

ผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูล
กับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปริญญานิพนธ์
ของ
ประทวน อ่อนไสว

16 เม.ย. 2535

เสนอกรมมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตร
ปริญญากการศึกษามหาบัณฑิต
มีนาคม 2527
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูล
กับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ
ของ
ประทาน อ่อนไสว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
มีนาคม 2527

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คนและกลุ่มควบคุม 40 คน โดยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนในเนื้อหาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ใช้เวลาสอนกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที กลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบ สสวท.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีเจตคติเพิ่มขึ้นต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECTS OF THE SCIENCE TEACHING THROUGH THE USE OF
INSTRUCTIONAL MODULES AND I-P-S-T PROGRAM
OF MATTAYOM SUKSA IV STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
PRATUAN ONSAWAI

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
March 1984

This research was aimed at the comparison of the achievement of the Chemistry study (science 032), the Mattayom Suksa IV Students' scientific attitude and towards the study through the use of instructional modules and the I-P-S-T program on the topic of the Relationship between Chemical Properties of the Elements.

The sample groups were 80 Mattayom Suksa IV students of Piboon Witayalai School in Lopburi Province. The students were equally divided into the experimental and control group. The students of the two groups studied the same topic on the Relationship between Chemical Properties of the Elements within 15 periods (50 minutes a period). The experimental group studied through instructional modules while the control group studied through the I-P-S-T program.

The results indicated that the achievement of the students learning through the use of instructional modules was significantly higher than that of the students learning through the I-P-S-T program at 0.01 level.

The scientific attitude of the students in both groups studying through modules and the I-P-S-T program were not significantly different at 0.05 level.

The students studying through instructional modules significantly increased their positive attitude towards their studying method at 0.01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบได้พิจารณา
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

ดร. วัน สวัสดิ์

ประธาน

ดร. วัน สวัสดิ์

ประธาน

ดร. วัน

กรรมการ

ดร. วัน

กรรมการ

ดร. สวัสดิ์
15

กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ เป็นอย่างยิ่งจาก
ดร.จุติมา วัชณะศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมสร วงษ์มุน้อย ผู้ช่วยศาสตราจารย์
บุญมี ก้อนทอง และ ดร.เสาวลักษณ์ รัตนวิชัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง
ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ หัวหน้าหมวดและอาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์
โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล
สำหรับการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้ช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

ขอขอบใจน้อง ๆ และนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือเป็นอย่างดี
ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ประทวน อ่อนใส่ว

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนา	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
คานิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนโมดูล	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ...	36
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อบทเรียนโมดูล	41
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	43
3 วิธีดาเนินการศึกษาค้นคว้า	44
กลุ่มตัวอย่าง	44
เครื่องมือที่ใช้ในการดาเนินการทดลอง	44
แบบแผนการดาเนินการทดลอง	50
การวิเคราะห์ข้อมูล	55
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	55

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	59
การวิเคราะห์ข้อมูล	59
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	65
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	65
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	65
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	66
สรุปผลการวิจัย	68
อภิปรายผล	68
ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	84

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการเรียน	60
2 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการเรียน	61
3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	62
4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	63
5 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการสอนโดยใช้ บทเรียนโมดูล ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	64

ภูมิหลัง

การศึกษา คือ เครื่องมืออันสำคัญที่สุดในการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคมและวัฒนธรรม เพราะการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ดังกล่าวต้องอาศัยคนเป็นปัจจัยสำคัญและกำลังคนจะมีประสิทธิภาพเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการจัดการศึกษา

การศึกษาของไทยกำลังประสบปัญหาอันเนื่องมาจากการมีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประกอบกับปัญหาการขาดแคลนครูอาจารย์และตาราเรียนในระดับต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลให้การจัดการศึกษากระทำได้ในวงจำกัด ไม่สามารถขยายออกไปได้ตามความต้องการของสังคมและประเทศชาติ วิธีการหนึ่งที่จะแก้ปัญหาเหล่านี้คือ การนวัตกรรมการศึกษาและเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาใช้ให้มากขึ้น นวัตกรรมทางการศึกษาคือ ความคิดและการกระทำใหม่ ๆ ในระบบการศึกษา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการศึกษา (นิพนธ์ สุขปรดี 2519 : 6) เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวความคิด กระบวนการ เทคนิค ตลอดจนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาค้าง ๆ ทางการศึกษา และเทคโนโลยีทางการศึกษายังมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการแก้ปัญหาทางการศึกษาของประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่กำลังพัฒนา (อุทัย บุญประเสริฐ 2517 : 89)

นวัตกรรมและเทคโนโลยี เป็นการปฏิบัติแนวใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากที่เคยปฏิบัติมาโดยเฉพาะเน้นการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ (อารี สัมพนวิ 2517 : 144) แต่การเรียนการสอนในปัจจุบันครุส่วนมากยัง เน้นการสอนแบบบรรยาย และนำสื่อการเรียนมาใช้น้อยมาก ส่วนกระบวนการเรียนของนักเรียนคือ การนั่งฟังครูอธิบายอย่างเรียบร้อย

ความรู้ในเนื้อหา หลักการ กฎและสูตร ได้จากการท่องจำเป็นส่วนใหญ่ขาดการเน้นวิธีการที่จะสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองคือ ขาดแนวทางในการชี้แนะให้ค้นพบความสามารถของตนเอง ขาดการฝึกให้เป็นคนคิดเป็น ทาเป็น ตลอดจนทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอน ดังนั้น การแก้ปัญหาทางการศึกษาจึงควรแก้ด้วยวิธีการปรับปรุงการเรียนการสอน โดยการประยุกต์เอาเทคนิค วิธีการ แนวความคิด อุปกรณ์และเครื่องมือใหม่ ๆ มาใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาการศึกษาทั้งในด้านการขยายงานและในด้านการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่เป็นผลโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านแนวความคิดพื้นฐานทางการศึกษา ในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล (วิจิตร ศรีสอาน 2517 : 122)

บทเรียนโมดูล (Instructional Module) เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่สามารถนำมาใช้ช่วยแก้ปัญหาการศึกษาได้ บทเรียนโมดูลมีลักษณะที่รวมเอาแบบการสอนหลายอย่าง (Instructional Modules) เข้าไว้ด้วยกัน แทนที่จะใช้การสอนเพียงอย่างเดียว เช่น การบรรยาย ก็อาจมีกิจกรรมอื่น ๆ เป็นต้นว่า การเรียนในกลุ่มย่อย จนถึงการศึกษาทดลองและการใช้บทเรียนสำเร็จรูป (วิศิษฐ์ ชุมวรฐายี 2519 : 2) ซึ่งบทเรียนโมดูลต้องมีการวางแผนและเตรียมตัวอย่างระมัดระวังมากกว่าครูหรือผู้บรรยายเตรียมการสอนปกติ ถ้ามีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดขึ้นในการเรียนการสอน ถือว่าเป็นความบกพร่องของบทเรียนที่สร้าง ไม่ใช่เป็นความผิดพลาดของผู้เรียน (ธีระ จิตต์จนะ 2519 : 2) การเรียนจากบทเรียนโมดูลมีข้อดีคือ นักเรียนได้เรียนในสิ่งที่เขาต้องการได้ด้วยตนเอง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอหรือเรียนในชั้นแล้วไม่เข้าใจ ส่วนนักเรียนที่เรียนเก่งอาจจะเลือกเรียนบทเรียนที่ล้าหน้ากว่าเรื่องที่กำหนดตามหลักสูตรหรือเรื่องอื่น ๆ ที่นักเรียนสนใจเป็นพิเศษซึ่งไม่จำเป็นต้องเรียนตามปกติ บทเรียนโมดูลมีจุดมุ่งหมายคล้ายกับบทเรียนโปรแกรมคือ มุ่งหมายที่จะช่วยให้ภาระการสอนของครูน้อยลงและให้นักเรียนสามารถช่วยเหลือตนเองได้มากขึ้น เพราะบทเรียนทั้งสองนี้ต่างก็เป็นบทเรียนสำเร็จรูปเหมือนกัน แต่มีบางส่วนที่แตกต่างกันคือ บทเรียนโมดูลมีความหมาย

กว้างกว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เรียนมีมากกว่าบทเรียนโปรแกรม (บุญมี ก้อนทอง 2518 : 21-23)

วิชาเคมี เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งซึ่งมีความเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาเคมี เพื่อให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการ สำหรับประเทศไทยได้มีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการปรับปรุงหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครูและวิธีสอน ตลอดจนการดำเนินการปฏิบัติทดลองที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นিকা สะเพียรชัย (นิคา สะเพียรชัย อ้างจากคู่มือการสอนวิชาเคมี มัธยมศึกษาปีที่ 5 2517 : คานา) กล่าวว่า การปรับปรุงหลักสูตรและแบบเรียนวิชาเคมี นับเป็นครั้งแรกในประวัติการศึกษาของไทยที่ได้มีโครงการร่วมมือจัดทำโดยอาศัยความร่วมมือของบุคลากรหลายฝ่าย นับตั้งแต่อาจารย์สอนวิชาเคมีระดับมหาวิทยาลัย วิทยาลัยครู ศึกษานิเทศก์และครูผู้สอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนต่างๆ นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศที่ UNDP จัดส่งมาอีกด้วย จึงนับว่าเป็นครั้งแรกที่มีการทุ่มเทกำลังคนและงบประมาณเพื่อปรับปรุงคุณภาพของการเรียนการสอนวิชาเคมี ได้เน้นหนักการทดลองอันจะนำไปสู่การคิดสรุปเป็นกฎเกณฑ์ต่างๆตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การปรับปรุงเนื้อหาวิชาเพื่อให้ทันกับความก้าวหน้าของวิชาการและมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการสอน เพื่อให้นักเรียนได้มีบทบาทในการเรียนเพิ่มขึ้น ในระบบการสอนปัจจุบันครูคนหนึ่งต่อนักเรียนประมาณ 45 คน ทำให้นักเรียนไม่ได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทุกด้านเท่าที่ควร เพราะครูเอาใจใส่นักเรียนเป็นรายบุคคลได้ไม่ทั่วถึง และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลน้อยเกินไป อีกทั้งบทเรียนอาจจะยาวและยากเกินไป จึงเป็นสาเหตุทำให้เด็กเก่งเบื่อหน่ายและเด็กอ่อนห่อถอยไม่ตั้งใจเรียนวิชาเคมีเท่าที่ควร

ลักษณะของวิชาเคมีนั้น ผู้เรียนจะต้องการทดลองและค้นพบความรู้ทางทฤษฎี กฎหรือสูตรด้วยตนเองจากเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งกระบวนการเรียนของวิชานี้มีลักษณะสัมพันธ์กันกับการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลและยังช่วยให้ผู้เรียนทราบวัตถุประสงค์ในการเรียน กิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ตลอดจนการประเมินผลซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถเตรียมตัวและค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง นอกเหนือจากการเรียนในชั้นที่ครูสอน (บุญมี ก้อนทอง, 2518 : 21-23) แต่อย่างไรก็ตามบทเรียนโมดูลโดยเฉพาะวิชาเคมียังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร ผู้วิจัยคิดว่า หลักการ องค์ประกอบและลักษณะของบทเรียนโมดูลน่าจะนำมาใช้เป็นประโยชน์ต่อการสอนวิชาเคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้คือ ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดสร้างบทเรียนโมดูลวิชาเคมีขึ้น

ผู้วิจัยทำการวิจัยเรื่อง ผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก็เพราะตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษา อันเป็นเครื่องมือพัฒนาความเจริญก้าวหน้าให้กับประเทศชาติสืบต่อไป ฉะนั้นการจัดการศึกษาควรนำวิทยาการใหม่ ๆ มาใช้เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพของสังคมในปัจจุบัน และเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้ที่มีบทบาทหน้าที่รับผิดชอบในการจัดการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ ครูที่สอนอยู่ในโรงเรียนจะให้เห็นความสำคัญและประโยชน์ของนวัตกรรมทางการศึกษา เพื่อที่จะนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม การที่จะนำนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวิจัยเพื่อเลือกนวัตกรรมทางการศึกษาที่เหมาะสมมาใช้ ซึ่งในประเทศไทยเรามีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้น้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นสมควรที่จะต้องวิจัยกันอย่างจริงจัง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาให้เจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียน โมดูล
4. เพื่อสร้างบทเรียนโมดูลวิชาเคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. จากผลการศึกษา จะเป็นการเสริมสร้างความคิดในอันที่จะปรับปรุงคุณภาพทางการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้
2. เป็นแนวทางในการ เปลี่ยนบทบาทของครูจากผู้สอน มาเป็นผู้จัดประสบการณ์ การเรียนการสอนและเป็นผู้ให้คำแนะนำในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เป็นแนวทางให้ครูได้ศึกษาและทดลองสร้างบทเรียน โมดูลในวิชาวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษารั้งนี้จำกัดอยู่ในขอบ เขตของประชากร กลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลา ในการทดลอง เนื้อหาวิชา และตัวแปรที่จะศึกษากันนี้

1. ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2526 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 330 คน โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ กลุ่มของนักเรียนที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน รวมนักเรียนที่ใช้ในการทดลอง 80 คน

3. ระยะเวลาในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526

4. เนื้อหา

เนื้อหาวิชาที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาเคมี (ว. 032) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ตามหัวข้อต่อไปนี้

- 4.1 สมบัติของธาตุ
- 4.2 การจัดเรียงอนุภาคของสาร
- 4.3 สารประกอบคลอไรด์
- 4.4 สารประกอบออกไซด์
- 4.5 สารประกอบซัลไฟด์
- 4.6 ก๊าซเฉื่อย หรือก๊าซมีตระกูล
- 4.7 คาบ หมู่ของธาตุและตารางธาตุ

5. ตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษามี ดังนี้

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

5.1.1 วิธีสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

5.1.2 วิธีสอนแบบ สสวท.

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.2.3 เจตคติต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

คานิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนโมดูล หมายถึง บทเรียนที่สำเร็จในตัวเอง นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง บทเรียนนี้ประกอบด้วย หลักการและเหตุผล/ จุดมุ่งหมาย ความรู้พื้นฐาน การประเมินผลเบื้องต้น กิจกรรมให้เลือกเรียน การประเมินผลหลังเรียน และการเรียนซ่อมเสริม

2. การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล หมายถึง การสอนที่ผู้วิจัยสอนโดยให้นักเรียนกลุ่มทดลองใช้บทเรียนโมดูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. การสอนแบบ สสวท. (I-P-S-T) หมายถึง การสอนที่ผู้วิจัยสอนกลุ่มควบคุมตามคู่มือครูและแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่แสดงออกภายหลังสิ้นสุดการเรียนการสอน ซึ่งวัดได้จากคะแนนของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) หมายถึง ความคิดเห็นภายหลังจากที่บุคคลได้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หลังจากกลุ่มตัวอย่างได้เรียนจบเนื้อหาที่ทดลองแล้ว ซึ่งวัดออกมาเป็นคะแนนได้โดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น บุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะ ดังนี้

5.1 มีเหตุผล

- 5.1.1 เชื่อในความสำคัญของ เหตุผล
- 5.1.2 ไม่เชื่อ โชคลาง คำทำนายหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายคามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
- 5.1.3 แสวงหาสาเหตุของ เหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น
- 5.1.4 ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไร และทำไมจึง เป็นอย่างนั้น

5.2 มีความอยากรู้อยากเห็น

- 5.2.1 มีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม
- 5.2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม
- 5.2.3 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น
- 5.2.4 ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

5.3 มีใจกว้าง

- 5.3.1 ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ตาม
· เหตุผลและข้อเท็จจริง ·

5.3.2 เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ

5.3.3 เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

5.3.4 ตระหนักและยอมรับความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

5.4 มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

5.4.1 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ

5.4.2 ไม่นาสภาพทางสังคม เศรษฐกิจและการเมืองมาเกี่ยวข้องกับ การตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

5.4.3 ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวที่มีอิทธิพลเหนือการ ตัดสินสิ่งใด ๆ

5.4.4 มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์

5.4.5 เป็นผู้ซื่อตรง อดทน ยุติธรรมและละเอียดรอบคอบ

5.5 มีความเพียรพยายาม

5.5.1 ทากิจการงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์

5.5.2 ไม่ทอดทิ้ง เมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

5.5.3 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการ เสาะแสวงหาความรู้

5.6 มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

5.6.1 ใช้วิจารณ์งานก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ

5.6.2 ไม่ยอมรับในสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการ พิสูจน์ที่เชื่อถือได้

5.6.3 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวกเร็วเกินไป

6. เจตคติที่ดีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล หมายถึง ความรู้สึกต่อบทเรียน โมดูลซึ่งวัดจากการให้นักเรียนตอบแบบสอบถาม วัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดย ใช้บทเรียนโมดูล ภายหลังจากการสอนตามบทเรียนสิ้นสุดลงแล้ว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูล
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคที่มีต่อบทเรียนโมดูล

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูล

ความหมายของบทเรียนโมดูล

ลอเรนซ์ (Lawrence. 1973 . 10) กล่าวว่า บทเรียนโมดูล ไม่ใช่การหาเรียนหรือสมุดแบบฝึกหัดและอื่น ๆ แต่โมดูลคือ หน่วยการสอนที่มีเนื้อหาจบในตัวเอง สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนเองมากกว่าจะใช้ครู ซึ่งประกอบด้วย สื่อการเรียนและกระบวนการ เพื่อที่จะใช้ถ่ายทอดเรื่องราวอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมี ส่วนประกอบได้แก่ วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนและการประเมินผล ตามปกติ มักนิยมใช้ในลักษณะที่เป็นเอกสารการพิมพ์หรือทำ เป็นหนังสือเล่มเล็ก ๆ

เอเรนส์ (Arends. 1973 6) กล่าวว่า บทเรียนโมดูล หมายถึง ชุดของกิจกรรมการเรียนที่จัดเรียงตามลำดับความยากง่าย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และบทเรียนโมดูลประกอบด้วย องค์ประกอบ 7 ประการ คือ

1. หลักการและเหตุผล (Rationale) เป็นการบรรยายอย่างสั้น ๆ ถึงความสำคัญในบทเรียนโมดูลนั้น
2. จุดประสงค์ (Objectives) เป็นจุดประสงค์ในการเรียนการสอนที่จะให้ผู้เรียนแสดงออก

3. ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites) เป็นความรู้พื้นฐานทั่วไปที่จำเป็นในการเริ่มต้นบทเรียนโมดูล

4. การประเมินผลก่อนการเรียนรู้ (Pre-assessment) เป็นการทดสอบพื้นฐานก่อนที่จะเรียนบทเรียนโมดูล

5. ข้อเสนอแนะกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning alternatives) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เลือกเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และบรรลุถึงจุดประสงค์

6. การประเมินผลหลังเรียน (Post-assessment) เป็นการทดสอบเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่า การเรียนรู้จะได้ผลตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ หรือว่าผู้เรียนมีความจำเป็นที่จะต้องกระทำการซ่อมเสริม

7. การเรียนซ่อมเสริม (Remediation) อาจจะกำหนดไว้หรือไม่ เป็นกิจกรรมที่จะช่วยเหลือผู้เรียนที่ไม่ผ่านการทดสอบหลังการเรียนรู้

บุญมี ก้อนทอง (บุญมี ก้อนทอง 2518 : 22) ได้ให้ความหมายบทเรียนโมดูลว่า หมายถึง บทเรียนหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่สำเร็จในตัวเอง สร้างขึ้นให้นักเรียนได้ศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์แน่นอนโดยที่บทเรียนหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วยวัสดุต่าง ๆ และคำสอนที่จำเป็นและจะทำให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ แสดงสมรรถภาพตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของโมดูลนั้น ๆ ขนาดของโมดูลจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เด็กได้รับ และวัตถุประสงค์ในแต่ละโมดูลจะต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนและเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนด้วย และในปี พ.ศ. 2519 ชมพันธ์ ฤกษ์ธร ณ ออยุธยา (ชมพันธ์ ฤกษ์ธร ณ ออยุธยา 2519 : 1) กล่าวว่าบทเรียนโมดูล หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งจัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้บทเรียนนั้น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนโมดูลขึ้นอยู่กับระดับที่บทเรียนโมดูลนั้น ๆ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงสมรรถภาพตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายมากนักน้อยเพียงใด และ วิชัย วงษ์ใหญ่ (วิชัย วงษ์ใหญ่ 2521 : 121) กล่าวว่า บทเรียนโมดูล หมายถึง กิจกรรม

การเรียนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงถึงสมรรถภาพที่จะเป็นครูในการฝึกสมรรถภาพเป็นครูอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างก็ได้ รูปแบบของโมดูลนั้นจะเป็นบทเรียนหรือหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่สำเร็จในตัวเอง สร้างขึ้นมาเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แน่นอนและชัดเจน โมดูลหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยสื่อการเรียนต่าง ๆ ที่จำเป็น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รู้และแสดงสมรรถภาพได้ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของโมดูลนั้น ๆ

จากความหมายของบทเรียนโมดูลที่กล่าวมาทั้งหมดนี้พอสรุปได้ว่า บทเรียนโมดูลหมายถึง สื่อการเรียนที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรอบรู้ในบทเรียนโมดูลจะต้องกำหนดจุดประสงค์ไว้แน่นอน เสนอกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความถนัดและความสามารถและมีการประเมินผลก่อนการเรียนและหลังการเรียน มีการทดสอบย่อยในทุกหน่วยของบทเรียนโมดูล รวมทั้งมีการเรียนซ่อมเสริมซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ลักษณะของบทเรียนโมดูล

ลักษณะสำคัญของบทเรียนโมดูล ฮุสตัน (Houston 1972 : 47) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนโมดูลไว้ 6 ประการ คือ

1. ก่อนที่จะสร้าง โปรแกรมการเรียนในส่วนย่อยหรือในรายวิชา จำเป็นต้องพิจารณาโปรแกรมใหญ่ทั้งหมดเสียก่อนเสมอ ในทางปฏิบัติที่ผ่านมา ผู้สอนมักจะไม่ค่อยคำนึงถึงโครงการใหญ่มากนัก มักสอนตามที่เห็นว่าสมควร ประสิทธิภาพการเรียนจึงไม่สอดคล้องสัมพันธ์กัน ทำให้เกิดช่องว่างและเนื้อหาซ้ำซ้อน

2. เน้นตัวผู้เรียนมากกว่าผู้สอน โดยถือเอาความต้องการของผู้เรียนเป็นเครื่องกำหนดสิ่งที่จะเรียน ไม่ใช่ถือเอาความรู้ของครูและอุปกรณ์ต่างๆ เป็นเครื่องกำหนดเนื้อหาเช่นแต่ก่อน การใช้บทเรียนโมดูลจะทำให้ผู้สอนมองเห็นว่า การสอนโดยใช้การบรรยายนั้นมีความสำคัญน้อยลง

3. เน้นจุดประสงค์เป็นเบื้องต้น ไม่ใช่เน้นที่กิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์จึงต้องบ่งไว้ชัดเจนเป็นประการแรก ส่วนกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้จุดประสงค์ได้บรรลุผลสำเร็จนั้นจึงจะตามมา การเรียนการสอนที่เน้นจุดประสงค์ที่ชัดเจนดังกล่าว จะช่วยจัดปัญหาอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนออกไปได้

4. การเรียนแบบรายบุคคล (Individualized) และเป็นส่วนตัว (Personalized) การเรียนเป็นรายบุคคลในแง่ที่ว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ช้าหรือเร็วตามขีดความสามารถของตนและการเรียนนั้น เน้นเรื่องส่วนตัวในแง่ที่ว่า ผู้เรียนแต่ละคนอาจมุ่งไปสู่เป้าประสงค์และจุดประสงค์ของการเรียนรู้นั้นหลายอย่างต่างกันก็ได้ การเรียนการสอนที่ใช้อยู่ทั่วไปนั่นคือ การเปรียบเทียบทางการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ส่วนการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลนั้นเปรียบเทียบการเรียนกับจุดประสงค์ที่ได้วางไว้ล่วงหน้าเท่านั้น

5. รวมวิธีการสอน (Instructional Modules) หลายอย่างเข้าไว้ด้วยกัน แทนที่จะใช้การสอนเพียงอย่างเดียว เช่น การบรรยายก็อาจจะมิกิจกรรมอื่น ๆ เป็นต้นว่า การเรียนในกลุ่มย่อยจนถึงการศึกษาทดลองและการใช้บทเรียนสำเร็จรูป เป็นต้น

6. บทเรียนโมดูลเน้นกระบวนการ (Process) ไม่ใช่ผลขั้นสุดท้าย (Product) จึงต้องมีการแก้ไขปรับปรุงกันอยู่ตลอดเวลา

ส่วนประกอบของบทเรียนโมดูล

โมดูลทุกแบบจะต้องประกอบด้วยขั้นตอน ประการต่อไปนี้ (Houston and others. 1972 167-169)

1. แก้วโครงละเอียด (Prospectus) เป็นส่วนที่รวมเอาหลักการและเหตุผลไว้ด้วยกัน ซึ่งหลักการและเหตุผลนี้จะบอกชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

1.1 ความสำคัญของความมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลที่มีต่อนักเรียนและการศึกษาโมดูลนั้น ๆ

1.2 แก้วโครงสิ่งที่ผู้เรียนจะได้เรียนจากโมดูลนั้น

ถ้าผู้เรียนเข้าใจความมุ่งหมายของบทเรียนก็จะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลต่อผู้เรียนมาก เค้าโครงละเอียดนี้จะเป็นขอบข่ายของโมดูลด้วย จะบอกให้ผู้เรียนทราบว่า ต้องผ่านการเรียนอะไรหรือมีความรู้พื้นฐานอะไรมาก่อนบ้าง และบอกวิธีดำเนินการอย่างคร่าว ๆ ที่จะทำให้บทเรียนโมดูลนี้สำเร็จ

2. จุดประสงค์ (Objectives) เป็นส่วนสำคัญที่สุดของบทเรียนโมดูล ทุกประโยคของจุดประสงค์จะต้องชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ กำหนดว่าสมรรถภาพอะไร พฤติกรรมอะไรที่นักเรียนจะแสดงออกได้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วจึงจะยอมรับว่าได้ผ่านโมดูลนั้นไปได้ จุดประสงค์ทำให้การวางแผนและประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้วางโครงร่างของโมดูล ตลอดจนช่วยเสนอแนะกิจกรรมการเรียนได้อีกด้วย

3. การประเมินผลก่อนการเรียน (Pre-Assessment) หมายถึง การวัดในเรื่องต่อไปนี้

3.1 เพื่อจะดูว่า ผู้เรียนมีความรู้หรือสมรรถภาพพื้นฐานในสิ่งที่จะเรียนในบทเรียนโมดูลหรือยัง หรือจะต้องฝึกสมรรถภาพที่เป็นพื้นฐานก่อนจะเริ่มเรียน

3.2 เพื่อจะดูว่า ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่ระบุไว้ในโมดูลหรือยัง เขาควรจะเรียนโดยใช้กิจกรรมใดเพื่อที่จะได้บรรลุจุดประสงค์

3.3 เพื่อจะดูว่า ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในบางส่วนของสมรรถภาพที่ระบุไว้ในบทเรียนโมดูลหรือไม่ ถ้ามีเขาอาจจะร่วมในกิจกรรมการเรียนบางกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับที่เขายังไม่ได้เรียนรู้เท่านั้น

การประเมินผลก่อนการเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความสามารถของตนตามจุดประสงค์บางส่วนหรือทั้งหมด นอกจากนั้นยังช่วยชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนอาจจะยังไม่พร้อมที่จะเรียนโมดูลนั้นก็ไ้ เนื่องจากขาดความรู้พื้นฐานของโมดูลนั้น การประเมินผลก่อนการเรียนจะใช้แบบทดสอบลักษณะใดก็ได้ เช่น แบบปรนัย อัตนัย การทำงานส่ง การสอบปากเปล่า หรือการอภิปรายก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมของจุดประสงค์ เนื้อหา และระดับของผู้เรียน ไม่จำเป็นต้องมีแบบแผนตายตัว

4. กิจกรรมการเรียนรู้ (Enabling Activities) กิจกรรมการเรียนรู้จะจัดตามจุดประสงค์ของโมดูลและเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือก (Instructional Alternative) เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเลือกกิจกรรมนั้น ๆ ตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน ถ้าหากจุดประสงค์หรือกิจกรรมนั้นมีลักษณะต่อเนื่องกัน ควรจะได้หาแผนผังหรือคำอธิบายของการลำดับกิจกรรมที่ต้องการ

5. การประเมินผลหลังเรียน (Post-Assessment) เพื่อจะบอกให้ผู้เรียนได้รู้ว่า เรียนสำเร็จตามจุดประสงค์ของโมดูลมากน้อยเพียงใด ถ้าไม่ผ่านก็ควรจะเรียนเพิ่มเติมอย่างไร เรียนเพิ่มเติมในส่วนไหนของบทเรียนและที่สำคัญ ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลหลังการเรียน ยังชี้ให้เห็นข้อบกพร่องในการเรียนการสอนของบทเรียนโมดูลด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนต่อไป การประเมินผลหลังการเรียนอาจจะเหมือนหรือไม่เหมือนกับแบบประเมินผลก่อนการเรียนก็ได้แล้วแต่ลักษณะของการประเมินผล

จากส่วนประกอบทั้ง 5 ข้อนี้ จะขาดมิได้ โมดูลแต่ละแบบอาจจะแตกต่างกันก็เพียงเพิ่มเติมส่วนอื่นให้มากกว่านี้ก็ได้ แล้วแต่ความต้องการของผู้สร้าง เช่น อาจจะแยกความรู้พื้นฐานออกมากำหนดต่างหากจากเค้าโครงละเอียดก็ได้ ส่วนมากขึ้นความรู้พื้นฐานจะพยายามกำหนดไว้ให้น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย การเรียนซ่อมเสริมอาจแยกออกมาจากการประเมินผลหลังการเรียนก็ได้ เพื่อแนะนำผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลหลังการเรียน การเรียนซ่อมเสริมจะแนะนำผู้เรียนว่าควรจะทำกิจกรรมใดหรือควรปรึกษากับผู้สอนก่อน

รูปแบบของบทเรียนโมดูล

ฮุสตัน และคณะ (Houston and others. 1972 127-132) ได้เสนอรูปแบบไว้ 4 แบบ ดังนี้

โมดูลแบบที่ 1 เป็นแบบที่สร้างขึ้นโดย วิลฟอร์ด เวเบอร์ (Wilford Waber) แห่งมหาวิทยาลัยฮุสตัน มีเค้าโครง ดังนี้

1. ชื่อเรื่อง (A Title Page) เป็นส่วนที่บอกชื่อผู้สร้าง ผู้ปรับปรุง
ครั้งที่ปรับปรุง ระดับผู้เรียน การติดต่อกับผู้สร้าง โมดูลเรื่องนี้

2. ขั้นตอนของกระบวนการเรียน (The Body of the Description)
มีลำดับขั้น ดังนี้

- 2.1 หลักการและเหตุผล
- 2.2 จุดประสงค์
- 2.3 ความรู้พื้นฐาน
- 2.4 การประเมินผลก่อนการเรียน
- 2.5 กิจกรรมการเรียน
- 2.6 การประเมินผลหลังการเรียน
- 2.7 การเรียนซ่อมเสริม

3. ภาคผนวก (Appendix) เป็นส่วนที่บอกชื่อสื่อการเรียนต่าง ๆ ที่ใช้ใน
โมดูล ไม่ว่าจะเป็นคินสอ กระดาษ อุปกรณ์ แบบทดสอบต่าง ๆ ฯลฯ

โมดูลแบบที่ 2 สร้างขึ้นโดย โทมัส เนเกล และพอล ริชแมน ที่มหาวิทยาลัย
แซน ดิเอโก (Thomas Nagel and Paul Richman at San Diego) ซึ่งมีเค้าโครงดังนี้

ชื่อของโมดูล (Module Name) ผู้สร้าง (Module Authors)

1. ความคิดรวบยอดและหลักการพื้นฐาน

- 1.1 ความรู้พื้นฐาน
- 1.2 เวลา
- 1.3 เป้าประสงค์
- 1.4 ขอบข่ายของประสบการณ์ที่จะให้เรียนรู้
- 1.5 การประเมินผลก่อนการเรียน
- 1.6 จุดประสงค์
- 1.7 กิจกรรมการเรียน

