเฉพาะตัวในการผลิตและต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากการสืบค้น ลักษณะของเนื้อหาที่ควรใช้วิธีนี้ คือ เนื้อหาที่ไม่ซับซ้อน เพราะจะทำให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่สืบค้นได้และถ่ายทอดความรู้ได้ ถูกต้อง เช่น เรื่อง มลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้น เพราะ ลักษณะของเนื้อหาสามารถระบุได้ว่าผลิตภัณฑ์ใดที่เป็นมลพิษ และมีแนวทางในการกำจัดมลพิษที่ชัดเจน

ลักษณะของกิจกรรมได้วาที่ เหมาะกับเนื้อหาที่เป็นการเปรียบเทียบประโยชน์ของผลิตภัณฑ์จากการทำอุตสาหกรรม หรือการทำอุตสาหกรรมกับคุณภาพชีวิตของประชาชน

2.2 การจัดกิจกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดความสนใจในการค้นคว้าอย่างมีประสิทธิภาพ ควรให้มีการแข่งขันในการค้นข้อมูล เพื่อให้เป็นการกระตุ้นนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะมีความพยายามในการสืบค้นข้อมูลมากกว่าที่ได้รับมอบหมาย

2.3 การใช้วิธีการสืบค้นที่หลากหลายช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการบันทึกอนุทินของนักเรียน ดังนี้

“เป็นรูปแบบการสอนแบบใหม่ ถึงจะงงๆแต่ก็เข้าใจและไม่น่าเบื่อ”

“สนุกมาก ได้ความรู้ด้วย ไม่เบื่อที่จะเรียนรู้เพิ่มเติม”

“สนุกสนานมาก ทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น จำได้ดีขึ้น อีกทั้งยังทำให้รู้จักเพื่อนๆดีขึ้น”

“กิจกรรมวันนี้สนุกมาก อยากให้อาจารย์จัดกิจกรรมแบบนี้บ่อยๆ”

“ทุกคนได้มีส่วนร่วม ไม่น่าเบื่อ มีความสุขในการเรียน ง่ายต่อการจดจำความรู้”

“คิดว่ากิจกรรมที่อาจารย์จัดขึ้นได้รับความรู้และความสนุกและได้ใช้ความคิดของนักเรียนได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพมากที่สุด”

“การให้นักเรียนเขียนสรุปโดยได้ถกเถียงและแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และเกิดการสังเคราะห์แยกแยะข้อมูลได้”

3. ชั้นอภิปรายผลร่วมกับนักเรียน

3.1 มีรูปแบบของการจัดกิจกรรม 2 แบบ คือ การจัดกลุ่มอภิปรายแบบระดมสมอง (Brainstorming Group) และ การแสดงบทบาทสมมติ

3.2 การจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการอภิปราย ควรมีการกำหนดหัวข้อในการอภิปรายให้ชัดเจน และควรเรียงลำดับหัวข้อในการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างมีลำดับขั้นตอน ระหว่างทำการอภิปราย ครูควรควบคุมชั้นเรียนให้มีความเป็นระเบียบ โดยการตั้งเกณฑ์ว่านักเรียนที่ต้องการจะอภิปรายต้องยกมือและได้รับอนุญาตก่อนจะแสดงความคิดเห็น

3.3 การจัดระเบียบในการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนจะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการบันทึกอนุทินของนักเรียน ดังนี้

“ควรหาวิธีควบคุมความเป็นระเบียบให้ดีกว่านี้ เพราะความวุ่นวายทำให้เรียนไม่รู้เรื่อง”

และเมื่อจบการอภิปรายในแต่ละหัวข้อ ครูควรสรุปความถูกต้องของเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องสอดคล้องกับการบันทึกอนุทินของนักเรียนที่ต้องการให้ครูสรุปบทเรียน

“อาจารย์ควรสอนสรุปเนื้อหาด้วย เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง”

4. ชั้นกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง

4.1 รูปแบบของการจัดกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ใช้เป็นการให้นักเรียนนำเนื้อหาที่เรียนไปสร้างโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องอาศัยวัตถุดิบจากโลหะที่เรียน

4.2 การจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง คือ การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดในการนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการวางแผนสร้างโรงงานอุตสาหกรรมโดยมีการดูแลเรื่องมลพิษที่จะเกิดจากโรงงานและหาวิธีควบคุมเพื่อทำให้โรงงานที่นักเรียนสร้างเป็นอุตสาหกรรมที่สะอาด ซึ่งนักเรียนจะเห็นความสำคัญของการนำทเรียนไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

4.3 การใช้วิธีการจัดกิจกรรมอุตสาหกรรมสะอาดจะช่วยให้เด็กเกิดความสนใจในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการบันทึกอนุทินของนักเรียน ดังนี้

“สนุก ไม่น่าเบื่อ ได้ใช้ความรู้ทางเคมีมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน”

“สนุกสนาน ได้ความรู้ทางเคมีและมุมมองใหม่ๆของนักเรียนแต่ละคน สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้”

“มีกิจกรรมสนุกสนานควบคู่กับเนื้อหาการเรียนการสอน ถือว่าเป็นสิ่งที่ดี มีทัศนคติที่ดีต่อวิชา นำความรู้ไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน”

“ทำให้รู้ว่าวิชาเคมีไม่ใช่แค่สิ่งที่คำนวณเพียงอย่างเดียว แต่สามารถนำไปคิดใช้ใน ชีวิตประจำวันได้”

5. ชั้นประเมินผล

5.1 รูปแบบของการจัดกิจกรรม คือ การบันทึกอนุทินของนักเรียน

5.2 การจัดกิจกรรมชั้นประเมินที่สามารถประเมินนักเรียนได้เป็นระยะ คือ การบันทึกอนุทิน เพราะ จะช่วยให้นักเรียนมีการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนในแต่ละชั่วโมง ซึ่งผู้สอนควรเน้นนักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการบันทึกอนุทินเพื่อให้นักเรียนตั้งใจในการเขียนบันทึก

แนวคิดของนักเรียนที่เรียน เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ โดยคิดเป็นคะแนน ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนโบบงานของนักเรียน และบันทึกอนุทินของนักเรียนวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งคะแนน แบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ของนักเรียนปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของแบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ

แนวคิดเรื่อง	จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดแบบต่างๆ										
	ไม่เข้าใจแนวคิด		มีแนวคิด คลาดเคลื่อนจากแนวคิด วิทยาศาสตร์		มีแนวคิด วิทยาศาสตร์ บางส่วนและ คลาดเคลื่อน บางส่วน		มีแนวคิด วิทยาศาสตร์ บางส่วน		มีแนวคิด วิทยาศาสตร์		รวม (คน)
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ขั้นตอนแยก แร่ออกจาก สินแร่									50	100	50
การผลิตโลหะ											
• การย่าง แร่			4	8	6	12	1	0.66	39	79.34	50
• ถลุงโดย ใช้ตัวรีดิวส์			3	6	7	14	16	32	24	48	50
• ถลุงโดย วิธีสกัดด้วย ตัวทำละลาย	1	1.5	17	35	1	1.5	7	3.5	29	58.5	50
มลพิษและ การกำจัด มลพิษที่เกิด จาก กระบวนการผลิต	2	3.5	5	10	4	7	7	14.5	32	65	50

เมื่อพิจารณาในแต่ละแนวคิด พบว่า

1. แนวคิดเรื่อง ขั้นตอนการแยกแร่ออกจากสินแร่ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนทุกคนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 100 โดยนักเรียนทุกคนสามารถอธิบายได้ถูกต้องว่าในการผลิตโลหะจากสินแร่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ โดยการล้าง บด ร่อนแร่, การผลิตโลหะโดยการทำสินแร่ให้กลายเป็นโลหะ และ การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์การตอบคำถามในใบงานของนักเรียนและบันทึกอนุทินที่พบว่า นักเรียนทุกคนมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องนี้

2. แนวคิดเรื่อง การย่างแร่ ถึงแม้ว่านักเรียนส่วนใหญ่จะมีแนวคิดที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางประเด็นที่นักเรียนมีแนวคิดไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยเข้าใจว่าสินแร่คาลโคไซต์ต้องเผา เพื่อกำจัดความชื้น ทำให้สินแร่แห้งพร้อมในการถลุง และนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยเข้าใจว่าสินแร่คาลโคไซต์เป็นสารประกอบซัลไฟด์ จึงต้องเผาเพื่อเปลี่ยนเป็นทองแดงที่บริสุทธิ์ ดังนั้น ครูจึงควรจัดการเรียนการสอนและอธิบายเกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้ให้ชัดเจน วิธีการสอนเรื่องการย่างแร่ คือ ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลของผู้สอนเตรียมให้แล้วอภิปรายร่วมกัน ซึ่งผู้สอนควรยกสมการเคมีที่เกี่ยวข้องกับการย่างแร่ให้นักเรียนดูหลายสมการ และชี้ให้เห็นถึงแนวคิด เรื่อง การย่างแร่ว่าไม่เกี่ยวข้องกับความชื้นที่มีอยู่ในตัวสินแร่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรม พบว่า นักเรียนสามารถเขียนความหมายของคำว่า ย่างแร่ จะมีเพียงบางส่วนที่เข้าใจว่าจะต้องเป็นสารประกอบซัลไฟด์เท่านั้นที่จะต้องผ่านกระบวนการย่างแร่ และจากการบันทึกอนุทิน พบว่า นักเรียนทุกคนสามารถเขียนแนวคิดของการย่างแร่ได้

3. แนวคิดเรื่อง การผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้ตัวรีดิวซ์ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า Fe_2O_3 เป็นสารประกอบออกไซด์ขนาดเล็ก จึงต้องผ่านกระบวนการย่างแร่ และใช้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นตัวรีดิวซ์ในการถลุง ดังนั้น ครูควรจัดการเรียนการสอนทั้ง 2 เรื่อง ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการย่างแร่กับการถลุงด้วยตัวรีดิวซ์เป็นคนละส่วนกัน การย่างแร่ไม่จำเป็นต้องใช้กับสารที่จะสกัดด้วยตัวรีดิวซ์ และในการสอนเรื่อง การสกัดด้วยตัวรีดิวซ์ ครูควรเลือกยกตัวอย่างของสินแร่ที่ใช้ในการถลุงด้วยตัวรีดิวซ์ให้ชัดเจน เพื่อป้องกันความสับสนของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากใบงาน พบว่า ในเรื่องการถลุงแร่ทองแดง นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถระบุได้

ถูกต้องว่า Cu_2S เป็นตัวรีดิวซ์ เพราะ นักเรียนเข้าใจว่าตัวรีดิวซ์จะมีแค่ CO หรือ CO_2 เท่านั้น ครูจึงควรอธิบายเรื่องตัวรีดิวซ์ให้ชัดเจน และจากการบันทึกอนุทิน พบว่า นักเรียนทุกคนสามารถเขียนแนวคิดของการผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้ตัวรีดิวซ์ได้

4. แนวคิดเรื่อง การผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้ตัวทำละลาย นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยเข้าใจว่า สินแร่เฮมิเมอร์ไฟต์ เป็นสารประกอบมีขนาดใหญ่ แต่ไม่ระบุว่า สินแร่เฮมิเมอร์ไฟต์จะถลุงอย่างไร และมีนักเรียนที่ไม่เข้าใจแนวคิด โดยนักเรียนไม่ตอบคำถาม ดังนั้น ครูควรจัดให้มีการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจวิธีการเลือกตัวทำละลาย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากใบงาน ซึ่งพบว่า การผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้ตัวทำละลาย นักเรียนสามารถระบุได้ว่าสินแร่ที่เป็นสารประกอบขนาดใหญ่ จะต้องใช้ตัวทำละลายในการถลุง จากการบันทึกอนุทิน พบว่า นักเรียนร้อยละ 82 เข้าใจว่าสารประกอบขนาดใหญ่ใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย และมีนักเรียนร้อยละ 28 ที่ไม่แน่ใจว่า ตัวทำละลายที่ใช้ในการถลุงที่มีทั้งตัวทำละลายกรดและตัวทำละลายเบส จะเลือกใช้ตัวใด

5. แนวคิดเรื่อง มลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต นักเรียน มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน คือ สามารถระบุมลพิษที่เกิดขึ้นได้ แต่ไม่สามารถระบุวิธีการกำจัดมลพิษได้ ดังนั้น ครูควรสอนเรื่องมลพิษและการกำจัดมลพิษคู่ขนานไปกับเนื้อหา ไม่ควรแยกเป็นเรื่องย่อย และจัดการเรียนการสอนในตอนท้ายของบทเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน นักเรียนเข้าใจและเกิดจิตสำนึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากใบงาน ที่พบว่า มลพิษและการกำจัดมลพิษที่จะมีแทรกอยู่ทุกใบกิจกรรมของการผลิตโลหะ พบว่า นักเรียนระบุได้ว่ามลพิษที่เกิดจากการถลุงในแต่ละอุตสาหกรรมได้ และสามารถเลือกสารที่ใช้ในการกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นได้ และจากการบันทึกอนุทิน พบว่า นักเรียนทุกคนเขียนถึงมลพิษที่เกิดขึ้นได้และสังเกตเห็นอันตรายจากมลพิษที่เกิดขึ้น โดยมีการแสดงความคิดเห็นในการวางมาตรการในการกำจัดมลพิษหรือหาแนวทางในการลดการเกิดมลพิษ เช่น พยายามให้มีการนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดกระบวนการผลิต หรือ แนวคิดในการปลูกจิตสำนึกกับเยาวชนในการดูแลสิ่งแวดล้อม

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม และศึกษาแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ของนักเรียนเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม สรุปได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

คำถามการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมที่ช่วยส่งเสริมแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมจะช่วยส่งเสริมแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อย่างไร

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โครงการเรียนที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้อง โดยการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 แผน เรื่อง อุตสาหกรรมทองแดง, อุตสาหกรรมสังกะสี แคดเมียม พลวง, อุตสาหกรรมดีบุกและสังกะสี และอุตสาหกรรมแทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียม ใช้เวลา 2 คาบ/สัปดาห์ จำนวน 4 สัปดาห์
2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลของการปฏิบัติ ประกอบด้วย
 - 2.1 แบบวัดแนวคิด เรื่องอุตสาหกรรมโลหะ เป็นแบบปรนัยพร้อมเลือกเหตุผล 10 ข้อ ครอบคลุม 3 แนวคิดหลักดังนี้ ขั้นตอนการแยกแร่ออกจากสินแร่ การผลิตโลหะ และ มลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต
 - 2.2 ใบงานของนักเรียน มีทั้งหมด 4 ชุด คือ อุตสาหกรรมแร่โลหะทองแดง, อุตสาหกรรมแร่โลหะสังกะสีและแคดเมียม, อุตสาหกรรมแร่โลหะดีบุกและสังกะสี และ อุตสาหกรรมแร่โลหะแทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียม โดยใบงานทั้ง 4 ชุด ครอบคลุม 3 แนวคิดหลักดังนี้ ขั้นตอนการแยกแร่ออกจากสินแร่ การผลิตโลหะ และ มลพิษและการกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต
 - 2.3 แบบบันทึกหลังสอน

2.4 อนุทินบันทึกการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยทำการบันทึกหลังสอนหลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้เสร็จในแต่ละคาบเรียน และให้นักเรียนทุกคนบันทึกอนุทินการเรียนรู้ที่นักเรียนเขียนบรรยายความรู้สึกละเอียดต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วย

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะของนักเรียน โดยใช้แบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยพร้อมเลือกเหตุผล 10 ข้อ โดยให้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โครงการเรียนที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ทำแบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะและการดูแลสิ่งแวดล้อม หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ เรื่องอุตสาหกรรมโลหะ และใบงานของนักเรียน จำนวน 4 ชุด โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โครงการเรียนที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ทำใบงาน หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการสอนกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้เวลาตามตารางเรียนที่ทางโรงเรียนจัดให้ 2 คาบ/สัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ รวม 10 คาบ ตามแผนการสอนที่วางไว้

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. แบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ผู้วิจัยวิเคราะห์ความถูกต้องของคำตอบ โดยทำการตรวจคำตอบของนักเรียนทุกคน ทีละข้อ แล้วแยกคำตอบของนักเรียน เพื่อจัดกลุ่มคำตอบตามแนวคิดของ Abraham *et al.*(1994) ซึ่งแบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Sound understanding : SU) คือ ตอบคำถามตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ครบทุกองค์ประกอบของแนวคิดนั้น

2) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน (Partial understanding : PU) คือ ตอบคำถามตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบของแนวคิดนั้นแต่ไม่ครบทุกองค์ประกอบ

3) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with a specific misconception : PU/SM) คือ ตอบคำถามตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์แต่มีคำตอบบางส่วนคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์

4) มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Specific misconception : SM) คือ ตอบคำถามไม่ตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์

5) ไม่เข้าใจแนวคิด (No understanding : NU) คือ ไม่ตอบคำถาม ทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน

แล้วนำคำตอบจากแบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ มาหาค่าความถี่ของแต่ละแนวคิด และคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ

2. ใบงาน เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ ผู้วิจัยวิเคราะห์ความถูกต้องของคำตอบ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยการตรวจคำตอบของนักเรียนทุกคนทีละข้อ แล้วจัดกลุ่มของคำตอบที่อยู่ในแนวคิดเดียวกัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

3. อนุทินการเรียนรู้ ผู้วิจัยวิเคราะห์อนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน การเขียนแนวคิด เรื่องอุตสาหกรรมโลหะ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยการอ่านอนุทินของนักเรียนทุกคน แล้วจัดกลุ่มของความคิดของนักเรียนเป็นกลุ่ม แล้วหาความถี่และค่าเฉลี่ยร้อยละ

4. บันทึกหลังสอน ผู้วิจัยวิเคราะห์การจดบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยการจัดกลุ่มของแนวทางการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นการสอนแล้ววิเคราะห์ความเหมาะสมของวิธีการสอนในแต่ละชั้นตอนและในแต่ละแผนการสอน