1.8 การประเมินผลหลังการเรียน

1.9 การเรียนซ่อมเสริม

2. วัตถุประสงค์

โมดูลแบบที่ 3 สร้างขึ้นที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย โดยการนำของแพทริเซีย แอฟเฟอร์แมน-กาปริรา และวิลเลียม ทิกูนอฟ (Patricia Hefferman Cabrea and William Tikunoff) มีแบบฟอร์ม ดังนี้

1. สารบัญ
2. คำโครงละเอียด
3. คำนำ
4. จุดประสงค์
5. ความรู้พื้นฐาน
6. คำอธิบายโมดูล
7. ลำดับขั้นในการทำโมดูล
8. การประเมินผลก่อนการเรียน
9. คำอธิบายกิจกรรมการเรียน
10. การประเมินผลหลังการเรียน
11. การเรียนซ่อมเสริม

ส่วนที่เป็นวัตถุประสงค์การเรียน สื่อการเรียนต่างๆจะแยกไว้เป็นชุดต่างหาก โดยวัตถุประสงค์ทุกชิ้นจะเรียงหมายเลขไว้อย่าง เรียงร้อยและมีคำอธิบายถึงการใช้ไว้ด้วย

โมดูลแบบที่ 4 เป็นแบบผสมผสานจากแบบต่างๆทั้ง 3 แบบที่กล่าวมาแล้ว โดยโมดูลจะอธิบายกิจกรรมและบอกวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการเรียน เช่น

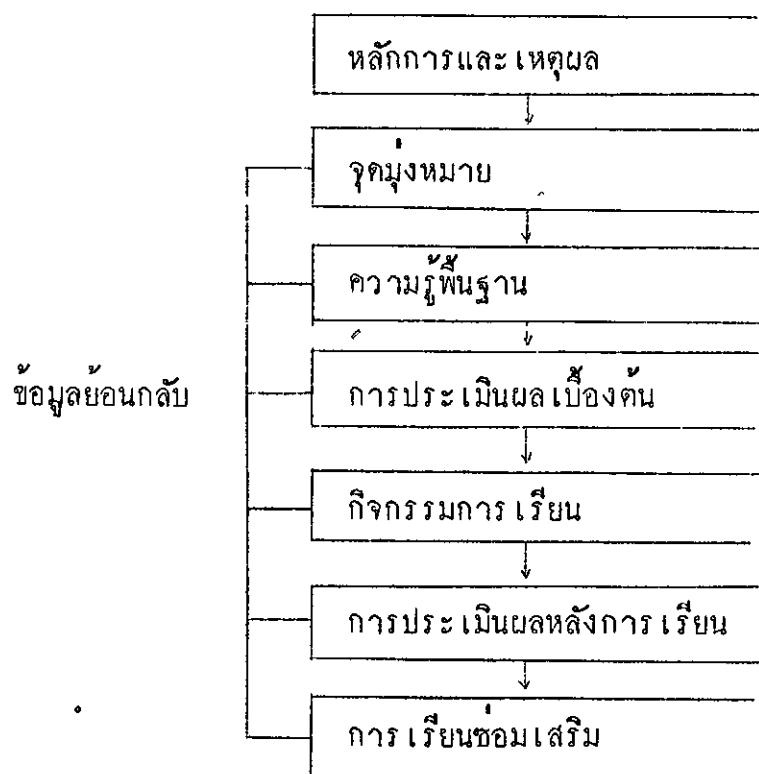
- ก. อุปกรณ์อะไรที่นักเรียนจะหามาได้เอง
- ข. อุปกรณ์ที่มีอยู่ในโมดูล
- ค. อุปกรณ์อะไรที่จัดอ้างอิงไว้ สงวนไว้ในห้องสมุดหรือที่ศูนย์บริการอุปกรณ์

ในส่วนที่เป็นภาพยนตร์ การสัมมนาจะอธิบายแยกไว้อีกต่างหาก นอกจากนั้นจะมีแบบสำรวจว่า นักเรียนได้ติดตามขั้นตอนไปแล้วแค่ไหน จดวันที่เริ่มทาโมดูล วันที่นักเรียนทาโมดูลเสร็จและมีส่วนที่ให้นักเรียนเขียนเสนอความคิดเห็น เพื่อเพิ่มสมรรถภาพของตนเองเกี่ยวกับเรื่องนี้ อีก ซึ่งส่วนนี้เรียกว่า "ส่วนคาถาม" นอกจากนี้ยังมีรูปแบบของบทเรียนโมดูลในลักษณะของฟอร์มอื่น ๆ อีก ดังนี้

บุญมี ก้อนทอง (บุญมี ก้อนทอง 2518 . 21-22) ได้เสนอรูปแบบบทเรียนโมดูลของคณะกรรมการการศึกษาวิชาชีววิทยา (The Commission on Undergraduate Education in the Biological Science) ขั้นตอน ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของบทเรียนโมดูล
2. ทักษะและความรู้พื้นฐาน
3. ความมุ่งหมายของบทเรียน
4. อุปกรณ์ประกอบบทเรียน
5. การทดสอบพื้นฐาน
6. โปรแกรมการเรียนการสอน
7. ประสิทธิภาพเกี่ยวกับโมดูล
8. การทดสอบหลังการเรียน
9. การประเมินผลโมดูลเพื่อการปรับปรุงบทเรียน

ต่อมา ชมพันธ์ ฤกษ์ ฌ อุษยา (ชมพันธ์ ฤกษ์ ฌ อุษยา 2519 : 1)
ได้เสนอรูปแบบของบทเรียนโมดูล ประกอบด้วย 7 ประการ ดังนี้



หลักการและเหตุผล (Rationale)

หลักการและเหตุผล มีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

1. เพื่ออธิบายวัตถุประสงค์และความสำคัญของจุดมุ่งหมายของหน่วย
การเรียนการสอนในแง่ของการสำรวจข้อมูล ทฤษฎีหรือการปฏิบัติ
2. เพื่อจัดหน่วยการเรียนการสอนและจุดมุ่งหมายให้สอดคล้องกับเนื้อหา

หลักการและเหตุผลจะช่วยอธิบายถึงความสำคัญของหน่วยการเรียนการสอนและ
ยังช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงความมุ่งหมายของหลักสูตรทั้งหมด พร้อมทั้งช่วยให้ผู้เรียน
เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนการสอนที่กำลังเรียนกับเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ที่เขา
จะต้องเรียนต่อไป

จุดมุ่งหมาย (Objectives)

จุดมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน (Instructional Objectives)
ระบุความสามารถที่ผู้เรียนจะต้องแสดงออก
2. จุดมุ่งหมายในการแสดงออก (Expressive Objectives) ระบุ
เหตุการณ์ที่ผู้เรียนจะต้องมีประสบการณ์

จุดมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. ช่วยเป็นสื่อที่เชื่อมโยงจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชา ความคาดหวังและ
วิธีสอนต่างๆ ให้ผู้เรียนและอาจารย์ผู้สอนได้ทราบ
2. ช่วยให้อาจารย์ผู้สอนได้วางแผนและประเมินผลจุดมุ่งหมาย วิธีสอน
และผลการสอนของตนได้

ดังนั้น จุดมุ่งหมายจึงเป็นส่วนที่ช่วยวางโครงสร้างของบทเรียนโมดูลและช่วย
เสนอแนะกิจกรรมการเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงความรู้ความสามารถตามที่
ระบุไว้ อย่างไรก็ตามบทเรียนโมดูลต่างๆย่อมแตกต่างกันตามจำนวนของจุดมุ่งหมาย
ที่กำหนดไว้ บทเรียนโมดูลบางเรื่องอาจจะมีจุดมุ่งหมายเพียงอย่างเดียว แต่บางโมดูล
อาจจะระบุจุดมุ่งหมายไว้หลายประการ

ความรู้พื้นฐาน (Pre-requistes)

ความรู้พื้นฐานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ความสามารถพื้นฐานทั่วไปที่จำเป็นในการเริ่มต้นบทเรียนโมดูลหรือ
กระบวนการของบทเรียนโมดูล
2. ความสามารถเฉพาะซึ่งได้เรียนมาแล้วในบทเรียนโมดูลก่อนๆ โดย
ทั่วไปควรจัดบทเรียนโมดูลที่มีความรู้พื้นฐานที่ต้องเรียนมาก่อนให้น้อยที่สุด ทั้งนี้เพื่อ
สะดวกในการยืดยุ่นของโปรแกรมการเรียน นอกจากนี้การสร้างแบบประเมินผล
เบื้องต้นควรให้ครอบคลุมถึงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นด้วย

การประเมินผลเบื้องต้น (Pre - assessment)

การประเมินผลเบื้องต้น มักจะใช้การทดสอบโดยการเขียน - อย่างไรก็ตาม ในการสร้างบทเรียนโมดูลควรจะได้พิจารณาถึงคุณประโยชน์ของการทดสอบอย่างอื่นด้วย ทั้งเป็นทางการและไม่เป็นทางการ แบบปรนัยและอัตนัย เช่น การอภิปราย ระหว่าง ผู้เรียนและอาจารย์ก็อาจจะเป็นการประเมินผลเบื้องต้นได้ เป็นต้น

ความมุ่งหมายของการประเมินผลเบื้องต้น

1. เพื่อทราบว่าผู้เรียนสามารถแสดงความรู้ที่เป็นพื้นฐานนั้นๆ ก่อนเรียน บทเรียนโมดูล
2. เพื่อศึกษาว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถบางส่วนที่ระบุไว้ในบทเรียน โมดูลที่กำลังจะเรียนแล้วหรือยัง หรือเขาควรจะได้รับความช่วยเหลือแนะแนวในกิจกรรม การเรียนต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลนั้น
3. เพื่อศึกษาว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถบางส่วนที่ระบุไว้ในบทเรียน โมดูลที่กำลังจะเรียนหรือไม่ ถ้ามีเขาอาจจะเรียนในกิจกรรมการเรียนบางกิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เขายังไม่ได้เรียนรู้เท่านั้น

กิจกรรมการเรียน (Instructional Alternatives)

กิจกรรมการเรียน หมายถึง งานที่จะให้ผู้เรียนทำเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้และบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้

ข้อเสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียน ดังนี้คือ

1. ควรจัดให้มีกิจกรรมการเรียนหลายๆอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือก เรียน รวมทั้งให้ผู้เรียนได้จัดกิจกรรมของตนเองด้วย
2. ประสพการณ์ต่างๆที่จัดขึ้นควร เป็นแนวทางที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ กำหนดไว้

3. ควรจัดทำแผนผังหรือคำอธิบายของการจัดลำดับกิจกรรมที่จะเรียน ถ้าหากจุดมุ่งหมายหรือกิจกรรมการเรียนมีลักษณะที่ต่อเนื่อง

4. ควรจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดเท่าเทียมกันในการที่จะบรรลุถึงจุดมุ่งหมาย

การประเมินผลหลังการเรียน (Post - assessment)

วิธีการประเมินผลหลังการเรียนอาจจะเหมือนหรือแตกต่างจากวิธีการประเมินผลเบื้องต้น และสามารถจัดได้หลาย ๆ วิธี ซึ่งการประเมินผลหลังการเรียนควรมีลักษณะดังนี้

1. ประเมินผลทั้งหมดที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายด้วยวิธีที่เชื่อถือได้
2. ประเมินผลเฉพาะที่ระบุไว้เป็นพื้นฐาน ก่อนเรียนบทเรียนโมดูลนั้นหรือก่อนเริ่มโปรแกรม
3. การประเมินผลหลังการเรียนควรจัดทำทั้งในระหว่างการเรียน และหลังการเรียน
4. การประเมินผลหลังการเรียนจะต้องเป็นจริงและมีเหตุผล โดยคำนึงถึงเวลา ทั้งผู้เรียนและผู้สอน

การเรียนซ่อมเสริม (Remediation)

การเรียนซ่อมเสริม อาจจะกำหนดไว้ในบทเรียนหรือไม่ก็ได้จัดเป็นกิจกรรมการเรียนที่จะช่วยเหลือผู้เรียนที่ไม่ผ่านการทดสอบหลังบทเรียน อาจจะดำเนินการตามแบบเดิมหรืออาจเปลี่ยนแปลงก็ได้ การเรียนซ่อมเสริมนี้อาจประสงค์เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนมิให้หลงโทษ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บรรลุผลสำเร็จ โดยทั่วไปกิจกรรมการเรียนซ่อมเสริมนั้นผู้สอนและผู้เรียนจะกำหนดร่วมกัน โดยพิจารณาจากความสามารถของผู้เรียนและการประเมินผลหลังการเรียน

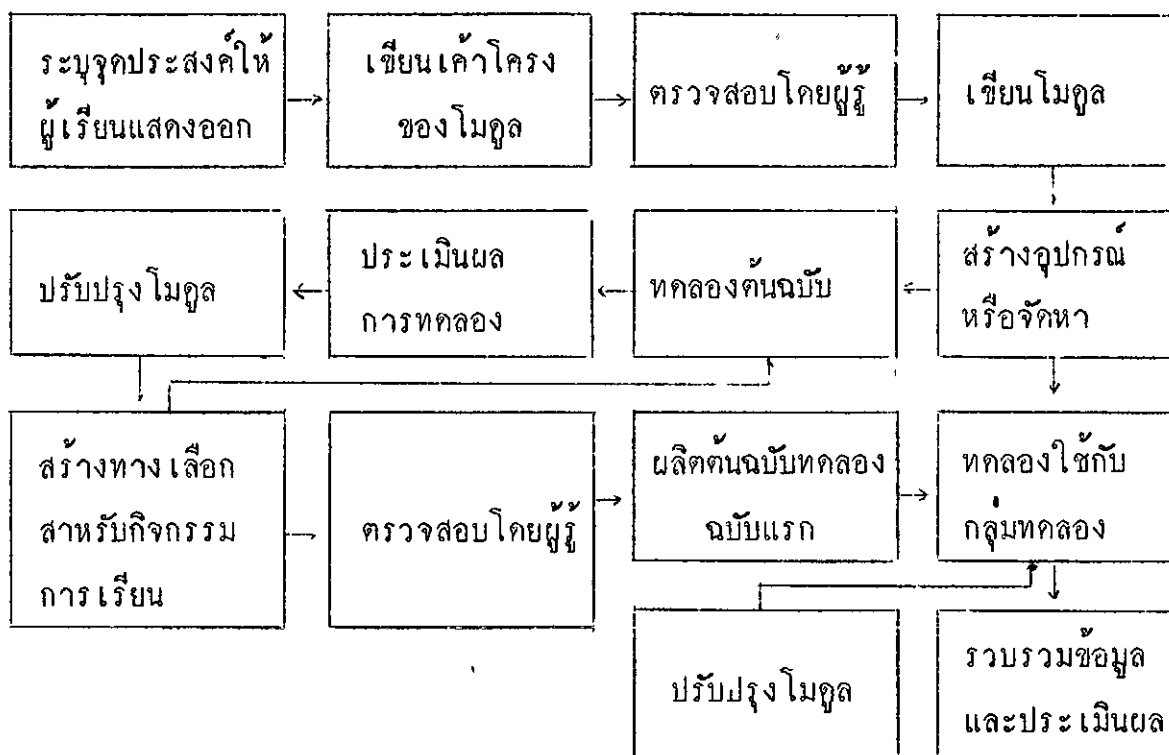
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520 : 5)
ได้ออกแบบฟอร์มบทเรียนโมดูล มีลำดับขั้นตอน 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชื่อวิชา
2. เลขที่ของโมดูล
3. เป้าหมาย
4. วัตถุประสงค์
5. การประเมินผลเบื้องต้น
6. สื่อการเรียนและกิจกรรม
7. การประเมินผลหลังการเรียน

รูปแบบของบทเรียนโมดูลสามารถเลือกเอาแบบที่คาดหวังว่าเหมาะสมในกระบวนการเรียนการสอน และสามารถก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่สุด หรือสามารถผสมผสานจากแบบต่าง ๆ ได้ เพราะไม่มีแบบฟอร์มที่ตายตัว

กระบวนการสร้างบทเรียนโมดูล

ฮุสตัน (Houston. 1972 76-77) ได้กล่าวว่า ไม่มีบทเรียนโมดูลใดที่สมบูรณ์ในตัวเอง จึงต้องมีการประเมินผลการใช้และปรับปรุงแก้ไขอยู่เสมอ ลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนโมดูลเป็นไปตามลำดับขั้น ดังนี้



หลักสำคัญในการสร้างบทเรียนโมดูล

การดำเนินการสร้างบทเรียนโมดูลนั้น ควรจะได้นำถึงหลัก 3 ประการคือ

1. หลักการและเหตุผล (Rational) และข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและบทเรียนจะต้องระบุมานำให้ชัดเจนว่ามีอยู่อย่างไร
2. ความมุ่งหมายขั้นสุดท้ายที่จะให้ผู้เรียนเป็นอย่างไรต้องระบุให้ชัดเจน
3. จุดประสงค์เฉพาะสำหรับบทเรียนมีอยู่อย่างไรต้องระบุไว้ด้วย

การประเมินค่ารูปแบบและเนื้อหาของบทเรียนโมดูล

ลอเรนซ์ (Lawrence. 1973 , 24-26) ได้กล่าวถึงการประเมินค่ารูปแบบและเนื้อหาของบทเรียนโมดูลไว้ 2 แบบ ดังนี้

เกณฑ์ประเมินผลบทเรียนโมดูล แบบที่ 1

1. โมดูลควรเน้นในค่านักศึกษาให้เด่นชัดและสามารถจัดโครงสร้างประสบการณ์ให้เข้ากับการเรียนรู้ของบุคคล
2. โมดูลควรมีเนื้อหาพอเหมาะ ไม่มีลักษณะเป็นสมุดจดงานและควรคำนึงประสิทธิภาพในการใช้เวลาของนักเรียน
3. โมดูลจะต้องมีลักษณะเป็นบทเรียนที่สำเร็จในตัวเอง โมดูลไม่ต้องการครูผู้สอนที่อยู่ในฐานะเป็นผู้ให้ความรู้
4. โมดูลจะต้องมีระบบวัตถุประสงค์การเรียนรู้รวมอยู่ด้วย ไม่ว่าจะเป็นการวัดด้วยตนเองหรือให้ผู้อื่นสังเกต
5. โมดูลจะต้องมีรายชื่อบรรณานุกรม เสนอแหล่งความรู้หรือแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับทักษะนั้น ๆ เพิ่มเติม
6. โมดูลควรมีกิจกรรมเลือก เพื่อให้นักเรียนเลือกหา
7. โมดูลควรมีข้อกำหนดต่าง ๆ ว่า นักเรียนจะมีส่วนร่วมออกแบบการเรียนรู้การสอนของตนอย่างไร
8. โมดูลอาจนาทฤษฎีและภาคปฏิบัติเข้ามาผสมผสานกัน
9. โมดูลจะต้องสร้างให้สอดคล้องกับลักษณะความเป็นจริง
10. โมดูลจะต้องให้ความสนุกสนานไม่น่าเบื่อ

เกณฑ์ประเมินผลบทเรียนโมดูล แบบที่ 2

1. คำโครงละเอียด
 - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาของ โมดูลชัดเจน
 - 1.2 มีการกล่าวถึงบทย่อให้เห็นถึง เนื้อหาของ โมดูล

- 1.3 บ่งบอกถึงความรู้พื้นฐานที่จะมีก่อนเรียนโมดูล
- 1.4 ค่าชี้แจงของโมดูลชัดเจน
2. จุดประสงค์
 - 2.1 เป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้
 - 2.2 มีเกณฑ์ขั้นต่ำ
 - 2.3 มีเงื่อนไขชัดเจน
3. การประเมินผลก่อนการ เรียน
 - 3.1 มีการประเมินผลก่อนเรียน
 - 3.2 มีการวัดความรู้พื้นฐาน
 - 3.3 การประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์ของบทเรียนโมดูล
 - 3.4 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ของบทเรียนโมดูล
 - 3.5 เกณฑ์ที่ใช้ชี้แจงและสอดคล้องสัมพันธ์กัน
4. กิจกรรมการเรียน
 - 4.1 กิจกรรมการเรียนสอดคล้องกับจุดประสงค์
 - 4.2 กิจกรรมการเรียนมีจุดประสงค์ชี้แจง
 - 4.3 กิจกรรมการเรียนสอดคล้องกับการประเมินผล
5. การประเมินผลหลังการเรียน
 - 5.1 มีการประเมินผลหลังการเรียน
 - 5.2 การประเมินผลหลังการเรียนครอบคลุมจุดประสงค์
 - 5.3 การประเมินผลหลังการเรียนสอดคล้องกับจุดประสงค์
 - 5.4 เกณฑ์ในการวัดชี้แจงและสอดคล้องกัน

6. กระบวนการสัมพันธ์จริง
 - 6.1 มีกิจกรรมที่ให้นักเรียนทาสำ
 - 6.2 มีคำแนะนำเพิ่มเติมอื่น ๆ
7. ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาโมดูล
 - 7.1 มีกระบวนการเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับ
 - 7.2 มีเกณฑ์ในการประเมินผลที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการประเมินผลบทเรียนโมดูล

1. ความมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลต้องชัดเจน ผู้เรียนอ่านแล้วต้องเข้าใจง่าย
2. การทดสอบก่อนเรียนต้องประกอบด้วยสิ่งที่มีความมุ่งหมายต้องการจากการประเมินผลก่อนเรียน ทำให้ผู้เรียนตัดสินใจได้ทันทีว่าควรเรียนโมดูลนั้นหรือไม่
3. ความแนะนำทดสอบบทเรียนต้องชัดเจน
4. แบบของกิจกรรมต้องเป็นไปได้ ปฏิบัติได้ (Practical) และไม่ยุ่งยากเกินไป และต้องเป็นไปตามความมุ่งหมายของโมดูล
5. ควรมียกกิจกรรมให้ผู้เรียนเลือก (Alternative Activities)
6. ผู้เรียนควรมีส่วนร่วมในการเตรียมแผนการของกิจกรรมด้วย
7. การประเมินผลหลังการเรียนต้องชัดเจน เข้าใจง่ายและวัดผลได้ตรงตามความมุ่งหมาย

ปัญหาการใช้บทเรียนโมดูล

ฮุสตัน (Houston. 1972 : 135) กล่าวว่า ในทางการศึกษานั้นมีวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลและวิธีสอนแบบรายวิชาต่อรายวิชาซึ่งแตกต่างกันทั้ง 2 วิธี นอกจากนั้น เมื่อมองในแง่ผู้สอนแล้ว ยังมีปัญหาที่แตกต่างกัน ฉะนั้น วิธีการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลจึงมีปัญหาคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. ความยุ่งยากในการสร้างจุดหมายของบทเรียนโมดูลที่เหมาะสมเพียงพอ
2. ความยุ่งยากในการสร้างกิจกรรมที่เหมาะสม เพื่อช่วยเหลือนักเรียนให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้
3. ความยุ่งยากในการสร้างคำชี้แจงสำหรับนักเรียนให้ปฏิบัติตามในการสอน โดยใช้บทเรียนโมดูลที่นักเรียนเรียนเองตามความสามารถของตน

ปัญหา 2 ประการแรกนั้น เป็นปัญหาที่ปรากฏอยู่ในวิธีสอนที่ไม่ใช้บทเรียนโมดูลด้วย อย่างไรก็ตามในการสอนที่ไม่ใช้บทเรียนโมดูลนั้นปัญหาที่ 3 อาจจะไม่รุนแรงเท่ากับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ในการสอนทั่วไปผู้สอนจะเสนอหัวข้อการสอน การอภิปราย การปรากฏตา การถามตอบ หรือด้วยวิธีการแบบอื่นๆ การเสนอเหล่านี้กระทำไปพร้อมกับการอ่าน การมอบหมายงานให้ทำ การฝึกในสถานการณ์จำลอง (Simulation Practice) หรือกิจกรรมของนักเรียนอย่างอื่นเพื่อช่วยสร้างความเจริญทางด้านสมอง อารมณ์และกล้ามเนื้อของนักเรียน ผู้สอนเพียงแต่คอยดูและติดตามสิ่งที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนทั้งหมดเท่านั้น

ในวิธีสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลซึ่งนักเรียนเรียนรู้ในอัตราความสามารถที่ต่างกัน กิจกรรมเลือกของการเรียนรู้จะต้องได้รับการเตรียมให้มีความเที่ยงตรงเข้าใจง่าย และมีความสมบูรณ์ ถ้าไม่เช่นนั้นแล้วนักเรียนจะไม่บรรลุถึงเป้าหมายได้

ข้อดีของบทเรียนโมดูล

บทเรียนโมดูลมีประโยชน์ต่อครู นักเรียนและนักการศึกษา ได้มีผู้กล่าวถึงข้อดีของบทเรียนโมดูลไว้หลายคน ซึ่งพอที่จะสรุปได้ ดังนี้

1. บทเรียนโมดูลเป็นอุปกรณ์การสอนและวิธีสอนที่ช่วยพัฒนาครูและปรับปรุงทักษะที่เกี่ยวข้องกับการสอนเฉพาะอย่างให้แก่ผู้เรียนในสถาบันการฝึกหัดครูได้

2. บทเรียนโมดูลเป็นวิธีสอนที่มีระเบียบแบบแผนและมีวิธีการศึกษาหาความรู้หลายๆวิธี หรือมีลักษณะที่รวมวิธีการสอน (Instructional Modules) หลายอย่าง เข้าไว้ด้วยกันแทนการสอนเพียงอย่างเดียว จึงเป็นการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความรู้แตกต่างกัน

3. บทเรียนโมดูลสามารถแยกแยะเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย

4. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ช้าหรือเร็วตามขีดความสามารถของตนเอง หรือการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนสามารถศึกษาสิ่งที่เขาต้องการได้ด้วยตนเอง

ประโยชน์ของบทเรียนโมดูล

1. บทเรียนโมดูลมีความยืดหยุ่นกว่าการเรียนการสอนแบบเก่า
2. บทเรียนโมดูลเตรียมเพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียนหรือผู้สอน
3. บทเรียนโมดูลสนับสนุนการศึกษาด้วยตนเองตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล (Individualized Learning)
4. มีการใช้สื่อการเรียน การทำกิจกรรมและการเรียนอย่างมีระบบ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาแบบใหม่ที่เรียกว่า "การจัดการศึกษาแบบสมรรถฐาน" (Competency Based Education) ผู้เรียนจะออกจากระบบในโมดูลใดก็จะต้องมีสมรรถภาพตามที่ระบุไว้ในโมดูลแล้ว

ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียนโมดูล

การสร้างบทเรียนโมดูล ชมพันธ์ ฤกษ์พร ณ อรุณยา (ชมพันธ์ ฤกษ์พร ณ อรุณยา 2519 : 8-11)

1. ในการสร้างบทเรียนโมดูล ผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรอยู่เสมอ ผู้สร้างควรพิจารณาอย่างรอบคอบว่าจุดมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลที่

สร้างชิ้นนั้นไว้สร้างให้นักเรียนสำเร็จการศึกษาตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรหรือไม่ และในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนก็ต้องให้สอดคล้องกับปรัชญาในการเรียนการสอนตามหลักสูตร โดยระบุให้ชัดเจนในการเขียนหลักการและเหตุผล

2. ในการกำหนดสมรรถภาพที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงให้เห็นนั้นควรคำนึงถึงคำถามต่อไปนี้

2.1 ถ้าจะเป็นการวัดความรู้จะต้องคำนึงว่าความรู้อะไรที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างแท้จริง

2.2 ถ้าเป็นการวัดเจตคติจะต้องคำนึงถึงว่าพฤติกรรมที่เกี่ยวกับเจตคติอะไรที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออก

2.3 ถ้าจะเป็นการวัดพฤติกรรมการสอน จะต้องคำนึงว่าพฤติกรรมการสอนอะไรที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติให้เห็นได้

2.4 ถ้าต้องการวัดประสิทธิภาพของการสอน จะต้องคำนึงว่า การเปลี่ยนแปลงอะไรในตัวนักเรียนที่ผู้เรียนจะต้องก่อให้เกิดขึ้นและภายใต้อะไร

3. หลังจากที่ได้กำหนดจุดมุ่งหมายแล้ว ผู้สร้างบทเรียนโมดูลจะต้องกำหนดสมรรถภาพพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน สมรรถภาพพื้นฐานควรจะมีน้อยที่สุดเพื่อให้โปรแกรมการเรียนยืดหยุ่นได้และเพื่อให้โอกาสแก่ผู้เรียนที่จะเลือกเรียนได้มากที่สุด

4. ในการสร้างแบบประเมินผลเบื้องต้น ผู้สร้างควรสร้างด้วยความมั่นใจว่าเกณฑ์ที่สร้างขึ้นนั้นใช้วัดสมรรถภาพของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายอย่างแท้จริงและจะต้องให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน วิธีการวัดผลจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดหากคำนึงถึงภาคปฏิบัติ และมีลักษณะที่จะใช้ช่วยในการวินิจฉัยข้อบกพร่อง

5. ในการสร้างกิจกรรมการเรียน ผู้สร้างควรพยายามให้มีทางเลือกหลายๆทางแก่ผู้เรียน เพื่อจะช่วยให้เขาได้ประสบความสำเร็จมากที่สุด

6. ควรจัดเรียงลำดับกิจกรรมการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงลักษณะแผนงานทั้งหมด

7. กิจกรรมการเรียนต่างๆที่ให้ผู้เรียนเลือกเรียนนั้นควร เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดหัดเทียมกัน

8. วิธีสร้างการประเมินผลหลังเรียน ควรใช้วิธีการตามที่เสนอในการสร้างการประเมินผลเบื้องต้นและแบบทดสอบควร เชื่อถือได้

9. ผู้สร้างบทเรียนโมดูลอาจจะนำกิจกรรมการเรียนซ่อมเสริมได้ตามความเหมาะสม กิจกรรมการเรียนซ่อมเสริมอาจจะนำมาใช้เป็นกิจกรรมการเรียนที่ให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้

10. คาอชบายบทเรียนโมดูลควรสั้นและชัดเจน

11. ผู้สร้างบทเรียนโมดูลควรให้ผู้ร่วมงานหลายๆท่านและผู้เรียนช่วยกันวิจารณ์เพื่อจะได้นำข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

12. เมื่อสร้างบทเรียนโมดูลเสร็จแล้วผู้สร้างควรทบทวนอีกครั้งว่าได้นั้นถึงสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับพัฒนาการของผู้เรียนหรือไม่และ เป็นตัวอย่างที่ดีมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนหรือไม่

13. ในขั้นสุดท้ายผู้สร้างบทเรียนโมดูลจะต้องคำนึงอยู่เสมอว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นนั้นยอมเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้เสมอ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูล

งานวิจัยต่างประเทศ

บทเรียนโมดูลตามที่ได้ทำการศึกษาทดลองในต่างประเทศนั้น มีผู้ทำการศึกษา พอสรุปได้ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1971 คอชชี (Cauce 1971 . 3000-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิธีสอนทั่วไปโดยการสอนแบบบรรยาย-อภิปรายกับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ใช้กลุ่มตัวอย่าง 82 คน ทดลอง 2 สัปดาห์

กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลและกลุ่มควบคุมสอนโดยการบรรยาย-อภิปราย ผลการทดลองปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับ เกล (Dale. 1973 6481-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนปกติกับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน วิชา Psychology of the Experimental Child ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูลดีกว่านักศึกษาที่เรียนโดยการสอนปกติ แต่ไม่มีความแตกต่างจนมีนัยสำคัญและในปีเดียวกันนั้น เฮอส์ท (Hurst. 1973 1752-A) ศึกษาผลการใช้บทเรียนโมดูลเกี่ยวกับสมรรถภาพพื้นฐานของครูประถมศึกษาโดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลเกี่ยวกับวิธีสืบค้นหา (Problem Inquiry) โดยกลุ่มทดลองที่ 1 สอนเป็นรายบุคคล กลุ่มที่ 2 สอนเป็นกลุ่ม และกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ในวิชาภาษาศาสตร์และการสอนคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองซึ่งสอนเป็นรายบุคคลโดยใช้บทเรียนโมดูล ใช้เวลาในชั้นน้อยกว่ากลุ่มทดลองที่สอนเป็นกลุ่มโดยใช้บทเรียนโมดูลเช่นกัน แต่คะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและแมคคาร์นี (McCarney. 1977 4296-A) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอน 3 แบบคือ สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลอย่างเดี่ยว สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติและสอนโดยวิธีปกติอย่างเดี่ยว ผลการทดลองนั้น ปรากฏว่าคะแนนสอบหลังการเรียนของนักศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันจนมีนัยสำคัญ

จากผลการทดลองของ คอชชี, เกล, เฮอส์ทและแมคคาร์นี ผลการวิจัย การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ จะไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ มอร์ธา, ซาสเซอร์, แบลคเบิร์น, แอนเคอร์สันและซาปิโร ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1974 มอร์ธา (Martha. 1974 4910-A) ได้ศึกษาการใช้บทเรียนโมดูลวิชาจุลชีววิทยา แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 9 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง กลุ่มหนึ่งใช้วิธีสัมมนาโดยใช้บทเรียนโมดูลและอีกกลุ่มหนึ่งใช้

วิธีสัมมนาแบบปกติ โดยให้อาจารย์ทั้งสองกลุ่มควบคุมนักศึกษาที่ทดลองแบบตัวต่อตัว ผลปรากฏว่า นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งใน ด้านความรู้เนื้อหาวิชาและเจตคติที่มีต่อการสอน และการทดลองของนักศึกษาโดยกลุ่ม ทดลองสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ซาสเซอร์ (Sasscer 1974 : 6957-A) ทดลองสอนวิชาชีววิทยาเบื้องต้นในระดับมหาวิทยาลัยเพื่อสร้างและทดลองใช้บทเรียนโมดูล กลุ่มตัวอย่างจำนวน 289 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองซึ่งใช้บทเรียนโมดูลได้คะแนนสูงกว่าและมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาส่งสูงกว่ากลุ่ม ควบคุมที่เรียนแบบปกติ

ในปี ค.ศ. 1975 แบลคเบิร์น (Blackburn. 1975 274-A) ได้ทดลอง สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติกับนักศึกษาฝึกหัดครูระดับปริญญาตรี จำนวน 29 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลและกลุ่มควบคุม สอนแบบปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูล สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญและสอดคล้องกับ แอนเดอร์สัน (Anderson. 1975 : 274 - A) ทดลองสอนนักเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลวิชาชีววิทยา โดยแบ่งกลุ่ม ตัวอย่างจำนวน 81 คน ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล และกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ ซาปิโร (Shapiro. 1977 - 5004-A) ได้ทดลองการใช้บทเรียนโมดูลเรื่อง การสื่อสารโดยไม่ใช้การพูด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองจำนวน 30 คนและกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน ใช้เวลาในการทดลอง 2 สัปดาห์ ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยบทเรียนโมดูลได้รับความรู้ มากกว่าการเรียนของกลุ่มควบคุม

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนโมดูลในประเทศเกือบทั้งหมดศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวิธีสอนแบบปกติ พอสรุปได้ดังนี้

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้จัดสัมมนาปฏิบัติการเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนโมดูล เพื่อใช้สำหรับการสอนวิชาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ระหว่างวันที่ 28 ตุลาคม - 6 พฤศจิกายน 2517 โดยมีอาจารย์สมศักดิ์ แสนสุขและศาสตราจารย์ ดร. อี. คอส (E. Kos) เป็นผู้นำในการสัมมนาจากการประเมินผลการสัมมนาครั้งนี้ปรากฏว่า สมาชิกที่เข้าร่วมสัมมนาร้อยละ 97 เห็นด้วยที่บทเรียนโมดูลช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สมาชิกร้อยละ 94 เห็นด้วยว่าบทเรียนโมดูลให้ความรู้ในแต่ละหน่วยเนื้อหาวิชา (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517 : 1-2)

จากผลการสัมมนาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชีระ จิตต์จนะ (ชีระ จิตต์จนะ 2519 : 42) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยบทเรียนโมดูลได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ เมื่อคำนวณทางสถิติปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูล ในปีต่อมา เบ็ญจา โสทรโยม (เบ็ญจา โสทรโยม 2520 : 30) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปร โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบปกติ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูล ไม่แตกต่างจากกลุ่มของนักเรียนที่เรียนตามปกติ ต่อมาผลการวิจัยของ นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม 2520 : 23-25) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบปกติ รายเฉลี่ยของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูล สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี ศรีทองกิติ (สุมาลี ศรีทองกิติ 2521 : 54-55) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 112 คนที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ใช้เวลาทดลอง 12 ชั่วโมง พบว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับงานวิจัยของ สุคนธ์ เพ่งศรีสาร (สุคนธ์ เพ่งศรีสาร 2521 : 46) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงธรรมชาติ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 107 คน ที่จังหวัดขอนแก่น ใช้เวลาสอน 16 ชั่วโมง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูลไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนตามปกติ ในทำนองเดียวกันกับ นิลศรี โคตรบุตร (นิลศรี โคตรบุตร 2521 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แหล่งน้ำบนพื้นโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 90 คน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ใช้เวลา 12 คาบ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยบทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนตามปกติ

จากการศึกษางานวิจัยของต่างประเทศและในประเทศ จะเห็นได้ว่า บทเรียนโมดูลใช้ในการเรียนการสอนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนโมดูลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างแตกต่างไปจากการเรียนการสอนตามปกติ ผู้วิจัยจึงคิดว่า น่าจะมีการศึกษาการใช้บทเรียนโมดูลเปรียบเทียบกับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยเฉพาะวิชาเคมี ผู้วิจัยคิดว่า ถ้าหากบทเรียนโมดูลได้รับการปรับปรุงและแก้ไขจนมีประสิทธิภาพมาตรฐานแล้ว บทเรียนโมดูลสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนได้

เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้หาการศึกษาค้นคว้าพอสมควร ดังนี้

อิงลิช แล. อิงลิช (English and English. 1958 . 480)

ได้ให้นิยามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นเจตคติที่เกี่ยวกับการค้นคว้าหรือการแสวงหาความจริงยิ่งกว่าที่จะหวังว่าสิ่งใดควรจะเป็นจริง ซึ่งถ้าติดตามแนวข้างต้นนี้ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกอย่างหนึ่งของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือเรื่องหนึ่ง เรื่องใดที่เขาประสบอยู่ ความรู้สึกอันนี้อยู่บนรากฐานของความจริงและเหตุผล ซึ่งบุคคลมีมากน้อยแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ เหตุผลและความรู้สึกนึกคิดของแต่ละบุคคล..เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นคุณธรรมที่มีความสำคัญแก่ความเป็นอยู่ของมนุษย์ คนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะไม่เชื่อเรื่องผี ไม่ถือโชคลาง ไม่เชื่อคำทำนายของโหรหรือหมอดู เพราะสิ่งเหล่านี้ไม่ได้อาศัยเหตุผลที่เชื่อถือได้ (พิทักษ์ รัชพลเกษ 2513 : 22-23)

ในปีต่อมา วิคเตอร์ (Victor. 1965 . 26) กล่าวว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะมีลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. เปิดเผย
2. เปลี่ยนความคิดเห็นไปหาสิ่งที่คิดว่า ถูกต้องกว่าได้เสมอ
3. ยอมรับในความคิดเห็นและวิธีชีวิตของผู้อื่น
4. คัดสินใจอย่างมีเหตุผลและรอบคอบ
5. ไม่ยอมสรุปอะไรง่าย ๆ ด้วยการทดลองเพียงครั้งเดียวหรือด้วย

หลักฐานที่จำกัด

6. ยอมรับความจริงว่า ความคิดเห็นกับความจริงนั้นอาจจะแตกต่างกันได้เสมอ

7. ต้องการให้ผู้อื่นได้ซักถามเพื่อเป็นการท้าทายความคิดของคนอื่น ๆ
- ต่อไปด้วย

8. ไม่ยอมรับอะไรง่าย ๆ ว่าเป็นความจริงถ้าหากยังมิได้พิสูจน์
9. ไม่ตัดสินใจกระทำการใด ๆ ด้วยอารมณ์
10. ยึดถือความจริง
11. อธิบายสิ่งต่าง ๆ ด้วยเหตุผล
12. ตรวจสอบความคิดต่าง ๆ โดยการปฏิบัติการทดลองหรือค้นหาหลักฐานจากหนังสือหรือบุคคลที่เชื่อถือได้
13. พยายามและแสวงหาแหล่งวิทยาการที่เชื่อถือได้
14. ตระหนักดีว่าสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ นั้นบางทีก็ไม่ได้ถูกต้องแม่นยำเสมอไป
15. ยินดีให้ความร่วมมือในเรื่องต่าง ๆ เสมอ
16. มีความอยากรู้อยากเห็น
17. ไม่เชื่อโชคลาง
18. ตระหนักอยู่เสมอว่า ความจริงเป็นสิ่งที่ไม่ตาย แต่ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความจริงต่าง ๆ อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ในเมื่อมีความรู้ความคิดเพิ่มขึ้น

ขณะเดียวกัน แอสเซพ (ASEP. 1970 4) ซึ่งเป็นโครงการศึกษาวิทยาศาสตร์ของออสเตรเลีย (Australian Science Education Project) ได้เห็นว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นเจตคติที่สำคัญในการพัฒนาบุคคลและสังคม และชี้ให้เห็นว่าบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. มีหลักฐานมาสนับสนุนคาพูด
2. ไม่ตัดสินใจลง ไปจนกว่าจะมีหลักฐานมาประกอบเพียงพอ
3. ยอมเปลี่ยนความคิดเห็นในเมื่อมีข้อมูลที่ดีกว่า
4. มีความเชื่อมั่นในการขบคิปัญหาใหม่ ๆ
5. พยายามหาคำอธิบายที่มีเหตุผล
6. ชอบที่จะแสดงผลในรูปแบบปริมาณ
7. ยอมเปลี่ยนแปลงหรือคล้อยตามเมื่อมีการพิสูจน์ให้เห็น

8. อคทน
9. ให้ความสนับสนุนต่อการศึกษาค้นคว้าความรู้
10. ให้ความร่วมมือ
11. มีความอคทนต่อการแสดงความคิดเห็นหรือการวิพากษ์วิจารณ์ของคนอื่น
12. สังเกตสิ่งต่าง ๆ ด้วยความซื่อสัตย์
13. ยอมรับข้อบกพร่องถ้ามี
14. มีความรับผิดชอบในการกระทำและผลที่เกิดขึ้น

เมื่อพิจารณาลักษณะที่สำคัญ ๆ ของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นนี้ จะเห็นว่า สอดคล้องกับความเห็นของ พัททัง รัชพลเดช (พัทัง รัชพลเดช 2513 : 29) ที่กล่าวว่า คนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะ ดังนี้

1. อยากรู้ อยากเห็นในสิ่งแปลกใหม่
2. เชื่อว่าผลต่าง ๆ จะเกิดขึ้นได้เพราะเหตุ
3. เป็นคนที่ยอมรับฟังความจริงใหม่ ๆ
4. ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล
5. ไม่เชื่อในโชคลางหรือคาถานายที่ไม่มีเหตุผล
6. พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่
7. พร้อมที่จะยอมรับความจริง เมื่อมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
8. ยอมรับนับถือความคิดเห็นของผู้อื่น
9. เป็นผู้ซื่อตรง อคทน ยุติธรรมและละเอียดละออ

รชฏ กาญจนะวิชัย (รชฏ กาญจนะวิชัย 2514 . 285-286) ได้กล่าวถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของคนไทยว่า เหตุที่คนไทยยังไม่ริเริ่มและนาในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นเพราะคนไทยยังไม่เปลี่ยนเจตคติให้เป็นวิทยาศาสตร์ ยังมีความคิดที่พัวพันอยู่กับขนบธรรมเนียมและความเชื่อที่ไม่มีเหตุผล มีอารมณ์ปะปนอยู่ จิตใจยังมีเงาของความเชื่อที่ไม่มีเหตุผล เชื่อเพราะความกลัว ทำให้ไม่สามารถจะมีเจตคติทาง

วิทยาศาสตร์ได้ และยังได้แนะทางในการฝึกให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ต้องฝึกจิตใจให้ไม่ยอมรับในสิ่งที่ไม่ดีเหตุผล ให้พร้อมที่จะรับสิ่งที่มีเหตุผลพิสูจน์ว่าถูกต้อง เคารพในตรรก ไม่ยอมรับความคิดเห็นที่มีอารมณ์เป็นต้นเหตุ ใช้วิทยาศาสตร์หรือกฎธรรมชาติหรือธรรมเป็นหลักยึดในระบบความคิด

สำหรับเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับความนึกคิดของคนในยุคใหม่นั้น นักสังคมวิทยาได้พบสิ่งที่น่าสนใจยิ่งประการหนึ่งคือ ชนต่างชาติต่างภาษาต่างระดับพัฒนาการกัน เริ่มจะมีคติเกี่ยวกับบุคคลยุคใหม่ (Individual modernity) ตรงกันอย่างน่าพิศวง กล่าวคือชีวิตใหม่ของยุคนี้มีแนวหลักกันให้คนที่อยู่ในโลกปัจจุบันได้ดี ควรมีคุณลักษณะที่จำเป็นบางประการ เช่น

1. กล้าเผชิญประสบการณ์ใหม่ ๆ
2. ไม่อยู่ใต้อาณาจักรของวงการหรือสถาบันตามรูปแบบเดิม
3. เชื่อในหลักของวิทยาการ
4. มีความปรารถนาให้ตนเองและครอบครัวเจริญก้าวหน้าในการศึกษาและอาชีพ
5. ชอบตรงเวลา และชอบคิดการล่วงหน้า
6. สนใจกิจการบ้านเมืองโดยกว้างขวาง
7. กระตือรือร้นที่จะติดตามข่าวสารความเคลื่อนไหวต่าง ๆ อยู่เสมอ

ในการปลูกฝังและเสริมสร้างคุณลักษณะ เหล่านี้ การให้การศึกษาที่มีบทบาทสำคัญ (เอกวิทย์ ณ ถลาง 2514 : 9) คุณลักษณะของคนยุคใหม่ข้างต้นนี้ก็ว่าคุณลักษณะของคนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง การให้การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์แก่คนยุคใหม่หรือนักเรียนในปัจจุบันจึงเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง การจัดการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญมาก ควรจัดให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนวิทยาศาสตร์มาก ๆ คือให้เรียนตั้งแต่เมื่อเริ่มเข้าเรียนในชั้นประถมศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นพลเมืองที่ดีที่สามารถ (พิทักษ์ รัชพลเดช

สำหรับการวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มีผู้วิจัยมากมาย เช่น
 งาน วิสุทธิแพทย์ (งาน วิสุทธิแพทย์ 2512 : 72) ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนทั้งชายและหญิง เป็นผู้มีควา
 มอยากรู้ อยากเห็นในสิ่งแปลกปลอมและใจกว้างขวาง เคารพความคิดเห็นของผู้อื่นมีค่อน
 ข้างมาก เป็นผู้มีเหตุผลไม่เชื่อโชคลางหรือมงามยมีปานกลาง และเป็นผู้ไม่ค่อยชอบ
 เปลี่ยนความเชื่อถือแม้จะมีหลักฐานที่ดีกว่าปริมาณน้อยและนักเรียนชายมีความซื่อสัตย์
 อุดหนุนและยุติธรรมปานกลาง แต่นักเรียนหญิงมีค่อนข้างมาก และต่อมา นิรันดร์ แบนซิค
 (นิรันดร์ แบนซิค 2518 : 29) ได้ทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์
 เรื่อง งาน กำลัง และเสียง สอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เปรียบเทียบกั
 การสอนแบบปกติ ผลการศึกษาปรากฏว่าหลังการเรียนรู้นักเรียนทั้งที่เรียนโดยใช้
 บทเรียนโปรแกรมและแบบปกติมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทาง
 สถิติ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอน
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2518 : 24) ได้ทำการวิจัยประเมินผลความเปลี่ยนแปลง
 ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสนใจของนักเรียนในและนอกโครงการ หลังจาก
 การเรียนจบหลักสูตรมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏว่า นักเรียนชายและหญิงมีเจตคติทาง
 วิทยาศาสตร์พอ ๆ กัน เมื่อพิจารณาเป็นรายกลุ่มของนักเรียนคือ กลุ่มทดลองและกลุ่ม
 ควบคุมมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันและในปีการศึกษาเดียวกันได้ทำการศึกษา
 เปรียบเทียบพื้นฐานเจตคติ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะกระบวนการทางวิทยา
 ศาสตร์ ความสนใจและเจตคติของนักเรียนที่มีต่อ เคมี ชีววิทยาและฟิสิกส์ของนักเรียน
 มัธยมศึกษาปีที่ 4 ในและนอกโครงการทดลอง ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนชายและ
 นักเรียนหญิง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และใน
 ปีการศึกษาต่อมา ชานี จันทรา (ชานี จันทรา 2519 : 33) ได้ทดลองใช้บทเรียน
 โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งที่มีชีวิต สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดย
 เปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ ผลทางด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ปรากฏว่า นักเรียน
 ทั้งสองกลุ่มมีพัฒนาการสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เจตคติทางวิทยาศาสตร์มิได้เกิดขึ้นตามอัตราส่วนของการเรียนแต่เพียงอย่างเดียวยังขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ อีกที่สำคัญคือ วิธีการสอนของครูคงจะเห็นได้จากการวิจัยของ จอห์น (Johns. 1966 : 994-A) ซึ่งได้ศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปของนักเรียนชั้นปีที่ 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 56 คน กลุ่มแรกให้เรียนด้วยวิธีการฟังการบรรยายและสาธิต โดยนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทดลองและทำการบ้านที่ครูกำหนดให้ ส่วนกลุ่มที่ 2 ให้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยมีคู่มือแนะแนวทางให้ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 2 ดีกว่ากลุ่มแรกในด้านการคิดเหตุผลและมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มแรกอย่างมีนัยสำคัญและนอกจากนี้ยังได้พบว่าสถานภาพทางเศรษฐกิจ สังคมและสติปัญญาของนักเรียนมีส่วนเกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังเห็นจากผลงานวิจัยของ มอทซ์ (Motz. 1971 : 1360-A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความเป็นนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจ สังคมและสติปัญญาแตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมสูงจะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความเป็นนักวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูง จะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความเป็นนักวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่มีสติปัญญาต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อบทเรียนโมดูล

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อบทเรียนโมดูล ตามที่ได้ศึกษาค้นคว้าพบว่า การใช้บทเรียนโมดูลไม่ว่าวิชาใดนอกจากผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูลแล้ว ผู้เรียนยังมีเจตคติที่ดีต่อวิชานั้น ๆ ด้วย เช่น มัวร์แมน (Murman. 1972 : 1953-A) ได้สำรวจความนิยมชมชอบต่อบทเรียนโมดูลในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเมืองแอตลิงส์ รัฐเนแบรสกา กลุ่มตัวอย่างมีทั้งผู้ปกครอง ครู และศิษย์เก่า พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ปกครองจำนวน 2 ใน 3 ส่วนชอบวิธีการเรียนด้วยบทเรียนโมดูล

ครูและนักเรียนยอมรับว่า การเรียนด้วยบทเรียนโมดูลได้สนองความต้องการของผู้เรียนมากกว่าสอนตามปกติ และการศึกษาค้นคว้าของวิลเคอร์สัน (Walkerson. 1974:4666-A) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเจตคติของผู้เรียนด้วยบทเรียนโมดูล หากการทดลองที่วิทยาลัยชุมชนแซนอันตานีโอ หากการทดลองกับอาจารย์ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มเสรีนิยมและกลุ่มอนุรักษนิยม ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนโมดูลเปลี่ยนเจตคติได้ ผลงานวิจัยที่กล่าวมาสอดคล้องกับงานวิจัยของแอนเดอร์สัน (Anderson. 1975 . 2119-A) ได้ทดลองสอนนักเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลวิชาชีววิทยา เพื่อปรับปรุงเจตคติของผู้เรียนต่อวิชานี้ และผู้วิจัยต้องการทราบว่าทำให้ผู้เรียนเรียนด้วยบทเรียนโมดูลจะทำให้เจตคติของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยบทเรียนโมดูลมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาคือว่าผู้เรียนในกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนตามปกติ

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนโมดูล ตามที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าพบว่า ซีระ จิตต์จนะ (ซีระ จิตต์จนะ 2519 : 20) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้า โดยการใช้นิทรรศการโมดูลกับการสอนปกติและต้องการทราบเจตคติของนักเรียนต่อบทเรียนโมดูล ซึ่งผลปรากฏว่า ภายหลังจากนักเรียนใช้นิทรรศการโมดูลแล้ว นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม 2520 : 25) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศ โดยการใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติและต้องการศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโมดูลพบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูลเช่นเดียวกับ อนุชิต ทิพย์รัตน์ (อนุชิต ทิพย์รัตน์ 2523 : 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชา กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง แสง สสาร ความร้อน แรง แรงต้าน ความกดดัน ไฟฟ้าและสารเคมี โดยใช้นิทรรศการโมดูลกับการสอนปกติและต้องการทราบเจตคติของนักเรียนต่อบทเรียนโมดูล ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูล มีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูล

จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูลทั้งต่างประเทศ และในประเทศย่อมแสดงว่า บทเรียนโมดูลสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียน การสอนได้เป็นอย่างดียิ่ง ถึงแม้ว่าผลงานวิจัยในบาง โอกาสการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล และการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม แต่การสอนโดยใช้ บทเรียนโมดูลนั้นทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูลและมีเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนแบบปกติ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความ สามารถของตนเอง ผู้เรียนมีโอกาสเลือกกิจกรรมการเรียนและผู้เรียนอาจมีส่วนร่วมใน การสร้างกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง บทเรียนโมดูลถ้าได้รับการพัฒนาปรับปรุงและ แก้ไขอย่างดีแล้วจะช่วยให้การสอนของครูมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยคิดว่าถ้าผู้สอนจะ เลือกใช้ประกอบการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ความมุ่งหมายและสถานการณ์แล้ว บทเรียนโมดูลจะมีส่วนที่จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า สมควรที่จะสร้างบทเรียนโมดูลให้แพร่หลายยิ่งขึ้น

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลและเรียนโดยการสอน แบบ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนแตกต่างกัน
2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียน โมดูลกับที่เรียนโดยการสอนแบบ สสวท. แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีเจตคติที่ดีเพิ่มขึ้นต่อ การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียน
โมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้
ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง
3. การดำเนินการทดลอง
4. การจัดกระทำกับข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2526 จำนวน 80 คน
การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)
จากนักเรียนจำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 300 คน สุ่มโดยวิธีจับ
ฉลากออกมา 2 ห้องเรียน และสุ่มโดยวิธีจับฉลากอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เป็นกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. บทเรียนโมดูล
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. แบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

การสร้างบทเรียนโมดูล

ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิชาเคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ นามาสร่างบทเรียนโมดูลซึ่งดำเนินการสร้างบทเรียนโมดูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาเคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ
2. ศึกษาความมุ่งหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
3. ศึกษาการตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ศึกษาเทคนิคการสร้างบทเรียนโมดูล
5. สร้างบทเรียนโมดูลวิชาเคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ
6. ปรับปรุงบทเรียนโมดูลโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบทั้งด้านความเหมาะสมของเนื้อหาและด้านคุณภาพ
7. การทดลองใช้บทเรียนโมดูล ผู้วิจัยทดลองใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามลำดับดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) นำบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับนักเรียน จำนวน 7 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่ไม่เคยเรียนบทเรียนนี้มาก่อน สังเกตและบันทึกเวลาที่ใช้ในการเรียนเพื่อหาการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนโมดูล

ครั้งที่ 2 ทดลองภาคสนาม (Field Try Out) นำบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแล้วทดลองกับนักเรียนจำนวน 40 คน ซึ่งไม่เคยเรียนบทเรียนนี้มาก่อน การทดลองครั้งนี้เพื่อจะได้พิจารณาปรับปรุงประสิทธิภาพของบทเรียนโมดูลก่อนที่จะนำ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 5 คำเลือก ผู้วิจัยเป็นผู้สร้าง โดยศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดีจากหนังสือ เทคนิคการวัดผล (ชวาล แพรัตกุล 2518 : 111-273) และคู่มือการสร้างและวิเคราะห์ข้อ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2518 : 20-37) แล้วสร้างแบบทดสอบจำนวน 100 ข้อ นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนพินุลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี ซึ่งได้เคยเรียนเนื้อหาของเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 130 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายข้อและหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้อที่นักเรียนตอบถูกให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่นักเรียนตอบผิดให้ 0 และรวมคะแนนของแต่ละคน

การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

นำแบบทดสอบที่ตรวจให้คะแนนมาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มสูง กลุ่มต่ำ และเปิดตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง-เทห์ฟาน (Chung-teh Fan. 1952 : 1-32) เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ แล้วคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่า p อยู่ระหว่าง .20-.80 และค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งหมดนี้ โดยนำแบบทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จำนวน 50 ข้อ นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนพินุลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี

จำนวน 130 คน และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของ
คูเดอร์ ริชาร์ดสัน

การสร้างแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ เป็น
แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้มาตราส่วนประมาณค่า
4 ระดับ โดยกำหนดข้อความที่สอบถามความคิดเห็นว่าผู้ตอบมีความรู้สึกอย่างไรต่อ
ข้อความนั้น ให้ผู้ตอบอ่านข้อความในแบบสอบถามทีละข้อแล้วขีดเครื่องหมาย (✓)
ลงในช่องใดช่องหนึ่งในจำนวน 4 ช่อง

ตัวอย่างแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0	คนขยันเท่านั้นจึงจะมีเงินใช้	. .	.	. .	

การกรวญให้คะแนน

ผู้วิจัยกำหนดให้คะแนนสำหรับการตอบแบบสอบถามที่เป็นข้อความทางบวก ดังนี้

1. ถ้านักเรียนเลือกตอบช่อง "เห็นด้วยอย่างยิ่ง" แสดงว่านักเรียนมีความรู้สึกเห็นด้วยกับข้อความนั้นเป็นอย่างยิ่ง ให้ 4 คะแนน
2. ถ้านักเรียนเลือกตอบช่อง "เห็นด้วย" แสดงว่านักเรียนมีความรู้สึกเห็นด้วยกับข้อความนั้น แต่น้อยกว่าช่อง "เห็นด้วยอย่างยิ่ง" ให้ 3 คะแนน
3. ถ้านักเรียนเลือกตอบช่อง "ไม่เห็นด้วย" แสดงว่านักเรียนมีความรู้สึกไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น ให้ 2 คะแนน

4. ถ้านักเรียนเลือกตอบช่อง "ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง" แสดงว่านักเรียนมีความรู้สึกไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้นอย่างยิ่ง ให้ 1 คะแนน

สำหรับการให้คะแนนการตอบแบบสอบถามที่เป็นข้อความไปในทางลบนั้นจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม แล้วจึงนำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ ไปสอบถามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 130 คนแล้วนำมาวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อคำถามของแบบสอบถามเป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถาม โดยใช้อัตราส่วนวิกฤติ (t) เป็นค่าสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบ จากการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ กลุ่มละ 25% ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกคือ มีค่า t ตั้งแต่ 1.96 ขึ้นไป และคัดเลือกแบบสอบถามที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จำนวน 40 ข้อ

2. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ได้จากการคำนวณโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ ครอนบาค (Cronbach)

3. วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบสอบถามให้สอดคล้องกับคานิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อให้แบบสอบถามมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

การสร้างแบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

ผู้วิจัยได้ขออนุญาตใช้แบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลของ อนุชิต ทิพย์รัตน์ (อนุชิต ทิพย์รัตน์ 2523 : 390-393) มีลักษณะเป็นมาตราส่วน ประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวของ ลิเคิร์ท (Likert) จำนวน 20 ข้อ

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อความ กำหนดน้ำหนักของตัวเลือกในช่องต่าง ๆ โดยการกำหนดให้แต่ละตัวเลือกมีน้ำหนักเป็น 5 4 3 2 1

ถ้าข้อความนั้นเป็นข้อความทางบวก การให้คะแนนจะเป็น ดังนี้

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

ถ้าข้อความนั้นเป็นข้อความทางลบ การให้คะแนนจะเป็น ดังนี้

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

การหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจตคติต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยนำแบบสอบถามที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี จำนวน 130 คน แล้ววิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .82

แบบแผนการดำเนินการทดลอง

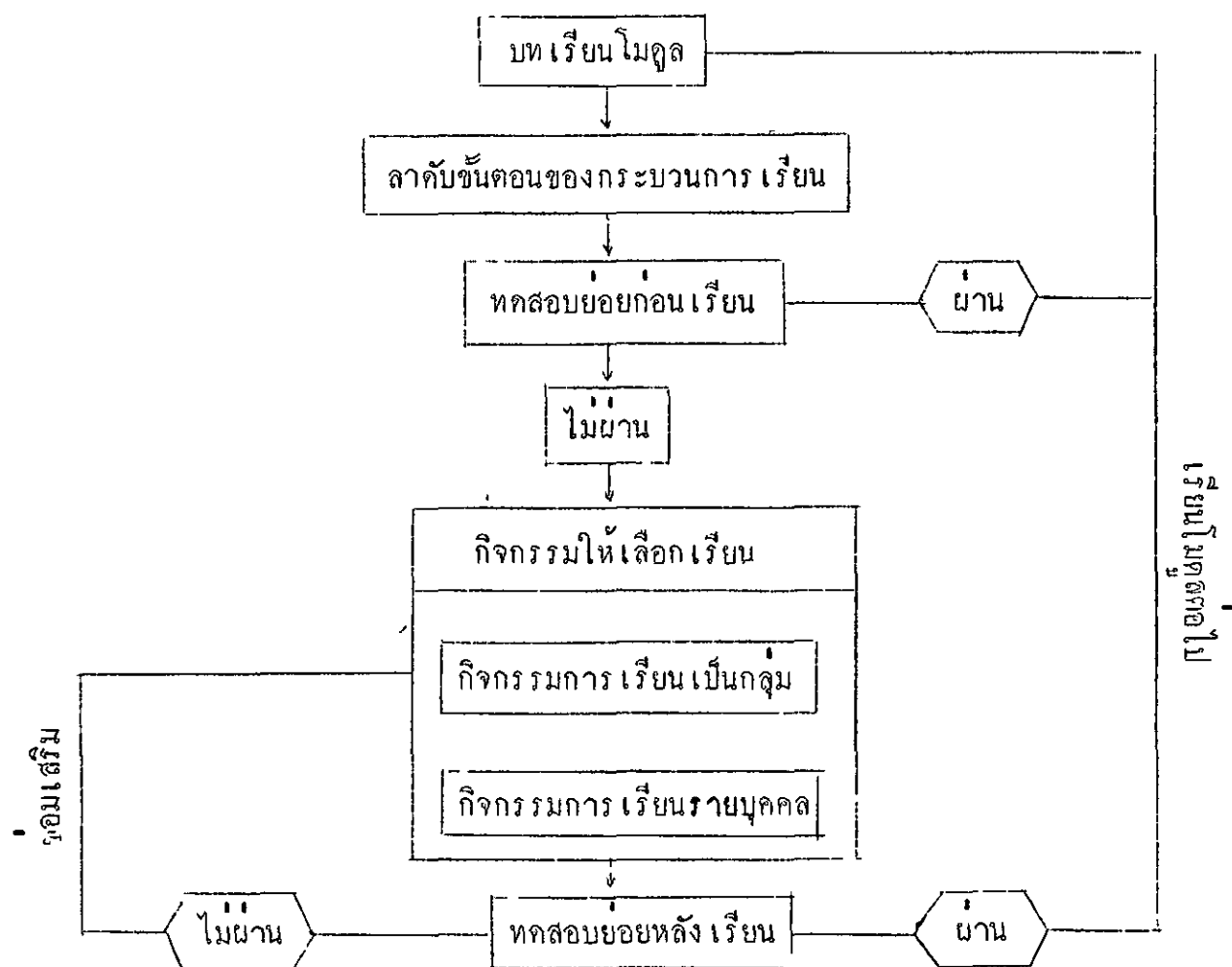
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้การทดลองแบบ Randomized Control group Pretest - Posttest Design (พจน์ สะเพียรชัยและคณะ 2519 : 202-203) ตามแผนผังที่แสดงไว้ในตาราง

กลุ่มทดลอง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
Ⓔ E	T_{E_1}	X	T_{E_2}
Ⓔ C	T_{C_1}	~X	T_{C_2}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- X คือ การจัดกระทำ
- ~X คือ ไม่มีการจัดกระทำ
- T_1 คือ การสอบก่อนที่จะจัดกระทำการทดลอง
- T_2 คือ การสอบหลังที่จะจัดกระทำการทดลอง
- Ⓔ คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E คือ กลุ่มทดลอง
- C คือ กลุ่มควบคุม

การทดลองสอน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้เนื้อหาวิชาเดียวกัน แต่วิธีการสอนแตกต่างกัน ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ซึ่งแสดงเป็นภาพประกอบ ดังนี้



ภาพแสดงกระบวนการเรียนด้วยบทเรียนโมดูล

จากภาพ การทดลองได้ปฏิบัติดังนี้

1. แบ่งกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน แล้วทำการทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test) กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะเรียนและพื้นฐานทางเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สำหรับกลุ่มทดลองให้ทำแบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลก่อนเรียน

2. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองในเนื้อหาวิชาเดียวกันและใช้เวลาการสอนกลุ่มละ 15 คาบเท่ากัน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ 5 สัปดาห์เท่ากันแต่วิธีการสอนแตกต่างกันดังนี้

2.1 กลุ่มทดลอง

การสอนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ให้นักเรียนศึกษาลำดับขั้นตอนของกระบวนการเรียนแต่ละโมดูล ซึ่งประกอบด้วย หลักการและเหตุผล จุดประสงค์การเรียนรู้ ความรู้พื้นฐาน การทดสอบย่อยก่อนการเรียน กิจกรรมการเรียน การทดสอบย่อยหลังเรียนและการเรียนซ่อมเสริม

2.1.2 ทดสอบย่อยก่อนการเรียนเพื่อประเมินความรู้พื้นฐาน ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลเบื้องต้นของบทเรียนแต่ละโมดูลทุกครั้งก่อนเริ่มเรียนแล้วตรวจให้คะแนน

2.1.3 ให้นักเรียนเลือกกิจกรรมที่รักไว้ให้ ซึ่งการทำกิจกรรมการเรียนจะมีครูอยู่ในห้องเรียนตลอดเวลาเพื่อคอยให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียน

2.1.4 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเพื่อประเมินผลการเรียนหลังจากเรียนจบแต่ละโมดูล แล้วตรวจให้คะแนน

2.1.5 การเรียนซ่อมเสริม เมื่อนักเรียนคนใดหาแบบทดสอบย่อยหลังเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80% ก็ให้นักเรียนคนนั้นกระทำการเรียนเรื่องนั้นใหม่ แต่อาจไม่ใช่กิจกรรมการเรียนเดิม ผ่านเกณฑ์แล้วก็ไปเรียนโมดูลต่อไป

2.2 กลุ่มควบคุม

การสอนกลุ่มควบคุม โดยใช้การสอนแบบ สสวท. ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนตามลำดับขั้นของกิจกรรมตามคู่มือครู ดังนี้

2.2.1 กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน โดยการซักถามปัญหาครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาถึงปัญหาก่อนที่จะเริ่มเรียน

2.2.2 นักเรียนทำการทดลอง ศึกษาเอกสาร กรูสาริตและอภิปราย

2.2.3 นักเรียนจับบันทึกข้อมูลและสรุปผลการทดลอง

2.2.4 ครูและนักเรียนสรุปบทเรียนร่วมกัน

2.2.5 นักเรียนหาแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน

2.2.6 กิจกรรมการเรียนซ่อมเสริม

3. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนครบตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ จึงทดสอบหลังเรียน (Post-test) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

4. กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลหาแบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลหลังเรียน

5. ตรวจให้คะแนนตามที่กำหนดไว้แล้วนำไปวิเคราะห์ผลตามวิธีการทางสถิติ

รูปแบบการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท.