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า

1. ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ควรมี 5 ชั้นตอนและในแต่ละชั้นตอนควรมีกระบวนการสอนดังนี้

1.1 ขั้นรู้ให้นักเรียนค้นหาข้อมูล รูปแบบของการจัดกิจกรรม มีการกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน 3 รูปแบบ คือ การอ่านบทความ, การอ่านข่าวร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติ และการดูคลิปวิดีโอแล้วแบ่งกลุ่มอภิปราย ในการที่จะทำให้นักเรียนรู้สึกมีส่วนร่วม ควรใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัว เป็นสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน

1.2 ขั้นให้อิสระภาพในค้นคว้า การซักถามและการอภิปราย ข้อมูล มีรูปแบบของการจัดกิจกรรม คือ ใช้ เทคนิคคู่คิด (Think Pair Share), Jigsaw Classroom, ใ้ตัวที่ และ การจัดกลุ่มอภิปรายแบบระดมสมอง(Brainstorming Group) ในการทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการค้นคว้าอย่างมีประสิทธิภาพควรให้มีการแข่งขันในการค้นข้อมูลเพื่อให้เกิดการกระตุ้นนักเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความพยายามในการสืบค้นข้อมูลมากกว่าที่ได้รับมอบหมาย

1.3 ขั้นอภิปรายผลร่วมกับนักเรียน มีรูปแบบของการจัดกิจกรรม 2 แบบ คือ การจัดกลุ่มอภิปรายแบบระดมสมอง (Brainstorming Group) และ การแสดงบทบาทสมมติ ในการทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการอภิปราย ควรมีการกำหนดหัวข้อในการอภิปรายให้ชัดเจน และควร

เรียงลำดับหัวข้อในการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างมีลำดับ
ขั้นตอน ระหว่างทำการอภิปราย

1.4 ขั้นกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง มีรูปแบบของการจัดกิจกรรม
เป็นการให้นักเรียนนำเนื้อหาที่เรียนไปสร้างโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องอาศัยวัตถุดิบจากโลหะที่
เรียน ในการทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง
ควรใช้รูปแบบของการสร้างชิ้นงานที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดในการนำความรู้ที่เรียนไปใช้
ในชีวิตประจำวัน ได้จริง ให้สอดคล้องกับบริบททางสังคมที่นักเรียนอยู่

1.5 ประเมินผล การประเมินผลโดยการบันทึกอนุทินจะช่วยให้เด็กนักเรียนมีการทบทวน
ความรู้ที่ได้เรียนในแต่ละชั่วโมง ซึ่งผู้สอนควรเน้นนักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการบันทึกอนุทิน
เพื่อให้นักเรียนตั้งใจในการเขียนบันทึก

2. ในการวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ในทุก
แนวคิด โดยแนวคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุด คือ แนวคิด เรื่อง ขั้นตอนการแยกแร่ออกจาก
สินแร่ รองลงมา คือ แนวคิด การผลิตโลหะ เรื่อง การย่างแร่ รองลงมา คือ แนวคิด เรื่อง มลพิษและ
การกำจัดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต รองลงมา คือ แนวคิด การผลิตโลหะ เรื่อง การถลุงโดย
วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย ในส่วนของแนวคิด การผลิตโลหะ เรื่อง การถลุงโดยใช้ตัวรีดิวซ์ เป็น
แนวคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาในแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การย่างแร่ พบว่าสาเหตุที่ทำให้เด็กนักเรียนมี
แนวคิดคลาดเคลื่อนอาจเนื่องมาจาก วิธีการสอนของผู้สอนที่ให้นักเรียนดูตัวอย่างสมการเคมี
เกี่ยวกับการย่างแร่ แต่ขาดการเน้นย้ำให้นักเรียนเข้าใจว่าสารตั้งต้นที่ใช้ในการย่างแร่ควรมีลักษณะ
อย่างไร จึงทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นครูควรจัดการเรียนการสอนและอธิบาย
เกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้ให้ชัดเจน โดยให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากผู้สอนเตรียมใจแล้วอภิปรายร่วมกัน ซึ่ง
ผู้สอนควรยกสมการเคมีที่เกี่ยวข้องกับการย่างแร่ให้นักเรียนดูหลายสมการ โดยให้นักเรียนจัดกลุ่ม
สมการที่ต้องผ่านกระบวนการย่างแร่ ควรใช้สินแร่ที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนสามารถจับ
แนวคิดได้ถูกต้องและชี้ให้เห็นถึงแนวคิด เรื่อง การย่างแร่ว่าไม่เกี่ยวข้องกับความชื้นที่มีอยู่ในตัว
สินแร่

2.1 การที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง การผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้ตัวรีดิวซ์ โดยเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า สินแร่ขนาดเล็ก ต้องผ่านกระบวนการอย่างเร็ว ก่อนจึงจะสามารถใช้ตัวรีดิวซ์ในการถลุงอาจเกิดเนื่องจาก สมการเคมีที่ผู้สอนนำมาใช้เป็นตัวอย่างในการเรียน เรื่อง การถลุงด้วยโลหะ สารตั้งต้นต้องผ่านกระบวนการอย่างเร็วจึงทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นครูจึงควรจัดการเรียนการสอนทั้ง 2 เรื่องให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการอย่างเร็วกับการถลุงด้วยตัวรีดิวซ์เป็นคนละส่วนกัน และในการสอนเรื่องการสกัดด้วยตัวรีดิวซ์ครูควรเลือกยกตัวอย่างสินแร่ที่ใช้ในการถลุงด้วยตัวรีดิวซ์ให้ชัดเจน เพื่อป้องกันความสับสนของนักเรียน

2.2 การที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การผลิตโลหะด้วยวิธีการถลุงโดยใช้ตัวทำละลาย อาจเนื่องจาก นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องการสกัดด้วยตัวทำละลายไม่ดีพอ ดังนั้นครูควรจัดมีการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจวิธีการเลือกตัวทำละลาย

2.3 นอกจากนี้สาเหตุที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง มลพิษและการกำจัด มลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต นักเรียนไม่สามารถระบุวิธีการกำจัดมลพิษได้ ดังนั้นครูควรสอนเรื่อง มลพิษและการกำจัดมลพิษคู่ขนานไปกับเนื้อหา ไม่ควรแยกเป็นเรื่องย่อย และจัดการเรียนการสอนในตอนท้ายของบทเรียน เพื่อทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเกิดจิตสำนึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ควรมี 5 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนควรมีรูปแบบการสอนที่หลากหลาย เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา
2. ในการเลือกสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อม ควรเป็นสถานการณ์ที่เกิดในสังคมหรือบริเวณที่นักเรียนสามารถเข้าใจบริบทของปัญหาได้จริง

3. ข้อควรระวังในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม คือ การรักษาเวลาที่ใช้ในการทำแต่ละกิจกรรม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการทำแบบประเมินตนเองของนักเรียนในการเรียนเป็นแบบสอบถามปลายปิด (Closed - ended Form)แบบจัดอันดับ (Rank Order) เพื่อให้ให้นักเรียนจัดอันดับความเข้าใจในเนื้อหาจากการจัดกิจกรรมแต่ละชั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มขึ้นจากการบันทึกอนุทินการเรียนรู้
2. ควรมีการสร้างแบบวัดความรู้เรื่องการนำความรู้ไปใช้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการนำความรู้ไปใช้ของนักเรียน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กองบรรณาธิการ. 2553. “มลพิษมาบตาพุด จุดเปลี่ยนอุตสาหกรรมไทย” กรุงเทพมหานคร
(20 กุมภาพันธ์ 2553): 5.

กาญจนา คังคะประดิษฐ์. 2547. การสอนให้เกิดแนวคิด เรื่อง พันธะเคมีตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอน
วิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขนิษฐา อินทาศรี. 2553. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและสารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการ
สอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขา
วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จิตตินันท์ สาตะนิมิ. 2550. การสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร.
วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จ่านง พรายเข้มแข. 2516. เทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
ไทยวัฒนาพานิช.

ชาตรี ตำราญ. 2544. ครูรู้ได้อย่างไรว่าเด็กเกิดการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์
วงศ์.

ตัวนริสา ตัวนสุหลง. 2552. ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ
สังคม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- ทิตานา แวมมณี. 2548. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มังกร ทองสุคดี. 2522. ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตการพิมพ์.
- นุรีชาน คอเลาะ. 2552. ผลของการเรียนรู้จากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนโรงเรียน
เอกชนสอนศาสนาอิสลาม. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ประหยัด โพธิ์ศรี. 2550. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
และสังคม (STS). วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พัดชา เพิ่มพิพัฒน์. 2546. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำความรู้วิชา
วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนตาม
แนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พูนสุข แซ่มชู. 2548. ผลการจัดการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน,
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. 2534. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่: เชียงใหม่คอม
เมอร์เชียล.

- ยุบล ชงวิชัย. 2552. ความตระหนักและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม(STS). วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รพีพร โตไทยะ. 2540. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- โรชวรรณา เซพโฆลาม. 2551. ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือและเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ลาภิสรินทร์ บุญประเสริฐ. 2552. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนรู้เรื่องดินและปัญหามลพิษ ทางดินของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดงสวรรค์วิทยา โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS). วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรรณดี จันทร์วงศ์. 2547. การใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิมที่มีต่อแนวคิดเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยคริสเตียน. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. 2522. “การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ.” วารสารวิจัยทางการศึกษา. 19: 18-32.
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. 2545. 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อการพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

สุพัตรา จันทรโฆษิต. 2552. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนแบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภากร พุดสุข. 2547. ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคพังงา. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุภาวดี แก้วงาม. 2549. ความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิตมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541. วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

อรรพรรณ สิทธิสิริกุลวัฒน์. 2549. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อรอนงค์ สอนสนาม. 2553. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อารีชา นะธานี. 2548. การศึกษาสภาพปัญหาและการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์ของครู ตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ใน
กรุงเทพมหานครและจังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษา
วิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Aikenhead, G. S. 1988. **Teaching Science through a Science-Technology-Society-
Environment Approach : An Instruction Guide** (Online). [www.eric.ed.gov /
ERICDocs /data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/22/48/4f.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/22/48/4f.pdf), March 28,
2010.

Anon. **STSE Education Developing Expertise and Motivation to Address STSE Issues**
(Online). <http://webpace.oise.utoronto.ca/~benzela//STSEEd.html>, January 15, 2010.

Anon. **Science, technology, society and environment education** (Online). [www.
absoluteastronomy.com/topics/Science,_technology,_society_and_environment_
education](http://www.absoluteastronomy.com/topics/Science,_technology,_society_and_environment_education), January 15, 2010.

Anon. **Critical conversations and new directions in science centres and science museums**
(Online). www.redorbit.com/news/science/5246/t_kuhn_meets_t_rex/, January 26, 2011.

Arends, R. I. 1998. **Learning to teach**. 4th ed. Boston: McGraw-Hill.

Bilgin, I. 2006b. The Effects of Pair Problem Solving Technique Incorporating Polya's Problem
Solving Strategy on Undergraduate Students' Performance in Chemistry (Online).
www.eric.ed.gov/PDFS/ED495502.pdf, July 7, 2010.

Bencze, J. L. 2008. **STSE Education Developing Expertise and Motivation to Address STSE
Issues** (Online). [webpace.oise.utoronto.ca/~ benzela/
STSEEd .html](http://webpace.oise.utoronto.ca/~benzela/STSEEd.html), January 26,
2010.

Boujaoude, S. B. 1990a. **The Relationship Between Students' Learning Strategies and the Change in their Chemical Misunderstandings during a High School Chemistry Course** (Online). www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/20/62/82.pdf, March 28, 2010.

_____. 1991b. **The Relationship Between Students' Approaches to Studying, Formal Reasoning Ability, Prior Knowledge, and Gender and Their Achievement in Chemistry** (Online). www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/22/f7/a7.pdf, March 28, 2010.

Bruner, J.S. *et al.* (1956) **A Study of Thinking**. London: Chapman & Hall Limited.

Cecco, D. *et al.* 1974. **The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology**. 2nd ed. Englewood: Pentice-Hall.

Crowl, T. K. and S. Kaminsky. 1997. **Educational Psychology: Windows on Teaching**. Time Mirror Higher Education Group.

Instructional Resources Branch Curriculum and Instruction Division Saskatchewan Education. **1992. A Science-Technology-Society-Environment (STSE) Approach to Science Education** (Online). www.sasked.gov.sk.ca/docs/biology/currsci.html, July 7, 2010.

Jacobsen, D. and C. Dulaney. 1985. **Methods for teaching: a skills approach**. 2nd ed. Ohio: Merrill.

Kim, M. 2003. **Integrity in life, teaching, and science education** (Online). www.ccfi.educ.ubc.ca/publication/insights/v08n02/contextualexplorations/sumara/mijung.html, March 28, 2010.

Klausmeier, J. H. 1985. **Educational Psychology**. 5th ed. New York: Harper & Row.

Line, K. K. 2000. **Exploring Science in Early Childhood Education: a development approach.** 3rd ed. University of Louisville. Delmar Thomson Learning. USA.

McDonald, F.J. 1960. **Educational Psychology.** 2nd ed. San Francisco : Wadsworth Publishing.

_____ and W. M. Roth. 2008. **Rethinking the ethics of scientific knowledge: a case study of teaching the environment in science classrooms** (Online). [www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno= EJ835217](http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=EJ835217), March 28, 2010.

Page, G. T. and J. B. Thomas. 1977. **International Dictionary of Education.** London: Kogan Page.

Pedretti, E. G. *et al.* 2006. **Promoting Issues-based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology** (Online). www.ucalgary.ca/uofc/Others/ihpst07/proceedings/IHPST07%20papers/117%20Pedretti.pdf, January 15, 2010.

Richardson, G. and D. Blades. 2000. **Social Studies and Science Education: Developing World Citizenship Through Interdisciplinary Partnerships** (Online). www.quasar.ualberta.ca/css/Css_35_3/ARDeveloping_world_citizenship.htm, January 26, 2010.

Romey, W. D. 1968. **Inquiry Techniques for Teaching Science.** New Jersey : Prentice –Hall.

Rosario, B. I. 2008. **Science, Technology, Society and Environment (STSE) Approach in Environmental Science for Nonscience Students in a Local Culture** (Online). www.ejournals.ph/index.php?journal=DDCPJ&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=1248, January 26, 2011.

- Sund, R. B. and L. W. Trowbridge. 1973. **Teaching Science by Inquiry in secondary school.** 2nd ed. Ohio: A bell & Howell.
- Turner, R. S. 2008. **Why We Teach School Science, and Why Knowing Why Matters** (Online). www.scribd.com/doc/44194166/Keynote-Why-We-Teach-School-Science, January 28, 2011.
- Weil, M. and B. Joyce. 1978. **Information Processing Model of Teaching.** New Jersey: Prentice-Hall.
- Woolfolk, A. E. 1995. **Educational psychology.** 6th ed. Ohio: A Simon & Schuster.
- Yoruk, N. *et al.* 2009. **The effects of science, technology, society and environment (STSE) education on students' career planning** (Online). www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/45/1b/53.pdf, January 15, 2010.
- Zandvliet, D. B. 2010. "An Ecological Framework for Science Education." **The Open Education Journal** 10(3): 34-43.
- Zeyer, A . 2007a. **The Impact of a Secondary I STSE Science Curriculum on Students, Science Teachers, and their Schools** (Online). <http://naserv.did.gu.se/ESERA2007/pdf/509.pdf>, January 15, 2010.
- _____. 2008b. **Students' post-ecological discourse in a secondary one STSE(science-technology-society-environment) education** (Online). www.zora.uzh.ch/9637/2/Zeyer_students_and_postecologism_NARST08_defV.pdf, January 15, 2010.





ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ.มณีภรณ์ ทฤษณาวดี

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

2. อาจารย์ถนอมจิตต์ เสนมา

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร

3. อาจารย์ไพรินทร์ กาญจนบุตร

โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร



บันทึกแผนการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 1
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553

ระดับชั้น ม. 6 ห้อง 61- 64 กลุ่มการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อุตสาหกรรมแร่ทองแดง เวลา 100 นาที

รหัสวิชา ว 43225 รายวิชา เคมี 5

ผู้สอน นางสาวสุวรรณา อัมพรदनัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

1. ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล ศึกษาวิเคราะห์ อธิบายแหล่งแร่ทองแดง กระบวนการผลิต การนำไปใช้ประโยชน์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายแหล่งแร่ทองแดงและความสำคัญของแร่ทองแดงในประเทศไทยได้
2. อธิบายกระบวนการเตรียมและการผลิตแร่ทองแดงได้
3. ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาการนำแร่ทองแดงไปใช้ประโยชน์ได้
4. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

3. สารสำคัญ

แร่ทองแดงที่ใช้ในการผลิตโลหะทองแดงส่วนมากจะเป็นแร่ประเภทซัลไฟด์ มีสองชนิดคือ แร่ทองแดงคาลโคไซต์(Cu_2S)มี Cu ประมาณ 79.8% และแร่ทองแดงคาลโคไพไรต์ (Cu FeS_2) มี Cu ประมาณ 34.5% แร่ทองแดงออกไซด์ (Cu_2O) แต่ปริมาณที่พบนี้น้อย และแร่ทองแดงคาร์บอเนต $\text{CuCO}_3 (\text{OH})_2$ เรียกกันทั่วไปว่า Malachite มีสีเขียวสวยงามมาก สำหรับประเทศไทยนั้นแร่ทองแดงพบที่จังหวัดเลย หนองคาย ขอนแก่น นครราชสีมา ตาก อุดรดิตถ์ แพร่ น่าน ลำปาง ลำพูน เพชรบูรณ์ ลพบุรี ฉะเชิงเทรา และกาญจนบุรี

การเตรียม

โลหะทองแดงสามารถเตรียมได้โดยวิธีการถลุง การถลุงทองแดงทำได้โดยการเผาแร่คาลโคไพไรต์ในอากาศ ซึ่งเรียกว่า การย่างแร่ จะได้คอปเปอร์(I)ซัลไฟด์ ไอร์ออน(II)ออกไซด์ และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังสมการ $2\text{CuFeS}_2(\text{s}) + 4\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cu}_2\text{S}(\text{s}) + 2\text{FeO}(\text{s}) + 3\text{SO}_2(\text{g})$

แยกแก๊ส SO_2 ออก จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปเผาพร้อมกับออกไซด์ของซิลิกอนในเตาถลุง FeO จะทำปฏิกิริยากับออกไซด์ของซิลิกอน ได้กากตะกอน ดังสมการ $\text{FeO(s)} + \text{SiO}_2\text{(s)} \rightarrow \text{FeSiO}_3\text{(l)}$

ส่วนคอปเปอร์ (II) ซัลไฟด์ เมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูงจะสลายตัวได้เป็นคอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์ ในสถานะของเหลวซึ่งสามารถแยกออกได้ และในขั้นสุดท้ายเมื่อแยกคอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์ในอากาศ บางส่วนจะเปลี่ยนเป็นคอปเปอร์ (I) ออกไซด์ ดังสมการ $2\text{Cu}_2\text{S (s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O(s)} + \text{SO}_2\text{(g)}$

และคอปเปอร์ (I) ออกไซด์กับคอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์ จะทำปฏิกิริยากัน โดยมีซัลไฟด์ ไอออนเป็น ตัวรีดิวซ์ ดังสมการ $2\text{Cu}_2\text{O(s)} + \text{Cu}_2\text{S (s)} \rightarrow 6\text{Cu(l)} + \text{SO}_2\text{(g)}$

แต่ยังมีสิ่งเจือปนจึงต้องนำไปทำให้บริสุทธิ์ก่อน โดยทั่วไปจะใช้วิธีแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

สมบัติและประโยชน์ของทองแดง

- โลหะทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ 99.95% ขึ้นไป จะมีประสิทธิภาพในการนำไฟฟ้าได้ดีมาก จึงถูกนำมาใช้มากในอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- ใช้โลหะทองแดงทำท่อในอุปกรณ์ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ
- ใช้ทำอุปกรณ์เกี่ยวกับรถยนต์ อาวุธ เหริยญญาปณ์ และตราต่างๆ
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (จุนสี) ใช้ฆ่าเชื้อราและสาหร่าย

4. การเรียนรู้

4.1 ความรู้ (K)

1. กระบวนการผลิตแร่ทองแดง
2. การนำไปใช้ประโยชน์ของแร่ทองแดง

4.2 ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด (P)

1. ทักษะการสำรวจค้นหา
2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
3. ทักษะการทำงานกลุ่ม

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเป็นผู้มีความซื่อสัตย์

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)

1. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่โลหะทองแดง

2. นิทรรศการ “อุตสาหกรรมสะอาด”

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นรู้ให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูล (15 นาที)

- ครูให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง เหมือน ใหญ่พ่นพิษลงแม่น้ำในผู้เจียน ปลาตายเกือบ 2 ล้านกก.
- ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3 คน เพื่อร่วมกันอภิปรายประเด็นต่อไปนี้
 - ข่าวนักเรียนอ่านเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร
แนวตอบ เป็นเรื่องของมลพิษจากเหมืองทองแดงได้ปนเปื้อนแม่น้ำในมณฑลผู้เจียน ส่งผลให้มีปลาตายจากสารพิษมหาศาล 1.89 ล้านกิโลกรัม
 - ถ้านักเรียนเป็นชาวมณฑลผู้เจียน นักเรียนจะรับเงินชดเชยหรือไม่ อย่างไร
แนวตอบ ไม่ควรรับเงินชดเชย และควรรวมตัวกันเพื่อเรียกร้องให้บริษัทที่จ่ายเงินชดเชยในการกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้น
 - นักเรียนคิดว่าจะมีโอกาสเกิดเหตุการณ์ข้างต้นที่ประเทศไทยหรือไม่ อย่างไร
แนวตอบ มี เพราะ ประเทศไทยมีแหล่งแร่ทองแดงที่จังหวัดเลย หนองคาย ขอนแก่น นครราชสีมา ตาก อุดรดิตต์ แพร่ น่าน ลำปาง ลำพูน เพชรบูรณ์ ลพบุรี จะเขิงเทรา และกาญจนบุรี ซึ่งถ้าไม่มีการควบคุมที่ดี อาจเกิดปัญหาการรั่วของทองแดงลงสู่สิ่งแวดล้อมได้
 - ถ้านักเรียนมีที่ดินอยู่ในจังหวัดดังกล่าว และต้องการเปิดโรงงานผลิตทองแดง นักเรียนคิดว่านักเรียนควรศึกษาในประเด็นใดบ้าง ต้องมีการควบคุมอย่างไรเพื่อไม่ให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม
แนวตอบ ผ่านกระบวนการแยกแยะด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมดินแร่ การผลิตโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์ การควบคุมมลพิษ คือ ต้องกำจัดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม
- ครูสุ่มเลือกนักเรียน 1 กลุ่ม เพื่อนำเสนอสิ่งที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นให้อิสระในการค้นคว้า การซักถามและการอภิปราย (25 นาที)

- นักเรียนร่วมกันศึกษาเอกสาร แร่ทองแดง ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการผลิตแร่ทองแดง และประโยชน์ของการนำแร่ทองแดงไปใช้

2. ครูให้นักเรียนเขียนขั้นตอนของกระบวนการผลิตทองแดงลงในสมุด
3. ครูให้นักเรียนจับคู่และอภิปรายขั้นตอนกระบวนการผลิตทองแดงตามที่แต่ละคนเข้าใจ
4. ครูให้นักเรียนจับกลุ่ม 4 คนอภิปรายขั้นตอนกระบวนการผลิตทองแดงและเขียนแผนผังกระบวนการผลิตทองแดงในกระดาษฟลิปชาร์ต
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังกระบวนการผลิตทองแดงหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายผลร่วมกับผู้เรียน (35 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้
 - สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตทองแดง คือ อะไร
 แนวตอบ คาลโคไซต์ (chalcocite) (Cu_2S) คาลโคไพไรต์ (chalcopyrite) (CuFeS_2)
 มาลาไคต์ (Malachite) ($\text{CuCO}_3 (\text{OH})_2$) ทองแดงออกไซด์ (Cu_2O)
 - การย่างแร่ในกระบวนการผลิตทองแดง หมายความว่าอย่างไร
 แนวตอบ การนำสินแร่ทองแดงที่เป็นซัลไฟด์มาทำให้เป็นสารประกอบออกไซด์
 ด้วยการนำไปเผากับแก๊สออกซิเจน
 - กระบวนการผลิตแร่ทองแดงมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง
 แนวตอบ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ การผลิตโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์
 - ทองแดงมีการนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
 แนวตอบ
 - โลหะทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ 99.95% ขึ้นไป จะมีประสิทธิภาพในการนำไฟฟ้าได้ดีมาก จึงถูกนำมาใช้มากในอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
 - ใช้โลหะทองแดงทำท่อในอุปกรณ์ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ
 - ใช้ทำอุปกรณ์เกี่ยวกับรถยนต์ อากาศ เหยือกษาปณ์ และตราต่างๆ
 - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (จุนสี) ใช้ฆ่าเชื้อราและสาหร่าย
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเรื่องมลพิษที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมการผลิตแร่ทองแดงและหาวิธีป้องกัน หรือ ควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้น
3. ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นกระตุ้นผู้เรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง (15 นาที)

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการนำโลหะทองแดงไปใช้ในผลิตภัณฑ์
2. ครูให้นักเรียนวางแผนการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าว
3. นักเรียนเขียนแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตและแนวทางการป้องกันมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต
4. นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นไปจัดนิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเขียนอนุทินหลังการเรียนรู้ ในประเด็นต่อไปนี้
 - สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ คือ อะไร
 - นักเรียนเข้าใจเรื่องใดมากที่สุด
 - นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยในเรื่องใดบ้าง
 - นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนในวันนี้หรือไม่
 - นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงการสอนในเรื่องใด
2. ครูประเมินการเรียนรู้จากนักเรียนดังนี้
 - สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงานร่วมกัน
 - สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน
 - ประเมินจากเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่ทองแดง
 - ประเมินจากนิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”
7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้ / เครื่องมือวัดผล
 1. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่ทองแดง
 2. นิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”
8. ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา / หัวหน้าฝ่าย / หัวหน้ากลุ่มสาระ การเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....
9. บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

บันทึกแผนการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 2
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553

ระดับชั้น ม. 6 ห้อง 61- 64 กลุ่มการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุตสาหกรรมแร่สังกะสี,แคดเมียมและพลวง เวลา 100 นาที

รหัสวิชา ว 43225 รายวิชา เคมี 5

ผู้สอน นางสาวสุวรรณา อัมพรदनัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

1. ผลการเรียนรู้

1.สืบค้นข้อมูล ศึกษาวิเคราะห์ อธิบายแหล่งแร่สังกะสีและแคดเมียม และแหล่งแร่พลวง กระบวนการผลิต การนำไปใช้ประโยชน์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.อธิบายแหล่งแร่และความสำคัญของแร่สังกะสี,แคดเมียมและพลวงในประเทศไทยได้
- 2.อธิบายกระบวนการผลิตแร่สังกะสี,แคดเมียมและพลวงได้
- 3.ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาการนำแร่สังกะสี,แคดเมียมและพลวงไปใช้ประโยชน์ได้
- 4.ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

3. สารสำคัญ

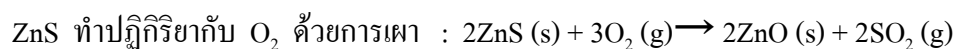
สังกะสี (Zn)

แหล่งที่พบ แร่สังกะสี พบในรูปสังกะสีซัลไฟด์ เช่น แร่เฮมิเมอร์ไฟต์

($Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2(H_2O)$) แร่สมิทซอไนต์ ($ZnCO_3$) และแร่ซิงไคต์ (ZnO) สำหรับแร่สังกะสีที่พบมากที่สุดในโลก คือ แร่สฟาเลอไรต์ (ZnS) แร่สังกะสีพบมากที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

การถลุงโลหะสังกะสี

ขั้นที่ 1 นำแร่สังกะสี เช่น ZnS , $ZnCO_3$ มาทำให้เป็นออกไซด์

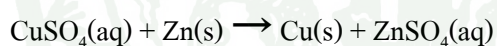
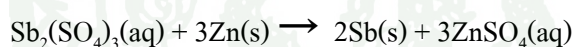
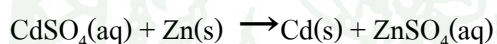


ขั้นที่ 2 นำสังกะสีออกไซด์ (ZnO) มาแยก Zn ออกโดยทำปฏิกิริยากับถ่านโค้ก ดังนี้



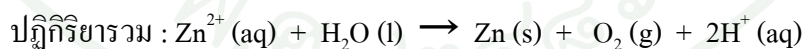
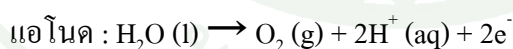
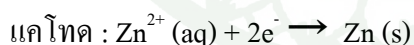
COที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับZnOต่อแยกZnได้ดังสมการ $\text{ZnO(s)} + \text{CO(g)} \rightarrow \text{Zn(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$
 CO_2 ที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับ C ที่เหลือเกิด CO ซึ่งสามารถนำไปใช้แยกZnออกจากZnO ดังสมการ
 $\text{C(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO(g)}$ การถลุง Zn ต้องทำที่อุณหภูมิ 1100°C ได้ Zn เป็นของเหลวที่มีสารปนเปื้อนผสมอยู่ มัก เป็นแคดเมียมกับตะกั่ว จึงต้องแยกสารเหล่านี้ด้วยการนำของเหลวที่มีสารผสมไปกลั่นลำดับส่วน

การถลุงแร่สังกะสี ที่จังหวัดตาก แร่ที่ถลุงอยู่ในรูปซิลิเกต คาร์บอเนต และออกไซด์ปนกัน นำแร่นี้มาบดให้ละเอียดเป็นผงด้วยเครื่องบดเปียก แล้วให้ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ได้สารละลาย ZnSO_4 จากนั้นทำสารละลายนี้ให้เป็นกลางด้วยหินปูนหรือปูนขาว กรองกากแร่ ออกส่งไปยังบ่อเก็บกากแร่ปรับให้มีสภาพเป็นกลางด้วยปูนขาว ส่วนสารละลายที่กรองได้จะมีเกลือซัลเฟตของแคดเมียม พลวง ทองแดง ละลายอยู่ ซึ่งจะแยกออกด้วยการเติมผงสังกะสีลงไป ในสารละลาย ดังนี้



แยกตะกอนออกจากสารละลาย ZnSO_4 ด้วยเครื่องกรองตะกอนแบบอัด จะได้กากแคดเมียม พลวง และทองแดง สำหรับสารละลาย ZnSO_4 ถูกส่งไปโรงแยก Zn ด้วยไฟฟ้า

เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปในสารละลาย ZnSO_4 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ดังนี้



จากปฏิกิริยาที่แคโทดจะเกิด Zn เกาะที่ขั้ว และที่แอโนดจะเกิดแก๊สออกซิเจนและ สารละลายประกอบด้วย SO_4^{2-} กับเกิด H^+ รวมกันเป็นสารละลายกรดซัลฟิวริกขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการสกัดแร่สังกะสีได้อีก

แร่สังกะสีนอกจากจะพบที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากแล้ว ยังพบที่จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และพะเยา แต่พบอยู่ในรูปแร่สฟาเลอไรต์ (ZnS) ซึ่งในการถลุงต้องใช้เตาอย่างแร่เพื่อ กำจัดกำมะถันออกและเปลี่ยนแร่เป็นออกไซด์ แล้งจึงนำไปถลุงตามขั้นตอนที่แสดงข้างต้น

การนำสังกะสีไปใช้ประโยชน์

ใช้ในอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย คือ Zn ใช้ทำถ่านไฟฉาย ใช้สังกะสีเคลือบแผ่นเหล็ก ทำสังกะสีมุงหลังคา ใช้สังกะสีผสมโลหะทองแดงเป็นโลหะผสมเรียกว่า ทองเหลือง ใช้ใน อุตสาหกรรมสี ยา และอาหารสัตว์ ใช้สังกะสีในรูปสังกะสีออกไซด์ (ZnO)

การถลุงโลหะแคดเมียม

การผลิตสังกะสีที่จังหวัดตากจะมีกากของเสียที่สำคัญมาก คือ กากแคดเมียม ซึ่งเป็นสารพิษที่ร้ายแรง การถลุงโลหะแคดเมียมที่ได้จากขบวนการผลิตสังกะสี ทำได้โดยนำกากแคดเมียมมาบดให้ละเอียดแล้วเติมกรด H_2SO_4 เพื่อให้ละลาย แล้วปรับ pH ให้เป็นกลางด้วย $CaCO_3$ แล้วกรองเอาตะกอนออก จากนั้นเติมสังกะสีลงในสารละลายที่กรองได้จะเกิดแคดเมียมพรุณตกตะกอนแยกตะกอนพรุณของแคดเมียมนี้ไปสกัดด้วยกรด H_2SO_4 อีกครั้ง แล้วทำให้เป็นกลางด้วย $CaCO_3$ กรองและนำสารละลายที่ได้ไปแยกด้วยไฟฟ้าจะได้แคดเมียมเกาะที่แคโทด จากนั้นนำแคดเมียมที่ได้ไปหล่อเป็นแท่งหรือก้อนกลม

การนำแคดเมียมไปใช้ประโยชน์

ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ สี และพลาสติก ใช้เคลือบเหล็กกล้า ทองแดง เพื่อป้องกันการผุกร่อน

พลวง

พลวงเป็นโลหะชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรม ประเทศไทยเริ่มมีการผลิตแร่พลวงตั้งแต่ พ.ศ. 2486 โดยเริ่มมีการผลิตส่วนใหญ่ในภาคเหนือ และมีการผลิตอย่างจริงจังตั้งแต่ พ.ศ. 2506 ทำให้แร่พลวงมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมเหมืองแร่ แหล่งแร่พลวงที่สำคัญ ได้แก่ แหล่งแร่ในบริเวณอำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน อำเภอแจ้ห่มและเสริมงาม จังหวัดลำปาง อำเภอลอง และอำเภอวังจั่น จังหวัดแพร่ อำเภอบ้านนาสารและเวียงสระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และแหล่งแร่พลวงที่พบแหล่งใหม่ คือ ที่อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี นอกจากนี้ ยังพบแหล่งแร่พลวงที่น่าสนใจในจังหวัดต่างๆ คือ จังหวัดพะเยา เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ตาก สุโขทัย กาญจนบุรี ราชบุรี เลย นครศรีธรรมราช ชุมพร กระบี่ ระยอง และจันทบุรี

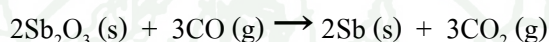
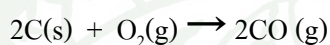
แร่พลวงที่พบส่วนใหญ่เป็นแร่พลวงเงิน (Stibnite; Sb_2S_3) และพลวงทอง (stibiconite; $Sb_2O_4 \cdot nH_2O$) แร่พลวงเงินมักพบเป็นแท่งเล็กเรียวยาวคล้ายเข็มหรือเป็นเม็ดเกาะกันเป็นก้อนมีสีเทาตะกั่ว มีความวาวแบบโลหะตรงผิวที่บริสุทธิ์ แร่พลวงทองเป็นแร่แปรสภาพมาจากแร่พลวงเงินพบเป็นลักษณะที่ผ่านกระบวนการผุมาแล้ว มีสีเหลืองอ่อน สีนํ้าตาลอ่อน หรือสีขาวคล้ำ มีลักษณะคล้ายหินผุ แต่ยังเห็นร่องรอยลักษณะเป็นรูปร่างของแร่เดิมอยู่

การถลุงพลวง

การถลุงแร่พลวงจะแตกต่างกันตามคุณภาพของแร่ เช่น การแยกพลวงออกจากแร่สดีบไนต์ (Sb_2S_3) มีขั้นตอนในการถลุงดังนี้

ขั้นที่ 1 อย่างแรก คือ การนำแร่พลวงที่เป็นซัลไฟด์มาทำเป็นออกไซด์ ด้วยการนำแร่สดีบไนต์ไปเผากับกำมะถันออกซิเจน และเกิดปฏิกิริยาดังนี้ $2\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{s}) + 9\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Sb}_2\text{O}_3(\text{s}) + 6\text{SO}_2(\text{g})$

ขั้นที่ 2 การแยกโลหะพลวงออกจากออกไซด์ของพลวง ผสมออกไซด์ของพลวง ถ่านหิน และโซเดียมคาร์บอเนต ในอัตราส่วน 20 : 4 : 1 โดยมวล ใส่ในเตาถลุงแบบนอนที่อุณหภูมิประมาณ $800 - 900^\circ\text{C}$ โดยใช้ น้ำมันเตาหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง เกิดปฏิกิริยาดังนี้



โซเดียมคาร์บอเนตที่ผสมใส่ลงไปถลุงเพื่อแยกสารปนเปื้อนต่าง ๆ ออกเป็นกากตะกอนลอยอยู่ผิวบนของโลหะหลอมเหลวที่ถลุงได้ ธาตุพลวงเหลวสู่เบ้าเหล็กหล่อเป็นแท่ง การนำพลวงไปใช้ประโยชน์

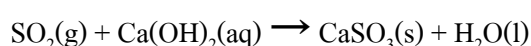
ใช้ในการทำโลหะผสม ผสมกับตะกั่วทำแผ่นกริดแบตเตอรี่ ผสมตะกั่วและดีบุกในการทำตะกั่วตัวพิมพ์และโลหะบัดกรีบางชนิด ใช้เป็นส่วนประกอบของกระสุนปืน ใช้ในอุตสาหกรรมไม้จืดไฟ ทำยาง ผ้า และผ้าทนไฟ และอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบ ใช้ในการหุ้มสายโทรศัพท์ สายไฟขนาดใหญ่ ทำหมึกพิมพ์โรเนียว

มลพิษและวิธีกำจัดมลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมโลหะสังกะสี แคดเมียมและพลวง

การถลุงพลวงและสังกะสีจะเกิดแก๊สพิษ คือ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากขั้นตอนการเผาไหม้แร่ หรือจากการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงซึ่งมีกำมะถันปนอยู่ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นแก๊สพิษที่ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อทั้งพืชและสัตว์

แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถ้าเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะเกิดอาการแสบจมูก หอบหืด อักเสบ ถ้าแก๊สนี้เข้าสู่ร่างกายปริมาณน้อยจะทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยเรื้อรัง เกิดโรคโลหิตจาง แต่ถ้าได้รับเข้าไปในปริมาณที่มากจะเป็นอันตรายต่อปอดโดยตรง ทำให้ปอดอักเสบ หอบหืดติดัน นอกจากนั้นแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังทำให้เกิดฝนกรด ซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งก่อสร้างที่เป็นหินปูน หินอ่อน และเหล็กที่เป็นโครงสร้าง ทำให้เกิดการผุกร่อน

การกำจัด SO_2 โดยผ่านลงไปนสารละลาย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ เกิดปฏิกิริยาดังนี้



การถลุงแร่สังกะสีนอกจากจะเกิดSO₂แล้วยังทำให้เกิดฝุ่นโลหะปนเปื้อนออกมาด้วย ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเช่นกัน จึงต้องระวังและต้องกำจัดฝุ่นออกก่อนจะปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

4. การเรียนรู้

4.1 ความรู้ (K)

1. กระบวนการผลิตสังกะสี, แคลเมียมและพลวง
2. การนำไปใช้ประโยชน์ของสังกะสี, แคลเมียมและพลวง

4.2 ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด (P)

1. ทักษะการสำรวจค้นหา
2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเป็นผู้มีความซื่อสัตย์

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)

1. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่สังกะสี, แคลเมียมและพลวง
2. นิทรรศการ “อุตสาหกรรมสะอาด”

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นรู้ให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูล (10 นาที)

1. ครูนำข่าว ด้านบริษัทขนแร่สังกะสีมีสารพิษจากพม่า ให้นักเรียนศึกษา
2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนให้สวมบทบาทเป็นคน 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1	เป็นชาวบ้านตำบลวาลย์ อำเภอบพพระ จังหวัด ตาก ให้แสดงข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงมลพิษที่เกิดขึ้นและผลกระทบจากมลพิษดังกล่าว
กลุ่มที่ 2	เป็นผู้ถือหุ้นบริษัท SCL รีซอร์สเชส จำกัด ให้แสดงข้อมูลการควบคุมมลพิษที่จะเกิดขึ้น และวิธีกำจัดมลพิษในกรณีที่เกิดการรั่วไหลของสารมลพิษ
กลุ่มที่ 3	เป็นประชาชนที่ติดตามข่าว ให้ฟังข้อมูลจากทั้งสองกลุ่มแล้วพิจารณาตัดสินใจว่าควรหรือไม่ควรหยุดการกระทำของบริษัทดังกล่าว
3. นักเรียนกลุ่มที่ 1, 2 นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ให้นักเรียนกลุ่มที่ 3 คิดตัดสินใจว่าควรจะให้บริษัท SCL รีซอร์สเชส จำกัด หยุดการกระทำหรือไม่
4. ครูถามคำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ดังนี้

- ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของโรงงานผลิตทองแดงและคิดว่าจะเปิดบริษัทผลิตสังกะสี นักเรียนคิดว่าโรงงานทั้งสองจะมีวิธีการผลิตเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
แนวตอบ เหมือนกัน คือ มีขั้นตอนการเตรียมสินแร่ การผลิตโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์

ขั้นที่ 2 ขั้นให้อิสระภาพในการค้นคว้า การซักถามและการอภิปราย (50 นาที)

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน โดยมีสมาชิกในกลุ่มๆละ 7 คน
2. ครูให้นักเรียนภายในกลุ่ม เลือกศึกษาหัวข้อคนละหนึ่งหัวข้อ ดังนี้

- การผลิตสังกะสี
- การผลิตแคดเมียม
- การผลิตพลวง
- ประโยชน์ของสังกะสี
- ประโยชน์ของแคดเมียม
- ประโยชน์ของพลวง
- มลพิษที่เกิดจากการผลิตสังกะสี แคดเมียมและพลวง

3. ครูให้นักเรียนจับกลุ่มใหม่ เรียก กลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยนักเรียนที่ได้หัวข้อที่ศึกษาเดียวกัน มาร่วมกันอภิปรายข้อความรู้ที่ได้ร่วมกัน
4. ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการอภิปรายในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเดิม
5. ครูให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้ในกลุ่มลงในกระดาษ A4

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายผลร่วมกับผู้เรียน (25 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตสังกะสี คือ อะไร

แนวตอบ แร่สฟาเลอไรต์ แร่เฮมิเมอร์ไฟต์ แร่สมิทซอไนต์ และแร่ซิงไคต์

- กระบวนการผลิตแร่สังกะสีมีกี่วิธี อะไรบ้าง

แนวตอบ 2 วิธี คือ ใช้ถ่านโค้กเป็นตัวรีดิวซ์ กับ ใช้สารละลายกรดซัลฟิวริก

- สังกะสีมีการนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

แนวตอบ ใช้ในอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย คือ Zn ใช้ทำกล่องถ่านไฟฉาย ใช้สังกะสีเคลือบแผ่นเหล็กทำสังกะสีมุงหลังคา ใช้สังกะสีผสมโลหะทองแดงเป็นโลหะผสม เรียกว่า ทองเหลือง ใช้ในอุตสาหกรรมสี ยา และอาหารสัตว์ ซึ่งใช้สังกะสีในรูปออกไซด์ของสังกะสี (ZnO)

- สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตแคดเมียม คือ อะไร

แนวตอบ คาลโคไซต์ (chalcocite) (Cu_2S) คาลโคไพไรต์ (chalcopyrite) (Cu FeS_2)
มาลาไคต์ (Malachite) ($\text{CuCO}_3 (\text{OH})_2$) ทองแดงออกไซด์ (Cu_2O)

- กระบวนการผลิตแคดเมียมมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง

แนวตอบ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ การผลิตโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์

- แคดเมียมมีการนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

แนวตอบ ใช้เป็นวัตถุพิษในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ สี และพลาสติก ใช้เคลือบเหล็กกล้า ทองแดง เพื่อป้องกันการผุกร่อน

- สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตพลวง คือ อะไร

แนวตอบ แร่พลวงเงิน (Stibnite; Sb_2S_3) และพลวงทอง (stibiconite; $\text{Sb}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

- กระบวนการผลิตพลวงมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง

แนวตอบ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ การผลิตโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์

- พลวงมีการนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

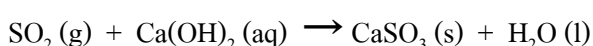
แนวตอบ ใช้ในการทำโลหะผสม ผสมกับตะกั่วทำแผ่นกริดแบตเตอรี่ ผสมตะกั่วและดีบุกในการทำตะกั่วพิมพ์และโลหะบัดกรีบางชนิด ใช้เป็นส่วนประกอบของกระสุนปืน ใช้ในอุตสาหกรรมไม้ขีดไฟ ทำยาง ผ้า และผ้าทนไฟ และอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบ ใช้ในการหุ้มสายโทรศัพท์ สายไฟขนาดใหญ่ ทำหมึกพิมพ์โรเนียว

- มลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมโลหะสังกะสี แคดเมียมและพลวง คือ สารใด

แนวตอบ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

- มลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมโลหะสังกะสี แคดเมียมและพลวง มีวิธีการกำจัดอย่างไร

แนวตอบ การกำจัด SO_2 โดยผ่านลงไปนสารละลาย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ เกิดปฏิกิริยาดังนี้



2. ครูให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนความคิดในการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการทำอุตสาหกรรมโลหะในบริบทของสังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
3. ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นกระตุ้นผู้เรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนสืบค้น โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการนำโลหะสังกะสี แคดเมียม พลวง ไปใช้ในผลิตภัณฑ์
2. ครูให้นักเรียนวางแผนการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าว
3. นักเรียนเขียนแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตและแนวทางการป้องกันมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต
4. นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นไปจัดนิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (5 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเขียนอนุทินหลังการเรียนรู้ ในประเด็นต่อไปนี้
 - สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ คือ อะไร
 - นักเรียนเข้าใจเรื่องใดมากที่สุด
 - นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยในเรื่องใดบ้าง
 - นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนในวันนี้หรือไม่
 - นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงการสอนในเรื่องใด
2. ครูประเมินการเรียนรู้จากนักเรียนดังนี้
 - สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงานร่วมกัน
 - สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน
 - ประเมินจากเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่โลหะสังกะสี แคดเมียมและพลวง
 - ประเมินจากนิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”
7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้ / เครื่องมือวัดผล
 1. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่โลหะสังกะสี แคดเมียมและพลวง
 2. นิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”
8. ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา / หัวหน้าฝ่าย / หัวหน้ากลุ่มสาระ การเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....
9. บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

บันทึกแผนการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553

ระดับชั้น ม. 6 ห้อง 61- 64 กลุ่มการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อุตสาหกรรมแร่ดีบุกและสังกะสี เวลา 100 นาที

รหัสวิชา ว 43225 รายวิชา เคมี 5

ผู้สอน นางสาวสุวรรณา อัมพรदनัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

1. ผลการเรียนรู้

- 1.สืบค้นข้อมูล ศึกษาวิเคราะห์ อธิบายแหล่งแร่ดีบุก กระบวนการผลิต การนำไปใช้ประโยชน์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- 2.สืบค้นข้อมูล ศึกษาวิเคราะห์ อธิบายแหล่งแร่สังกะสี กระบวนการผลิต การนำไปใช้ประโยชน์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.อธิบายแหล่งแร่ดีบุกและสังกะสีและความสำคัญของแร่ดีบุกและสังกะสีในประเทศไทยได้
- 2.อธิบายกระบวนการผลิตแร่ดีบุกและสังกะสีได้
- 3.ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาการนำแร่ดีบุกและสังกะสีไปใช้ประโยชน์ได้
- 4.ทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

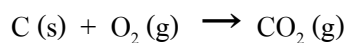
3. สาระสำคัญ

ดีบุก

ดีบุกเป็นโลหะสีขาวเป็นเงาคลายเงิน มีความถ่วงจำเพาะ 7.3 มีจุดหลอมเหลว 232°C เป็นโลหะเนื้ออ่อน แต่เหนียว ที่อุณหภูมิ 100°C สามารถรีดเป็นเส้นได้ แต่ถ้าที่อุณหภูมิ 200°C ดีบุกจะเปราะ ทวบแตกง่าย ดีบุกมีอันธรูปหลายแบบ เช่น ดีบุกเทา ดีบุกกรมบิก และดีบุกสีขาว พบในแร่แคสซิเทอไรต์ (SnO_2) พบมากทางภาคใต้และยังพบในภาคกลาง และภาคเหนือ แร่ดีบุกพบปนอยู่กับกากแร่อื่น ๆ เช่น อินเมไนต์ เซอร์คอน โมนาไซต์ โคลัมไบต์ และ ซิลิไซด์

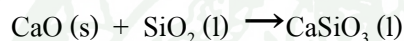
การถลุงดีบุก

ขั้นที่ 1 นำแร่ดีบุกผสมกับถ่านโค้กและหินปูน อัตราส่วน 20 : 4 : 5 โดยมวลนำไปใส่เตาถลุงที่มีไฟฟ้าหรือน้ำมันเตาให้ความร้อนเกิดปฏิกิริยาดังนี้



แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นแก๊ส

คาร์บอนมอนอกไซด์แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สำหรับแร่ดีบุกบางชนิดที่มีสารประกอบ SiO₂ ปนอยู่ ต้องกำจัดออกแล้วได้ผลิตภัณฑ์เป็นแคลเซียมซิลิเกต



ขั้นที่ 2 ดีบุกที่ผ่านการถลุงแล้วต้องมีการนำไปทำให้บริสุทธิ์อีกทีก่อนภาคโลหะที่เป็นตะกั่วที่มีดีบุกปนอยู่ ต้องมีการนำไปถลุงเอาดีบุกออกอีกครั้ง

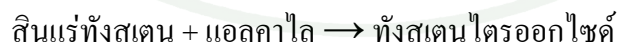
ประโยชน์ของดีบุก

ใช้เคลือบโลหะ ทำภาชนะบรรจุอาหาร ทำโลหะผสม ดีบุก ผสม ทองแดง เป็น ทองสัมฤทธิ์/ทองบรอนซ์ ดีบุก ผสมทองแดงและพลวง เป็น โลหะพิวเตอร์ ดีบุกผสมตะกั่ว เป็น ตะกั่วบัดกรี

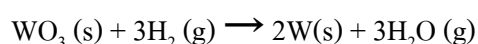
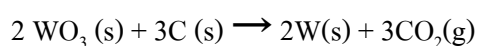
ทั้งสแตน เป็น โลหะสีเทาเงิน มีจุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี มีสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวต่ำ เมื่อผสมกับคาร์บอนจะมีความแข็งแรงมาก ทั้งสแตนส่วนใหญ่พบร่วมกับแร่ดีบุก สินแร่ของโลหะทั้งสแตนที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ วุลแฟรมไมต์ (Fe, Mn) และ ซีไลต์ (CaWO₄)

การถลุงทั้งสแตน

ขั้นที่ 1 นำสินแร่ทั้งสแตนทำปฏิกิริยากับถ่าน เกิดสารประกอบออกไซด์ดังสมการ



ขั้นที่ 2 รีดิวซ์สารประกอบออกไซด์ด้วยคาร์บอนหรือแก๊สไฮโดรเจน



ประโยชน์ของทั้งสแตน

ใช้ทำไส้และขั้วหลอดไฟฟ้า ชิ้นส่วนบริเวณผิวสัมผัสของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทำจากป้องกันความร้อนและรังสีในอุปกรณ์ต่างๆ ผสมกับเหล็กจะได้เหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงมาก

สำหรับใช้ทำเกราะในยานพาหนะ อาวุธสงคราม ทำมิด มีด โคน ตะไบ ใบเลื่อย ผสมกับคาร์บอน นิกเกิลและโคบอลต์จะมีความแกร่งเป็นพิเศษ จึงใช้ทำวัตถุสำหรับตัดเหล็กกล้า สารประกอบเรืองแสงของทั้งสแตนนำมาใช้เป็นสีเขียวและสีเหลืองในการย้อมไหมดกแต่งแก้วและเครื่องปั้นดินเผา

มลพิษและวิธีกำจัดมลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมโลหะดีบุกและทั้งสแตน

การถลุงดีบุกและทั้งสแตนจะเกิดมลพิษ คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม คือ เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน การกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีดังนี้

1. ผ่านสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
2. การฉีดคาร์บอนไดออกไซด์เหลวกลับเข้าไปในน้ำระดับลึกประมาณ 300-3600 เมตร เพื่อให้โมเลกุลของน้ำสร้างเป็นกรงขังไว้ แล้วกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์แข็ง ก็จะช่วยลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลกได้
3. การอัดฉีดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปใต้ พื้นผิวโลก เช่น บริเวณแหล่งน้ำมันเสื่อมโทรม ทางน้ำใต้ดินที่ใช้ไม่ได้หรือแหล่งถ่านหินที่ขุดไม่ได้

4. การเรียนรู้

4.1 ความรู้ (K)