บทเรียนโมดูล	การสอนแบบ สสวท.
1. นักเรียนหาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pre-test) 2. หาแบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 3. หาแบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลก่อนเรียน 4. ศึกษาลำดับขั้นตอนของกระบวนการเรียนจากคำชี้แจง บทเรียนโมดูล 5. ศึกษาคู่มือผู้เรียน 6. ประกอบกิจกรรมแต่ละบทเรียนโมดูล 6.1 หาแบบทดสอบก่อนเรียน 6.2 ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน 6.3 ประกอบกิจกรรมบังคับและเลือก 6.4 หาแบบฝึกหัดขณะเรียน 6.5 หาแบบทดสอบหลังเรียน 6.6 เรียนซ่อมเสริมสำหรับผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ 80% 7. หาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Post-test) 8. หาแบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน 9. หาแบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลหลังเรียน	1. หาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pre-test) 2. หาแบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 3. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน 4. ศึกษาแบบเรียนวิชาเคมีของ สสวท. 5. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง บันทึกข้อมูลและสรุปผลการทดลอง 6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน 7. หาแบบฝึกหัดตามแบบเรียน 8. หาแบบทดสอบหลังเรียน 9. เรียนซ่อมเสริมสำหรับผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ 80% 10. หาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Post-test) 11. หาแบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากทดลองสอนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ ANCOVA
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ ANCOVA
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้ t - test แบบ Dependent sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์เพื่อเสนอผลการวิจัยโดยอาศัยสถิติดังต่อไปนี้

1. การหาค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N} \quad (\text{ล่วน สายยศและอังคณา สายยศ 2522 : 51})$$

$$\bar{X} = \text{คะแนนเฉลี่ย}$$

$$\Sigma X = \text{ผลรวมของคะแนน}$$

$$N = \text{จำนวนของนักเรียนในกลุ่ม}$$

2. การหาค่าความแปรปรวนของคะแนน (Variance) ใช้สูตร

$$S^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

(ล่วน สายยศและอังคณา สายยศ 2522 . 100)

$$S^2 = \text{ความแปรปรวนของคะแนน}$$

$$\Sigma X = \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมด}$$

$$\Sigma X^2 = \text{ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง}$$

$$N = \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่ม}$$

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนในกลุ่มเดียวกัน ใช้สูตร

$$t = \frac{\frac{\sum D}{n}}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

(คู่มือ วิจัย 2525 : 133)

$$df = n - 1$$

$$D = \text{ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่}$$

$$n = \text{จำนวนคู่}$$

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) คำนวณจากสูตร

แหล่งตัวแปร	SS'	df'	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	SS' _b	k - 1	$\frac{SS'_b}{df'_b}$	$\frac{MS'_b}{MS'_w}$
ภายในกลุ่ม (w)	SS' _w	N-k-1	$\frac{SS'_w}{df'_w}$	
รวม (T)	SS' _T	N - 2		

(อังกณ สายยศ 2525 : 134)

5. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อสอบ

S_t^2 = ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด

p = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($q = 1-p$)

6. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ใช้สูตร α - Coefficient

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_1^2}{S_t^2} \right\}$$

(ลวิน สายยศและอังคณา สายยศ 2524 : 171-172)

α = ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

n = จำนวนข้อของแบบสอบถาม

S_t^2 = ค่าความแปรปรวนของคะแนนของแบบสอบถามทั้งหมด

$\sum S_1^2$ = ผลรวมของค่าความแปรปรวนของคะแนนของแบบสอบถามแต่ละข้อ

7. การหาค่าอำนาจจากแผนของแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นรายข้อ
ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

(ส่วน สายยศและอังคณา สายยศ 2524 . 187-188)

t = ค่าอำนาจจากแผนของแบบสอบถาม

$\bar{X}_H$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 = คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 = คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H = จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง

n_L = จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลอง และการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

X	แทน	คะแนนดิบหลังการทดลอง
Y	แทน	คะแนนดิบก่อนการทดลอง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์
$\bar{Y}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์
S_y^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
SS'	แทน	ค่าปรับแล้วของผลบวกกำลังสองของคะแนน
MS'	แทน	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนที่ปรับแล้ว
df'	แทน	ค่าดีกรีอิสระที่ปรับแล้ว
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบ F
D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
N	แทน	จำนวนคู่
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบ t

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการเรียน

2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการเรียน
 3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ ANCOVA
 4. การเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ ANCOVA
 5. การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent sample
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทดสอบก่อนสอน หลังสอนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มาหาค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงตามตาราง 1 และตาราง 2 ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตาราง 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อนเรียน		สอบหลังเรียน	
	$\bar{Y}_1$	$S^2_{y_1}$	$\bar{Y}_2$	$S^2_{y_2}$
กลุ่มทดลอง	12.32	10.12	32.62	33.06
กลุ่มควบคุม	12.27	9.69	27.27	32.28

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 12.32 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 12.27 และความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 10.12 กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 9.69 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนมีค่าเท่ากับ 32.62 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 27.27 ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 33.06 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 32.28

2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อนเรียน		สอบหลังเรียน	
	$\bar{X}_1$	S_x^2	$\bar{X}_2$	S_x^2
กลุ่มทดลอง	122.47	51.53	132.45	72.61
กลุ่มควบคุม	122.27	62.56	131.45	55.79

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 122.47 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 122.27 และความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 51.53 กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 62.56 และคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 132.45 กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 131.45 ความแปรปรวนของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 72.61 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 55.79

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทดสอบก่อนสอน หลังสอนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงตามตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แหล่งของตัวแปร	SS'	df'	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	567.52	1	567.52	18.33 **
ภายในกลุ่ม (w)	2383.31	77	30.95	
รวม	2950.84	78		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท.

4. การเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทดสอบก่อนสอน หลังสอนของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งแสดงตามตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แหล่งของตัวแปร	SS'	df'	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	15.70	1	15.70	.34
ภายในกลุ่ม (w)	3564.25	77	46.28	
รวม	3579.95	78		

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. ไม่แตกต่างกัน

5. การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

ผู้วิจัยได้นำคะแนนก่อนสอน หลังสอนของแบบสอบถามวัดเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มาเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มทดลอง ดังแสดงตามตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คะแนน	N	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	40	291	3111	9.11**
หลังเรียน				

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีเจตคติเพิ่มขึ้นต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลอง เปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งพอสรุปลำดับขั้นตอนและผลของการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท.
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล
4. เพื่อสร้างบทเรียนโมดูลวิชาเคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลและเรียนโดยการสอนแบบ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับที่เรียนโดยการสอนแบบ สสวท. แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีเจตคติที่ดีเพิ่มขึ้นต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2526 จำนวน 80 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 บทเรียนโมดูลวิชาเคมี ว. 032 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักสูตรของ สสวท.

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ว. 032 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 100 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย ปีการศึกษา 2526 จำนวน 130 คน เพื่อนาผลที่ได้มาวิเคราะห์เป็นรายข้อและคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ปรากฏว่าได้แบบทดสอบที่คัดเลือกตามเกณฑ์จำนวน 50 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .85

2.3 แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้มาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง, เห็นด้วย, ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 60 ข้อ วิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม โดยสร้างแบบสอบถามให้สอดคล้องกับคานิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อให้แบบสอบถามมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แล้วนำไปสอบถามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย ปีการศึกษา 2526 จำนวน 130 คน นาผลมาวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงที่มีค่า t ตั้งแต่ 1.96 ขึ้นไป ปรากฏว่าได้แบบสอบถามที่คัดเลือกแล้วจำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .70

2.4 แบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ผู้วิจัยได้ขออนุญาตใช้แบบสอบถามวัดเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลของอนุชิต ทิพย์รัตน์ (อนุชิต ทิพย์รัตน์ 2523 : 390-393) มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ แล้วนำไปหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ซึ่งมีค่าเท่ากับ .82

3. การดำเนินการทดลอง

กระทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยได้ทดสอบเพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน (Pre - test) ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและสอบถามวัดเจตคติต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลก่อนการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง แล้วดำเนินการทดลองสอนเพื่อเปรียบเทียบผล เมื่อสอนจบเนื้อหาวิชาแล้วจึงทำการทดสอบหลังการเรียน (Post - test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนการเรียนทั้งสองกลุ่ม และสอบถามวัดเจตคติต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลหลังการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

4. การจัดกระทำกับข้อมูล

4.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ ANCOVA

4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ ANCOVA

4.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้ t - test แบบ Dependent sample

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท.

5.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีเจตคติเพิ่มขึ้นต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

การศึกษารังนี้เป็นการศึกษา ผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้และพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท.

ผลการศึกษารังนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม 2520 : 23-25) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอน

แบบปกติ และงานวิจัยของ สุมาลี ศรีทองกิติ (สุมาลี ศรีทองกิติ 2521 : 54) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ในระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบปกติ และสอดคล้องกับงานวิจัย ในต่างประเทศของ ซาสเซอร์ (Sasscer. 1974 6957-A) ได้เปรียบเทียบ ผลการสอนวิชาชีววิทยาเบื้องต้น ในระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอน แบบปกติ และงานวิจัยของ แอนเดอร์สัน (Anderson. 1975 274-A) ได้เปรียบเทียบผลการสอนวิชาชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษา โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบปกติ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ย่อมแสดงให้เห็นว่าบทเรียนโมดูลสามารถนำมาใช้ เป็น เครื่องมือในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ถ้าบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นนั้นได้รับการ ปรับปรุงแก้ไขเป็นอย่างดีแล้ว จะสามารถช่วยให้การสอนของครูมีประสิทธิภาพ และ ในการทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยพบข้อสังเกตต่าง ๆ ดังนี้

1.1 บรรยายภาศภายในห้องเรียนมีลักษณะเป็นประชาธิปไตย นักเรียน เลือกกิจกรรมการเรียนตามความสมัครใจ นักเรียนชอบปฏิบัติกิจกรรมการเรียนเป็นกลุ่ม มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มย่อย กำหนดกฎเกณฑ์ในการปฏิบัติกิจกรรม ในกลุ่มของตนเอง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและหาเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ดี

1.2 นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน สังเกตได้จากขณะเรียน ทุกคนเรียนด้วยความตั้งใจและเอาใจใส่ มีความเพลิดเพลินและพอใจในการเรียน ตลอดเวลา โดยเฉพาะกิจกรรมประเภทที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง

1.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนใช้เวลาเรียน ช้าและเร็วแตกต่างกันตามความสามารถของแต่ละบุคคล

1.4 นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้เข้าร่วมกิจกรรมและได้รับประสบการณ์ตรง จากการเรียนรู้

1.5 นักเรียนทุกคนมีความรับผิดชอบและซื่อสัตย์ต่อการเรียนดีมาก

2. การเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วย การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. ปรากฏว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าอาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

2.1 การสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนนั้น จำเป็น ที่จะต้องใช้เวลา เนื่องการทดลองครั้งนี้ใช้ระยะเวลาทำการทดลอง 5 สัปดาห์เท่านั้น

2.2 การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ซึ่งทั้งสอง วิธีมีกิจกรรมการเรียนโดยเฉพาะกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองมาก เน้นระเบียบ วิธีทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าวิธีสอน ทั้งสองแบบมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ถึงอย่างไรก็ตามจากการทำการทดลองนั้น ผลปรากฏว่าเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนด้วย การสอนแบบ สสวท. พัฒนาสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชานี จันทรา (ชานี จันทรา 2519 : 33) ได้ทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งที่มีชีวิต สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยเปรียบเทียบกับ การสอน แบบปกติ ผลปรากฏว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีพัฒนาการสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีเจตคติเพิ่มขึ้นต่อ การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตาม สมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุชิต ทิพย์รัตน์ (อนุชิต ทิพย์รัตน์ 2523 : 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง แสง สสาร ความร้อน แรง แรงต้านทาน ความกดดัน ไฟฟ้าและสารเคมี โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ และงานวิจัย

ของ นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม 2520 . 25) ได้เปรียบเทียบผลการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศ โดยใช้บทเรียน โมดูลกับการสอนแบบปกติ

จากเหตุผลดังกล่าวย่อมแสดงให้เห็นว่า บทเรียนโมดูล ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาประเภทหนึ่ง สามารถจะนำมาใช้ช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาได้ อาจใช้เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่จะช่วยผู้สอนในด้านการสอนและสามารถปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะผู้สอนใหม่หรือเพิ่งสำเร็จการศึกษาหรือผู้มีความรู้และประสบการณ์ในด้านการสอนน้อย ผู้วิจัยเห็นสมควรที่จะได้มีการส่งเสริมและสนับสนุนการสร้างและใช้บทเรียน โมดูลให้แพร่หลายยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการทดลองสอนครั้งนี้ นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. และผู้เรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีเจตคติที่ดีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. จะไม่แตกต่างกันก็ตาม แต่ก็มีการพัฒนาสูงขึ้น จึงควรที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการสร้างบทเรียนโมดูลขึ้น เพื่อจะใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การใช้เวลาทดลองสอนเพียง 15 คาบ ก็สามารถเห็นความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วย

การสอนแบบ สสวท. ผลการทดลองนี้เป็นสิ่งยืนยันได้ว่า วิธีการสอนที่มีคุณภาพนั้น สามารถเสริมสร้างผลการเรียนของนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้นได้ ดังนั้นผู้รับผิดชอบต่อการจัดการศึกษาและครูผู้สอนควรแสวงหาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาที่สามารถนำมาส่งเสริมคุณภาพการเรียนการสอน

2. ครูและผู้บริหารการศึกษาควรตระหนักว่า ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้จากสิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทเรียนโมดูล เน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการค้นคว้าแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ความความสามารถของแต่ละบุคคลตรงกับแนวความคิดในการจัดการศึกษาปัจจุบัน

3. ในกระบวนการเรียนการสอน ครูควรคำนึงถึงเวลาที่นักเรียนแต่ละคนใช้เพื่อการเรียน ไม่ควรกำหนดเวลาให้เท่า ๆ กันทุกคนในการเรียนเนื้อหาสาระเดียวกัน

4. การแบ่งกลุ่มนักเรียนครูควรให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกกลุ่มของตนเองด้วยความสมัครใจ เพื่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียน

5. บทเรียนโมดูลจะสะดวกแก่ครูผู้สอน โดยเฉพาะถ้าได้เตรียมเอกสารและสื่อการเรียนต่าง ๆ ให้พร้อม และครูสามารถที่จะพบนักเรียนได้ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคล

6. การจัดลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล โดยเฉพาะกิจกรรมบังคับและกิจกรรมเลือก ครูควรเน้นการกระทำกิจกรรมอย่างมีระบบ เป็นไปตามลำดับขั้นตอนเพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้ทราบและหาหนทางกำหนดเวลา

7. ในการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ ถ้ามีอุปกรณ์ราคาแพง ครูควรที่จะเตือนนักเรียนอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนได้มีความระมัดระวังมากขึ้น

8. การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ครูควรประกาศให้นักเรียนทราบ ผลการเรียนรู้ที่ นักเรียนสามารถจะศึกษาเพิ่มเติมหรือเรียนซ่อมเสริมได้ และ นักเรียนจะได้มีโอกาสประสบความสำเร็จได้มาก

9. ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล ครูควรจะได้ มีการประเมินผลย่อย เพื่อจะได้แก้ไขและปรับปรุงการเรียนการสอน

10. สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ควรมีบทบาทในการเผยแพร่และ ส่งเสริมให้มีการทดลองใช้บทเรียนโมดูล โดยสนับสนุนให้มีการอบรมวิธีการสร้าง บทเรียนโมดูลแก่นิสิต นักศึกษาในสถาบันการฝึกหัดครู และควรส่งเสริมให้มีการผลิต บทเรียนโมดูลขึ้นใช้และทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้บทเรียนโมดูล หรือโดยการให้ความ ร่วมมือกับกระทรวง ทบวง กรมต่าง ๆ ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ช่วยเผยแพร่ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. การศึกษาวิจัยเรื่องนี้พอที่จะยืนยันได้ว่า การสอนโดยการให้บทเรียน โมดูลนั้นทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ฉะนั้นควรที่จะได้มีการดัดแปลง ปรับปรุง หรือสร้างบทเรียนโมดูลขึ้นใหม่ ให้เหมาะสมกับสภาพของแต่ละท้องถิ่น ทั้งในระดับ ประถมศึกษา มัธยมศึกษา อาชีวศึกษา ตลอดจนการศึกษานอกระบบโรงเรียน

2. ควรนำบทเรียนโมดูลเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอน ตามปกติ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

3. ควรมีการสร้างบทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหาเรื่องอื่น

แล้วนำไปทดลองสอนเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนตามปกติ เพื่อศึกษาว่าเนื้อหาใดบ้างที่ใช้สอนด้วยบทเรียนโมดูลได้ผลดีกว่าการมีครูเป็นผู้สอน และทดลองเปรียบเทียบกับนักเรียนในระดับชั้นที่ต่างกัน

4. ควรจะมีการสร้างบทเรียนโมดูลวิชาอื่น ๆ แล้วนำไปทดลองสอนเปรียบเทียบกับการสอนแบบต่าง ๆ สอนนักเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา เพื่อศึกษาว่าบทเรียนโมดูลใช้สอนในระดับใดเหมาะสมที่สุด

5. ควรมีการศึกษาว่า มีองค์ประกอบอะไรบ้างที่จะช่วยให้การเรียนโดยการใช้นิทรรศการโมดูลได้รับผลดี เช่น ลักษณะของวิชา ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง กิจกรรมการเรียน การเรียนซ่อมเสริมและบทบาทของครูที่สอนโดยการใช้บทเรียนโมดูล

6. ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาคุณภาพการใช้นิทรรศการโมดูลกับนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันว่า นักเรียนระดับใดที่ได้รับผลการเรียนด้วยการสอนโดยใช้นิทรรศการโมดูลมากที่สุด

7. ควรมีการศึกษาว่า กิจกรรมการเรียนประเภทใดที่มีผลทำให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการสอนโดยใช้นิทรรศการโมดูล

8. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบของบทเรียนโมดูล ว่าองค์ประกอบใดมีความสำคัญมากที่สุด และควรจัดลำดับอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด

9. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะพฤติกรรมต่างกันต่าง ๆ ของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ เช่น ความรับผิดชอบในการเรียน ความมีวินัยในตนเอง ความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

10. การศึกษาเปรียบเทียบความคงทนในการจำของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ

ค. ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้

1. ควรนำบทเรียนโมดูลที่ได้ทำการวิจัยแล้ว ไปทดลองใช้สอนกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ต่อไป

2. ควรมีการสร้างบทเรียนโมดูลวิชาอื่น ๆ ต่อไป โดยศึกษาแนวทางการเขียนบทเรียนโมดูลจากผลงานวิจัยที่ได้ทดลองไว้แล้ว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จานง วิสุทธิแพทย์ การประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์บางประการของนักเรียน
ประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.3) ในโรงเรียนรัฐบาล จังหวัดพระนคร ,
ปีการศึกษา 2512 ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
 2513, 129 หน้า อักสาเนา
- ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช 2518, 434 หน้า
- สุศรี วงศ์รัตน์ เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย โรงพิมพ์เจริญผล 2525, 252 หน้า
- ชมพันธ์ ภูษธร ณ อุทยาน หน่วยการเรียนรู้การสอน เอกสารประกอบการเรียนวิชา
 ปฏิบัติการพัฒนาหลักสูตรและการสอนในโรงเรียนประถมศึกษา 2519, 11 หน้า
- ธานี จันทรา การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เรื่อง
สิ่งที่มีชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ ปริญญาโท
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 68 หน้า อักสาเนา
- ธีระ จิตต์จนะ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 38 หน้า อักสาเนา
- นিকা สะเพียรชัย 'คานา" ใน คู่มือการสอนวิชาเคมีมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน้า คานา
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2517, 328 หน้า
- นิพนธ์ สุขปรีดี นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน 2519, 175 หน้า

นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง บรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 140 หน้า อักสำเนา

นิรันดร์ แบนซิก การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บางหัวข้อ ใน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518, 96 หน้า อักสำเนา

นิลศรี โคตรบุตร การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แหล่งน้ำ
บนพื้นโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปรินิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 179 หน้า อักสำเนา

บุญมี ก้อนทอง "บทเรียนโมดูลเพื่อเสริมความรู้" วิทยาสาร 26 : 21-23
มกราคม 2518

เบญจมา โสทรโยม การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนสมการเชิงเส้นตรงหนึ่งตัวแปร
โดยใช้หน่วยการเรียนรู้การสอนกับการสอนปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 136 หน้า อักสำเนา

พิทักษ์ รัชพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนสตรี
นครศรีธรรมราช 2513, 74 หน้า

พจน์ สะเพียรชัย และคนอื่น ๆ การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ ภัณฑิลาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 210 หน้า

รชฎ กาญจนวนิชย์ "ทัศนคติวิทยาศาสตร์" ปัจจุบันและอนาคตของสังคมไทย :
284-286 สมาคมนิสิตเก่าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในพระบรมราชูปถัมภ์ 2514

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2
วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า

_____ หลักการวิจัยทางการศึกษา ทวีศักดิ์การพิมพ์ 2524, 287 หน้า

วิจิตร ศรีสอาน "เทคนิควิทยาการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรม
และเทคโนโลยีทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2517,
250 หน้า

วิชัย วงษ์ใหญ่ พัฒนาหลักสูตรและการสอน โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม 2521,
174 หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์ คู่มือการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ โอเคียนการพิมพ์ 2518,
164 หน้า

วิศิษฐ์ ชุมวรฐายี การสร้างหน่วยการเรียนรู้การสอน เอกสารประกอบการเรียน
วิชาทฤษฎีและการปฏิบัติการหลักสูตร 2519, 4 หน้า

ศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, มหาวิทยาลัย การประเมินผลการสัมมนาปฏิบัติการ
ใช้โมดูลในการสอนชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์
วิโรฒ ประสานมิตร 28 ตุลาคม - 2 พฤศจิกายน 2517, 5 หน้า

ศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, มหาวิทยาลัย เอกสารประกอบการสัมมนา
การสร้างบทเรียนโมดูล 2520, 15 หน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การดำเนินการของสถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2518, 37 หน้า

สุคนธ์ เพ่งศรีสาร การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
แรงธรรมชาติ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ
ปริญญาณพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร 2521,
134 หน้า อักสำเนา

สุมาลี ศรีทองกิติกุล การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 219 หน้า อัดสำเนา

อนุชิต ทิพย์รัตน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยบทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 219 หน้า อัดสำเนา

อังคณา สายยศ "การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม" วิจัยและวัดผล 25 2 (2) : 131-140 2525

อารี ลัทธิ "การนำนวัตกรรมการศึกษา มาปรับปรุงคุณภาพการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2517, 250 หน้า

อุทัย บุญประเสริฐ "เทคโนโลยีทางการศึกษา" วารสารบัณฑิตวิทยาลัย 6 (1) : 89-90 มกราคม - มิถุนายน 2517

เอกวิทย์ ณ ถลาง "เพื่อความเข้าใจสาระและธรรมชาติของการศึกษา" ชุมนุมบทความทางวิชาการ หน้า 1-23 โครงการการาสังคมสงเคราะห์และมนุษยศาสตร์ สมาคมสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย พระนคร 2514

Anderson, Austin. "The Effects of A Modular Biology Course on Attitude Toward Biology," Dissertation Abstracts International 36(4) 2119-A, October, 1975

Arends, Robert L, and Others. Handbook for the Development of Instructional Module in Competency-based Teacher Education Program 2nd ed , New York, State University College at Buffalo, 1973 36 p.

Australian Science Education Project (ASEP), Newsletter 2 4,
November, 1970.

Best, John W., Research in Education Englewood Cliffs,
New Jersey, Prentice - Hall, 1959. 320 p.

Blackburn, Garry Myrle "Modulized and Traditional Teaching Method
in Pre-service Teacher Training An Experimental Study,"
Dissertation Abstracts International 36 724-A, August, 1975

Cauci, David John. "A Summative Education of a Module Method of
Instruction," Dissertation Abstracts International 32(6)
3000-A, December, 1971

Dale, Mory Elizabeths W "A Comparative of Achievement, between
College Student Being Taught in Tradition Manner and Those
Taught with Learning Modules," Dissertation Abstracts
International 34(10) 6481-A, April, 1974.

English, Horace B., and English, Are Champney, A Comprehensive
Dictionary of Psychology and Psychoanalytical Terms, Longmans,
Green and Co., New York, 1958. 598 p.