1. กระบวนการผลิตแร่ดีบุกและทั้งสแตน
2. การนำไปใช้ประโยชน์ของแร่ดีบุกและทั้งสแตน

4.2 ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด (P)

1. ทักษะการสำรวจค้นหา
2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
3. ทักษะการทำงานกลุ่ม

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเป็นผู้มีความซื่อสัตย์

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)

1. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่ดีบุกและทั้งสแตน
2. นิทรรศการ “อุตสาหกรรมสะอาด”

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นรู้ให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูล (10 นาที)

1.ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง อุตสาหกรรมตีบุกทำลายป่าไม้และแนวปะการังในอินโดนีเซีย <http://www.youtube.com/watch?v=ijEftxHe0w&feature=related>

2.ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3 คน เพื่อร่วมกันอภิปรายประเด็นต่อไปนี้

- ชาวที่นักเรียนดูเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร

แนวตอบ เป็นเรื่องของมลพิษจากการทำเหมืองตีบุกที่ทำให้สภาพป่าไม้เปลี่ยนแปลงและน้ำที่ส่งผลกระทบต่อแนวปะการังตามแนวชายฝั่งของประเทศอินโดนีเซีย

- นักเรียนคิดว่า ถ้าไม่มีการควบคุมการทำเหมืองตีบุก จะเกิดผลกระทบอย่างไร

แนวตอบ สัตว์ป่าและสัตว์น้ำจะขาดที่อยู่อาศัย เนื่องจากมีการทำลายพื้นที่ป่าไม้มากขึ้น และแนวปะการังที่เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำถูกทำลาย

- นักเรียนคิดว่าเหมืองแร่ตีบุก มีกระบวนการถลุงแร่ตีบุกอย่างไร

แนวตอบ ผ่านกระบวนการแยกแร่ด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ การผลิตโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์

3.ครูสุ่มเลือกนักเรียน 1 กลุ่ม เพื่อนำเสนอสิ่งที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นให้อิสระในการค้นคว้า การซักถามและการอภิปราย (25 นาที)

1.ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีหน้าที่ต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 หาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต ประโยชน์และมลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมแร่ตีบุก

กลุ่มที่ 2 หาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต ประโยชน์และมลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมแร่ทั้งสแตน

กลุ่มที่ 3 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต ประโยชน์และมลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมแร่ตีบุกและทั้งสแตน

2.ครูกำหนดสถานการณ์ให้รัฐบาลต้องการทำการลงทุนด้านอุตสาหกรรม จึงมีการเปิดประมูลให้บริษัทต่างๆเข้ามาเสนอโครงการ โดยให้นักเรียนกลุ่มที่ 3 เป็นรัฐบาล และนักเรียนกลุ่มที่ 1, 2 เป็นบริษัทที่เข้ามาเสนองาน

3.ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ผลัดกันนำเสนอข้อมูลเป็นรอบๆคล้ายการโต้วาที เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนกลุ่มที่ 3 ตัดสินใจลงทุนกับบริษัทตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายผลร่วมกับผู้เรียน (55 นาที)

1.ครูให้นักเรียนร่วมอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตดีบุกคือ อะไร
แนวตอบ แร่แคสซิเทอไรต์ (SnO_2)
- กระบวนการผลิตดีบุกมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง
แนวตอบ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ การผลิตโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์
- ดีบุกมีการนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
แนวตอบ ใช้เคลือบโลหะ ทำภาชนะบรรจุอาหาร ทำโลหะผสม ดีบุกผสมทองแดง เป็นทองสัมฤทธิ์ ดีบุกผสมทองแดงและพลวง เป็นโลหะพิวเตอร์ ดีบุกผสมตะกั่ว เป็นตะกั่วบัดกรี
- สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งสแตนคือ อะไร
แนวตอบ วุลแฟรมไนด์ (Fe, Mn) และซีไลต์ (CaWO_4)
- กระบวนการผลิตทั้งสแตนมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง
แนวตอบ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ การผลิตโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์
- ขั้นตอนการผลิตโลหะของทั้งสแตนมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง
แนวตอบ 2 ขั้นตอน คือ
ขั้นที่ 1 นำสินแร่ทั้งสแตนทำปฏิกิริยากับต่าง เกิดสารประกอบออกไซด์
ขั้นที่ 2 รีดิวซ์สารประกอบออกไซด์ด้วยคาร์บอนหรือแก๊สไฮโดรเจน
- ทั้งสแตนมีการนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
แนวตอบ ใช้ทำไส้และขั้วหลอดไฟฟ้า ชิ้นส่วนบริเวณผิวสัมผัสของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทำจากป้องกันความร้อนและรังสีในอุปกรณ์ต่างๆ ผสมกับเหล็กจะได้เหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงมาก สำหรับใช้ทำเกราะในยานพาหนะ อาวุธสงคราม ทำมิด มิดโคน ตะไบ ใบเลื่อย ผสมกับคาร์บอน นิกเกิล และโคบอลต์จะมีความแกร่งเป็นพิเศษ จึงใช้ทำวัตถุสำหรับตัดเหล็กกล้า สารประกอบเรืองแสงของทั้งสแตนนำมาใช้เป็นสีเขียวและสีเหลืองในการย้อมไหมตกแต่งแก้วและเครื่องปั้นดินเผา

2.ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผล

ขั้นที่ 4 ขั้นกระตุ้นผู้เรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง (5 นาที)

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการนำโลหะดิบและทั้งสเดนไปใช้ในผลิตภัณฑ์
2. ครูให้นักเรียนวางแผนการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าว
3. นักเรียนเขียนแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตและแนวทางการป้องกันมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต
4. นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นไปจัดนิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (5 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเขียนอนุทินหลังการเรียนรู้ ในประเด็นต่อไปนี้
 - สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ คือ อะไร
 - นักเรียนเข้าใจเรื่องใดมากที่สุด
 - นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยในเรื่องใดบ้าง
 - นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนในวันนี้หรือไม่
 - นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงการสอนในเรื่องใด
2. ครูประเมินการเรียนรู้จากนักเรียนดังนี้
 - สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงานร่วมกัน
 - สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน
 - ประเมินจากเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่ดิบและทั้งสเดน
 - ประเมินจากนิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”
7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้ / เครื่องมือวัดผล
 1. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่ดิบและทั้งสเดน
 2. นิทรรศการ “อุตสาหกรรมสะอาด”
8. ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา / หัวหน้าฝ่าย / หัวหน้ากลุ่มสาระ การเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....
9. บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

บันทึกแผนการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 4
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553

ระดับชั้น ม. 6 ห้อง 61- 64 กลุ่มการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง อุตสาหกรรมแร่แทนทาลัม ไนโอเบียมและเซอร์โคเนียม เวลา 100 นาที

รหัสวิชา ว 43225 รายวิชา เคมี 5

ผู้สอน นางสาวสุวรรณา อัมพรคนัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

1. ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล ศึกษาวิเคราะห์ อธิบายแหล่งแร่แทนทาลัมและไนโอเบียม กระบวนการผลิต การนำไปใช้ประโยชน์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2. สืบค้นข้อมูล ศึกษาวิเคราะห์ อธิบายแหล่งแร่เซอร์โคเนียม กระบวนการผลิต การนำไปใช้ประโยชน์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายแหล่งแร่แทนทาลัม ไนโอเบียมและเซอร์โคเนียม และความสำคัญของแร่แทนทาลัม ไนโอเบียมและเซอร์โคเนียม ในประเทศไทยได้
2. อธิบายกระบวนการผลิตแร่แทนทาลัม ไนโอเบียมและเซอร์โคเนียม ได้
3. ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาการนำแร่แทนทาลัม ไนโอเบียมและเซอร์โคเนียม ไปใช้ประโยชน์ได้
4. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

3. สารสำคัญ

แทนทาลัม (Ta) - ไนโอเบียม (Nb)

แทนทาลัม (Ta) เป็นโลหะสีเทา มีความถ่วงจำเพาะ 16.6 จุดหลอมเหลว 2996°C เป็นโลหะที่ทนไฟ แข็งและมีความเหนียวใกล้เคียงกับเหล็กกล้า ไม่พบเกิดเป็นธาตุอิสระในธรรมชาติ แต่เกิดปนกับไนโอเบียม (Nb) ไทเทเนียม (Ti) และดีบุก (Sn) นอกจากนั้นยังอาจเกิดรวมกับยูเรเนียม (U) และทอเรียม (Th)

การถลุงแทนทาลัมและไนโอเบียม

นำตะกรันดิบคุณภาพดี และละลายในกรดผสมระหว่างกรด HF กับ H_2SO_4 แล้วเติมเมทิลไอโซบิวทิลลิโธน (MIBK) เพื่อละลายเอา Ta และ Nb แล้วเติมกรด H_2SO_4 เจือจาง พบว่า Nb ละลายในชั้นของกรด แล้วแยกออกมาปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลาย NH_3 จะได้ตะกอน จากนั้นนำตะกอนไปเผาจะได้ Nb_2O_5

สำหรับ Ta ที่ยังละลายอยู่ในสารละลายเมทิลไอโซบิวทิลลิโธน ซึ่งสามารถแยกออกมาได้ โดยการผ่านไอน้ำเข้าไปละลาย Ta ออกมาในรูปของ H_2TaF_7 จากนั้นเติมสารละลาย NH_3 จะได้ตะกอน เมื่อนำไปเผาจะได้ Ta_2O_5 หรือถ้านำ Ta ที่ละลายอยู่ในชั้นของน้ำมาเติมสารละลาย KCl ทำให้ตกผลึกในรูป K_2TaF_7

การนำแทนทาลัมและไนโอเบียมไปใช้ประโยชน์

แทนทาลัม (Ta) ใช้ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องส่งสัญญาณกันภัย เครื่องตั้งเวลา Ta ใช้ทำโลหะผสมสำหรับทำเครื่องบิน จรวด ชีปนาวุธ อุปกรณ์เตาปรมาณู ออกไซด์ของแทนทาลัมใช้ทำเลนส์

ไนโอเบียม(Nb) ใช้ผสมกับเหล็กกล้าทำท่อส่งแก๊ส วัสดุก่อสร้างของโรงงานเคมีภัณฑ์ และใช้ทำเลนส์ต่าง ๆ

ผลเสียของการผลิตโลหะ Ta และ Nb คือ ในการผลิตต้องใช้สารละลายกรดและเบส ดังนั้น จึงอาจมีกรดและเบสปนเปื้อนออกมากับน้ำทิ้ง หรือ กากตะกอน ดังนั้นการป้องกันทำได้ โดยการปรับให้เป็นกลางก่อน นอกจากนี้ยังมีตะกรันดิบที่ใช้ผลิตแทนทาลัม และไนโอเบียม อาจมีสารกัมมันตรังสี เช่น ยูเรเนียม (U) และ ทอเรียม (Th) ปนเปื้อน

เซอร์โคเนียม (Zr)

เซอร์โคเนียม (Zr) เป็นโลหะที่มีจุดหลอมเหลว $1852\text{ }^{\circ}\text{C}$ จุดเดือด $4377\text{ }^{\circ}\text{C}$ พบในรูปสินแร่เซอร์คอน ($ZrSiO_4$) ตามแหล่งแร่ดิบทุก บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย

การถลุงเซอร์โคเนียม

นำไปถลุงที่ $800-1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ใช้คาร์บอนเป็นตัวรีดิวซ์ นำมาเผาที่ $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ โดยฟ่นแก๊สคลอรีนตลอดเวลาจะได้ $ZrCl_4$ นำไปผ่านเครื่องควบแน่นจะได้ผลึก $ZrCl_4$ นำไปทำปฏิกิริยากับแมกนีเซียมภายใต้บรรยากาศแก๊สฮีเลียม จะเกิดปฏิกิริยาดังสมการ $ZrCl_4(s) + 6\text{ Mg}(l) \rightarrow Zr(s) + 2\text{ MgCl}_2(s)$

การนำเซอร์โคเนียมไปใช้ประโยชน์

เซอร์โคเนียมนำไปใช้ประโยชน์ในรูปสารประกอบ เช่น ZrO_2 ใช้เคลือบสีสำหรับเซรามิกส์ ZrO_2 ที่มี Y_2O_3 ปน 5% เป็นสารที่เรียกว่า PSZ (Partially Stabilized Zirconia) และ PSZ ก็ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ทำให้เซรามิกส์ทนความร้อนได้ถึง $2400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ซึ่งไม่นำไฟฟ้า จึงใช้ทำชิ้นส่วน

เครื่องยนต์ไอฟัน และจรวด ทำด้วยกระเบื้องมนไฟในห้องปฏิบัติการ ทำอิฐทนไฟสำหรับเตาหลอม โลหะ ทำฉนวนกันไฟฟ้าแรงสูง ทำชิ้นส่วนของหัวเทียนรถยนต์ ใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

4. ตารางการเรียนรู้

4.1 ความรู้ (K)

1. กระบวนการผลิตแร่แทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียม
2. การนำไปใช้ประโยชน์ของแร่แทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียม

4.2 ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด (P)

1. ทักษะการสำรวจค้นหา
2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
3. ทักษะการทำงานกลุ่ม

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเป็นผู้มีความซื่อสัตย์

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)

1. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่แทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียม
2. นิทรรศการ “อุตสาหกรรมสะอาด”

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นรู้กให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูล (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอเรื่อง GORILLAS KILLED IN CONGO จาก <http://www.youtube.com/watch?v=twiSBP6SHJw&NR=1&feature=fvwp>
2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3 คน เพื่อร่วมกันอภิปรายประเด็นต่อไปนี้

- สารคดีที่นักเรียนดูเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร

แนวตอบ เป็นเรื่องของกอริลลาที่ถูกฆ่าตายจำนวน 3 ตัวในประเทศคองโก

- นักเรียนคิดว่า กอริลลาถูกฆ่าตายน่าจะเกิดจากสาเหตุใด

แนวตอบ เนื่องจากชาวบ้านต้องการเข้าไปขุดแร่แทนโคล ในป่าที่เป็นที่อยู่อาศัยของกอริลลา

- ถ้านักเรียนพบว่า มีแหล่งแร่แทนโคโลที่สามารณนำมาผลิตแทนทาลัมจำนวนมากในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ นักเรียนจะทำอุตสาหกรรมแร่ชนิดนั้นหรือไม่อย่างไร

แนวตอบ ไม่ทำ เพราะ จะเป็นการทำลายป่าไม้ หรือ ถ้าจะทำ ต้องมีการศึกษาข้อมูลของผลที่ได้และผลเสียที่จะเกิดขึ้นก่อนเริ่มลงมือทำ ต้องมีการควบคุมอย่างไรเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อป่าไม้และสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่

- นักเรียนคิดว่าการผลิตแทนทาลัม มีกระบวนการถลุงแร่แทนทาลัมอย่างไร
แนวตอบ ผ่านกระบวนการแยกแร่ด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ การผลิตโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์

3. ครูสุ่มเลือกนักเรียน 1 กลุ่ม เพื่อนำเสนอสิ่งที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม
ชั้นที่ 2 ชั้นให้อิสระในการค้นคว้า การซักถามและการอภิปราย (25 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาอุตสาหกรรมแร่แทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียมซึ่งประกอบด้วยกระบวนการผลิตแทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียมและประโยชน์ของการนำแทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียมไปใช้
2. ครูให้นักเรียนเขียนแผนผังขั้นตอนของกระบวนการผลิตแทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียม
3. ครูให้นักเรียนจับกลุ่ม 6 คนอภิปรายขั้นตอนกระบวนการผลิตแทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียมตามที่แต่ละคนเข้าใจ และเขียนลงบนกระดาษฟลิปชาร์ต
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังเขียนที่ลงบนกระดาษฟลิปชาร์ตหน้าชั้นเรียน

ชั้นที่ 3 ชั้นอภิปรายผลร่วมกับผู้เรียน (55 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้
 - สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตแทนทาลัมและในโอเบียมคือ อะไร
แนวตอบ ตะกรันดีบุก
 - กระบวนการผลิตแทนทาลัมและในโอเบียมใช้กรด HF กับ H_2SO_4 และเมทิลไอโซบิวทิลคีโตน (MIBK) เพื่ออะไร
แนวตอบ เพื่อละลายเอา Ta และ Nb ออกจากตะกรันของดีบุก
 - กระบวนการผลิตแทนทาลัมและในโอเบียมใช้เมทิลไอโซบิวทิลคีโตน (MIBK) เพื่ออะไร
แนวตอบ เพื่อแยกเอา Ta ออกจาก Nb โดย Ta จะละลายอยู่ในชั้น MIBK

- แทนทาลัมและไนโอเบียมมีการนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

แนวตอบ แทนทาลัมใช้ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องส่งสัญญาณกันภัย เครื่องตั้งเวลา ใช้ทำโลหะผสมสำหรับทำเครื่องบิน จรวด จีปนาอูธ อุปกรณ์เตาปรมาณู ออกไซด์ของแทนทาลัมใช้ทำเลนส์

ไนโอเบียมใช้ผสมกับเหล็กกล้าทำท่อส่งแก๊ส วัสดุก่อสร้างของโรงงานเคมีภัณฑ์ และใช้ทำเลนส์ต่าง ๆ
 - สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตเซอร์โคเนียมคือ อะไร

แนวตอบ แร่เซอร์คอน ($ZrSiO_4$)
 - กระบวนการผลิตเซอร์โคเนียมมีการใช้ตัวรีดิวซ์ชนิดใด

แนวตอบ ใช้คาร์บอนเป็นตัวรีดิวซ์
 - ในขั้นตอนที่เตาเผาอุณหภูมิ $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ มีการพ่นแก๊สคลอรีนตลอดเวลา เพื่ออะไร

แนวตอบ เพื่อให้ได้ไอ $ZrCl_4$
 - ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำ $ZrCl_4$ ไปทำปฏิกิริยากับแมกนีเซียม คือ สารใด

แนวตอบ $Zr(s)$ และ $2MgCl_2(s)$
 - เซอร์โคเนียมมีการนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

แนวตอบ ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องยนต์ไอพ่น และจรวด ทำด้วยกระเบื้องฉนวนไฟในห้องปฏิบัติการ ทำอิฐทนไฟสำหรับเตาหลอมโลหะ ทำฉนวนกันไฟฟ้าแรงสูง ทำชิ้นส่วนของหัวเทียนรถยนต์ ใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มโดยมีหน้าที่ภายในกลุ่มเป็นกระทรวงต่างๆดังนี้
- -กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
 - -กระทรวงพาณิชย์
 - -กระทรวงแรงงาน
 - -กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - -กระทรวงอุตสาหกรรม
3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสวมบทบาทสมมติเป็นข้าราชการประจำกระทรวงที่ได้รับมอบหมายโดยให้ร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่ว่า“การทำอุตสาหกรรมเซอร์โคเนียมเกี่ยวข้องกับกระทรวงของเราอย่างไร”
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผล

ขั้นที่ 4 ขั้นกระตุ้นผู้เรียนนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง (5 นาที)

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการนำโลหะแทนทาลัม ในโอเบียมและเซอร์โคเนียมไปใช้ในผลิตภัณฑ์
2. ครูให้นักเรียนวางแผนการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าว
3. นักเรียนเขียนแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตและแนวทางการป้องกันมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต
4. นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นไปจัดนิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (5 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเขียนอนุทินหลังการเรียน ในประเด็นต่อไปนี้

- สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ คือ อะไร
- นักเรียนเข้าใจเรื่องใดมากที่สุด
- นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยในเรื่องใดบ้าง
- นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนในวันนี้หรือไม่
- นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงการสอนในเรื่องใด

2. ครูประเมินการเรียนรู้จากนักเรียนดังนี้

- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงานร่วมกัน
- สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน
- ประเมินจากเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่แทนทาลัม ใน โอเบียม และเซอร์โคเนียม
- ประเมินจากนิทรรศการ เรื่อง “อุตสาหกรรมสะอาด”

7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้ / เครื่องมือวัดผล

1. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุตสาหกรรมแร่แทนทาลัม ใน โอเบียมและเซอร์โคเนียม
2. นิทรรศการ “อุตสาหกรรมสะอาด”

8. ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา / หัวหน้าฝ่าย / หัวหน้ากลุ่มสาระ การเรียนรู้ฯ

.....