Houston, W Robert and others Development Instructional Modules
Texas, College of Education, University of Texas, Houston,
1972. 188 p

Hurst, Joseph B. "Copetency - Based Learning Modules in Elementary
Teacher Training A Comparision of Individual and Group
Instructional for Problem-Inquiry Teacher," Dissertation
Abstracts International. 33(11) 1752-A, May, 1973

John, Kennet Walter , "A Comparison of Two Method of Teaching
Eight Grade General Science Tradition and Structured
Problem-Solving" Dissertation Abstracts International
4(27) 994-995-A, October, 1966

- Lawrence, Gordon. Florida Modules on Generic Teacher Competencies
Module on Modules Florida, University of Florida Cairnsville,
 1973. 27 p.
- McCarney, Stephen Bart. "Modularized, Modularized and Traditional
 and Traditional and Traditional Teaching Method Utilized in
 Pre-Service Teacher training An Experimental Study,"
Dissertation Abstracts International. 37(7) 4269-A, January,
 1977.
- Mortha, Taylor Hatcher, "Audio - Tutorial Module in the Preparation
 of College Biology Teacher," Dissertation Abstracts International.
 34(8) 4910-A, February, 1974.
- Motz, L M L , "The Development of an Instruction to Evaluate Sixth
 and Ninth Grade Students Attitude toward Science and Scientists,"
Dissertation Abstracts International 3(32) 1360-A,
 September, 1971.
- Murman, Elmer Gerhart "Modular of Traditional A Servey of
 Preference Opinions and Performances," Dissertation Abstracts
International. 33 1593-A, October, 1972.
- Sasscer, John Clarence. "The Development, Implementation and
 Evaluation of Modularized, Student-Centered General Biology
 Curriculum at the College Level," Dissertation Abstracts
International 34(11) 6957-6958-A, May, 1974.
- Shapiro, John Novakowski "Modular Instruction in Non-verbal
 Communication," Dissertation Abstracts International
 37(8) 5744-A, February, 1977
- Victor, Edward, Science for the Elementary School Macmillan
 Company, New York, 1965. 772 p

Wilkerson, George James. "The Design and Validation of an
Inservice Training Module Entitled Chaging Student Attitude,
For Use with Community College Instruction " Dissertation
Abstracts International. 34 4666-A, February, 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ

ข้อที่	P _L	P _H	p	r	Δ	ข้อที่	P _L	P _H	p	r	Δ
1	.14	49	30	40	15 1	26	.20	51	.35	.34	14 6
2	20	46	32	.29	14.8	27	26	60	.43	.35	13 7
3	57	91	76	44	10 2	28	20	60	.39	.42	14 1
4	.37	60	48	23	13 2	29	29	51	.40	.23	14 0
5	14	71	41	58	13 9	30	.29	74	52	45	12 8
6	34	91	65	61	11 4	31	49	83	67	38	11 2
7	31	60	45	30	13 5	32	34	83	60	50	12 0
8	57	94	78	51	9 9	33	14	49	30	40	15 1
9	20	51	35	34	14 6	34	23	49	36	28	14 5
10	17	66	40	50	14 0	35	23	43	33	23	14 8
11	17	60	37	45	14 3	36	51	74	.63	25	11 7
12	14	37	25	30	15 7	37	49	77	63	30	11 6
13	20	63	41	44	13 9	38	46	86	67	45	11 2
14	29	57	43	29	13.7	39	40	74	57	35	12 3
15	.26	57	41	32	13 9	40	46	69	58	24	12 2
16	26	89	59	64	12 0	41	.37	74	56	38	12 4
17	.02	54	23	69	16.0	42	40	80	61	42	11 9
18	26	60	43	35	13 7	43	.49	1.0	80	73	9 6
19	20	54	36	36	14 4	44	20	57	.38	39	14 3
20	14	49	30	40	15.1	45	14	89	52	.73	12 8
21	09	54	29	52	15 2	46	63	89	77	35	10 0
22	54	97	80	61	9 7	47	23	66	44	44	13 6
23	17	43	29	31	15 2	48	20	71	45	51	13 5
24	34	.86	62	.54	11 8	49	.14	83	48	.67	13 2
25	40	94	70	62	10 8	50	31	91	64	63	11 6

การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ

ข้อที่	X	P	q	Pq
1	38	.29	.71	.21
2	105	.81	.19	.15
3	97	.75	.25	.19
4	65	.50	.50	.25
5	50	.38	.62	.24
6	81	.62	.38	.24
7	57	.44	.56	.25
8	102	.78	.22	.17
9	40	.31	.69	.21
10	51	.39	.61	.24
11	54	.42	.58	.24
12	32	.25	.75	.19
13	44	.34	.66	.22
14	64	.49	.51	.25
15	57	.44	.56	.25
16	71	.55	.45	.25
17	28	.22	.78	.17
18	58	.45	.55	.25
19	56	.43	.57	.25
20	30	.23	.77	.18
21	40	.31	.69	.21
22	97	.75	.25	.19
23	42	.32	.68	.22
24	77	.59	.41	.24
25	80	.62	.38	.24

ข้อที่	X	P	q	Pq
26	40	.31	.69	.21
27	49	.38	.62	.24
28	52	.40	.60	.24
29	48	.37	.63	.23
30	59	.45	.55	.25
31	80	.62	.38	.24
32	78	.60	.40	.24
33	32	.25	.75	.19
34	25	.19	.81	.15
35	42	.32	.68	.22
36	20	.15	.85	.13
37	66	.51	.49	.25
38	89	.68	.32	.22
39	80	.62	.38	.24
40	75	.58	.42	.24
41	74	.57	.43	.25
42	70	.54	.46	.25
43	98	.75	.25	.19
44	54	.42	.58	.24
45	56	.43	.57	.25
46	106	.82	.18	.15
47	53	.41	.59	.24
48	58	.45	.55	.25
49	68	.52	.48	.25
50	77	.59	.41	.24

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา เคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ

การหาความเชื่อมั่น โดยวิธี K-R 20

สูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

$$r_{tt} = \frac{50}{50-1} \left(1 - \frac{11.1}{64.7168} \right)$$

$$= \frac{50}{49} \times 83$$

$$= 84.69$$

$$\therefore r_{tt} = 85$$

ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	t
1	3.0353
2	3.0606
3	2.7290
4	2.1436
5	3.9060
6	4.7860
7	3.8227
8	6.0007
9	6.2758
10	5.2787
11	4.2455
12	5.6587
13	6.6394
14	3.3983
15	3.3054
16	6.9204
17	7.3551
18	5.0971
19	4.2377
20	5.9928

ข้อที่	t
21	6.0607
22	4.1906
23	6.9105
24	7.3328
25	3.5054
26	4.1807
27	5.5133
28	7.6708
29	6.0025
30	5.0177
31	5.5998
32	6.8460
33	5.6954
34	3.1064
35	2.1606
36	3.5895
37	5.3364
38	2.2681
39	3.2029
40	2.7290

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม
 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

สูตร การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ใช้สูตร α - Coefficient

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

แทนค่า $\alpha = \frac{40}{40-1} \cdot \left(1 - \frac{10.1106}{31.4229} \right)$

$$= \frac{40}{39} \cdot (1 - .3217)$$

$$= \frac{40}{39} \times .6783$$

$$= \frac{27.1320}{39}$$

$$= .6956$$

$\therefore$ ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม = .70

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม
 เจตคติต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

สูตร การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ใช้สูตร α - Coefficient

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right) \\
 &= \frac{20}{20-1} \left(1 - \frac{3.9103}{17.9892} \right) \\
 &= \frac{20}{19} (1 - .2173) \\
 &= \frac{20}{19} \times (.7827) \\
 &= \frac{15.6540}{19} \\
 \alpha &= .8238
 \end{aligned}$$

∴ ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม = .82

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา เคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ

กระดาษคำตอบ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	26.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
2	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	27.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
3	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	28.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
4	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	29.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
5	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	30.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
6	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	31.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
7	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	32.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
8	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	33.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
9	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	34.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
10	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	35.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
11	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	36.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
12	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	37.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
13.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	38.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
14	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	39	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
15	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	40.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
16	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	41	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
17	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	42	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
18	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	43	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
19	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	44	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
20	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	45.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
21	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	46.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
22	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	47.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
23.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	48.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
24	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	49.	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)
25	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	50	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา ว. 032 เคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ ให้นักเรียนพยายามทำให้เสร็จทุกข้อภายในกำหนดเวลา 1 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ กาคอบแต่ละข้อมีตัวเลือก 5 ตัว คือ ก. ข. ค. ง. และ จ. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เลือกคำตอบข้อใดให้กาเครื่องหมาย (X) ทับตัวอักษรที่กากับคำตอบนั้นในแผ่นกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

0. ธาตุข้อใดเป็นโลหะ ?

- ก. Na
- ข. He
- ค. Ne
- ง. Ar
- จ. Kr

ข้อนี้คำตอบที่ถูกต้องคือ Na ซึ่งตรงกับข้อ ก. ดังนั้นนักเรียนต้องกาเครื่องหมาย (X) ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

0. (X) (ข) (ค) (ง) (จ)

3. โปรดอย่าขีดเขียนใดๆลงบนแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ

1. ธาตุประเภทใดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
การนำไฟฟ้าจะนำได้ดีขึ้น ?

- ก. โลหะ
- ข. อโลหะ
- ค. อัญรูป
- ง. ก๊าซเฉื่อย
- จ. เมทัลลอยด์

2. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง ?

- ก. ธาตุที่มีความหนาแน่นน้อยเป็นพวกอโลหะ
- ข. ธาตุที่มีความหนาแน่นมาก ๆ มักเป็นพวกโลหะ
- ค. ธาตุที่เป็นอโลหะทุกธาตุไม่นำไฟฟ้าและความร้อน
- ง. ธาตุที่มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำส่วนใหญ่เป็นอโลหะ
- จ. ธาตุที่เป็นโลหะจะมีช่วงจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่างกันมาก

ธาตุ	จุดหลอมเหลว °C	จุดเดือด °C	ความหนาแน่น (g/cm ³)
A	-259	-253	0.07
B	98	892	0.97
C	1410	2680	2.33
D	-210	-196	0.81
E	-420	907	7.14

3. จากตารางนี้ธาตุในข้อใดเป็นก๊าซ ?

- ก. ธาตุ A B
- ข. ธาตุ A D
- ค. ธาตุ C D
- ง. ธาตุ E D
- จ. ธาตุ B C

4. ก๊าซชนิดใดที่อยู่ตัวที่สุดที่อุณหภูมิปกติ ?

- ก. ก๊าซเฉื่อย
- ข. ก๊าซมีตระกูล
- ค. ก๊าซรวมกัน
- ง. ก๊าซพลาสติก
- จ. ก๊าซโมโนคลีนิก

5. โมเลกุลของกามะถันประกอบด้วย
กามะถันกี่อะตอม ?
 - ก. 2 อะตอม
 - ข. 4 อะตอม
 - ค. 6 อะตอม
 - ง. 8 อะตอม
 - จ. 10 อะตอม
6. กามะถันรูปโมโนคลินิกจะมีผลึกเป็น
รูปใด ?
 - ก. รูปรี
 - ข. รูปกลม
 - ค. รูปเข็ม
 - ง. รูปเหลี่ยม
 - จ. รูปแบน ๆ
7. ใต้ดินสอคาและเพชร หมายถึงข้อใด ?
 - ก. ธาตุต่างชนิดกัน
 - ข. รูปของธาตุคาร์บอน
 - ค. ไอโซโทปของธาตุคาร์บอน
 - ง. โครงสร้างอะตอมของธาตุคาร์บอน
 - จ. สารประกอบต่างชนิดกันของ
คาร์บอน
8. ความแตกต่างของสิ่งใดที่มีผลทำให้
กามะถันมีรูปผลึกสองแบบ ?
 - ก. พลังงานจลน์
 - ข. พลังงานศักย์
 - ค. จำนวนมวลอะตอม
 - ง. จำนวนมวลของโมเลกุล
 - จ. การจัดเรียงของโมเลกุล
9. เมื่อให้ความร้อนแก่กามะถันผง
สิ่งที่เราสังเกตเห็นคือข้อใด ?
 - ก. กามะถันระเหิดเป็นไอโดยตรง
 - ข. กามะถันค่อย ๆ หลอมตัวและ
ระเหิดเป็นไอ
 - ค. กามะถันจะหลวจนหมดความหนึ่ค
น้อยลง ๆ จนถึงจุดเดือด
 - ง. กามะถันจะหลวจนหมด
ความหนึ่คจะเพิ่มขึ้นแล้วจะลดลง
อีกจนถึงจุดเดือด
 - จ. กามะถันจับตัวกันเป็นก้อนแล้วจึง
หลอมหมดความหนึ่คจะเพิ่มขึ้นแล้ว
จะลดลงอีกจนถึงจุดเดือด

10. ปรากฏการณ์ข้อที่ 9 เป็นการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างอย่างไร ?
- เกิดการสันดาป
 - เกิดการเปลี่ยนรูปผลึกของกามะถัน
 - วงโมเลกุลขาดแล้วต่อเป็นวงแบบใหม่
 - วงโมเลกุลขาดแล้วต่อเป็นสายยาวแล้วขาดอีก
 - วงโมเลกุลของกามะถันขาดและแตกเป็นอะตอม
11. ถ้าต้องการเตรียมผลิตภัณฑ์จะใช้สารใดทำปฏิกิริยากัน ?
- $\text{Zn} + \text{Pb}_3\text{O}_4$
 - $\text{Zn} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
 - $\text{PbCl}_2 + \text{HCl}$
 - $\text{PbO} + \text{HNO}_3$
 - $\text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
12. สาร X เป็นของแข็งนำไฟฟ้าไม่ดีเมื่อให้ทำปฏิกิริยากับคลอรีนได้คลอไรด์ที่เป็นของเหลวละลายน้ำได้ สมบัติของคลอไรด์นี้จะเป็นอย่างไร ?
- สารละลายอิมิตัว
 - สารละลายมีฤทธิ์เป็นเบส
 - สารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด
 - สารละลายมีฤทธิ์เป็นกลาง
 - ยังไม่สามารถสรุปได้
13. สารประกอบข้อใดที่ละลายน้ำได้ ?
- AgCl , LiCl , SO_2
 - NaCl , CO_2 , P_2S_5
 - KCl , Na_2S , Li_2O
 - PbCl_2 , NaCl , H_2S
 - NaCl , AgCl , SO_2
14. คลอไรด์ข้อใดมีสถานะเป็นของแข็ง ?
- PCl_5
 - NCl_3
 - SCl_2
 - OCl_2
 - FCl

15. สารประกอบต่อไปนี้ข้อใดมีจุดหลอมเหลวสูง ?
- HCl
 - NaCl
 - SCl_2
 - FCl
 - MgCl_2
16. ในการเตรียมก๊าซคลอรีน ใช้สารในข้อใดเป็นสารดูดความชื้น ?
- HCl
 - NaCl
 - Na_2SO_4
 - CaCl_2
 - CaSO_4
17. ในการเตรียมก๊าซคลอรีนใช้ NaOH เพื่ออะไร ?
- เป็นตัวชะตะไคลท์
 - ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
 - ขจัดก๊าซคลอรีนที่มากเกินไป
 - ควบคุมปฏิกิริยาให้เกิดช้าลง
 - เกิดปฏิกิริยาสมดุลทางเคมี
18. นักเรียนมีวิธีทดสอบสารประกอบคอโรด์ได้โดยใช้สารข้อใด ?
- AgBr จะได้ตะกอนขุ่นขาว
 - AgNO_3 จะได้ตะกอนขาวขุ่น
 - AgCl จะได้ตะกอนสีแกงส้ม
 - CuSO_4 จะได้ตะกอนสีแกงอิฐ
 - HCl จะได้ตะกอนสีเหลือง
19. สารข้อใดที่ไม่เกี่ยวกับการเตรียมสารประกอบคลอรีน ?
- Na_2O
 - HCl
 - NaCl
 - KMnO_4
 - CaCl_2
20. คอโรด์ของข้อใดที่มีสมบัติไม่ละลายน้ำ ?
- CaCl_2
 - PCl_5
 - CCl_4
 - AlCl_3
 - NaCl

21. ธาตุใดทำปฏิกิริยากับน้ำได้รุนแรงที่สุด ?
- Na
 - Cl
 - Mg
 - Ba
 - Hg
22. สารปรุงแต่งรสอาหารและใช้ถนอมอาหารได้แก่ข้อใด ?
- HCl
 - KCl
 - CaCl_2
 - NaCl
 - NH_4Cl
23. สารใดที่เป็นอันตรายต่อระบบการหายใจของร่างกายมนุษย์ ?
- HCl
 - KCl
 - NaCl
 - NH_4Cl
 - CHCl_3
24. สารใดที่เราใช้ดูความชื้นและทำฝนเทียม ?
- Cl_2
 - CCl_4
 - KCl
 - CaCl_2
 - NH_4Cl
25. ออกไซด์ชนิดใดที่เป็นพิษต่อมนุษย์มากที่สุด ?
- CO
 - CO_2
 - BaO
 - CaO
 - SiO_2
26. ออกไซด์ของโลหะเมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายข้อใด ?
- กรด
 - เบส
 - กลาง
 - กรดและเบส
 - ไม่มีข้อใดถูก

27. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมี
ออกไซด์ของธาตุใดแสดงความเป็น
เบสมากที่สุด ?

- ก. SO_2
- ข. SiO_2
- ค. MgO
- ง. Al_2O_3
- จ. P_4O_{10}

28. ออกไซด์ของธาตุใดเมื่อละลายน้ำ
จะได้สารละลายเบส ?

- ก. CO_2
- ข. P_4O_{10}
- ค. SO_2
- ง. MgO
- จ. Al_2O_3

29. CaO เมื่อละลายน้ำจะได้สาร
ข้อใด ?

- ก. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ข. Ca(OH)_2
- ค. $\text{CaH}_2 + \text{O}_2$
- ง. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
- จ. Ca(OH)_2

30. ออกไซด์ในข้อใดไม่ละลายน้ำ ?

- ก. BeO , Al_2O_3 , SiO_2
- ข. SO_2 , K_2O , CaO
- ค. N_2O_5 , Li_2O , CO_2
- ง. MgO , OF_2 , Na_2O
- จ. CaO , MgO , SO_2

31. ออกไซด์ใดไม่ได้ทำให้เกิดมลภาวะ
แต่เป็นสินค้าออกของไทย ?

- ก. CO
- ข. CO_2
- ค. SO_2
- ง. NO_2
- จ. SnO_2

32. สารประกอบซัลไฟด์ตัวที่เป็นพิษสำคัญ
และมีกลิ่นคล้ายไข่เน่าคือข้อใด ?

- ก. H_2S
- ข. SO_2
- ค. CS_2
- ง. Al_2S_3
- จ. MgS

33. ซัลไฟด์ข้อใดเมื่อละลายน้ำแล้ว
สารละลายจะเป็นกรด ?

ก. CaS

ข. MgS

ค. CdS

ง. Na_2S

จ. Al_2S_3

34. ซัลไฟด์ในข้อใดที่ไม่ละลายน้ำ ?

ก. SO_2

ข. H_2S

ค. K_2S

ง. CS_2

จ. CdS

35. ไม่ชี้ไฟฟ้ามาจากสารในข้อใด ?

ก. CaS

ข. CdS

ค. H_2S

ง. Na_2S

จ. Sb_2S_3

36. สารใดที่ใช้ในอุตสาหกรรมทาเส้นใย
ไหมเทียม ?

ก. CS_2

ข. CdS

ค. ZnS

ง. P_2S_5

จ. SbS_3

37. เครื่องหมายบนขอบทาง เพื่อให้ นักขับรถ
สังเกตเห็นในเวลากลางคืน ทาด้วยสาร
ข้อใด ?

ก. CS_2

ข. CdS

ค. ZnS

ง. Na_2S

จ. Sb_2S_3

38. ธาตุบางชนิดไม่รวมกับแก๊สไนโตรเจน
ข้อใด ?

ก. Ba, Al, Si

ข. He, Ne, Ar

ค. K, Mn, Zn

ง. Si, Pb, Ar

จ. Mg, Cd, Ca

39. ก๊าซเฉื่อย หมายถึงข้อใด ?
- ธาตุที่หาปฏิกิริยาไม่รุนแรง
 - ธาตุที่หาปฏิกิริยากับธาตุอื่นได้ง่าย
 - ธาตุที่ไม่ค่อยหาปฏิกิริยากับธาตุใด ๆ
 - ธาตุที่มีการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนวงนอกสุดครบ 8
 - ธาตุที่มีการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนวงนอกสุดครบ 8 ยกเว้นฮีเลียม
40. ข้อใดจัดเป็นธาตุที่มีตระกูลทุกธาตุ ?
- Ra Rn Kr
 - Xe He Rh
 - Ar Ne Rn
 - Rn Pt Ra
 - Ra Ar Kr
41. สารประกอบใดเคมีนักวิทยาศาสตร์คิดว่าเป็นไปได้แต่ต่อมาสามารถเตรียมได้ในห้องทดลอง ?
- CuHe
 - Ba(Na)₂
 - XeF₄
 - H₂O₂
 - H₂S
42. Xe เป็นก๊าซเฉื่อยปกติไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับธาตุอื่นแต่สามารถได้ปฏิกิริยาเคมีได้กับธาตุใด ?
- S₈
 - O₂
 - F₂
 - Cl₂
 - Pb
43. ธาตุในข้อใดอยู่ในหมู่เดียวกันทุกธาตุ ?
- H, He
 - Li, Na
 - He, F
 - Ne, H
 - Cl, Na
44. ในตารางธาตุนั้น ธาตุทั้งหมดเรียงกันตามลำดับอะไร ?
- แมสส์นัมเบอร์
 - มวลอะตอม
 - ขนาดของอะตอม
 - เวเลนซ์ของธาตุ
 - อะตอมมิกนัมเบอร์

45. ธาตุหมู่ฮาโลเจน ได้แก่ข้อใด ?

ก. Be, Cl, F

ข. F, Cl, Br

ค. Li, F, I

ง. He, Ne, Ar

จ. Na, Cl, Br

46. ก๊าซเฉื่อยจะอยู่ส่วนไหนของตารางธาตุ

ก. ซ้ายมือ

ข. ขวามือ

ค. ตรงกลาง

ง. ซ้ายมือและตรงกลาง

จ. ขวามือและตรงกลาง

47. ข้อความใดถูกต้อง ?

ก. ธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันจะมีสมบัติต่างกัน

ข. ธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันจะมีสมบัติต่างกัน

ค. ธาตุทางขวามือของตารางคือหมู่ฮาโลเจน

ง. ธาตุทางซ้ายมือของตารางธาตุคือก๊าซเฉื่อย

จ. ธาตุที่อยู่ตรงกลางคือ เมทัลลอยด์

48. ธาตุที่ 105 มีชื่อเรียกว่าอะไร ?

ก. ฮีเลียม

ข. ฮาฟเนียม

ค. แอฟเนียม

ง. เบริลเลียม

จ. ลอว์เรนเซียม

49. เอคาธิลิคอน คือธาตุใดในปัจจุบัน ?

ก. ซิลิคอน

ข. พลูโตเนียม

ค. โพโลเนียม

ง. ลอเรนเซียม

จ. เจอร์เมเนียม

50. ตารางธาตุ เมทัลลอยด์อยู่ในตำแหน่งใด ?

ก. ซ้ายมือของตารางธาตุ

ข. ขวามือของตารางธาตุ

ค. ตรงกลางของตารางธาตุ

ง. อยู่ใกล้ชิดกับเส้นซิกแซกที่แบ่งระหว่างธาตุที่เป็นโลหะและอโลหะ

จ. อยู่ใกล้กับเส้นซิกแซกที่แบ่งระหว่างธาตุหมู่ฮาโลเจนและก๊าซเฉื่อย

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามฉบับนี้ ต้องการถามเกี่ยวกับความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียน โดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงความคิดเห็นของผู้อื่น ให้นักเรียนพยายามอ่านข้อความที่ถามโดยละเอียดและศึกษาพิจารณาให้รอบคอบก่อน แล้วตัดสินใจตามความคิดเห็นของนักเรียนเอง แบบสอบถามนี้ไม่มีการถูกหรือผิดแต่ประการใด นักเรียนจะชอบมากหรือชอบน้อย เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย เป็นสิทธิของนักเรียน

2. แบบสอบถามนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ ให้เวลาในการตอบแบบสอบถาม 30 นาที

3. วิธีตอบ ในข้อหนึ่งๆจะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 4 ช่อง ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อ เมื่อคิดว่าจะตอบตรงข้อใดให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ลงในช่องนั้น ๆ

ตัวอย่าง ข้อที่ 0 ถ้านักเรียนต้องการเลือกตอบข้อ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้นักเรียนทำดังนี้ คือ

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0	ดาวหาง เป็นเครื่องหมายบอกถึงเหตุร้าย	✓			

4. นักเรียนพยายามตอบให้ตรงกับความจริงของนักเรียนมากที่สุด และโปรดเข้าใจว่า คำตอบจะไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อนักเรียนในทางใดทั้งสิ้น

(ขอขอบคุณในความร่วมมือครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง)

แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	นักเรียนฉันว่าพันทัก แสดงว่าจะ มีญาติผู้ใหญ่ของเราเสียชีวิต	...	...	...	...
2	นักเรียนถือว่าจะทำข้อสอบได้ดี เพียงใดขึ้นอยู่กับโชคของนักเรียน	.	.....	..	.....
3	นักเรียนได้รับอุบัติเหตุหกล้มเป็น แผลจึงไม่รับประทานข้าวเหนียว	..	.....	.....	.....
4	เมื่อนักเรียนพบเตารีดไฟฟ้าขัดข้อง มักจะรีบแก้ที่ .. .. .	..	.....	.....	.....
5	เมื่อนักเรียนศึกษาคุณสมบัติของ คอลลอยด์ แล้วก็รีบลงมือปฏิบัติ การทดลองทันที .. .. .	.....	.....	.....	.....
6	ทันทีที่พบกิ่งกาเหาะบนกิ่งไม้ และ ค่อย ๆ เปลี่ยนสี นักเรียนจะเฝ้า ดูอย่างใกล้ชิด ... .. .	.....	.....	.....	.....
7	การศึกษาเล่าเรียนในชั้นเรียน นั้นยังไม่เพียงพอ นักเรียนต้องไป ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมอีก .. .. .	.....	.....	.....	.....
8	นักเรียนชวนเพื่อน ๆ ไปชมท้องฟ้า จำลอง แสดงเรื่องระบบสุริย- จักรวาล .. .. .	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไปเห็นด้วย อย่างยิ่ง
9	นักเรียนติดตามอ่านข่าวและ ความเคลื่อนไหวทางวิทยาการ จากหนังสือพิมพ์และวารสารต่างๆ	.....	.....	.....	.....
10	เมื่อท่านสงสัยอะไรมักไม่สบายใจ และพยายามแสวงหาคำตอบให้ได้	.....	.....	.....	.....
11	เมื่อมีอะไรในห้องเรียน นักเรียน สังเกตสิ่งนั้นเสมอ	.....	.....	.....	.....
12	ทุกสิ่งทุกอย่างรอบ ๆ ตัวเราน่า ศึกษา	.....	.....	.....	.....
13	ความคิดเห็นที่มีเหตุผลของคนอื่น แม้ว่าจะขัดกับความรู้สึกของเรา ควรจะรับฟัง	.....	.....	.....	.....
14	นักเรียนรู้สึกไม่พอใจ ถ้ามีใครมา วิจารณ์ความคิดหรือการกระทำ ของนักเรียน	.....	.....	.....	.....
15	ที่ประชุมสมาชิกทุกคนควรมีอิสระใน การแสดงความคิดเห็น	.....	.....	.....	.....
16	นักเรียนชอบอธิบายบทเรียนให้ เพื่อนคนอื่น ๆ ที่ยังไม่เข้าใจ ได้รับฟัง	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
17	หลังจากที่เพื่อนอธิบายจนนักเรียน มักแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อ เสริมให้เข้าใจดียิ่งขึ้น .. . . . .	.....	.....	.....	.....
18	นักเรียนชอบประชันรู้อุปกรณ วิทยาศาสตร์ที่แปลกใหม่อยู่เสมอ ๆ เพื่อทดแทน สลวท. .. . . . .	.....	.....	.....	.....
19	ดาวเคราะห์ที่เป็นบริวารของ ดวงอาทิตย์มี 9 ดวง ถ้านัก วิทยาศาสตร์คนพบดาวเคราะห์ ใหม่ได้อีกเราไม่ควรยอมรับ .....	.....	.....	.....	.....
20	นักเรียนได้ทำการทดลองหลายครั้ง แล้ว แต่ไม่ได้ผลตามที่อาจารย์ บอกให้ นักเรียนจึงรายงานผล ตามที่ทดลองได้ .....	.....	.....	.....	.....
21	เมื่อทำการทดลองนักเรียนสังเกต เห็นอย่างไร ก็บันทึกผลตามที่เห็น แม้จะค้านกับความรู้ที่เคยได้รับ มาก่อนก็ตาม .....	.....	.....	.....	.....
22	ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ มีผลทำให้เศรษฐกิจของประเทศ เจริญก้าวหน้า ... . . . . .	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
23	เมื่อข้าพเจ้าถามปัญหาครู 2 ท่าน แล้วได้คำตอบต่างกัน ข้าพเจ้าจะ เชื่อครูที่สนิทมากกว่า	..	.	..	..
24	ในการทดลองเรื่อง การแพร่ของ ก๊าซ ถ้ากลุ่มของข้าพเจ้าได้ค่า ใกล้เคียงกับกลุ่มอื่น ข้าพเจ้าจะ ปรับตัวเลขให้เท่ากับกลุ่มอื่น ...	.....	.....	.....	.....
25	เมื่อผลการทดลองไม่ตรงกับทฤษฎี นักเรียนจะบันทึกผลลงไปตามที่ นักเรียนทดลองได้ ...	.....	.....	.....	.....
26	นักเรียนไม่ชอบเพื่อนที่คัดลอก แบบฝึกหัดแล้วนำมาส่งอาจารย์ ...	.....	.....	.....	.....
27	เมื่ออาจารย์มอบหมายงานให้ทำ แม้จะอยู่หรือไม่อยู่ในห้อง นักเรียน ยังคงปฏิบัติงานนั้นได้เป็นอย่างดี ..	..	.....	.....	.....
28	การปฏิบัติการทดลองทุกครั้งนักเรียน ควรจะเฝ้าดูอยู่ตลอดเวลา .....	..	.....	.....	.....
29	นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมาย ครบทุกขั้นตอน และรายงานผล การปฏิบัติงานเป็นระยะ ๆ . . .	.....	.....	.....	.....
30	การปฏิบัติการทดลองนั้นถ้านักเรียน ทดลองไม่ได้ผลควรยุติการทดลอง ไว้เพียงเท่านั้น .....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
31	เพื่อนสมาชิกในกลุ่มช่วยไม่สามารถ ปฏิบัติการทดลองได้ นักเรียนควร ทำการทดลองนั้นต่อไป				
32	เมื่อข้าพเจ้าสงสัยปัญหาใดข้าพเจ้า จะต้องศึกษาค้นคว้าให้เข้าใจ				
33	เมื่อข้าพเจ้าเรียนข้าพเจ้ารีบสอบถาม และจดบทเรียนที่ข้าพเจ้าไปจากเพื่อนทันที				
34	การข้ามถนนที่มีรถพลุกพล่าน อาจ เป็นอันตรายได้จึงควรข้ามตรงทาง ม้าลาย และมีสัญญาณให้รถหยุดก่อน ข้ามควรดูรถทั้งซ้ายและขวา				
35	การเตรียมสารละลายกรด HCl 4 mol/l นักเรียนจะใช้ กระบอกตวงตวงสาร				
36	เมื่อนักเรียนจะดูเซลล์เยื่อหุ้มด้วย กล้องจุลทรรศน์ ควรลอกเยื่อหุ้ม ให้บางที่สุด				
37	เมื่ออาจารย์สอนว่ากลางพืชจะ คายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกมาทางปากใบ นักเรียนจึง ทดลอง เพื่อศึกษาข้อเท็จจริงทันที				

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
38	การคำนวณถ้าเราสามารถ ประมาณค่าได้ ก็ควรประมาณ เพราะทำให้ได้คำตอบที่รวดเร็ว				
39	สินค้าใครราคาแพง แสดงว่า สินค้านั้นมีคุณภาพดี				
40	ถ้าไฟฟ้าในบ้านดับโดยไม่มีใครเปิด สวิตช์ แสดงว่าฟิวส์ขาด				

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามวัดเจตคติที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทเรียนโมดูล

กาชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามความถี่เห็น ความรู้สึก รวมถึงลักษณะนิสัยที่นักเรียนมักจะประพฤติปฏิบัติ นักเรียนมีอิสระเต็มที่ที่จะพิจารณาข้อความว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยหาเครื่องหมายให้ตรงกับข้อนั้นๆ แบบสอบถามนี้ไม่มีคำตอบถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีความคิด ความรู้สึกและแนวปฏิบัติไม่เหมือนกัน

2. ให้นักเรียนอ่านและใช้ความกตัญญูใจด้วยตนเอง

3. วิธีตอบในข้อหนึ่งๆ จะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 5 ช่อง นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อ เมื่อเห็นว่าตอบตรงข้อใด ให้หาเครื่องหมายถูกในช่องนั้นๆ ตามความรู้สึกของนักเรียน

4. การพิจารณาข้อความเป็นจริงเพียงใด มีหลักดังนี้ ถ้าข้อความนั้นนักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่ง

ก็ให้กาตอบลงในช่องแรก (เห็นด้วยอย่างยิ่ง)

ถ้าข้อความนั้นนักเรียนเห็นด้วย ก็ให้กาตอบในช่องที่ 2 (เห็นด้วย)

ถ้าข้อความนั้นนักเรียนมีความรู้สึกไม่แน่ใจก็ให้กาตอบในช่องที่ 3 (ไม่แน่ใจ)

ถ้าข้อความนั้นนักเรียนไม่เห็นด้วย ก็ให้กาตอบในช่องที่ 4 (ไม่เห็นด้วย)

ถ้าข้อความนั้นไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ก็ให้กาตอบในช่องที่ 5 (ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง)

ตัวอย่าง โปรดหาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างทางขวามือ เพียงข้อใด

ข้อหนึ่งตามความรู้สึก ความถี่เห็นของนักเรียน

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0	ข้าพเจ้าชอบการ เรียนที่มีการทดลอง ..	..	..	..	..	..

จากข้อความในตัวอย่าง ถ้านักเรียนมีความรู้สึกว่าแผนเช่นนั้นมากที่สุด
ถึงแม้ว่าการเรียนการสอน จะไม่มีการทดสอบก็ตาม ก็ให้ทำเครื่องหมายถูกลงในช่อง
ที่ 1 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	ข้าพเจ้าชอบการเรียนที่มีกิจกรรม หลายอย่าง. . . . .	. . .	....	.....	. . .	.
2.	วิธีการเรียนของข้าพเจ้าคือท่องฟัง ตนเองจึงจะเข้าใจได้ก็. . . .	. . .	....	..	. . .	.
3.	ข้าพเจ้าชอบวิธีการเรียนด้วยบทเรียน โมดูล. .... .	..	....		. .	.
4.	ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกสนานและเพลินใน บทเรียนโมดูล... ..	. . . .	....	..	....	.
5.	บทเรียนโมดูลเป็นวิธีการเรียนที่ยุ่งยาก ซับซ้อน.	.	. . .	.	. . .	.
6.	ควรใช้บทเรียนโมดูลกับทุกวิชา. .	. . .	. .	..	.	.
7.	บทเรียนโมดูลทำให้ข้าพเจ้ารับผิดชอบ การเรียนมากขึ้น. .	.....	..	.....	. . .	. .
8	ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายต่อบทเรียนโมดูล	. . .	. .	...	. .	.
9.	บทเรียนโมดูลทำให้ข้าพเจ้าปฏิบัติได้จริง. .	.	. .		....	..
10.	การเรียนด้วยตนเองด้วยบทเรียนโมดูล ทำให้เกิดความรู้อย่างรวดเร็ว. .	. .	.	.	..	.