9. บันทึกผลหลังสอน

.....



ภาคผนวก ค
ใบงาน

เรื่อง อุตสาหกรรมแร่โลหะทองแดง

เหมืองใหญ่ฟันพิษลงแม่น้ำในฝูเจี้ยน ปลาตายเกือบ2ล้านกก.

เอเอฟพี - สื่อทางการจีนกล่าวเมื่อวันจันทร์ที่12 ก.ค.2553 ว่า มลพิษจากเหมืองทองแดง ได้ปนเปื้อนแม่น้ำในมณฑลฝูเจี้ยน ส่งผลให้มีปลาตายจากสารพิษมหาศาล 1.89 ล้านกิโลกรัม สำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมมณฑลฝูเจี้ยน ระบุว่า สารพิษที่รั่วซึมจากบ่อบำบัดของเสียของเหมืองทองแดงของจี้อินชาน ไม่นิ่ง กรุ๊ป ได้ปนเปื้อนลงแม่น้ำถึงและอ่างเก็บน้ำในมณฑลฝูเจี้ยน ทั้งนี้ มีการตรวจพบการรั่วซึมเป็นครั้งแรกเมื่อวันที่ 3 ก.ค.2553 และกระตุ้นให้หน่วยงานสิ่งแวดล้อมออกมาตรการฉุกเฉิน เพื่อควบคุมสารพิษในแม่น้ำดังกล่าว

สำนักข่าวซินหัว รายงานว่า เหมืองทองแดงเป็นของบริษัทจดทะเบียนฮ่องกง จี้อิน ไม่นิ่ง กรุ๊ป คอร์เปอเรชั่น มลพิษจากบ่อบำบัดของเสียดังกล่าว ทำให้ปลาทั้งในแม่น้ำตึงและในอ่างเก็บน้ำเหมียนฮวาตายนตายและปนเปื้อนสารพิษ ราว 1.89 ล้านกิโลกรัม อีกทั้งส่งกลิ่นเหม็นเน่าแพร่กระจายไปไกลถึง 10 กิโลเมตร รัฐบาลมณฑลฝูเจี้ยนได้ออกหนังสือเวียนขอให้ ผู้อยู่อาศัยบริเวณดังกล่าวส่งคืนปลาที่มีสารปนเปื้อน เพื่อนำมากำจัดทิ้ง โดยชาวบ้านท้องถิ่นจะได้รับเงินชดเชย ขณะที่มีชาวบ้านคนหนึ่งกล่าวว่าเขาสูญเสียปลาในบ่อเพาะของตน รวมเป็นน้ำหนักถึง 2.5 หมื่นกิโลกรัม

ทั้งนี้ แม่น้ำและทะเลสาบหลายแห่งในจีนปนเปื้อนสารพิษอย่างร้ายแรง เนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วจนควบคุมไม่ได้ทั่วถึง ขณะที่ ประชากรจีนมากกว่า 200 ล้านคน ก็ไม่สามารถเข้าถึงน้ำดื่มที่สะอาดได้ อย่งไรก็ตาม บริษัทดังกล่าวได้ปกป้องตนเอง โดยกล่าวว่า ได้ทำการแก้ไขเหตุสารพิษรั่วไหลลงแม่น้ำทันทีภายใน 24 ชั่วโมงแล้ว และอ้างว่าเหตุดังกล่าวเป็นเหตุสุดวิสัยจากพายุฝนกระหน่ำที่ถาโถมใส่มณฑลฝูเจี้ยนเมื่อไม่กี่สัปดาห์ที่ผ่านมา ขณะที่ กระทรวงคุ้มครองสิ่งแวดล้อมจีนได้สั่งการให้บริษัทจี้อิน ทำการปรับปรุงเหมืองทองแดงของตนในมณฑลฝูเจี้ยน

- จากบทความข้างต้น ถ้านักเรียนเป็นชาวมณฑลฝูเจี้ยน นักเรียนจะรับเงินชดเชยหรือไม่อย่างไร
- นักเรียนคิดว่าจะมีโอกาสเกิดเหตุการณ์ข้างต้นที่ประเทศไทยหรือไม่ อย่างไร

แร่ทองแดง

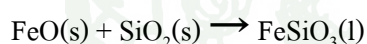
แร่ทองแดงที่พบตามธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด ซึ่งที่มีความสำคัญในการผลิตโลหะทองแดงส่วนมากจะเป็นแร่ประเภทซัลไฟด์ มีสองชนิดคือ แร่ทองแดงคาลโคไซต์ (chalcocite) (Cu_2S) มี Cu ประมาณ 79.8% และแร่ทองแดงคาลโคไพไรต์ (chalcopyrite) (Cu FeS_2) มี Cu ประมาณ 34.5% นอกจากนี้แร่ซัลไฟด์แล้วยังมีแร่ทองแดงออกไซด์ (Cu_2O) แต่ปริมาณที่พบมีน้อย สำหรับประเทศไทยนั้นแร่ทองแดงพบที่จังหวัดเลย หนองคาย ขอนแก่น นครราชสีมา ตามอุดรดิศต์ แพร่ น่าน ลำปาง ลำพูน เพชรบูรณ์ ลพบุรี ฉะเชิงเทรา และกาญจนบุรี

การผลิตโลหะทองแดง

โลหะทองแดงสามารถเตรียมได้โดยวิธีการถลุง การถลุงทองแดงทำได้โดยการเผาแร่คาลโคไพไรต์ในอากาศ เรียกว่า การย่างแร่ จะได้คอปเปอร์(I)ซัลไฟด์ ไอร์ออน(II)ออกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์



แยกแก๊ส SO_2 ออกจากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปเผาพร้อมกับออกไซด์ของซิลิกอนในเตาถลุง FeOจะทำปฏิกิริยากับออกไซด์ของซิลิกอน ได้กากตะกอน ดังสมการ



ส่วนคอปเปอร์(II)ซัลไฟด์ เมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูงจะสลายตัวได้เป็นคอปเปอร์(I)ซัลไฟด์ ในสถานะของเหลวซึ่งสามารถแยกออกได้และในขั้นสุดท้ายเมื่อแยกคอปเปอร์(I)ซัลไฟด์ในอากาศบางส่วนจะเปลี่ยนเป็นคอปเปอร์(I)ออกไซด์ ดังสมการ $2\text{Cu}_2\text{S}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$ และคอปเปอร์(I)ออกไซด์กับคอปเปอร์(I)ซัลไฟด์ จะทำปฏิกิริยากันโดยมีซัลไฟด์ไอออนเป็นตัวรีดิวซ์ ดังสมการ $2\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Cu}_2\text{S}(\text{s}) \rightarrow 6\text{Cu}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g})$

แต่ยังมีสิ่งเจือปนจึงต้องนำไปทำให้บริสุทธิ์ก่อน โดยทั่วไปจะใช้วิธีแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า

สมบัติและประโยชน์ของทองแดง

- โลหะทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ 99.95%ขึ้นไป จะมีประสิทธิภาพในการนำไฟฟ้าได้ดีมาก จึงถูกนำมาใช้มากในอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- ใช้โลหะทองแดงทำท่อในอุปกรณ์ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ
- ใช้ทำอุปกรณ์เกี่ยวกับรถยนต์ อาวุธ เหยียดขยายปณั และตราต่างๆ
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (จุนสี) ใช้ฆ่าเชื้อราและสาหร่าย

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การย่างแร่ หมายถึง
2. จงเติมขั้นตอนการแยกโลหะทองแดงออกจากแร่ทองแดงให้ถูกต้อง

แผนผังแสดงขั้นตอนการแยกทองแดงออกจากแร่

แยกแร่ออกจากสิ่งเจือปน หรือ กากแร่ด้วยวิธี



บดแร่ให้ละเอียด + น้ำ + น้ำมัน + สารซักล้างใน



ตักฟองแร่ที่ลอยด้านบน แล้วทำให้แห้ง



ย่างแร่



นำทองแดงไปทำให้บริสุทธิ์ด้วย

ปฏิกิริยาที่ขั้วแคโทด

ปฏิกิริยาที่จับแอนโด

3. จงระบุปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรมทองแดงและแนวทางการแก้ไข

ความรู้สึกร่วมต่อการทำกิจกรรม



เรื่อง อุตสาหกรรมแร่โลหะสังกะสีและแคดเมียม

ด้านบริษัทขนแร่ สังกะสีมีสารพิษจากพม่า

ชาวบ้านตำบลวาเลย์ อ.พบพระ จ.ตาก ประท้วง บริษัทผลิตแร่สังกะสีห้ามกองแร่ในพื้นที่ริมแม่น้ำเมย หวั่นสารปนเปื้อนแคดเมียม ตัวแทนบริษัทขอความเห็นใจ จี้หากขนไม่ได้ สูญ 10 ล้าน ผู้สื่อข่าวรายงานว่า ร้อยโทเฉลิม บุญพรวงค์ นายกองค้การบริหารส่วนตำบล (อบ ต.) วาเลย์ อ.พบพระ จ.ตาก เป็นประธานการประชุมเพื่อพิจารณาแก้ไขปัญหา ระหว่าง บริษัท SCL ริชอร์สเซส จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทนำเข้าแร่สังกะสีจากฝั งพม่า กับราษฎรในตำบลวาเลย์ หมู่ 1 บ้านมอเกอร์ไทย หมู่ 2 บ้านวาเลย์ใต้ หมู่ 3 บ้านวาเลย์เหนือ โดยราษฎรในพื้นที่ไม่ยอมที่จะให้ บริษัท SCL ริชอร์สเซส จำกัด นำแร่สังกะสีจากฝั งพม่ามากองที่บริเวณท่าทราย หมู่ 3 ก่อนที่จะขนลำเลียงไปยัง โรงงานถลุง เนื่องจากหวั่นว่าจะเกิดผลกระทบจากสารแคดเมียมปนเปื้อนเหมือนกรณีที่ ตำบลแม่กุ-แม่ดาว-และพระ ชาติผาแดง อ.แม่สอด จ.ตาก โดยบริษัทผลิตแร่ดังกล่าวได้รับสัมปทานแร่สังกะสีจากประเทศพม่า ก่อนที่จะนำมาขนกองไว้ฝั งไทยที่ทำทรายบ้านวาเลย์เหนือ หมู่ 3 และหมู่บ้านใกล้เคียง จำนวนกว่า 3,000 ตัน และจะขนลำเลียงไปยัง โรงถลุงต่างจังหวัด โดยชาวบ้านส่วนใหญ่ได้รับทราบข้อมูลว่าขณะนี้ได้เกิดปัญหาจากสารแคดเมียมปนเปื้อนลงแม่น้ำเมย ซึ่งชาวบ้านใช้อุปโภค-บริโภค เพราะเมื่อปีที่ผ่านมา บริษัทได้นำ แร่สังกะสีมากองไว้ทำทรายริมแม่น้ำเมยจุดดังกล่าวมาแล้ว และเกิดมีสารปนเปื้อนแคดเมียม ทำให้ในปีนี้อาชาวบ้านในพื้นที่ไม่ยอมที่จะให้นำแร่สังกะสีมากองเป็นจำนวนมาก โดยชาวบ้านต้องการให้ขนแร่จากฝั งพม่าไปโรงถลุงเลย โดยห้ามพักกองแร่ไว้ อย่างเด็ดขาด นายเพชร นามวงษ์ กำนันตำบลวาเลย์ อ.พบพระ จ.ตาก กล่าวว่า ราษฎรในตำบลวาเลย์ ทั้ง 7 หมู่บ้าน ทำประชาคมและยืนยันว่าจะ ไม่ยอมให้บริษัทนำเข้าแร่สังกะสีที่ท่าทรายริมแม่น้ำเมย โดยเด็ดขาด ไม่เช่นนั้นจะประท้วงและร้องเรียนให้ถึงที่สุด บริษัทคงต้องหาทางแก้ไข ปัญหาโดยการขนแร่ข้ามฝั งแม่น้ำเมยจากพม่า ผ่านเส้นทางไปยัง โรงงานถลุงเลย เพราะ ไม่เช่นนั้นจะไม่มีทางแก้ไขปัญหาได้ ร้อยโทเฉลิม บุญพรวงค์ นายก อบต.วาเลย์ กล่าวว่า การขนแร่ของบริษัทที่ใช้ เส้นทางผ่านถนนในการดูแลและรับผิดชอบ ของ อบต. กว่า 3,220 เมตร หรือ ประมาณ 3 กิโลเมตรเศษนั้น ขณะนี้ถนนได้ชำรุดเสียหายมา ตั้งแต่ปีที่แล้ว และ ให้บริษัทรับผิดชอบค่าเสียหายและจัดการซ่อมแซมให้ด้วย ตัวแทน

บริษัท SCL ชี้แจงว่า ในปีนี้ขอความกรุณาจากแกนนำชาวบ้านและราษฎรในพื้นที่ให้บริษัทได้
 กองแร่ไว้ก่อน หากไม่เช่นนั้นบริษัทจะขาดทุนมาก ถึง 10 ล้านบาท เพราะต้องเร่งนำแร่ออกจาก
 ฝั่งพม่าให้ทันวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2550 ซึ่งหากจะขนใส่รถบรรทุกโดยไม่พักกองแร่ไว้จะไม่
 สามารถขนส่งได้ทัน และยืนยันว่าในปีหน้าจะไม่ให้เกิดปัญหาเช่นนี้อีก ในส่วนถนนที่เสียหาย
 จากการขนแร่ นั้น บริษัทจะเร่งดำเนินการให้งบประมาณในการซ่อมแซมตามความเป็นจริง
 (คอลัมน์:ภูมิภาค) ไทยโพสต์ 23 ม.ค. 2550

จากบทความข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้น มีสาเหตุจากอะไร

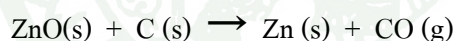
สังกะสี (Zn)

แหล่งที่พบ แร่สังกะสี พบในรูปสังกะสีซิลิเกต เช่น แร่เฮมิเมอร์ไฟต์
 $(Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2(H_2O))$ แร่สมิทซอไนต์ $(ZnCO_3)$ และแร่ซิงไคต์ (ZnO) สำหรับแร่สังกะสีที่พบ
 มากที่สุดในโลกคือ แร่สฟาเลอไรต์ (ZnS) แร่สังกะสีพบมากที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก
การถลุงโลหะสังกะสี

ขั้นที่ 1 นำแร่สังกะสี เช่น ZnS , $ZnCO_3$ มาทำให้เป็นออกไซด์



ขั้นที่ 2 นำสังกะสีออกไซด์ (ZnO) มาแยก Zn ออกโดยทำปฏิกิริยากับถ่านโค้ก ดังนี้



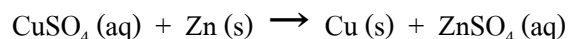
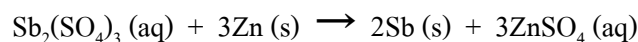
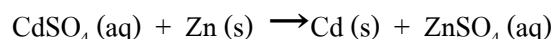
CO ที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับ ZnO เพื่อแยก Zn ได้ดังสมการ $ZnO(s) + CO(g) \rightarrow Zn(s) + CO_2(g)$

CO_2 ที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับ C ที่เหลือเกิด CO ซึ่งสามารถนำไปใช้แยก Zn ออกจาก ZnO ดังสมการ

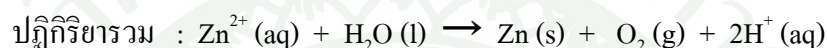
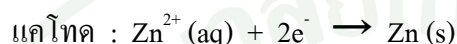
$C(s) + CO_2(g) \rightarrow 2CO(g)$ การถลุง Zn ต้องทำที่อุณหภูมิ $1100^\circ C$ ได้ Zn เป็นของเหลวที่มีสาร