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
11	บทเรียนโมดูลทำให้ข้าพเจ้าใช้ ความคิดตลอดเวลา					
12	บทเรียนโมดูลทำให้ข้าพเจ้าเกิดความ ซื่อสัตย์ต่อตนเอง					
13	ถ้ามีการทดลองนักเรียนควรได้ทดลอง ด้วยตนเอง					
14	บทเรียนโมดูลเป็นวิธีการที่น่าสนใจ... . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
15	เนื้อหาวิชาควรให้ข้าพเจ้าศึกษาทดลอง ด้วยตนเอง					
16	ครูควรให้นักเรียนทราบจุดมุ่งหมายก่อน เริ่มบทเรียน					
17	การทดสอบควรกระทำทั้งก่อนและหลัง การเรียน					
18	การเรียนเป็นกลุ่มทำให้เสียเวลาเรียน... . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
19	ถ้าเกิดความสงสัยไม่จำเป็นต้องถามครู					
20	ข้าพเจ้าชอบอภิปรายบทเรียน					

ภาคผนวก จ

บทเรียนโมดูล เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ

กลุ่มบทเรียนโมดูลที่ 1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 15 คาบ

หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบธาตุต่าง ๆ มากมาย ไม่น้อยกว่า 105 ธาตุ แต่ละชนิดมีคุณสมบัติไม่เหมือนกัน จึงยากที่จะจดจำสมบัติของธาตุแต่ละชนิดได้ นักวิทยาศาสตร์จึงได้พยายามแสวงหาวิธีการจัดธาตุออกเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งการศึกษาสมบัติของธาตุบางอย่างเราสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจำแนกธาตุออกเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งอโลหะ

ธาตุหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกันหมด แต่ยังอาจปรากฏได้หลายรูป และมีสมบัติบางอย่างแตกต่างกัน เช่น จุดหลอมเหลว จุดเดือด ความหนาแน่น และรูปของผลึกต่างกัน ซึ่งสาเหตุที่ธาตุแต่ละรูปมีโครงสร้างต่างกัน เนื่องจากการจัดเรียงโมเลกุลหรืออะตอมต่างกัน การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ เพื่อศึกษาวิธีการจัดจำแนกธาตุออกเป็นหมวดหมู่โดยใช้ผลการทดลองและข้อมูลที่กำหนดให้ ได้ค้นพบหลักเกณฑ์และวิธีจัดธาตุด้วยตนเอง เริ่มต้นด้วยการศึกษาสมบัติของธาตุ 20 ธาตุแรกเรียงตามมวลอะตอม เพื่อจัดธาตุออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ก่อนคือ โลหะกึ่งอโลหะ ต่อไปจึงศึกษาสมบัติของสารประกอบ เช่น สารประกอบคลอไรด์ ออกไซด์ และซัลไฟด์ของธาตุเหล่านั้น แล้วนำสมบัติของสารประกอบมาเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนกธาตุออกเป็นกลุ่มย่อยต่อไปอีก และเมื่อทราบหลักเกณฑ์ในการจัดแล้วจึงศึกษารายธาตุ และการใช้ประโยชน์ของตารางธาตุในการทำนายสมบัติของธาตุอื่น ๆ ต่อไป

การศึกษามทเรียนโมคูลนี้ ผู้เรียนจะต้องศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุบางประการ เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจัดหมวดหมู่ของธาตุ ตลอดจนได้ศึกษาสมบัติของสารประกอบต่าง ๆ "จะศึกษาตารางธาตุ และการใช้ประโยชน์จากตารางธาตุ

จุดประสงค์

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษามทเรียนนี้จบแล้ว ผู้เรียนจวจะมีคามสามารถังี้

1. อธิบายความหมายของเรื่องต่าง ๆ ต่อไปนี้ โดยได้มีความลึกซึ้งอยู่ภายในเนื้อหาของบทเรียน โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ รูปต่าง ๆ ของธาตุ สารประกอบคัลไรต์ สารประกอบออกไซด์ สารประกอบซัลไฟด์ ความและหมู่ของธาตุ ตารางธาตุ
2. เขียนและแปลความหมายของกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่กล่าวถึงในบทนี้ โดยอาศัยข้อมูลที่ยกมาให้ หรือข้อมูลที่ไ้จากการทดลองของนักเรียนเอง
3. บรรยายวิธีทดลอง เลือกเครื่องมือที่จำเป็นต้งใช้ในการทดลอง ทาการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูล หรือรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เกี่ยวกับสมบัติของธาตุ 20 ธาตุแรกเรียงลำดับตามมวลอะตอม และสมบัติของกลอไรต์ ออกไซด์ ซัลไฟด์ ของธาตุเหล่านั้นในแง่ต่าง ๆ ต่อไปนี้ สถานะที่อุณหภูมิห้อง จุดหลอมเหลว จุดเดือด ความเป็นมันวาว ความสามารถในการละลาย ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย
4. ใช้สมบัติต่าง ๆ ในข้อ 3 เป็นเกณฑ์ในการจัดธาตุตัวอย่างออกเป็น โลหะและอโลหะ
5. อ่านและแปลความหมายข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ กังกล่าวไว้ในข้อ 3

6. บรรยายวิธีทดลอง เลือกเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลอง และทำการทดลองในเรื่องต่อไปนี้ได้ เตรียมก้ามมะถันรอมบิก ก้ามมะถันโมนอคิวิก ผลึกทองแดง คลอไรด์ ออกไซด์ ซัลไฟด์ ของธาตุบางชนิด เตรียมและเก็บก๊าซคลอรีนและออกซิเจน
7. วิเคราะห์และวิจารณ์วิธีดำเนินการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ทดลอง และผลการทดลองเรื่องต่าง ๆ ที่กล่าวในข้อ 3 และข้อ 6
8. ใช้สมบัติของธาตุ สมบัติของสารประกอบคลอไรด์ ออกไซด์ และซัลไฟด์ จากการทดลองและจากหนังสือรวมข้อมูล ในการจัดธาตุ 20 ธาตุแรก ออกเป็นหมวดหมู่
9. ใช้แบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลของก้ามมะถันอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเผาก้ามมะถันที่อุณหภูมิต่าง ๆ
10. บอกประโยชน์ของสารประกอบของคลอรีน สารประกอบออกไซด์ และซัลไฟด์ที่กล่าวไว้ในบทนี้
11. อธิบายวิธีที่เมนเคิลีฟจัดธาตุในตารางธาตุ
12. บอกได้ว่าข้อความที่นำมาให้พิจารณานั้น เป็นข้อความที่แสดงถึงการสังเกต การสรุปผลการทดลอง หรือการอธิบายผลการทดลอง
13. ตั้งสมมติฐานและเสนอวิธีทดสอบสมมติฐานเมื่อพบธาตุอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวไว้ในบทเรียนนี้ว่าเป็นโลหะหรืออโลหะหรืออยู่หมู่เดียวกับธาตุใด

ความรู้พื้นฐาน

นักเรียนที่จะเรียนบทเรียนโมดูลชุดนี้จะต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่อง สัญลักษณ์ธาตุ การเขียนสูตรและสมการ เคมีมาก่อน

การประเมินผลเบื้องต้น

ประเมินผลก่อนการเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี (ว. 032) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ จำนวน 50 ข้อ

กิจกรรมการเรียน

บทเรียนโมดูลนี้แบ่งออกเป็น 7 หน่วย คือ

1. สมบัติของธาตุ
2. การจัดเรียงอนุภาคของสาร
3. สารประกอบคลอไรด์
4. สารประกอบออกไซด์
5. สารประกอบซัลไฟด์
6. ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล
7. คาบ หมู่ของธาตุและตารางธาตุ

การประเมินผลหลังการเรียน

ประเมินผลหลังการเรียนโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันกับการประเมินผลก่อนการเรียน นักเรียนที่สอบได้คะแนนมากกว่า 80% ขึ้นไป ถือว่าผ่านบทเรียนโมดูลนี้

การเรียนซ่อมเสริม

นักเรียนที่ยังไม่ผ่านบทเรียนโมดูลนี้ให้กลับไปศึกษาบทเรียนนี้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง ทั้งหมดหรือจะเลือกศึกษาเฉพาะหน่วยที่ตนเองยังไม่เข้าใจก็พอก็ได้ เมื่อเสร็จจากการศึกษาแล้วจึงกลับมาทดสอบแบบทดสอบอีกครั้งหนึ่ง

คู่มือผู้สอน
บทเรียน โมดูลที่ 1 สมบัติของธาตุ

คู่มือผู้สอน บทเรียนโมดูลที่ 1 เรื่อง สมบัติของธาตุ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ตรวจสอบเอกสารต่อไปนี้ให้ครบ :
 - 1.1 คาชี้แจงบทเรียนโมดูลที่ 1 เรื่อง สมบัติของธาตุ
 - 1.2 คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 1 เรื่อง สมบัติของธาตุ
 - 1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำบทเรียนโมดูลที่ 1 เรื่อง สมบัติของธาตุ
 - 1.4 เอกสารหมายเลข 1.1.1 เรื่อง สมบัติของธาตุ
 - 1.5 เอกสารหมายเลข 1.1.2 ตาราง เปรียบเทียบสมบัติของ โลหะ และอโลหะ
 - 1.6 เอกสารหมายเลข 1 1.3 คู่มือปฏิบัติการทดลอง การศึกษาสมบัติของธาตุบางประการ
 - 1.7 เอกสารหมายเลข 1.1.4 คู่มือปฏิบัติการทดลอง การเตรียมผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ
 - 1.8 เอกสารหมายเลข 1.1.5 จัดจำแนกประเภทของ โลหะและอโลหะ
 - 1.9 เอกสารหมายเลข 1.2.1 รูปผลึกของกัมมะถัน
 - 1.10 เอกสารหมายเลข 1.2.2 จัดจำแนกประเภทของ โลหะหนักและ โลหะเบา
 - 1.11 เอกสารหมายเลข 1.2.3 เกมลากตึกสัญลักษณ์
2. ศึกษารายละเอียดของบทเรียนโมดูลที่ 1 (ตามข้อ 1)
3. ให้ผู้เรียนศึกษาคาชี้แจงบทเรียนโมดูลที่ 1 ตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)

4. ให้ผู้เรียนหาแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
5. ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ :

5.1 กิจกรรมบังคับ

- 5.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 1.1.1 เรื่อง สมบัติของธาตุ
- 5.1.2 ศึกษาตาราง เปรียบเทียบสมบัติของโลหะและอโลหะ พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด ตามเอกสารหมายเลข 1.1.2 (10 นาที)
- 5.1.3 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลองที่ 1 การศึกษาสมบัติบางประการของธาตุ ตามเอกสารหมายเลข 1.1.3 (20 นาที)
- 5.1.4 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลองที่ 2 การเตรียมผลึกกำมะถันรูปแบบต่าง ๆ ตามเอกสารหมายเลข 1.1.4 (30 นาที)
- 5.1.5 แบ่งกลุ่มจัดจำแนกโลหะและอโลหะ ตามเอกสารหมายเลข 1.1.5 (5 นาที)

5.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

- 5.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 1.2.1 รูปผลึกของกำมะถัน พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด
- 5.2.2 แบ่งกลุ่มจัดจำแนกประเภทของโลหะหนักและโลหะเบา จากตารางรายชื่อธาตุที่กำหนดให้ ตามเอกสารหมายเลข 1.2.2
- 5.2.3 เล่นเกมลากดิสสน์ลักษณะ ตามเอกสารหมายเลข 1.2.3

6. ให้ผู้เรียนหาแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%
7. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือก กิจกรรมการเรียนรู้ที่ระงับไว้ใหม่หรืออาจคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
8. บทบาทของผู้สอน
 - 8.1 ควรอยู่ในห้องเรียนเพื่อให้คาบปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด
 - 8.2 รวบรวมเอกสารทุกชิ้นเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ประจำบทเรียนโมดูลที่ 1 สมบัติของธาตุ

1. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง ?

- ก. โลหะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่างกันมาก
- ข. โลหะจะมีความฉว้างจา เพาะและความหนาแน่นต่ำ
- ค. โลหะส่วนใหญ่จะมีสถานะภาพเป็นของแข็ง ยกเว้นปรอท
- ง. โลหะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่างกันไม่มากนัก
- จ. โลหะจะเป็นตัวให้อิเล็กตรอนในปฏิกิริยาเคมี ส่วนอโลหะจะเป็นตัวรับอิเล็กตรอน

คำสั่ง ใช้ตารางนี้ตอบคำถามข้อ 2-5

ธาตุ	จุดหลอมเหลว °C	จุดเดือด °C	ความหนาแน่น g/cm ³
A	-259	-253	0.07
B	180	1347	0.53
C	1410	2680	2.33
D	-210	-196	0.81
E	-420	907	7.14

2. ธาตุใดเป็นโลหะ ?

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. E

3. ธาตุใดเป็นกึ่งาซ ?

- ก. A B
- ข. A D
- ค. C D
- ง. B D
- จ. B C

4. ธาตุใดเป็นโลหะหนัก ?

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. E

5. ธาตุใดเป็นโลหะเบา ?

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. E

6. ธาตุในข้อใดเป็นธาตุเมทัลลอยด์ ?
- As, Se, P
 - Si, Ge, Au
 - Si, Ge, Sb
 - Ga, Ge, Se
 - Ar, Ga, P
7. ได้กินสอคาและเพชรจกอยู่ในข้อใด ?
- รูปของการบอ
 - ธาตุต่างชนิดกัน
 - ผลลิตของการบอ
 - ไอโซโทปของการบอ
 - สารประกอบต่างชนิดกันของการบอ
8. กามะถันรูปโมโนคลินิก จะมีลักรูปใด ?
- รูปวงรี
 - รูปเข็ม
 - รูปวงกลม
 - รูปหกเหลี่ยม
 - รูปแปดเหลี่ยม
9. ศัวหาละลายที่ใช้ในการเตรียมผลึกกามะถันได้แก่ข้อใด ?
- โทลูอิน
 - เฮกเซน
 - เมซิลัลกลอสอล
 - เบนโซอิกแอสิก
 - คอปเปอร์ซัลเฟต
10. แก้วไฟที่มีสมบัติข้อใดที่เป็นโลหะ ?
- เป็นของแข็งสีดา
 - ความหนาแน่นสูง
 - ความดววจาเพาะสูง
 - การนำไฟฟ้าและนำความร้อน
 - จุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง
11. กามะถันรูปโคกงตัวที่อุณหภูมิสูงกว่า 96 องศาเซลเซียส ?
- กามะถันนม
 - กามะถันรอมบิก
 - กามะถันพลาสติก
 - กามะถันโมโนคลินิก
 - กามะถันโมโนพลาสติก

12. ถ้าในการทดลองไม่มีกระดาษทราย ควรใช้สิ่งใดทดแทน ?
- ใบทองแห้ง
 - ใบข่อยแห้ง
 - กระดาษหิซฐ
 - กระดาษกรอง
 - กระดาษหนังสือพิมพ์
13. เพราะเหตุใดค้ำมของที่ตักถ่าน จึงหาค่ายไม้ ?
- เพราะไม่มีราคาถูก หาง่าย
 - เพราะไม่เป็นตัวนำความร้อนที่เร็ว
 - เพราะไม่มีความเหนียวและทนทาน
 - เพราะเหล็กหรือสิ่งอื่นมีราคาแพงกว่า
 - เพราะเมื่อหักหรือเสียหาย ก็หาสิ่งอื่นมาทดแทนได้ง่าย
14. ในการทดสอบว่าสารละลายกรดที่มีความเข้มข้นไม่เท่ากันว่าเป็นกรดแก่หรือกรดอ่อน วิธีที่ดีที่สุดควรจะใช้ข้อใด ?
- วัดการนำไฟฟ้า
 - ใส่ลวดมกนีเซียมลงไป
 - หยดฟีนอล์ฟทาลีนลงไป
 - ใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายมาแตะกับกระดาษลิตมัส
 - ใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลจุ่มลงในสารละลายแล้วนำมาเทียบสี
15. ในการทดลองเรื่องการเตรียมผลึกแกมมะถัน นักเรียนจะไม่ได้ผลึกถ้าขาดทักษะในขั้นตอนใดสำคัญที่สุด ?
- การใช้ตาชั่ง
 - การตวงหลอดอื่น
 - การใช้แว่นขยาย
 - การวางหลอดทดลอง
 - การใช้กล้องจุลทรรศน์

คู่มือผู้เรียน
บทเรียนเมทริกซ์ 1 สมบัติของธาตุ

คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 1 เรื่อง สมบัติของธาตุ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ศึกษาคำชี้แจงบทเรียนโมดูลตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. หากกิจกรรมต่อไปนี้ :
 - 3.1 กิจกรรมบังคับ
 - 3.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 1.1.1 เรื่อง สมบัติของธาตุ พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (10 นาที)
 - 3.1.2 ศึกษาเอกสารหมายเลข 1.1.2 ตารางเปรียบเทียบสมบัติของโลหะและอโลหะ พร้อมกับทำแบบฝึกหัด (10 นาที)
 - 3.1.3 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การศึกษาสมบัติบางประการของธาตุ (20 นาที) ตามเอกสารหมายเลข 1.1.3
 - 3.1.4 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมผลิตภัณฑ์จากโลหะต่าง ๆ (25 นาที) ตามเอกสารหมายเลข 1.1.4
 - 3.1.5 แบ่งกลุ่มจัดจำแนกโลหะและอโลหะ (5 นาที) ตามเอกสารหมายเลข 1.1.5
 - 3.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

 - 3.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 1.2.1 รูปผลึกของกำมะถัน พร้อมกับทำแบบฝึกหัด

3.2.2 แบ่งกลุ่มจัดจำแนกประเภทของโลหะหนักและโลหะเบา
จากตารางรายชื่อธาตุที่กำหนดให้ (เอกสารหมายเลข 1.2.2)

3.2.3 เล่นเกมลากจิกสัญลักษณ์ (เอกสารหมายเลข 1.2.3)

4. ทาแบบทดสอบหลังการเรียนรู้เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน
15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์การผ่านคือ 80%

5. ถ้าผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำ -
กิจกรรมที่ระบุไว้ใหม่ หรืออาจทำกิจกรรมโดยคิดขึ้นใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพ
ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

คำชี้แจง

บทเรียนไมโครที่ 1 สมบัติของธาตุ

บทเรียนโมดูลที่ 1 เรื่อง สมบัติของธาตุ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

จุดมุ่งหมาย

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้ได้ :

1. อธิบายความหมายของคำว่า "โลหะ" และ "อโลหะ" ได้
2. ยกตัวอย่างธาตุที่เป็นโลหะและอโลหะได้
3. เปรียบเทียบสมบัติของโลหะและอโลหะได้
4. ทดสอบสมบัติของธาตุได้
5. จำแนกธาตุตัวอย่างออกเป็นโลหะและอโลหะได้
6. อธิบายเหตุผลที่ไม่สามารถจำธาตุบางธาตุเป็นโลหะหรืออโลหะได้
7. เตรียมกัมมะถันรอมบิกและกัมมะถันโมโนคลินิกได้
8. บอกลักษณะของผลึกกัมมะถันรอมบิกและโมโนคลินิกได้

ความรู้พื้นฐาน

ไม่จำเป็นต้องมี

การประเมินผลเบื้องต้น

การประเมินผลเบื้องต้นก่อนการเรียน ใช้แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ

จำนวน 15 ข้อ

กิจกรรมการเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ผู้เรียนต้องกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กิจกรรมบังคับและกิจกรรมเลือก ดังนี้ :

1. กิจกรรมบังคับ (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้)
 - 1.1 ศึกษาสมบัติของธาตุ (เอกสารหมายเลข 1.1.1)
 - 1.2 ศึกษาตาราง เปรียบเทียบสมบัติของ โลหะและอโลหะ (เอกสารหมายเลข 1.1.2)
 - 1.3 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การศึกษาสมบัติทางประการของ เหล็ก ถ่านไม้และแกรไฟต์ (เอกสารหมายเลข 1.1.3)
 - 1.4 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมผลิตภัณฑ์รูปต่าง ๆ (เอกสารหมายเลข 1.1.4)
 - 1.5 แบ่งกลุ่มจัดจำแนกประเภทของ โลหะและอโลหะ (เอกสารหมายเลข 1.1.5)
2. กิจกรรมเลือก (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ อย่างน้อย 1 กิจกรรม)
 - 2.1 ศึกษาโครงสร้างของกำมะถัน (เอกสารหมายเลข 1.2.1)
 - 2.2 แบ่งกลุ่มจัดจำแนกประเภทของ โลหะหนักและโลหะเบา จากตารางรายชื่อธาตุที่กำหนดให้ (เอกสารหมายเลข 1.2.2)
 - 2.3 เล่นเกมลากคิสิสัญลักษณ์ (เอกสารหมายเลข 1.2.3)

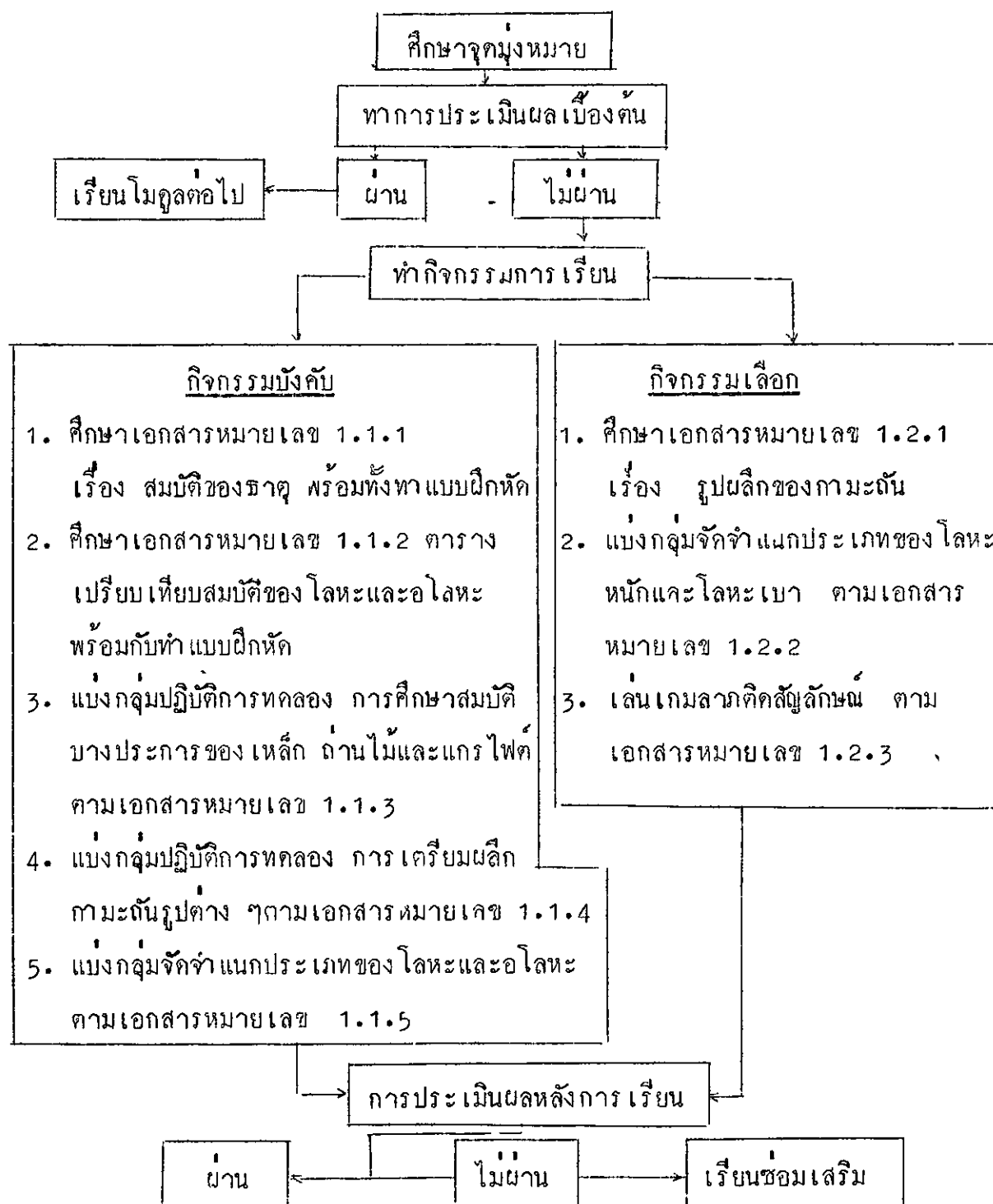
การประเมินผลหลังเรียน

1. ตรวจผลงานของผู้เรียนทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม
2. สังเกตการปฏิบัติงานขณะที่ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
3. ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ

การเรียนรู้ซ่อมเสริม

ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่าน เกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใหม่ หรือคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่เพื่อให้ผู้เรียนได้มีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

แผนภูมิ แสดงขั้นตอนการเรียนรู้บทเรียนโมดูลที่ 1 : สมบัติของธาตุ



เอกสารหมายเลข 1.1 1

สมบัติของธาตุ

สมบัติของธาตุ

การศึกษาสมบัติของสารจะทำให้เราทราบว่า ธาตุ (Element) หมายถึง สารบริสุทธิ์ ซึ่งประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกันและธาตุต่างชนิดรวมกันเป็นสารประกอบด้วยอัตราส่วนโดยมวลที่แน่นอน ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบธาตุต่างๆ ไม่น้อยกว่า 105 ธาตุ และธาตุแต่ละชนิดมีสมบัติไม่เหมือนกันจึงยากที่จะจัดจำแนกสมบัติของธาตุแต่ละชนิดได้ นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามจัดธาตุออกเป็นหมวดหมู่โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่เหมาะสม

การศึกษาสมบัติของธาตุบางอย่างสามารถที่จะนำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณาจำแนกธาตุออกเป็นโลหะหรืออโลหะ เช่น ความวาว ความเหนียว การนำไฟฟ้า การนำความร้อน จุดหลอมเหลว จุดเดือด ความเป็นกรดเบสของสารประกอบออกไซด์และอื่นๆ จะแบ่งธาตุออกเป็นโลหะและอโลหะ โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง ยกเว้นปรอท ส่วนอโลหะมีทั้ง 3 สถานะ ของแข็ง เช่น กำมะถัน (S) ของเหลว เช่น บ्रोมีน (Br) และก๊าซ เช่น ออกซิเจน (O_2) สำหรับธาตุที่มีสมบัติเป็นได้ทั้งโลหะและอโลหะ เราเรียกธาตุเหล่านี้ว่า เมทัลลอยด์ (Metalloid) เช่น ซีลีเนียม (Se) เจอร์เมเนียม (Ge) , พลวง (Sb)

ธาตุบางชนิดถึงแม้ว่าจะเป็นอะตอมชนิดเดียวกัน แต่ธาตุเหล่านั้นมีจำนวนอะตอมในโมเลกุลต่างกัน การจัดเรียงโมเลกุลต่างกันและโครงสร้างของการเรียงอะตอมในโมเลกุลต่างกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้ธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติต่างกันได้ เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น รูปผลึกและอื่นๆต่างกัน ตัวอย่างธาตุที่มีได้หลายรูปได้แก่ คาร์บอน กำมะถัน เหล็ก ฟอสฟอรัส เป็นต้น

จากสมบัติของธาตุที่จำแนกได้เป็นโลหะและอโลหะนั้น โลหะ ยังแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ โลหะหนักและโลหะเบา ซึ่งเราสามารถพิจารณาได้โดยใช้ความหนาแน่นคือ โลหะที่มีความหนาแน่นมากจะเป็นโลหะหนักและโลหะใดที่มีความหนาแน่นน้อยก็จะเป็นโลหะเบา

แบบฝึกหัด
สมบัติของธาตุ

คำสั่ง : จงเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. ธาตุ หมายถึง

.....

2. เมทัลลอยด์ หมายถึง

.

3 ธาตุเมทัลลอยด์ ได้แก่

ก.

ข.

ค.

4. ธาตุที่มีหลายรูป ได้แก่

ก.

ข.

ค.

5. เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการจัดธาตุเป็นโลหะหนักและโลหะเบา ได้แก่

.

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง สมบัติของธาตุ

คำสั่ง : จงเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. ธาตุ หมายถึง สารบริสุทธิ์ซึ่งประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกันและธาตุต่างชนิดรวมกันเป็นสารประกอบด้วยอัตราส่วนโดยมวลที่แน่นอน
2. เมทัลลอยด์ หมายถึง ธาตุที่มีสมบัติได้ทั้งโลหะและอโลหะ
3. ธาตุเมทัลลอยด์ ได้แก่
 - ก. ซีลีคอน
 - ข. เจอร์เมเนียม
 - ค. พลวง
4. ธาตุที่มีหลายรูป ได้แก่
 - ก. คาร์บอน
 - ข. กามะถัน
 - ค. ฟอสฟอรัส
5. เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการจัดธาตุเป็นโลหะหนักและโลหะเบา ได้แก่ ความหนาแน่น

เอกสารหมายเลข 1.1.2

ตาราง เปรียบเทียบสมบัติของ โลหะและอโลหะ

ตาราง เปรียบเทียบสมบัติของ โลหะและอโลหะ

โลหะ (Metal)	อโลหะ (Non - Metal)
1. ส่วนมากอยู่ในสถานะของแข็ง ยกเว้น ปรอทเป็นของเหลว ณ อุณหภูมิปกติ	1. มีอยู่ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลวและ ก๊าซ ณ อุณหภูมิปกติ
2. ซักเป็นมันวาว	2. ซักไม่เป็นมันวาว
3. ส่วนมากมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง	3. ส่วนมากมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ
4. นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี แต่เมื่อ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นโลหะจะนำไฟฟ้าได้น้อยลง	4. ส่วนมากเป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้า ที่เลว ยกเว้นแกรไฟต์
5. มีความหนาแน่นสูง, ความถ่วงจำเพาะสูง	5. มีความหนาแน่นต่ำ, ความถ่วงจำเพาะต่ำ
6. เหนียวจึง เป็นเส้นหรือตีแผ่เป็นแผ่นได้ เช่น ลวดทองแดง ฯลฯ	6. เปราะจึง เป็นเส้นหรือตีแผ่เป็นแผ่นไม่ได้ เช่น กำมะถัน
7. เกาะเสียงกัมกัมวาน	7. เกาะไม่มีเสียงกัมกัมวาน

แบบฝึกหัด

คำสั่ง : จงกาเครื่องหมาย (✓) หน้าข้อความที่ถูกก้องและกาเครื่องหมาย (✗) หน้าข้อความที่ผิด

- 1. โลหะนำความร้อนได้ดี
- 2. โลหะมีกาวหนาแน่นต่ำ
- 3. โลหะเคาะมีเสียงดังกังวาน
- 4. อโลหะชักไม่เป็นมันวาว
- 5. อโลหะมีจุดเดือดสูง
- 6. อโลหะส่วนมากอยู่ในสถานะที่เป็นของแข็ง
- 7. อโลหะเปราะดีแต่เป็นแผ่นไม่ได้
- 8. ทั้งโลหะและอโลหะมีความถ่วงจำเพาะต่ำ
- 9. ทั้งโลหะและอโลหะจุกลอมเหลวสูง
- 10. โลหะและอโลหะมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน

เฉลยแบบฝึกหัด

1. (✓)
2. (✗)
3. (✓)
4. (✓)
5. (✗)
6. (✗)
7. (✓)
8. (✗)
9. (✗)
10. (✗)

เอกสารหมายเลข 1.1.3

1

คู่มือปฏิบัติการทดลอง
การศึกษสมบัติบางประการของธาตุ

๑

คู่มือปฏิบัติการทดลอง

การศึกษสมบัติบางประการของธาตุ

จุดประสงค์

1. ทดสอบและบอกสมบัติบางประการของธาตุ เช่น ความเป็นมันวาว
2. จาแนกธาตุตัวอย่างออกเป็นโลหะและอโลหะได้
3. อธิบายเหตุผลที่ไม่สามารถจัดธาตุบางธาตุเป็นโลหะหรืออโลหะได้

อุปกรณ์

1. ถ่านไม้	7. ทองแดง
2. แก้วไฟต์ ยาว 2 นิ้ว	8. กระดาษทรายขนาด 3 Cm x 5 Cm
3. ตะปูเหล็ก	9. ค้อนเล็ก ๆ
4. อะลูมิเนียม	10. ตะเกียงอัลกอฮอล์
5. คีม	11. เครื่องตรวจการนำไฟฟ้าและ
6. สังกะสี	แบตเตอรี่ 6 โวลต์

วิธีทดลอง

1. ใช้กระดาษทรายขัดธาตุที่กำหนดให้ แล้วสังเกตความวาว
2. ใช้ปลายลวดของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าแตะกับธาตุที่กำหนดให้ สังเกตว่าหลอดไฟฟ้าสว่างหรือไม่
3. ใช้มือจับธาตุที่ปลายข้างหนึ่งแล้วเผาปลายอีกข้างหนึ่งด้วยเปลวไฟจากตะเกียงอัลกอฮอล์ จับเวลาดูว่านานเท่าไรมือจึงจะรู้สึกร้อน และสังเกตว่าธาตุใดติดไฟ
4. ใช้ค้อนเล็ก ๆ ทุบธาตุที่กำหนดให้ แล้วสังเกตว่าธาตุใดแตกง่ายหรือยาก

บันทึกผลปฏิบัติการทดลอง

การศึกษาสมบัติบางประการของธาตุ

ตารางบันทึกผลปฏิบัติการทดลอง

ธาตุ	ความเป็นมันวาว	การนำไฟฟ้า	การนำความร้อน	ความเปราะ
เหล็ก	.. .		.	
คาร์บอน (ถ่านไม้)	.	..	. .	. .
คาร์บอน (แกรไฟต์)		.. .		
อะลูมิเนียม	. .		.	
ดีบุก	..	. .		
สังกะสี		.		. .
ทองแดง	. .		.	