ปนเปื้อนผสมอยู่ มักเป็นแคดเมียมกับตะกั่ว จึงต้องแยกสารเหล่านี้ออกด้วยการนำของเหลวที่มีสาร
 ผสมไปกลั่นลำดับส่วน

การถลุงแร่สังกะสี ที่จังหวัดตาก แร่ที่ถลุงอยู่ในรูปซิลิเกต คาร์บอนเนต และออกไซด์ปนกัน
 นำแร่นี้มาบดให้ละเอียดเป็นผงด้วยเครื่องบดเปียก แล้วให้ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ได้
 สารละลาย $ZnSO_4$ จากนั้นทำสารละลายนี้ให้เป็นกลางด้วยหินปูนหรือปูนขาว กรองกากแร่ออก
 ส่งไปยังบ่อเก็บกากแร่ปรับให้มีสภาพเป็นกลางด้วยปูนขาว ส่วนสารละลายที่กรองได้จะมีเกลือ
 ซัลเฟตของแคดเมียม พลวง ทองแดง ละลายอยู่ ซึ่งจะแยกออกด้วยการเติมผงสังกะสีลงไป
 ในสารละลาย ดังนี้



แยกตะกอนออกจากสารละลาย ZnSO_4 ด้วยเครื่องกรองตะกอนแบบอัด จะได้กาก แคลเซียม พลวง และทองแดง สำหรับสารละลาย ZnSO_4 ถูกส่งไปโรงแยก Zn ด้วยไฟฟ้า เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปในสารละลาย ZnSO_4 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ดังนี้



จากปฏิกิริยาที่แคโทดจะเกิด Zn เกาะที่ขี้ และที่แอโนดจะเกิดแก๊สออกซิเจนและ สารละลายประกอบด้วย SO_4^{2-} กับเกิด H^+ รวมกันเป็นสารละลายกรดซัลฟิวริกขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการสกัดแร่สังกะสีได้อีก

แร่สังกะสีนอกจากจะพบที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากแล้ว ยังพบที่จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และพะเยา แต่พบอยู่ในรูปแร่สฟาเลอไรต์ (ZnS) ซึ่งในการถลุงต้องใช้เตาอย่างแร่เพื่อ กำจัดกำมะถันออก และเปลี่ยนแร่เป็นออกไซด์ แล้งจึงนำไปถลุงตามขั้นตอนที่แสดงข้างต้น

การนำสังกะสีไปใช้ประโยชน์

ใช้ในอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย คือ Zn ใช้ทำถ่านไฟฉาย ใช้สังกะสีเคลือบแผ่นเหล็ก ทำสังกะสีมุงหลังคา ใช้สังกะสีผสมโลหะทองแดงเป็นโลหะผสมเรียกว่า ทองเหลือง ใช้ใน อุตสาหกรรมสี ยา และอาหารสัตว์ ใช้สังกะสีในรูปสังกะสีออกไซด์ (ZnO)

การถลุงโลหะแคลเซียม

การผลิตสังกะสีที่จังหวัดตากจะมีกากของเสียที่สำคัญมาก คือ กากแคลเซียม ซึ่งเป็นสารพิษ ที่ร้ายแรง การถลุงโลหะแคลเซียมที่ได้จากขบวนการผลิตสังกะสี ทำได้โดยนำกากแคลเซียมมาบด ให้ละเอียดแล้วเติมกรด H_2SO_4 เพื่อให้ละลาย แล้วปรับ pH ให้เป็นกลางด้วย CaCO_3 แล้ว กรองเอาตะกอนออก จากนั้นเติมสังกะสีลงในสารละลายที่กรองได้จะเกิดแคลเซียมพรุณตกตะกอน แยกตะกอนพรุณของแคลเซียมนี้ไปสกัดด้วยกรด H_2SO_4 อีกครั้ง แล้วทำให้เป็นกลางด้วย CaCO_3 กรองและนำสารละลายที่ได้ไปแยกด้วยไฟฟ้าจะได้แคลเซียมเกาะที่แคโทด จากนั้นนำแคลเซียมที่ ได้ไปหล่อเป็นแท่งหรือก้อนกลม

การนำแคลเซียมไปใช้ประโยชน์

ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ สี และพลาสติก ใช้เคลือบ เหล็กกล้า ทองแดง เพื่อป้องกันการผุกร่อน

พลวง

พลวงเป็นโลหะชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรม ประเทศไทยเริ่มมีการผลิตแร่พลวงตั้งแต่ พ.ศ. 2486 โดยเริ่มมีการผลิตส่วนใหญ่ในภาคเหนือ และมีการผลิตอย่างจริงจังตั้งแต่ พ.ศ. 2506 ทำให้แร่พลวงมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมเหมืองแร่ แหล่งแร่พลวงที่สำคัญ ได้แก่ แหล่งแร่ในบริเวณอำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน อำเภอแจ้ห่มและเสริมงาม จังหวัดลำปาง อำเภอลอง และอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ อำเภอบ้านนาสารและเวียงสระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และแหล่งแร่พลวงที่พบแหล่งใหม่ คือ ที่อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี นอกจากนี้ ยังพบแหล่งแร่พลวงที่น่าสนใจในจังหวัดต่างๆ คือ จังหวัดพะเยา เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ตาก สุโขทัย กาญจนบุรี ราชบุรี เลย นครศรีธรรมราช ชุมพร กระบี่ ระยอง และจันทบุรี

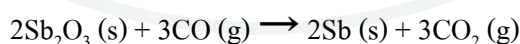
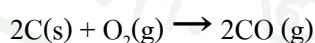
แร่พลวงที่พบส่วนใหญ่เป็นแร่พลวงเงิน (Stibnite; Sb_2S_3) และพลวงทอง (stibiconite; $Sb_2O_4 \cdot nH_2O$) แร่พลวงเงินมักพบเป็นแท่งเล็กเรียวยาวคล้ายเข็มหรือเป็นเม็ดเกาะกันเป็นก้อนมีสีเทาตะกั่ว มีความวาวแบบโลหะตรงผิวที่บริสุทธิ์ แร่พลวงทองเป็นแร่แปรสภาพมาจากแร่พลวงเงิน พบเป็นลักษณะที่ผ่านกระบวนการผุมาแล้ว มีสีเหลืองอ่อน สีน้ำตาลอ่อนหรือสีขาวคล้ำ มีลักษณะคล้ายหินผุ แต่ยังเห็นร่องรอยลักษณะเป็นรูปร่างของแร่เดิมอยู่

การถลุงพลวง

การถลุงแร่พลวงจะแตกต่างกันตามคุณภาพของแร่ เช่น การแยกพลวงออกจากแร่สตีบไนต์ (Sb_2S_3) มีขั้นตอนในการถลุงดังนี้

ขั้นที่ 1 อย่างแรก คือ การนำแร่พลวงที่เป็นซัลไฟด์มาทำเป็นออกไซด์ ด้วยการนำแร่สตีบไนต์ไปเผากับแก๊สออกซิเจน และเกิดปฏิกิริยาดังนี้ $2Sb_2S_3(s) + 9O_2(g) \rightarrow 2Sb_2O_3(s) + 6SO_2(g)$

ขั้นที่ 2 การแยกโลหะพลวงออกจากออกไซด์ของพลวง ผสมออกไซด์ของพลวง ถ่านหิน และโซเดียมคาร์บอเนต ในอัตราส่วน 20 : 4 : 1 โดยมวล ใส่ในเตาถลุงแบบนอนที่อุณหภูมิประมาณ 800 - 900 °C โดยใช้น้ำมันเตาหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง เกิดปฏิกิริยาดังนี้



โซเดียมคาร์บอเนตที่ผสมใส่ลงไปถลุงเพื่อแยกสารปนเปื้อนต่าง ๆ ออกเป็นกากตะกอนลอยอยู่ผิวบนของโลหะหลอมเหลวที่ถลุงได้ ชาติพลวงเหลวสู่เบ้าเหล็กหล่อเป็นแท่ง การนำพลวงไปใช้ประโยชน์

ใช้ในการทำโลหะผสม ผสมกับตะกั่วทำแผ่นกริดแบตเตอรี่ ผสมตะกั่วและดีบุกในการทำตะกั่วตัวพิมพ์และโลหะบัดกรีบางชนิด ใช้เป็นส่วนประกอบของกระสุนปืน ใช้ในอุตสาหกรรมไม้

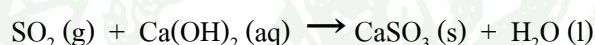
จืดไฟ ทำยาง ผ้า และผ้าทอไฟ และอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบ ใช้ในการหุ้มสายโทรศัพท์ สายไฟ
ขนาดใหญ่ ทำหมึกพิมพ์โรเนียว

มลพิษและวิธีกำจัดมลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมโลหะสังกะสี แคดเมียมและพลวง

การถลุงพลวงและสังกะสีจะเกิดแก๊สพิษ คือ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากขั้นตอน
การเผาหินแร่ หรือจากการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงซึ่งมีกำมะถันปนอยู่ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์
เป็นแก๊สพิษที่ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อทั้งพืชและสัตว์

แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถ้าเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกิดอาการแสบจมูก หอบหืด
อักเสบ ถ้าแก๊สนี้เข้าสู่ร่างกายปริมาณน้อยจะทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยเรื้อรัง เกิดโรคโลหิตจาง แต่
ถ้าได้รับเข้าไปในปริมาณที่มากจะเป็นอันตรายต่อปอดโดยตรง ทำให้ปอดอักเสบ หอบหืดตีบตัน
นอกจากนั้นแก๊ส ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังทำให้เกิดฝนกรด ซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งก่อสร้างที่
เป็นหินปูน หินอ่อน และเหล็กที่เป็นโครงสร้าง ทำให้เกิดการผุกร่อน

การกำจัด SO_2 โดยผ่านลงไปนสารละลาย Ca(OH)_2 เกิดปฏิกิริยาดังนี้



การถลุงแร่สังกะสีนอกจากจะเกิด SO_2 แล้วยังทำให้เกิดฝุ่นโลหะปนเปื้อนออกมาด้วย
ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเช่นกัน จึงต้องระวังและต้องกำจัดฝุ่นออกก่อนจะปล่อยออกสู่
สิ่งแวดล้อม



จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การแยกโลหะสังกะสีออกจากแร่สังกะสีซัลไฟด์นั้นมีวิธีแยกอย่างไร
2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการถลุงแร่โลหะสังกะสีจะเกิดแก๊สชนิดใด ซึ่ง
จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร
3. ในการแยกสังกะสีบริสุทธิ์ด้วยเซลล์อิเล็กโทรไลต์ เกิดสังกะสีบริสุทธิ์ที่ขั้วใด.....
..... เพราะเหตุใด
4. การแยกแคดเมียมบริสุทธิ์ออกจากแคดเมียมซัลเฟต ทำอย่างไร

5. การแยกแร่พลวงออกจากแร่พลวงเงินกับการแยกแร่พลวงออกจากแร่พลวงทอง เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

6. ในการถลุงแร่พลวงมีการเติมโซเดียมคาร์บอเนตลงในเตาถลุงเพื่ออะไร.....

.....

7. กระบวนการแยกแร่สังกะสีและพลวงก่อให้เกิดปัญหามลพิษหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ความรู้สู่การทำกิจกรรม



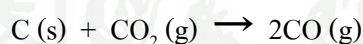
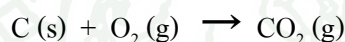
เรื่อง อุตสาหกรรมแร่โลหะดีบุกและสังกะสี

ดีบุก

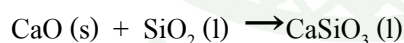
ดีบุกเป็นโลหะสีขาวเป็นเงาคล้ายเงิน มีความถ่วงจำเพาะ 7.3 มีจุดหลอมเหลว 232°C เป็นโลหะเนื้ออ่อน แต่เหนียว ที่อุณหภูมิ 100°C สามารถรีดเป็นเส้นได้ แต่ถ้าที่อุณหภูมิ 200°C ดีบุกจะเปราะ ทบแตกง่าย ดีบุกมีอันตรูปหลายแบบ เช่น ดีบุกเทา ดีบุกกรมบิก และดีบุกสีขาว พบในแร่แคสซิเทอไรต์ (SnO_2) พบมากทางภาคใต้และยังพบในภาคกลาง และภาคเหนือ แร่ดีบุกพบปนอยู่กับกากแร่อื่น ๆ เช่น อินเมไนต์ เซอร์คอน โมนาไซต์ โคลัมไบต์ และ ซิลิไซด์

การถลุงดีบุก

ขั้นที่ 1 นำแร่ดีบุกผสมกับถ่านโค้กและหินปูน อัตราส่วน 20 : 4 : 5 โดยมวลนำไปใส่เตาถลุงที่มีไฟฟ้าหรือน้ำมันเตาให้ความร้อนเกิดปฏิกิริยาดังนี้



แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สำหรับแร่ดีบุกบางชนิดที่มีสารประกอบ SiO ปนอยู่ ต้องกำจัดออกแล้วได้ผลิตภัณฑ์เป็นแคลเซียมซิลิเกต



ขั้นที่ 2 ดีบุกที่ผ่านการถลุงแล้วต้องมีการนำไปทำให้บริสุทธิ์อีกทีก่อนภาคโลหะที่เป็นตะกั่วที่มีดีบุกปนอยู่ ต้องมีการนำไปถลุงเอาดีบุกออกอีกครั้ง

ประโยชน์ของดีบุก

ใช้เคลือบโลหะ ทำภาชนะบรรจุอาหาร ทำโลหะผสม ดีบุกผสม ทองแดง เป็น ทองสัมฤทธิ์/ทองบรอนซ์ ดีบุกผสมทองแดงและพลวง เป็น โลหะพิวเตอร์ ดีบุกผสมตะกั่ว เป็น ตะกั่วบัดกรี

ทั้งสแตน

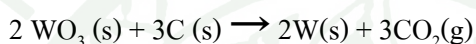
เป็นโลหะสีเทาเงิน มีจุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี มีสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวต่ำ เมื่อผสมกับคาร์บอนจะมีความแข็งแรงมาก ทั้งสแตนส่วนใหญ่พบร่วมกับแร่ดีบุก สินแร่ของโลหะทั้งสแตนที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ วุลแฟรมไมต์ (Fe, Mn) และ ซีไลต์ (CaWO₄)

การถลุงทั้งสแตน

ขั้นที่ 1 นำสินแร่ทั้งสแตนทำปฏิกิริยากับด่าง เกิดสารประกอบออกไซด์ดังสมการ



ขั้นที่ 2 รีดิวซ์สารประกอบออกไซด์ด้วยคาร์บอนหรือแก๊สไฮโดรเจน



ประโยชน์ของทั้งสแตน

ใช้ทำไส้และขั้วหลอดไฟฟ้า ชิ้นส่วนบริเวณผิวสัมผัสของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทำจากป้องกันความร้อนและรังสีในอุปกรณ์ต่างๆ ผสมกับเหล็กจะได้เหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงมาก สำหรับใช้ทำเกราะในยานพาหนะ อาวุธสงคราม ทำมิด มิด โคน ตะไบ ไบเล็ย ผสมกับคาร์บอน นิกเกิลและโคบอลต์จะมีความแกร่งเป็นพิเศษ จึงใช้ทำวัตถุสำหรับตัดเหล็กกล้า สารประกอบเรืองแสงของทั้งสแตนนำมาใช้เป็นสีเขียวและสีเหลืองในการย้อมไหม ตกแต่งแก้วและเครื่องปั้นดินเผา

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. แร่ดีบุกส่วนใหญ่พบในรูปของสารประกอบชนิดใด

.....

.....

2. แหล่งแร่ดีบุกพบมากในภาคใดของประเทศไทย

3. หลักการแยกดีบุกทำอย่างไร

.....

.....

.....

4. สารเคมีที่ใช้กำจัดซิลิกอนไดออกไซด์ในการถลุงดีบุก คือ สารใด

5. การผลิตสารประกอบออกไซด์ของทั้งสแตนทำได้อย่างไร

.....

.....

.....

6. การถลุงทั้งสแตนใช้สารใดเป็นตัวรีดิวซ์

7. จงเขียนสมการของปฏิกิริยาการถลุงทั้งสแตน

.....

.....

8. จงระบุปัญหาที่เกิดจากการทำอุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

.....

.....

ความรู้สู่การทำความดี



เรื่อง อุตสาหกรรมแร่โลหะแทนทาลัม ไนโอเบียมและเซอร์โคเนียม

แทนทาลัม (Ta) - ไนโอเบียม (Nb)

แทนทาลัม (Ta) เป็นโลหะสีเทา มีความถ่วงจำเพาะ 16.6 จุดหลอมเหลว 2996°C เป็นโลหะที่ทนไฟ แข็งและมีความเหนียวใกล้เคียงกับเหล็กกล้า ไม่พบเกิดเป็นธาตุอิสระในธรรมชาติ แต่เกิดปนกับไนโอเบียม (Nb) ไทเทเนียม (Ti) และดีบุก (Sn) นอกจากนั้นยังอาจจะเกิดรวมกับยูเรเนียม (U) และทอเรียม (Th)

การถลุงแทนทาลัมและไนโอเบียม

นำตะกั่วดีบุกมาบดและละลายในกรดผสมระหว่างกรด HF กับ H_2SO_4 แล้วเติมเมทิลไอโซบิวทิลคีโตน (MIBK) เพื่อละลายเอา Ta และ Nb แล้วเติมกรด H_2SO_4 เจือจาง พบว่า Nb ละลายในชั้นของกรด แล้วแยกออกมาปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลาย NH_3 จะได้ตะกอน จากนั้น นำตะกอนไปเผาจะได้ Nb_2O_5

สำหรับ Ta ที่ยังละลายอยู่ในสารละลายเมทิลไอโซบิวทิลคีโตน ซึ่งสามารถแยกออกมาได้ โดยการผ่านไอน้ำเข้าไปละลาย Ta ออกมาในรูปของ H_2TaF_7 จากนั้นเติมสารละลาย NH_3 จะได้ตะกอน เมื่อนำไปเผาจะได้ Ta_2O_5 หรือถ้านำ Ta ที่ละลายอยู่ในชั้นของน้ำมาเติมสารละลาย KCl ทำให้ตกผลึกในรูป K_2TaF_7

การนำแทนทาลัมและไนโอเบียมไปใช้ประโยชน์

แทนทาลัม (Ta) ใช้ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องส่งสัญญาณกันภัย เครื่องตั้งเวลา Ta ใช้ทำโลหะผสมสำหรับทำเครื่องบิน จรวด จีปนาวุธ อุปกรณ์เตาปรมาณู ออกไซด์ของแทนทาลัมใช้ทำเลนส์

ไนโอเบียม (Nb) ใช้ผสมกับเหล็กกล้าทำท่อส่งก๊าซ วัสดุก่อสร้างของโรงงานเคมีภัณฑ์ และใช้ทำเลนส์ต่าง ๆ

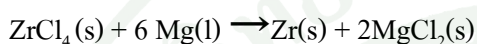
ผลเสียของการผลิตโลหะ Ta และ Nb คือ ในการผลิตต้องใช้สารละลายกรดและเบส ดังนั้นจึงอาจมีกรดและเบสปนเปื้อนออกมากับน้ำทิ้ง หรือ กากตะกอน ดังนั้นการป้องกันทำได้โดยการปรับให้เป็นกลางก่อน นอกจากนั้นยังมีตะกั่วดีบุกที่ใช้ผลิตแทนทาลัม และไนโอเบียม อาจมีสารกัมมันตรังสี เช่น ยูเรเนียม (U) และ ทอเรียม (Th) ปนเปื้อน

เซอร์โคเนียม (Zr)

เซอร์โคเนียม(Zr)เป็นโลหะที่มีจุดหลอมเหลว 1852°C จุดเดือด 4377°C พบในรูปแร่เซอร์คอน (ZrSiO_4) ตามแหล่งแร่ดิบุก บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย

การถลุงเซอร์โคเนียม

นำไปถลุงที่ $800-1000^{\circ}\text{C}$ ใช้คาร์บอนเป็นตัวรีดิวซ์ นำมาเผาที่ 500°C โดยพ่นแก๊สคลอรีน ตลอดเวลา จะได้ไอ ZrCl_4 นำไปผ่านเครื่องควบแน่นจะได้ผลึก ZrCl_4 นำไปทำปฏิกิริยากับ แมกนีเซียมภายใต้บรรยากาศแก๊สฮีเลียม จะเกิดปฏิกิริยาดังสมการ



การนำเซอร์โคเนียมไปใช้ประโยชน์

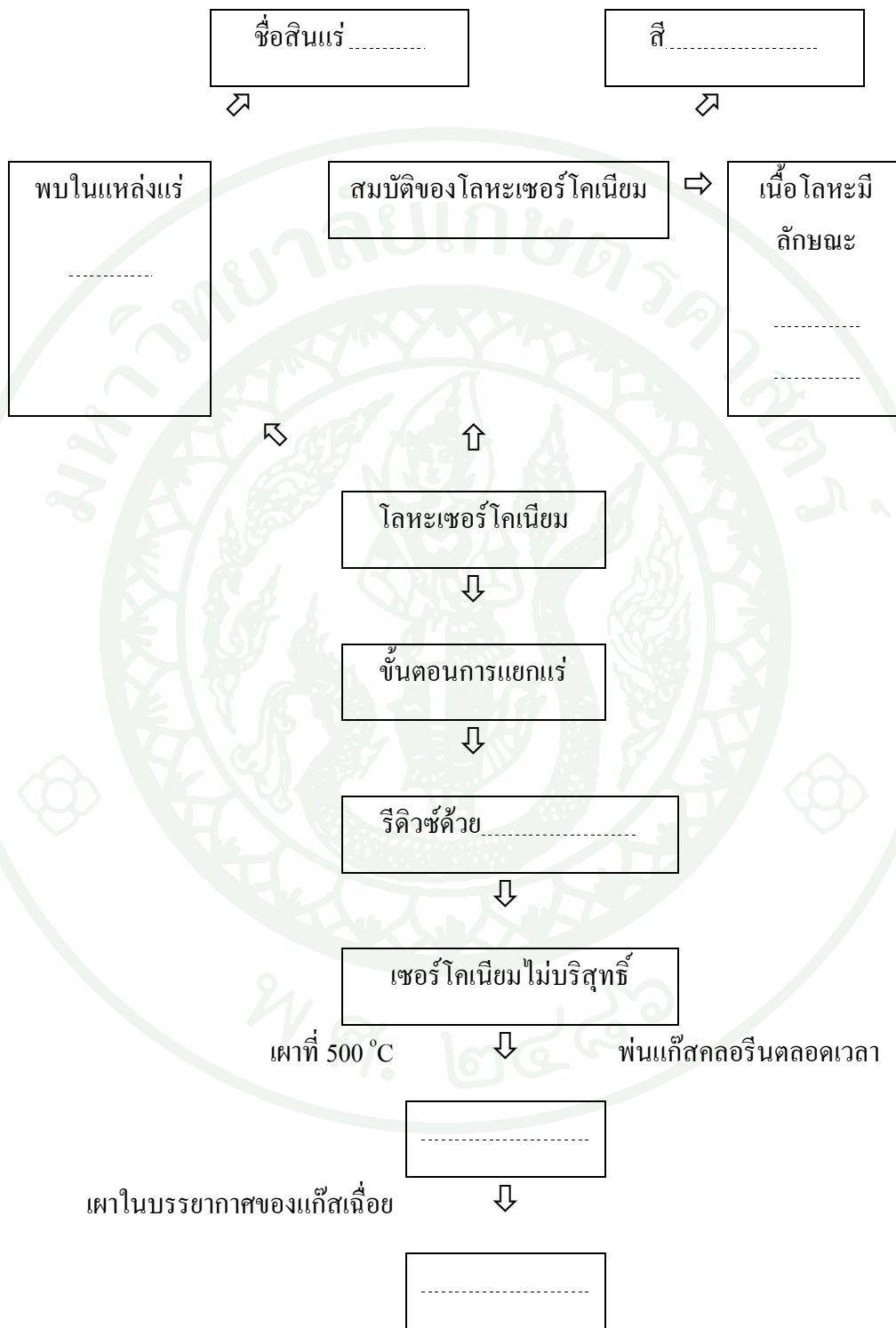
เซอร์โคเนียมนำไปใช้ประโยชน์ในรูปสารประกอบ เช่น ZrO_2 ใช้เคลือบสีสำหรับเซรามิกส์ ZrO_2 ที่มี Y_2O_3 ปน 5% เป็นสารที่เรียกว่า PSZ (Partially Stabelized Zirconia) และ PSZ ก็ใช้ใน อุตสาหกรรมเซรามิกส์ ทำให้เซรามิกส์ทนความร้อนได้ถึง 2400°C ซึ่งไม่นำไฟฟ้า จึงใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องยนต์ไอพ่น และจรวด ทำถ้วยกระเบื้องมนวนไฟในห้องปฏิบัติการ ทำอิฐทนไฟสำหรับเตาหลอมโลหะ ทำฉนวนกันไฟฟ้าแรงสูง ทำชิ้นส่วนของหัวเทียนรถยนต์ ใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. แร่แทนทาลัมและไนโอเบียมส่วนใหญ่พบในรูปของสินแร่ชนิดใด
.....
.....
2. หลักการแยกแทนทาลัมและไนโอเบียมอย่างไร
.....
.....
.....
3. จงระบุปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทำอุตสาหกรรมแทนทาลัมและไนโอเบียม
.....
.....

4. จงเติมข้อความลงในผังมโนทัศน์ให้ถูกต้อง



ความรู้สู่การทำความดี





แบบวัดแนวคิด เรื่อง อุตสาหกรรมโลหะ

คำสั่ง จงพิจารณาข้อความในแต่ละข้อว่าใช่หรือไม่ใช่ พร้อมเลือกเหตุผลประกอบ

1. ในการผลิตโลหะจากสินแร่ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การผลิตโลหะ และ การทำโลหะให้บริสุทธิ์

- ใช่
- ไม่ใช่

เพราะ

- มี 2 ขั้นตอน คือ การทำโลหะในรูปสินแร่ให้เป็นโลหะ และ การผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสเพื่อให้โลหะบริสุทธิ์
- มี 2 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ประกอบด้วย การล้าง การบดแร่ ร่อนแร่ และ การผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสเพื่อให้โลหะบริสุทธิ์
- มี 2 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ประกอบด้วย การล้าง การบดแร่ ร่อนแร่ และ การทำโลหะในรูปสินแร่ให้เป็นโลหะ
- มี 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมสินแร่ การผลิตโลหะ และ การทำโลหะให้บริสุทธิ์
- สินแร่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง
- เหตุผลอื่นๆ _____

2. การย่างแร่ เป็นการนำสินแร่ที่ไม่ใช่สารประกอบออกไซด์มาเผาในอากาศเพื่อเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบออกไซด์

- ใช่
- ไม่ใช่

เพราะ

- เป็นการนำสินแร่ทุกชนิดมาเผาในอากาศเพื่อเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบออกไซด์
- เป็นการนำสินแร่มาเผา เพื่อทำให้สินแร่แห้งพร้อมลุลงต่อไป S เป็นการนำสินแร่ที่ไม่ใช่สารประกอบออกไซด์มาเผาในอากาศเพื่อกำจัดสารปนเปื้อนออกไป
- เป็นการนำสินแร่ที่ไม่ใช่สารประกอบออกไซด์มาเผาในอากาศเพื่อเปลี่ยนเป็นโลหะที่บริสุทธิ์
- เป็นการนำสินแร่ที่ไม่ใช่สารประกอบออกไซด์มาเผาในอากาศเพื่อพร้อมเป็นตัวออกซิไดส์ต่อไป
- เหตุผลอื่นๆ _____

3. ในกระบวนการผลิตสังกะสีจากแร่สฟาเลอไรต์(ZnS)แตกต่างจากซิงก์ไคต์(ZnO) เพราะในขั้นตอนการผลิตโลหะใช้ตัวทำละลายแตกต่างกัน

- ใช่
- ไม่ใช่

เพราะ

- การผลิตจากแร่สฟาเลอไรต์ต้องผ่านกระบวนการย่างแร่ แต่ซิงก์ไคต์ไม่ต้อง
- การผลิตจากแร่สฟาเลอไรต์ต้องผ่านกระบวนการย่างแร่ แต่ซิงก์ไคต์ไม่ต้อง และเมื่อผ่านการย่างแร่จึงทำให้ตัวรีดิวซ์แตกต่างกัน
- การผลิตจากแร่สฟาเลอไรต์ต้องผ่านกระบวนการย่างแร่ ซิงก์ไคต์ไม่ต้อง แต่ใช้ตัวรีดิวซ์เดียวกัน
- การผลิตจากแร่สฟาเลอไรต์และซิงก์ไคต์ใช้ตัวรีดิวซ์เดียวกัน
- การผลิตสังกะสีจากแร่สฟาเลอไรต์(ZnS)และซิงก์ไคต์(ZnO) ต่างกันที่ในขั้นตอนการผลิตโลหะเพราะใช้ตัวทำละลายไม่เหมือนกัน

- เหตุผลอื่นๆ _____

4. ในการผลิตสังกะสีของประเทศไทย แร่เฮมิเมอริไฟต์($Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \cdot H_2O$) แตกต่างจากสฟาเลอไรต์(ZnS) เพราะ ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย

- ใช่
- ไม่ใช่

เพราะ

- แร่เฮมิเมอริไฟต์($Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \cdot H_2O$) ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายส่วนสฟาเลอไรต์(ZnS)ใช้ตัวรีดิวซ์
- ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายและการกรอง
- ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายและใช้ถ่านโค้ก เป็นตัวรีดิวซ์
- ใช้ตัวรีดิวซ์เหมือนกัน คือ ถ่านโค้ก
- สังกะสีของประเทศไทยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง
- เหตุผลอื่นๆ _____

5. ในการผลิตแคดเมียมจากตะกั่วของดีบุก ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย

- ใช่
- ไม่ใช่

เพราะ

- ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย เพราะ ไม่สามารถใช้ตัวรีดิวซ์ถูกลงได้โดยตรง
- ใช้ผงสังกะสีเป็นตัวรีดิวซ์ได้โดยตรง
- ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายและใช้ตัวรีดิวซ์ร่วมด้วย
- ใช้ตัวรีดิวซ์ คือ ถ่าน โค้ก แล้วแยกด้วยกระแสไฟฟ้า
- แคดเมียมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง
- เหตุผลอื่นๆ _____

6. ในกระบวนการผลิตพลวงเงิน(Sb_2S_3)และพลวงทอง($Sb_2O_4 \cdot nH_2O$)มีขั้นตอนในการผลิตโลหะเหมือนกัน คือ ใช้ตัวรีดิวซ์เป็นตัวสกัด แต่ต่างกันตรงที่พลวงเงินต้องผ่านกระบวนการอย่างแรกก่อนใช้ตัวรีดิวซ์

- ใช่
- ไม่ใช่

เพราะ

- พลวงเงินต้องผ่านกระบวนการอย่างแรกก่อน แล้วจึงใช้ตัวรีดิวซ์ แต่พลวงทองใช้ตัวรีดิวซ์ได้เลย
- พลวงทองต้องผ่านกระบวนการอย่างแรกก่อน พลวงเงินไม่ต้อง แต่ใช้ตัวรีดิวซ์เหมือนกัน
- พลวงทองและพลวงเงินใช้ตัวรีดิวซ์เหมือนกัน
- พลวงเงินใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย และพลวงทองใช้ตัวรีดิวซ์
- พลวงเงินและพลวงทองสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง
- เหตุผลอื่นๆ _____

7. ในกระบวนการผลิตทั้งสแตนจากสินแร่ลิวแฟรไมต์($(\text{Fe},\text{Mn})\text{WO}_4$) ทำได้โดยใช้ตัวรีดิวซ์ในกระบวนการผลิต

- ใช่
- ไม่ใช่

เพราะ

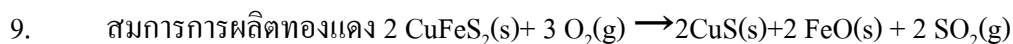
- ใช้สกัดด้วยตัวทำละลายแล้วกรอง
- ใช้สกัดด้วยตัวรีดิวซ์ คือ ถ่าน โกล์ก
- ใช้สกัดด้วยตัวทำละลาย
- ใช้สกัดด้วยตัวทำละลายแล้วใช้ตัวรีดิวซ์ ในกระบวนการผลิต
- สินแร่ลิวแฟรไมต์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง
- เหตุผลอื่นๆ _____

8. ในกระบวนการผลิตแทนทาลัมและไนโอเบียมจากสินแร่แทนทาลอ์โคลัมไบต์ [$(\text{Fe},\text{Mn})(\text{Ta},\text{Nb})_2\text{O}_6$] ใช้ตัวรีดิวซ์ เป็นตัวดึงแทนทาลัมและไนโอเบียมออกจากสินแร่

- ใช่
- ไม่ใช่

เพราะ

- ใช้ตัวทำละลายเป็นตัวสกัดแทนทาลัมและไนโอเบียมออกจากสินแร่
- ใช้ตัวรีดิวซ์ เป็นตัวสกัดแทนทาลัมและไนโอเบียมออกจากสินแร่
- ใช้ตัวทำละลายเป็นตัวสกัดแทนทาลัมและใช้ตัวรีดิวซ์เป็นตัวสกัดไนโอเบียมออกจากสินแร่
- แทนทาลัมกับไนโอเบียมเป็นสารประกอบที่ไม่สามารถแยกออกมาใช้ประโยชน์ตามลำพังได้
- สินแร่แทนทาลอ์โคลัมไบต์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง
- เหตุผลอื่นๆ _____

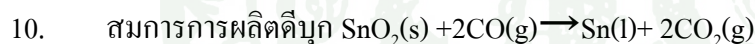


ตั้งกะสี $2\text{ZnS}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{ZnO}(\text{s}) + 2 \text{SO}_2(\text{g})$ และ พลวง $2\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{s}) + 9\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Sb}_2\text{O}_3(\text{s}) + 6\text{SO}_2(\text{g})$ จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ใช่
 ไม่ใช่

เพราะ

- เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งกำจัดโดยใช้สารละลายที่เป็นกรด
 เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งกำจัดโดยเผาพร้อมกับแคลเซียมคาร์บอเนต
 เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งกำจัดโดยผ่านลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
 เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งกำจัดโดยใช้ผงแคลเซียมออกไซด์
 สารละลายกรด ซึ่งกำจัดโดยทำให้สารละลายเป็นกลาง
 ในกระบวนการผลิตไม่มีมลพิษเกิดขึ้น จึงไม่ต้องกำจัดมลพิษ
 เหตุผลอื่นๆ _____



มลพิษที่เกิดจากการผลิต คือ เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งกำจัดโดยผ่านลงในน้ำ

- ใช่
 ไม่ใช่

เพราะ

- มลพิษ คือ เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งกำจัดโดยเผาพร้อมกับแคลเซียมคาร์บอเนต
 มลพิษ คือ เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถกำจัดโดยใช้น้ำบริสุทธิ์ในการละลาย
 มลพิษ คือ เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งกำจัดโดยลงในน้ำปูนใส
 มลพิษ คือ สารละลายกรด ซึ่งกำจัดโดยทำให้สารละลายเป็นกลาง
 ในกระบวนการผลิตไม่มีมลพิษเกิดขึ้น จึงไม่ต้องกำจัดมลพิษ
 เหตุผลอื่นๆ _____

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	สุวรรณ อัมพรदनัย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	18 สิงหาคม 2522
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์ทั่วไป-เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครุวิทยาศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	