สรุปผลการทดลอง

..

.

...

...

.

รายชื่อผู้ร่วมงาน

1 2.

3 4

เฉลยผลปฏิบัติการทดลอง

การศึกษาสมบัติบางประการของธาตุ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ธาตุ	ความเป็นมันวาว	การนำไฟฟ้า	การนำความร้อน	ความเปราะ
เหล็ก	เป็น	นำ	นำ	ไม่เปราะ
คาร์บอน (ถ่านไม้)	ไม่เป็น	ไม่นำ	ดีดไฟ	เปราะ
คาร์บอน (แกรไฟต์)	ไม่เป็น	นำ	นำ	เปราะ
อะลูมิเนียม	เป็น	นำ	นำ	ไม่เปราะ
คอปเปอร์	เป็น	นำ	นำ	ไม่เปราะ
สังกะสี	เป็น	นำ	นำ	ไม่เปราะ
ทองแดง	เป็น	นำ	นำ	ไม่เปราะ

สรุปผลการทดลอง

สมบัติของโลหะ ดังนี้ :

1. ทรงรอยตัดหรือขีดจะเป็นมันวาว เช่น เหล็ก, อะลูมิเนียม, คอปเปอร์, ทองแดง
2. เคาะมีเสียงกังวาน เช่น เหล็ก, สังกะสี, ทองแดง, อะลูมิเนียม
3. แข็งและเหนียว เช่น เหล็ก, อะลูมิเนียม, สังกะสี, ทองแดง
4. นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี เช่น เหล็ก, อะลูมิเนียม, สังกะสี, ทองแดง

สมบัติของอโลหะ ดังนี้ :

1. ทรงรอยตัดหรือขีดไม่เป็นมันวาว เช่น คาร์บอน (ถ่านไม้)
2. เคาะไม่มีเสียงกังวาน เช่น คาร์บอน (ถ่านไม้)
3. เปราะ เช่น คาร์บอน (ถ่านไม้)
4. ไม่นำความร้อนและไม่นำไฟฟ้า เช่น คาร์บอน (ถ่านไม้)

ดังนั้น ธาตุโลหะ เช่น เหล็ก, อะลูมิเนียม, คอปเปอร์, สังกะสี, ทองแดง

ธาตุอโลหะ เช่น คาร์บอน (ถ่านไม้) ธาตุกึ่งโลหะ เช่น คาร์บอน (แกรไฟต์)

เอกสารหมายเลข 1.1.4

คู่มือปฏิบัติการทดลอง
การเตรียมผลึกกามะถันรูปต่างๆ

คู่มือปฏิบัติการทดลอง

การเตรียมผลึกกามะดันรูปต่าง ๆ

จุดประสงค์

1. เตรียมกามะดันรอมบิกและกามะดันโมโนคลินิกได้
2. บอกลักษณะของผลึกกามะดันรอมบิกและกามะดันโมโนคลินิกได้

อุปกรณ์

1. กามะดันผง	8. บีกเกอร์ขนาด 250 cm ³
2. โทลูอิน	9. แวนชยาย
3. น้ำ	10. ตะเกียงอัลกอฮอล์
4. หลอดทดลองขนาดใหญ่	11. ตะแกรงลวด
5. จุกสำหรับปิดหลอดทดลองขนาดใหญ่	12. ที่กั้นลมพร้อมที่วางตะแกรง
6. เทอร์โมมิเตอร์ 0-100 °C	13. แท่งแก้วสำหรับคน
7. ที่จับหลอดทดลอง	

วิธีทดลอง

1. ใส่กามะดันผงประมาณ 0.4 กรัม ในหลอดทดลองขนาดใหญ่ เติมโทลูอิน 10 cm³
2. นำหลอดทดลองไปจุ่มในบีกเกอร์ที่มีน้ำอุณหภูมิประมาณ 75 °C คนให้กามะดันละลายหมด
3. ใช้จุกปิดหลอดทดลองทิ้งไว้ในบีกเกอร์ แล้วปล่อยให้เย็นลงจนมีผลึกของกามะดันแยกตัวออก
4. สังเกตผลึกของกามะดันซึ่งมี 2 ลักษณะด้วยแว่นขยายแล้วบันทึกลักษณะที่เด่น

หมายเหตุ

1. โทลูอินเป็นสารไวไฟเวลาจะใช้อ่านาเข้าใกล้เปลวไฟ เมื่อรินแล้วรีบปิดจุกทันทีและอย่าเทลงในเครื่องใช้พลาสติกเพราะละลายพลาสติกได้
2. กรณีที่กามะดันละลายในโทลูอินได้น้อยอาจเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่าที่กำหนด ถ้ากามะดันยังละลายไม่หมดให้รินส่วนที่ละลายลงในหลอดทดลองอีกหลอดหนึ่งแล้วทิ้งไว้ให้ตกผลึกช้า ๆ จะได้ผลึกที่สมบูรณ์

กลุ่มที่..... ..

บันทึกผลปฏิบัติการทดลอง
การ เปรียบผลลัการมะถันรูปต่างๆ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ผลลัการมะถัน	ลักษณะ
รูปที่ 1	
รูปที่ 2	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายชื่อผู้ร่วมงาน

1.
2.
3.
4.

เฉลยผลปฏิกิริยาการทดลอง

การ เตรียมผลึกกามะถันรูปต่างๆ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ผลึกกามะถัน	ลักษณะ
รูปที่ 1	เป็นผลึกยาวปลายแหลม
รูปที่ 2	เป็นผลึกรูปเหลี่ยม

สรุปผลการทดลอง

ผลึกของกามะถันมี 2 รูป ได้แก่ ผลึกรูปเข็มเรียกว่า กามะถันโมนอคลิติก ซึ่งมักจะเกิดก่อน และผลึกรูปเหลี่ยมซึ่งเรียกว่า กามะถันรอมบิก จะเกิดทีหลัง โดยจะเกาะอยู่ตามข้างหลอดหรือเกาะที่ผลึกรูปเข็ม

เอกสารหมายเลข 1.1.5

จักษุแพทย์ประเภทของ โลหะและอโลหะ

แบบฝึกหัด

1. จากตารางจงจำแนกประเภทของโลหะและอโลหะ

โลหะ		อโลหะ	
1.	9.	1.	9.
2.	10.	2.	10.
3.	11.	3.	11.
4.	12.	4.	12.
5.	13.	5.	13.
6.	14.	6.	14.
7.	15.	7.	15.
8.	16.	8.	16.

2. จากตารางจงสรุปคุณสมบัติของธาตุที่เป็นโลหะและอโลหะ

.....

.....

.....

3. จากการวางจะเห็นว่าธาตุโลหะและอโลหะมีคุณสมบัติระหว่างจุดหลอมเหลวและจุดเดือดแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

4. จากการวางจะสรุปคุณสมบัติของก๊าซได้อย่างไร

.....

เฉลยแบบฝึกหัด

1.

โลหะ		อโลหะ	
1. ลิเทียม	7. ซีลีคอน	1. ไฮโดรเจน	7. นีออน
2. เบริลเลียม	8. โพแทสเซียม	2. ฮีเลียม	8. ฟอสฟอรัส
3. โบรอน	9. แคลเซียม	3. คาร์บอน	9. กามะถัน
4. โซเดียม	10. เหล็ก	4. ไนโตรเจน	10. คลอรีน
5. แมกนีเซียม	11. ทองแดง	5. ออกซิเจน	11. อาร์กอน
6. อะลูมิเนียม	12. สังกะสี	6. ฟลูออรีน	
	13. ทอง		

2. คุณสมบัติของโลหะ ได้แก่ จุกหลอมเหลว จุกเดือด ความหนาแน่นสูงและส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง
คุณสมบัติของอโลหะ ได้แก่ จุกหลอมเหลว จุกเดือด ความหนาแน่นต่ำ ส่วนใหญ่เป็นของเหลวและก๊าซ
3. โลหะมีช่วงอุณหภูมิระหว่างจุกหลอมเหลวและจุกเดือดห่างกันมาก แต่อโลหะมีช่วงจุกหลอมเหลวและจุกเดือดใกล้เคียงกัน
4. จุกหลอมเหลวและจุกเดือดต่ำมาก (ติดลบ)

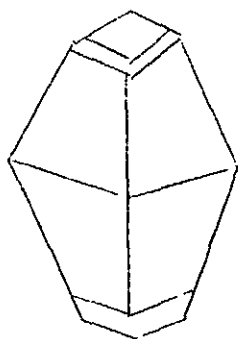
เอกสารหมายเลข 1.2.1

รูปผลึกของกานะถัน

รูปผลึกของกำมะถัน

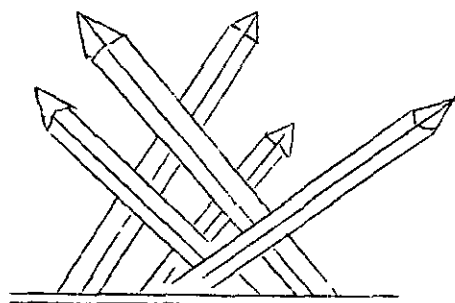
ผลึกกำมะถันมีได้หลายรูป ซึ่งกำมะถันเป็นที่รู้จักกันมานานแล้ว คนโบราณเรียกกำมะถันว่า Brimstone หมายถึง หินที่กาลังไหม้ไฟ ชาวกรีกโบราณใช้ควันกำมะถันรมฆ่าเชื้อโรค แต่รูปของผลึกกำมะถันที่สำคัญมี 2 รูปคือ

1. กำมะถันรอมบิก (Rhombic Sulphur) กำมะถันแอลฟา (S_{α}), หรือ ออร์โธรอมบิก (Orthorhombic Sulphur)



เป็นรูปที่คงตัวที่สุดของกำมะถัน ซึ่งมีสถานะเป็นของแข็ง ผลึกรูปหกเหลี่ยม เสถียรที่สุด ที่อุณหภูมิปกติ มีจุดหลอมเหลวที่ 113°C จุดเดือดที่ 445°C ความหนาแน่นที่ 2.07 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่นำไฟฟ้า โปร่งใส สีเหลืองอ่อน ละลายได้ในคาร์บอนไดซัลไฟด์, อีลิกซอลและเบนซิน แต่ไม่ละลายในน้ำ สามารถที่จะเตรียมได้จากนากำมะถันละลายในคาร์บอนไดซัลไฟด์ แล้วปล่อยให้ระเหยจะได้ผลึกของกำมะถันรอมบิก มีลักษณะเป็นผลึกรูปเหลี่ยม ดังรูป

2. กำมะถันโมโนคลินิก (Monoclinic Sulphur), กำมะถันพริสมติก (Prismatic Sulphur) หรือกำมะถันเบตา (β Sulphur)



มีสถานะเป็นของแข็งและเป็นผลึกรูปเข็ม เสถียรที่อุณหภูมิสูงกว่า 96°C แต่ต่ำกว่า 119°C และที่อุณหภูมิที่ 95.5°C จะเปลี่ยนรูปไปเป็นกำมะถันรอมบิก และรอมบิกเปลี่ยนเป็นโมโนคลินิกได้เรียกว่า Transition temperature

มีจุดหลอมเหลวที่ 119°C จุดเดือด 445°C
ความหนาแน่น 2.07 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
ไม่นำไฟฟ้า โปร่งใสสีเหลืองและละลายได้ใน
คาร์บอนไดซัลไฟด์ เตรียมได้จากนากามะถันผง
ไปละลายในโทลูอีน์ที่ร้อน จนได้สารละลายที่
อิ่มตัวจึงนำมารอง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นจะได้
ผลึกของกามะถันโมโนคลินิก ซึ่งจะเกิดก่อน
ถึงรูป

แบบฝึกหัด

รูปผลึกของกามะถัน

คำสั่ง : จงเติมกลางในช่องว่างต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. ผลึกกามะถันคนโบราณใช้ประโยชน์คือ
.....
2. ผลึกกามะถันที่สำคัญ 2 รูป ได้แก่
ก.
ข.
3. กามะถันรวมบิก สามารถละลายได้ใน
ก.
ข.
ค.
4. Transition Point หมายถึง
.....
5. จงเปรียบเทียบกามะถันรวมบิกและกามะถันโมโนคลินิก

กามะถันรวมบิก	กามะถันโมโนคลินิก
1	1
2..	2.
3.	3
4	4
5.	5
.	

เฉลยแบบฝึกหัด

รูปผลึกของกามะถัน

1. ควันทกามะถันรุมฆ่าเชื้อโรค
2. ก. กามะถันรอมบิก
ข. กามะถันโมโนคลินิก
3. ก. คาร์บอนไดออกไซด์
ข. อัลกอซอล
ค. เบนซีน
4. ที่อุณหภูมิ 95.5°C กามะถันโมโนคลินิกจะเปลี่ยนรูปเป็นกามะถันรอมบิก และ
กามะถันรอมบิกจะเปลี่ยนเป็นกามะถันโมโนคลินิก

5.

กามะถันรอมบิก	กามะถันโมโนคลินิก
1. เป็นผลึกรูปหกเหลี่ยม	1. เป็นผลึกรูปเข็ม
2. จุดหลอมเหลวที่ 113°C	2. จุดหลอมเหลวที่ 119°C
3. จุดเดือดที่ 445°C	3. จุดเดือดที่ 445°C
4. ความหนาแน่นที่ 2.07 gm/cm^3	4. ความหนาแน่นที่ 2.07 gm/cm^3
5. เตรียมได้จากนากามะถันผงละลาย ในคาร์บอนไดออกไซด์แล้วค่อย ๆ ระเหยจะได้ผลึกของกามะถันรอมบิก	5. เตรียมได้จากการนากามะถันผงไป ละลายในโทลูอีนที่ร้อน จะได้สาร ละลายอิ่มตัวจึงนามากรองแล้วตั้ง ทิ้งไว้ให้เย็นจะได้ผลึกกามะถัน โมโนคลินิก

เอกสารหมายเลข 1.2.2

จักจาแนกประเภทของโลหะหนักและโลหะเบา

คำสั่ง . จากตารางรายชื่อธาตุที่กำหนดให้ นักเรียนพิจารณาค่าความหนาแน่นของธาตุ และจัดจำแนกประเภทของโลหะหนักและโลหะเบา พร้อมทั้งบันทึกในตาราง

เลขที่	ธาตุ	สัญลักษณ์	มวลอะตอม	ลักษณะที่ อุณหภูมิปกติ	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	ไฮโดรเจน	H	1.008	ก๊าซไม่มีสี	-259	-253	0.07*
2	ฮีเลียม	He	4.003	ก๊าซไม่มีสี	-272	-269	0.15*
3	ลิเทียม	Li	6.94	ของแข็ง	180	1347	0.53
4	เบริลเลียม	Be	9.01	ของแข็ง	1280	2480	1.45
5	โบรอน	B	10.81	ของแข็ง	2030	3900	2.34
6	คาร์บอน	C	12.01	ของแข็ง	3730	4830	2.26
7	ไนโตรเจน	N	14.01	ก๊าซไม่มีสี	-210	-196	0.81*
8	ออกซิเจน	O	16.00	ก๊าซไม่มีสี	-219	-183	1.15*
9	ฟลูออรีน	F	19.00	ก๊าซสีเหลืองอ่อน	-220	-188	1.51*
10	นีออน	Ne	20.18	ก๊าซไม่มีสี	-249	-246	1.20*
11	โซเดียม	Na	22.99	ของแข็ง	98	892	0.97
12	แมกนีเซียม	Mg	24.31	ของแข็ง	650	1110	1.74
13	อะลูมิเนียม	Al	26.98	ของแข็ง	660	2450	2.70
14	ซิลิคอน	Si	28.09	ของแข็ง	1410	2680	2.33
15	ฟอสฟอรัส	P	30.97	ของแข็ง	44	280	1.82
16	กำมะถัน	S	32.06	ของแข็ง	113	445	1.96
17	คลอรีน	Cl	35.45	ก๊าซสีเขียวอ่อน	-101	-35	1.56*
18	โพแทสเซียม	K	39.10	ของแข็ง	64	760	0.86
19	อาร์กอน	Ar	39.95	ก๊าซไม่มีสี	-189	-186	1.40
20	แคลเซียม	Ca	40.08	ของแข็ง	838	1490	1.55
21	เหล็ก	Fe	55.85	ของแข็ง	1535	2750	7.86
22	ทองแดง	Cu	63.55	ของแข็ง	1083	2567	8.96
23	สังกะสี	Zn	65.37	ของแข็ง	420	907	7.14
24	ดีบุก	Sn	118.69	ของแข็ง	232	2260	7.30

(ดีบุกขาว)

แบบฝึกหัด

คำสั่ง จากตารางที่กำหนดให้จงจัดจำแนกประเภทของโลหะหนักและโลหะเบา

โลหะหนัก	โลหะเบา
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.
7.	7.
8.	8.
9.	9.
10.	10.

جدولแบบฝึกหัด

โลหะหนัก	โลหะเบา
1. เหล็ก 2. ทองแดง 3. สังกะสี 4. คadmium	1. ลิเทียม 2. เบริลเลียม 3. โบรอน 4. โซเดียม 5. แมกนีเซียม 6. อะลูมิเนียม 7. โพแทสเซียม 8. แคลเซียม

เอกสารหมายเลข 1.2.3

เกมลามกคดีสัญลักษณ์

เกมลากทิกสัญลักษณ์

อุปกรณ์

1. ตารางเดินคนละ 1 แผ่น
2. บัตรชื่อธาตุต่าง ๆ (28 ธาตุ)
3. กล่องใส่บัตรชื่อธาตุ 1 กล่อง/ กลุ่ม

วิธีเล่น

1. นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน
2. หัวหน้ากลุ่มแจกอุปกรณ์ให้สมาชิก คนละ 1 ชุด (ตารางเดิน)
3. นักเรียนผลัดกันหยิบบัตรชื่อธาตุในกล่องออกมาคนละ 1 บัตร
4. เมื่อบัตรหมดกล่องก็นับคะแนนรวม โดยนับจากตารางเดินถ้าสมาชิกคนใดได้คะแนนมากถือว่าชนะเลิศ
5. กรณีเหลือบัตรชื่อธาตุอีก 1 บัตร ให้ถือเป็นของผู้ชนะเลิศ

1 H	2 He	3 Li	4 Be
5 B	6 C	7 N	8 O
9 F	10 Ne	11 Na	12 Mg
13 Al	14 Si	15 P	16 S
17 Cl	18 K	19 Ar	20 Ca
21 Fe	22 Cu	23 Zn	24 Sn
25 Pb	26 Sb	27 Ge	28 Ga

ด้านหน้า

1 H

ด้านหลัง

ไฮโดรเจน

ธาตุโลหะใช้สี เขียว

ธาตุอโลหะใช้สี เหลือง

ธาตุเมทัลลอยด์ใช้สี ฟ้ำ

6. ถ้าคนใดได้บัตรชื่อธาตุตรงกับ  จะได้เพิ่มคะแนนอีก 10 คะแนน
7. ก่อนที่จะนับคะแนนให้ผู้แข่งขันทายชื่อธาตุกันด้วย ถ้าชื่อธาตุตัวใดตอบผิดก็หักคะแนน

คำถาม จงบอกธาตุที่เป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะ

คู่มือผู้สอน

บทเรียนโมดูลที่ 2 การจัดเรียงอนุภาคของสาร

คู่มือผู้สอน บทเรียนโมดูลที่ 2 เรื่อง การจัดอนุภาคของสาร
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 1 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ตรวจสอบเอกสารต่อไปนี้ให้ครบ :
 - 1.1 คำชี้แจงบทเรียนโมดูลที่ 2 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร
 - 1.2 เอกสารหมายเลข 2.1.1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร
 - 1.3 เอกสารหมายเลข 2.1.2 คู่มือปฏิบัติการทดลอง : การเตรียมผลึกของโลหะ
 - 1.4 เอกสารหมายเลข 2.1.3 ตารางแสดงสมบัติบางประการของรูปต่าง ๆ ของธาตุบางชนิด
 - 1.5 เอกสารหมายเลข 2.2.1 คู่มือการสร้างแบบจำลองโมเลกุลของแก๊ส
 - 1.6 เอกสารหมายเลข 2.2.2 แบบจำลองโมเลกุลของแก๊ส ฟอสฟอรัสและคาร์บอน
2. ศึกษารายละเอียดของบทเรียนโมดูลที่ 2 (ตามข้อ 1)
3. ให้ผู้เรียนศึกษาคำชี้แจงบทเรียนโมดูลที่ 2 ตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
4. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ (5 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
5. ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ :
 - 5.1 กิจกรรมบังคับ
 - 5.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 2.1.1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสารพร้อมทั้งหาแบบฝึกหัด (5 นาที)

- 5.1.2 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมผลึกของโลหะ ตามเอกสาร
หมายเลข 2.1.2 (15 นาที)
- 5.1.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 2.1.3 การวางแผนสมบัติบางประการ
ของรูปต่าง ๆ ของธาตุบางชนิด (5 นาที)

5.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

- 5.2.1 สร้างแบบจำลองโมเลกุลของกามะถัน (เอกสารหมายเลข 2.2.1)
- 5.2.2 ศึกษาแบบจำลองโมเลกุลของกามะถัน ฟอสฟอรัสและคาร์บอน
พร้อมทั้งหาแบบฝึกหัด (เอกสารหมายเลข 2.2.2)

- 6. ให้ผู้เรียนหาแบบทดสอบหลังการเรียนรู้เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ
(5 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%
- 7. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกกิจกรรม
การเรียนรู้ที่ระบุไว้ใหม่หรือคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมี
สมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
- 8. บทบาทของผู้สอน
 - 8.1 ควรอยู่ในห้องเรียนเพื่อเฝ้าดูการปฏิบัติงานแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด
 - 8.2 รวบรวมเอกสารทุกชิ้นเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประจำบทเรียนโมดูลที่ 2 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร

)

แบบทดสอบ บทเรียนโมดูลที่ 2 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 5 นาที

1. ในการเตรียมผลึกทองแดงใช้สารในข้อใด ? ก. $\text{Zn} \equiv \text{CuSO}_4$ ข. $\text{Al} \equiv \text{CuSO}_4$ ค. $\text{Zn} \equiv \text{Cu}_2\text{S}$ ง. $\text{Al} \equiv \text{CaSO}_4$ จ. $\text{Zn} \equiv \text{Ca}(\text{OH})_2$ 2. ในการเตรียมผลึกทองแดง สารที่มาเกาะที่แผ่นโลหะสังกะสีคืออะไร ? ก. ผลึกทองแดง ข. สังกะสีซัลเฟต ค. สังกะสีคลอไรด์ ง. อะลูมิเนียมซัลเฟต จ. อะลูมิเนียมคลอไรด์ 3. รูปต่าง ๆ ของโลหะส่วนมาก ไม่ค่อยพบในชีวิตประจำวันเพราะเหตุใด ? ก. มักจะเกิดขึ้นและคงตัวที่อุณหภูมิสูง ข. มักจะเกิดขึ้นและคงตัวที่อุณหภูมิต่ำ ค. มักจะเกิดขึ้นและสลายตัวได้ง่ายและเร็ว ง. โครงสร้างภายในจะเปลี่ยนรูปไปเป็นรูปอื่น สมบัติเปลี่ยนไป จ. ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ใช้สอยในอุตสาหกรรมใด ๆ เลย	4. สมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในการเตรียมโลหะทองแดงคือข้อใด ? ก. $\text{Zn} + \text{Cu}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + 2\text{Cu}$ ข. $\text{Al} + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ca}$ ค. $\text{Al} + \text{Cu}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu}$ ง. $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$ จ. $2\text{Zn} + \text{CuCl}_2 \rightarrow 2\text{ZnCl} + \text{Cu}$ 5. ในการเตรียมผลึกทองแดงอาจมีฟองก๊าซเกิดขึ้น คือข้อใด ? ก. O_2 ข. N_2 ค. H_2 ง. CO_2 จ. CO 6. ถ้าเตรียมผลึกของโลหะตะกั่ว ควรใช้สารข้อใด ? ก. $\text{Zn} \equiv \text{AgCl}$ ข. $\text{Al} \equiv \text{AgNO}_3$ ค. $\text{Zn} \equiv \text{PbCl}_2$ ง. $\text{NaCl} \equiv \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ จ. $\text{Zn} \equiv \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

7. กัมมะถันที่ไม่มีรูปผลึกและเป็นผงละเอียด
เรียกว่าอะไร ?
- ก. กัมมะถันนม
 - ข. กัมมะถันรวมบิก
 - ค. กัมมะถันฟอสฟอรัส
 - ง. กัมมะถันคอลลอยด์
 - จ. กัมมะถันโมโนคลินิก
8. ธาตุที่มีรูปผลึก 2 รูปได้แก่ข้อใด ?
- ก. Sn Fe P
 - ข. C S O
 - ค. C Fe O
 - ง. S Sn P
 - จ. Fe S P
9. ธาตุฟอสฟอรัสมีหลายรูป เช่น ฟอสฟอรัสขาว ฟอสฟอรัสแดง ทั้งนี้เนื่องจากอะไร ?
- ก. วิธีการจัดเรียงอะตอมภายใน
 - ข. วิธีการจัดเรียงอิเล็กตรอนภายใน
 - ค. วิธีการจัดเรียงโปรตอนและนิวตรอน
 - ง. โมเลกุลของฟอสฟอรัสมีจำนวนอะตอมต่างกัน
 - จ. อะตอมของฟอสฟอรัสมีจำนวนนิวตรอนต่างกัน
10. การเตรียมผลึกของโลหะและอโลหะมีข้อแตกต่างกันอย่างไร ?
- ก. ผลึกของอโลหะจะมีสีไม่สวย
 - ข. ผลึกของโลหะจะมีลักษณะคล้ายกัน
 - ค. ผลึกของโลหะมีลักษณะเป็นรูปเข็ม
 - ง. ผลึกของอโลหะ มีวิธีการที่ยุ่งยากและซับซ้อนกว่า
 - จ. ผลึกของโลหะเตรียมได้จากการนำสารละลายของโลหะนั้นทำปฏิกิริยากับโลหะอีกชนิดหนึ่ง

คู่มือผู้เรียน
บทเรียนโมดูลที่ 2 การจัดเรียงอนุภาคของสาร

คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 2 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 1 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ศึกษาเนื้อหาซึ่งบทเรียนโมดูลตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ (10 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. กระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้
 - 3.1 กิจกรรมบังคับ
 - 3.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 2.1.1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสารพร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (5 นาที)
 - 3.1.2 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมผลึกของโลหะตามเอกสารหมายเลข 2.1.2 (15 นาที)
 - 3.1.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 2.1.3 ตารางแสดงสมบัติบางประการของรูปต่าง ๆ ของธาตุบางชนิดพร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (5 นาที)
 - 3.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

 - 3.2.1 สร้างแบบจำลองโมเลกุลของกำมะถัน (เอกสารหมายเลข 2.2.1)
 - 3.2.2 ศึกษาแบบจำลองโมเลกุลของกำมะถัน ฟอสฟอรัสและคาร์บอนพร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (เอกสารหมายเลข 2.2.2)

4. ทำแบบทดสอบหลังการเรียนเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ (5 นาที) เกณฑ์การผ่านคือ 80%

5. ถ้าผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมที่ระบุไว้ใหม่ หรืออาจทำกิจกรรมโดยคิดขึ้นใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

คำชี้แจง

บทเรียนโมดูลที่ 2 การจัดเรียงอนุภาคของสาร

บทเรียนโมดูลที่ 2 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 1 คาบ

จุดมุ่งหมาย

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้ได้ :

1. เตรียมโลหะทองแดงจากสารประกอบของทองแดงได้
2. บอกลักษณะของผลึกทองแดงที่เตรียมได้
3. เปรียบเทียบรูปร่างผลึกของโลหะและอโลหะได้
4. สร้างแบบจำลองโมเลกุลของแก๊สได้
5. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีการ เตรียมผลึกทองแดงได้

ความรู้พื้นฐาน

ไม่จำเป็นต้องมี

การประเมินผลเบื้องต้น

การประเมินผลเบื้องต้นก่อนการเรียน ใช้แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ

จำนวน 10 ข้อ

กิจกรรมการเรียน

เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ผู้เรียนต้องกระทำกิจกรรมการเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กิจกรรมบังคับและกิจกรรมเลือก ดังนี้

1. กิจกรรมบังคับ (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนต่อไปนี้)
 - 1.1 ศึกษาการจัดเรียงอนุภาคของสาร (เอกสารหมายเลข 2.1.1)
 - 1.2 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมผลึกของโลหะ

(เอกสารหมายเลข 2.1.2)

1.3 ศึกษาตารางแสดงสมบัติบางประการของรูปต่าง ๆ ของธาตุบางชนิด (เอกสารหมายเลข 2.1.3)

2. กิจกรรมเลือก (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้อย่างน้อย

1 กิจกรรม)

2.1 สร้างแบบจำลองโมเลกุลของกามะถัน (เอกสารหมายเลข 2.2.1)

2.2 ศึกษาแบบจำลองโมเลกุลของกามะถัน ฟอสฟอรัสและคาร์บอน

(เอกสารหมายเลข 2.2.2)

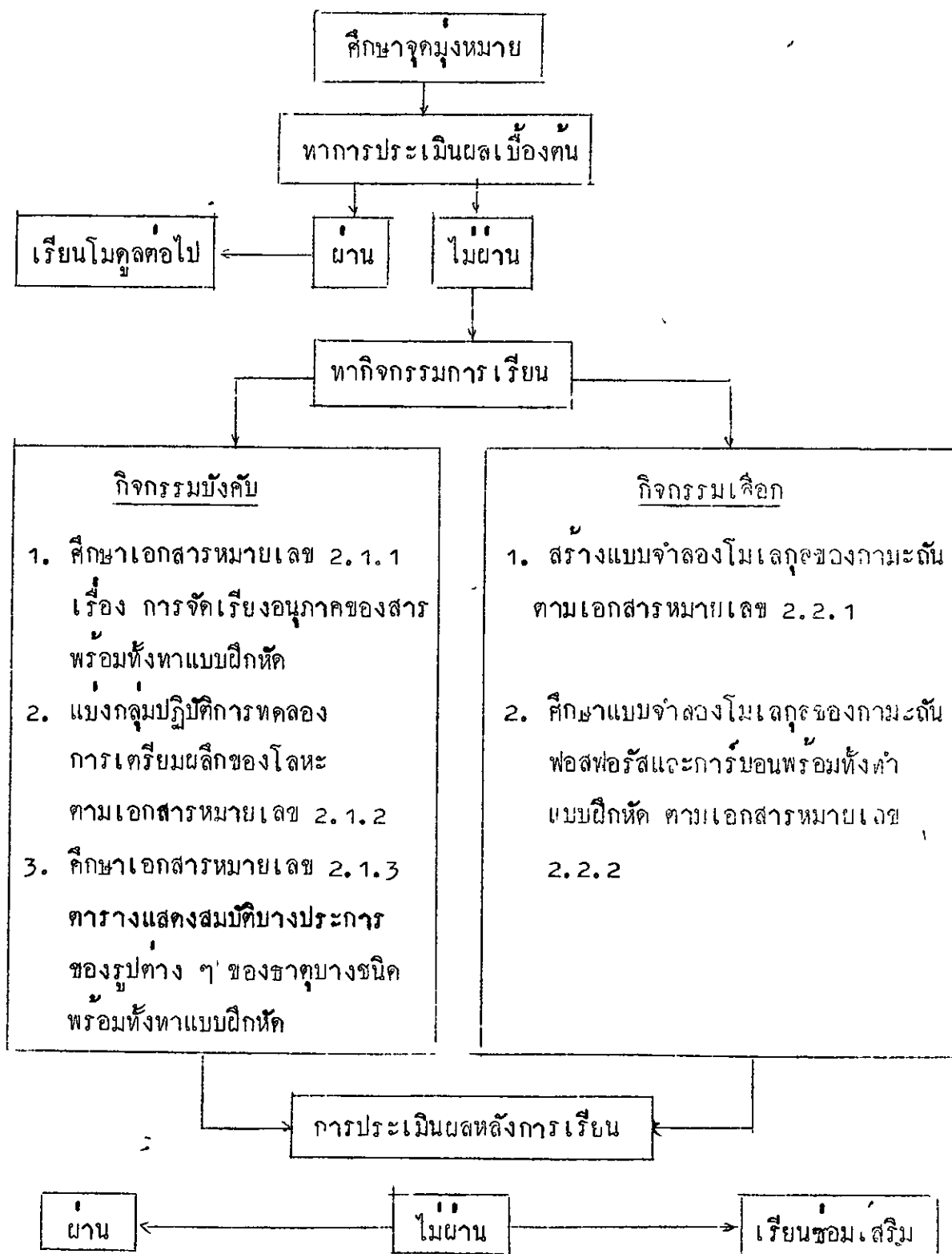
การประเมินผลหลังเรียน

1. ตรวจผลงานของผู้เรียนทั้งงานรายบุคคลและงานกลุ่ม
2. สังเกตการปฏิบัติงานขณะที่ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
3. ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ

การเรียนรู้ซ่อมเสริม

ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใหม่ หรือฝึกกิจกรรมการเรียนรู้ชิ้นใหม่ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเรียนรู้บทเรียนโมดูลที่ 2 การจัดเรียงอนุภาคของสาร



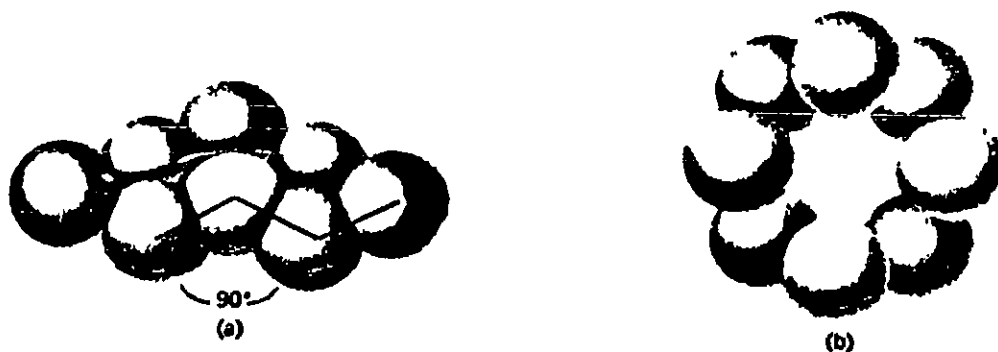
เอกสารหมายเลข 2.1.1

การจัดเรียงอนุภาคของสาร

การจัดเรียงอนุภาคของสาร

ธาตุหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน แต่ยังสามารถปรากฏได้หลายรูป และมีสมบัติบางอย่างแตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่นและรูปของผลึกแตกต่างกัน สาเหตุที่ธาตุแต่ละรูปมีโครงสร้างแตกต่างกันเนื่องจากการจัดเรียงโมเลกุลหรืออะตอมต่างกัน

กัมมะถันมีสูตรโมเลกุล คือ S_8 มีรูปผลึกและสมบัติอื่น ๆ ต่างกันเนื่องจากการจัดเรียงโมเลกุลหรือโครงสร้างต่างกัน ซึ่งกัมมะถันทั้ง 8 อะตอมต่อกันเป็นวง โดยอะตอม 1 3 5 7 อยู่ในระนาบหนึ่งเหนืออะตอม 2 4 6 8 ซึ่งอยู่อีกระนาบหนึ่ง ดังรูป



รูปแสดงผลึกของกัมมะถันซึ่งมีสูตรโมเลกุล S_8

นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่น ๆ ที่มีรูปผลึกได้หลายแบบ เช่น คาร์บอน ฟอสฟอรัส กัมมะถัน ออกซิเจน ดีบุก เป็นต้น ซึ่งพอที่จะสรุปได้ดังนี้ :

ธาตุคาร์บอน (c)

คาร์บอน มี 2 รูปคือ

1. พวกที่เป็นผลึก (Crystalline forms) เช่น เพชร, แกร์ไฟต์
2. พวกที่ไม่เป็นผลึก (Amorphous forms) หรือ เรียกว่าของแข็งอสัณฐาน เช่น ถ่านไม้ ถ่านโค้ก ถ่านหิน เหม่า ถ่านกระตุกและถ่านบริสุทธิ

คุณสมบัติของรูปต่าง ๆ ของธาตุบางชนิด เช่น

กำมะถันพลาสติก

1. ไม่มีรูปผลึก สีเหลืองอำพัน
2. อ่อนและเหนียว บิดหมุนได้คล้ายยาง
3. มีจุดหลอมเหลวไม่แน่นอน
4. มีความถ่วงจำเพาะ 1.92
5. ไม่ละลายในคาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2)
6. ไม่เสถียรทั้งไวจะเปลี่ยนเป็นกำมะถันรอมบิก (S_α)

กำมะถันคอลลอยด์

1. ไม่มีรูปผลึก
2. เป็นอนุภาคเล็ก ๆ สีขาวขุ่นแขวนลอยอยู่ในน้ำ

กำมะถันนม

1. ไม่มีรูปผลึก เป็นผงละเอียดสีขาว
2. ละลายได้ในคาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2)

ฟอสฟอรัส

1. ไม่นำไฟฟ้า มีความหนาแน่น 1.82 gm/cm³
2. มีสูตรโมเลกุลเป็น P_4
3. มีจุดหลอมเหลว 44° C
4. เป็นของแข็งสีขาวหรือเหลือง
5. จุกติดไฟได้เองในอากาศ
6. ละลายน้ำได้น้อย แต่ละลายได้ในคาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2)
7. มีกลิ่นคล้ายกระเทียม เป็นพิษถ้าหายใจเข้าไปจะเป็นโรคชากรรไกร
8. ต้มกับสารละลาย NaOH หรือ KOH ได้ PH_3

ฟอสฟอรัสแดง

1. เป็นของแข็งสีแดง ไม่นำไฟฟ้า ไม่ถูกติดไฟเองในอากาศ
2. มีจุดหลอมเหลว 590°C (ภายใต้ความดันสูง ๆ)
3. ความหนาแน่น 2.34 g/cm^3
4. ไม่ละลายในน้ำและ CS_2
5. ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดหรือเบส
6. มีโครงสร้าง เป็นสายยาวคล้ายลูกโซ่ โมเลกุลจึงใหญ่กว่าฟอสฟอรัสขาว

ฟอสฟอรัสขาว

1. โครงสร้าง เป็นแบบร่างแห (Infinite network structure)
2. นำไฟฟ้าได้น้อย แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการนำไฟฟ้าจะดีขึ้น

ดินขาว

1. นำไฟฟ้าได้
2. มีความหนาแน่น 7.28 g/cm^3
3. คงตัวที่อุณหภูมิระหว่าง $13-161^{\circ}\text{C}$

ดินเทา

1. ไม่นำไฟฟ้า มีความหนาแน่น 5.75 g/cm^3
2. คงตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 13°C
3. มีโครงสร้างแบบร่างแห

ดินกรอมบิก

1. มีความหนาแน่น 6.56 g/cm^3
2. คงตัวที่อุณหภูมิระหว่าง $161-232^{\circ}\text{C}$

ธาตุฟอสฟอรัส (P)

ฟอสฟอรัส มี 4 รูป คือ

1. ฟอสฟอรัสขาวหรือฟอสฟอรัสเหลือง
2. ฟอสฟอรัสแดง
3. ฟอสฟอรัสดำ
4. ฟอสฟอรัสม่วง

ธาตุกำมะถัน (S)

กำมะถัน มี 2 รูป คือ

1. พวกที่มีรูปผลึก เช่น กำมะถันรอมบิก และกำมะถันโมโนคลินิก
2. พวกที่ไม่มีรูปผลึก เช่น กำมะถันพลาสติก กำมะถันนม กำมะถันคอลอยด์

ธาตุออกซิเจน (O_2)

ออกซิเจนมี 2 รูป คือ

1. ก๊าซออกซิเจน (O_2)
2. ก๊าซโอโซน (O_3)

ธาตุกัมพูก (Sn)

กัมพูกมี 3 รูป คือ

1. กัมพูกขาว
2. กัมพูกเทา
3. กัมพูกรอมบิก

ธาตุเหล็ก (Fe)

เหล็ก มี 3 รูป คือ

1. α
2. γ
3. δ

แบบฝึกหัด

การจัดเรียงอนุภาคของสาร

คำสั่ง : จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ก๊าซมีสูตรโมเลกุลว่าอย่างไร ? (.....)
2. เพราะเหตุใดก๊าซจึงมีรูปผลึกและสมบัติอื่น ๆ ต่างกัน ?
(.....)
3. โครงสร้างโมเลกุลของก๊าซเป็น 2 แบบหรือ 3 มิติ ? (.....)
4. ผลึกของคาร์บอนมีกี่รูป อะไรบ้าง ? (.....)
5. ก๊าซรูปใดไม่ละลายในสารละลายคาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) ? (.....)
6. ก๊าซสีขาวขุ่นแขวนลอยอยู่ในน้ำเรียกกันว่าก๊าซชนิดใด ? (.....)
7. คีบากรูปใดนำไฟฟ้าได้ ? (.....)
8. ธาตุรูปใดบ้างมีโครงสร้างแบบร่างแห ? (.....)
9. รูปใดของธาตุเป็นพิษ มีกลิ่นคล้ายกระเทียม ? (.....)
10. รูปใดของธาตุที่ติดไฟได้เองในอากาศ ? (.....)
11. ฟอสฟอรัสขาวเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอะไร ? (.....)
12. รูปใดของธาตุที่ละลายในคาร์บอนไดซัลไฟด์ได้ ? (.....)

เนคยแบบฝึกหัด

การจัดเรียงอนุภาคของสาร

1. S_8
2. ปีการจัดเรียงโมเลกุลหรือโครงสร้างต่างกัน
3. 2
4. 2 รูป คือ เพชร และ แกรไฟต์
5. กามะถันพลาสติก
6. กามะถันคอลลอยด์
7. คีบูกขาวและฟอสฟอรัสดำ
8. คีบูกขาว, ฟอสฟอรัสดำ, เพชร (c)
9. ฟอสฟอรัสขาว
10. ฟอสฟอรัสขาว
11. ฟอสฟอรัสเหลือง
12. ฟอสฟอรัสขาว, กามะถันนม

เอกสารหมายเลข 2.1.2

คู่มือปฏิบัติการทดลอง
การเตรียมผลึกของโลหะ

คู่มือปฏิบัติการทดลอง
การเตรียมผลึกของโลหะ

จุดประสงค์

1. เตรียมโลหะทองแดงจากสารประกอบของทองแดงได้
2. บอกลักษณะผลึกของทองแดงได้
3. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีการเตรียมผลึกทองแดงได้

อุปกรณ์

1. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	1.0 mol/l	5 cm ³	/ กลุ่ม
2. หลอดทดลองขนาดกลาง	1 หลอด	/	กลุ่ม
3. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 5 cm	1 แผ่น		
4. แผ่นสังกะสีขนาด 0.5 x 5 cm	1 ชิ้น		
5. แวนชวย	1 อัน		

วิธีทดลอง

1. รินสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 1.0 mol/l 5 cm³ ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง
2. ใช้กระดาษทรายขัดแผ่นโลหะสังกะสีให้สะอาด แล้วจุ่มลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต สังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. ค้างทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วนำแผ่นสังกะสีออกจากหลอด ชั้ให้แห้ง แล้วใช้แวนชวยส่องดูลักษณะของสารที่มาเกาะบนแผ่นสังกะสี

บันทึกผลการทดลอง

การเตรียมผลึกของโลหะ

จากการทดลองรูม ลงในสารละลาย

จะสังเกตเห็นสารมีสีเหมือน

แต่เมื่อกรองที่แน่นอนของผลึก แม้จะส่องดูด้วย

สรุปผลการทดลอง

การเตรียมผลึกของโลหะทองแดงเตรียมได้โดยใช้

.....

ทิ้งสมการ

.....

.....

.....

.....

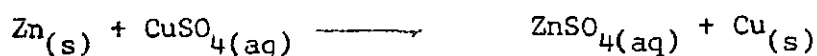
เนลยผลการทดลอง

การเตรียมผลึกของโลหะ

จากการทดลองหุ้ม แผ่นสังกะสี ลงในสารละลาย คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต จะสังเกตเห็นสารที่มีสีเหมือน ทองแดงมาเกาะที่แผ่นสังกะสี แทนออกไซด์ที่แน่นอนของผลึก ไม่ได้ แม้จะส่องดูด้วย แว่นขยาย

สรุปผลการทดลอง

การเตรียมผลึกของโลหะทองแดงเตรียมได้โดยใช้ สารละลายของทองแดง ทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น สังกะสี
 กังสมการ ดังนี้



เอกสารหมายเลข 2.1.3

ตารางแสดงสมบัติบางประการของรูปต่างๆของธาตุบางชนิด

ตารางแสดงสมบัติบางประการของรูปต่าง ๆ ของธาตุบางชนิด

ชื่อธาตุ	รูปต่าง ๆ ของธาตุ	ลักษณะภายนอก	จุดหลอมเหลว °C	จุดเดือด °C	ความหนาแน่น (g/cm ³)	ความสามารถในการนำไฟฟ้า
คาร์บอน	แกรไฟต์	ของแข็งสีดำ	3652	4827	2.25	นำไฟฟ้า
	เพชร	ของแข็งโมธ	สูงกว่า 3550	-	3.51	ไม่นำไฟฟ้า
ฟอสฟอรัส	ฟอสฟอรัสขาวหรือเหลือง	ของแข็งสีขาวหรือสีเหลือง (เป็นพิษ)	44	280	1.82	ไม่นำไฟฟ้า
	ฟอสฟอรัสแดง	ของแข็งสีแดง (ไม่เป็นพิษ)	590 ภายใต้ความกดดันสูงๆ	-	2.35	ไม่นำไฟฟ้า
ออกซิเจน	ก๊าซออกซิเจน (O ₂)	ก๊าซปราศจากสี	- 219	-183	1.15 (เมื่อเป็นของเหลว)	ไม่นำไฟฟ้า
	ก๊าซโอโซน (O ₃)	ก๊าซปราศจากสี (มีกลิ่นเฉพาะตัว)	- 193	-111	1.61 (เมื่อเป็นของเหลว)	ไม่นำไฟฟ้า
กำมะถัน	รวมปกติ	ผลึกรูปเข็ม	113	445	2.07	ไม่นำไฟฟ้า
	โมโนคลิง	ผลึกรูปเข็ม	119	445	2.07	ไม่นำไฟฟ้า
ซิลิก	ซิลิกสีขาว	ของแข็ง	ความถ่วงจำเพาะ = 7.3 เพื่อยืดได้มาก ระหว่าง 13.2°-161°C นำไฟฟ้า			
	ซิลิกสีเทา	ของแข็งผลึกแบบเพชร	ความถ่วงจำเพาะ 5.76 เพื่อยืดได้มาก ต่ำกว่า 13.2°C นำไฟฟ้าได้เล็กน้อยแบบกึ่งโลหะ			

คำสั่ง : จากตารางจงตอบคำถามต่อไปนี้

- รูปใดของธาตุที่นำไฟฟ้าได้ (.....)
- รูปใดของธาตุที่เป็นพิษ (.....)
- รูปของธาตุใดบ้างที่มีความหนาแน่นเท่ากัน (.....)
- รูปของธาตุใดบ้างที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันมาก (.....)
- ก๊าซใดที่มีกลิ่นเฉพาะตัวและปราศจากสี (.....)
- ธาตุใดหลอมเหลวที่ภายใต้ความดันสูง ๆ (.....)
- ธาตุซิลิกมีกี่รูป อะไรบ้าง (.....)

เฉลยแบบฝึกหัด

คำสั่ง จากตารางจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. แกร์ไฟต์, คีบูกขาว
2. ฟอสฟอรัสขาวหรือเหลือง
3. กามะถันรอมบิกและโมนอคลิติก
4. ฟอสฟอรัสขาวกับฟอสฟอรัสแดง และแกรไฟต์กับเพชร
5. โอโซน (O_3)
6. ฟอสฟอรัสแดง
7. 3 รูป ก็ือ คีบูกขาว คีบูกเทาและคีบูกรอมบิก

เอกสารหมายเลข 2.2 1

คู่มือการสร้างแบบจำลอง โมเดลของกามะถัน

คู่มือการสร้างแบบจำลอง โมเลกุลของกำมะถัน

จุดมุ่งหมาย

1. สร้างแบบจำลอง โมเลกุลของกำมะถันได้
2. อธิบายการจัดเรียงอะตอมของ โมเลกุลกำมะถันได้

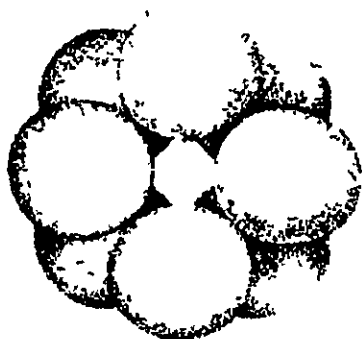
อุปกรณ์

1. ลูกปิงปอง) กลุ่มละ 8 ลูก
2. กาวลาเทกซ์ 1 ขวดเล็ก

วิธีการสร้าง

1. ให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 2-3 คน
2. นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างแบบจำลอง โมเลกุลของกำมะถัน
นำลูกปิงปอง จำนวน 8 ลูก มาจัดเรียงตามรูปภาพแล้วใช้กาว
ลาเทกซ์ติดให้แน่น โดยให้นักเรียนศึกษาจากภาพประกอบในการสร้าง
ดังนี้ :

ภาพแบบจำลอง โมเลกุลของกำมะถัน



เอกสารหมายเลข 2.2.2

แบบจำลอง โมเดลของกามะถัน ฟอสฟอรัสและคาร์บอน

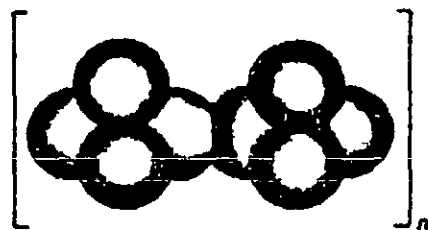
แบบจำลอง โมเลกุลของกำมะถัน ฟอสฟอรัสและคาร์บอน



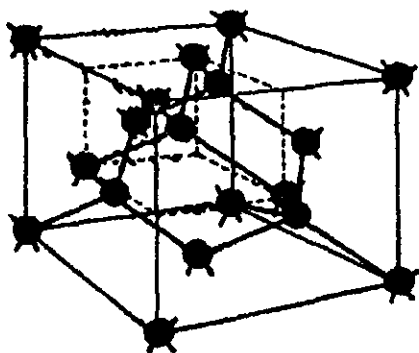
กำมะถัน



ฟอสฟอรัสขาวหรือเหลือง



ฟอสฟอรัสแดง



คาร์บอน

แบบฝึกหัด

แบบจำลองโมเลกุลของกามะถัน ฟอสฟอรัสและคาร์บอน

คำสั่ง : ข้อความใดถูกให้กาเครื่องหมาย (✓) ข้อความใดผิดให้กาเครื่องหมาย (✗)

1. แบบจำลองโมเลกุลของกามะถันบอกได้ว่า กามะถันมีอะตอมอยู่ห่างกันเท่าไร
2. โมเลกุลของกามะถันประกอบด้วย 8 อะตอม
3. แบบจำลองโมเลกุลของกามะถันและคาร์บอนเหมือนกัน
4. กามะถัน 3 โมเลกุล ประกอบด้วย 8 อะตอม
5. แบบจำลองโมเลกุลของกามะถันจะบอกเพียงลักษณะและทิศทางที่แต่ละอะตอมจัดตัวเองเท่านั้น
6. ทุกอะตอมของกามะถันจะเรียงอยู่ในระนาบเดียวกัน
7. หนึ่งโมเลกุลของฟอสฟอรัสประกอบด้วยอะตอมเดียว
8. แบบจำลองโมเลกุลของคาร์บอนและฟอสฟอรัสมีลักษณะเหมือนกัน
9. แบบจำลองของกามะถันและฟอสฟอรัสมีจำนวนอะตอมต่างกัน
10. ทุก ๆ อะตอมของคาร์บอนจะจับกับอะตอมของคาร์บอนอื่นอีก 4 อะตอม

เฉลยแบบฝึกหัด

แบบจำลอง โมเดลของกามะถัน ฟลัสฟอรัสและคาร์บอน

คำสั่ง ข้อความใดถูกให้กาเครื่องหมาย (✓) ข้อความใดผิดให้กาเครื่องหมาย (X)

1. (X)
2. (✓)
3. (X)
4. (X)
5. (/)
6. (/)
7. (X)
8. (X)
9. (✓)
0. (/)

คู่มือผู้สอน
บทเรียนโมดูลที่ 3 สารประกอบคอโรล

คู่มือผู้สอน บทเรียนโมดูลที่ 3 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 3 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ตรวจสอบเอกสารต่อไปนี้ให้ครบ :
 - 1.1 คาชีแจงบทเรียนโมดูลที่ 3 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์
 - 1.2 คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 3 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์
 - 1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำบทเรียนโมดูลที่ 3 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์
 - 1.4 เอกสารหมายเลข 3.1.1 คู่มือปฏิบัติการทดลอง . การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์
 - 1.5 เอกสารหมายเลข 3.1.2 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์
 - 1.6 เอกสารหมายเลข 3.1.3 ทายปัญหาประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์
 - 1.7 เอกสารหมายเลข 3.1.4 ตารางแสดงสมบัติของคลอไรด์
 - 1.8 เอกสารหมายเลข 3.2.1 เกมจับคู่สารประกอบคลอไรด์
 - 1.9 เอกสารหมายเลข 3.2.2 ทายปัญหาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์
 - 1.10 เอกสารหมายเลข 3.2.3 หัวข้ออภิปรายประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์
2. ศึกษารายละเอียดของบทเรียนโมดูลที่ 3 (ตามข้อ 1)
3. ให้ผู้เรียนศึกษาคาชีแจง บทเรียนโมดูลที่ 3 ตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
4. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้

5. ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ :

5.1 กิจกรรมบังคับ

- 5.1.1 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์ ตามเอกสารหมายเลข 3.1.1 (70 นาที)
- 5.1.2 ศึกษาเอกสารหมายเลข 3.1.2 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (15 นาที)
- 5.1.3 ทายปัญหาประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์ตามเอกสารหมายเลข 3.1.3 (15 นาที)
- 5.1.4 ศึกษาเอกสารหมายเลข 3.1.4 ตารางแสดงสมบัติของคลอไรด์พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (15 นาที)

5.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (15 นาที)

- 5.2.1 เกมจับคู่สารประกอบคลอไรด์ ตามเอกสารหมายเลข 3.2.1
- 5.2.2 ทายปัญหาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์ ตามเอกสารหมายเลข 3.2.2
- 5.2.3 แบ่งกลุ่มอภิปรายและสรุปประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์ ตามเอกสารหมายเลข 3.2.3

6. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%

7. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุไว้ใหม่หรืออาจคิดกิจกรรมขึ้นใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จตามจุดหมายที่ตั้งไว้

8. บทบาทของผู้สอน

- 8.1 กวรอู่ในห้องเรียนเพื่อให้คาปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด
- 8.2 รวบรวมเอกสารทุกชิ้นเก็บเข้าที่ไ้เรียบร้อย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ประจําบทเรียนโมดูลที่ 3 สารประกอบคลอไรด์

แบบทดสอบ บทเรียนโมดูลที่ 3 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 10 นาที

1. เกลือ NaCl ที่อุณหภูมิปกติมีสมบัติเป็นอย่างไร ?
 - ก. นาไฟฟ้าได้
 - ข. นาความร้อนได้
 - ค. มีความดันไอสูง
 - ง. จุดหลอมเหลวสูง
 - จ. ความหนาแน่นสูง
2. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ มีสมบัติอย่างไร ?
 - ก. ละลายน้ำได้
 - ข. นาไฟฟ้าเมื่อจุดหลอมเหลวต่ำ
 - ค. เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง
 - ง. ทำปฏิกิริยากับซิลเวอร์ไนเตรต
 - จ. ทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถันเข้มข้น
3. สารประกอบคลอไรด์ใดเมื่อละลายน้ำจะมีสมบัติเป็นกลาง ?
 - ก. SCl_2
 - ข. AlCl_3
 - ค. MgCl_2
 - ง. SiCl_4
 - จ. HgCl_2
4. คลอไรด์ข้อใดมีสถานะเป็นก๊าซ ?
 - ก. BCl_3
 - ข. BeCl_2
 - ค. SiCl_4
 - ง. SCl_2
 - จ. CaCl_2
5. จากการทดลองพบว่าสารประกอบคลอไรด์ของธาตุ A เป็นของเหลวละลายน้ำไม่ได้ คลอไรด์ของธาตุ A คือข้อใด ?
 - ก. SiCl_4
 - ข. BCl_3
 - ค. CCl_4
 - ง. SCl_2
 - จ. HCl
6. การเตรียมคลอรีนในอุตสาหกรรมนิยมใช้วิธีใด ?
 - ก. เผาสารประกอบคลอไรด์
 - ข. คัมโฟลอสเซียมไดโครเมต
 - ค. เผาแมงกานีสไดออกไซด์
 - ง. เผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
 - จ. แยกสลายสารละลาย NaCl ด้วยไฟฟ้า

7. ข้อความใดไม่ใช้ประโยชน์ของสารประกอบคลอไรด์ ?
- ใช้เป็นสารดูดความชื้น
 - ใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรคต่างๆได้
 - ใช้เป็นตัวทาลายทางอนินทรีย์
 - ใช้เป็นสารประกอบในการปรุงอาหาร
 - ใช้เป็นสารเริ่มต้นในการเตรียม NaOH และ Cl_2
8. สารประกอบคลอไรด์ใดที่ช่วยสร้างความเจริญเติบโตให้แก่พืช ?
- PCl_5
 - KCl
 - NaCl
 - CaCl_2
 - MgCl_2
9. ธาตุ B มีสถานะเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า คลอไรด์ของธาตุ B มีฤทธิ์เป็นกรก และมีสูตรเป็น BCl_2 ท่านคิดว่าธาตุ B ควรจัดอยู่ในกลุ่มคลอไรด์ของธาตุใด ?
- MgCl_2 , BaCl_2 , CaCl_2
 - NaCl , KCl , LiCl
 - OCl_2 , SCl_2
 - NCl_3 , PCl_5
 - MgCl_2 , KCl , PCl_5
10. จะทดสอบอย่างไรว่าคลอไรด์ของธาตุในสารละลายหาปฏิกิริยากับซิลเวอร์ไนเตรทหมดไปแล้ว ?
- ทดสอบด้วยกรกไนตริก
 - ทดสอบกับสารซิลเวอร์คลอไรด์
 - ทดสอบกับสารละลายเกลือแกง
 - สังเกตตะกอนที่ไม่เกิดขึ้นอีก
 - สังเกตสีที่เปลี่ยนไปจากเดิม
11. Calomel คือชื่อเฉพาะของสารประกอบข้อใด ?
- Copper Sulphate
 - Calcium fluoride
 - Barium Chloride
 - Mercurous Chloride
 - Calcium sulfate
12. คลอไรด์ตัวใดที่ไม่เกิดตะกอนกับ AgNO_3 ?
- CaCl_2
 - KCl
 - CCl_4
 - HCl
 - AgCl

13. สมบัติข้อใดที่โลหะคลอไรด์กับอโลหะคลอไรด์ไม่อาจนำมาใช้บอกความแตกต่างกันได้ ?

- ก. จุดหลอมเหลว
- ข. สูตรของกัลลอยด์
- ค. สถานะของคลอไรด์
- ง. ผลที่ได้เมื่อเติมสารละลาย AgNO_3
- จ. สมบัติของสารละลายในน้ำของคลอไรด์

14. สารข้อใดที่ไม่เกี่ยวกับการเตรียมสารประกอบคลอรีน ?

- ก. KMnO_4
- ข. HCl
- ค. CaCl_2
- ง. Na_2O
- จ. H_2SO_4

15. สารประกอบข้อใดที่สารละลายในน้ำเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง ?

- ก. LiCl
- ข. BeCl_2
- ค. BCl_3
- ง. CCl_4
- จ. NaCl

คู่มือผู้เรียน
บทเรียนโมดูลที่ 3 สารประกอบคอโรล

คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 3 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 3 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ศึกษาคำชี้แจงบทเรียนโมดูลตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
2. ทำแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบจำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. กระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ :
 - 3.1 กิจกรรมบังคับ
 - 3.1.1 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์ ตามเอกสารหมายเลข 3.1.1 (70 นาที)
 - 3.1.2 ศึกษาเอกสารหมายเลข 3.1.2 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์ พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (15 นาที)
 - 3.1.3 ทายปัญหาประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์ ตามเอกสารหมายเลข 3.1.3 (15 นาที)
 - 3.1.4 ศึกษาเอกสารหมายเลข 3.1.4 ตารางสมบัติของคลอไรด์ พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (15 นาที)
 - 3.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

 - 3.2.1 เกมจับคู่สารประกอบคลอไรด์ ตามเอกสารหมายเลข 3.2.1
 - 3.2.2 ทายปัญหาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์ ตามเอกสารหมายเลข 3.2.2

3.2.3 แบ่งกลุ่มอภิปรายและสรุปประโยชน์และโทษของสารประกอบ
คลอไรด์ตามเอกสารหมายเลข 3.2.3

4. ทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน
15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%

5. ถ้าผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำ
กิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ หรืออาจทำกิจกรรมโดยคิดค้นใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียน
มีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

คำชี้แจง

บทเรียนโมดูลที่ 3 สารประกอบคลอไรด์

-

บทเรียนใบคู่ที่ 3 เรื่อง สารประกอบคลอไรด์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

๐

เวลา 3 คาบ

จุดมุ่งหมาย

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้ได้ :

1. อธิบายวิธีเตรียมก๊าซคลอรีนได้
2. บอกลักษณะของปฏิกิริยาขณะเกิดสารประกอบคลอไรด์ได้
3. ทดสอบสมบัติบางประการของสารประกอบคลอไรด์ได้
4. เปรียบเทียบสมบัติสารประกอบคลอไรด์ของโลหะและสารประกอบคลอไรด์ของอโลหะบางชนิดได้
5. จัดกลุ่มของสารประกอบคลอไรด์โดยจำแนกออกเป็นคลอไรด์ของโลหะกับคลอไรด์ของอโลหะ
6. ยกตัวอย่างประโยชน์ของสารประกอบคลอไรด์ได้
7. อธิบายโทษของสารประกอบคลอไรด์ได้

ความรู้พื้นฐาน

ไม่จำเป็นต้องมี

การประเมินผลเบื้องต้น

การประเมินผลเบื้องต้นก่อนการเรียนรู้ ใช้แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ

จำนวน 15 ข้อ

กิจกรรมการเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ผู้เรียนต้องกระทำ

กิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กิจกรรมบังคับและกิจกรรมเลือก ดังนี้ :

1. กิจกรรมบังคับ (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้)

- 1.1 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์ (เอกสารหมายเลข 3.1.1)
- 1.2 ศึกษาสารประกอบคลอไรด์ (เอกสารหมายเลข 3.1.2)
- 1.3 ทายปัญหาประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์ (เอกสารหมายเลข 3.1.3)
- 1.4 ศึกษาตารางแสดงสมบัติของคลอไรด์ (เอกสารหมายเลข 3.1.4)

2. กิจกรรมเลือก (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ อย่างน้อย 1 กิจกรรม)

- 2.1 เกมจับคู่สารประกอบคลอไรด์ (เอกสารหมายเลข 3.2.1)
- 2.2 ทายปัญหาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์ (เอกสารหมายเลข 3.2.2)
- 2.3 แบ่งกลุ่มอภิปรายและสรุปประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์ (เอกสารหมายเลข 3.2.3)

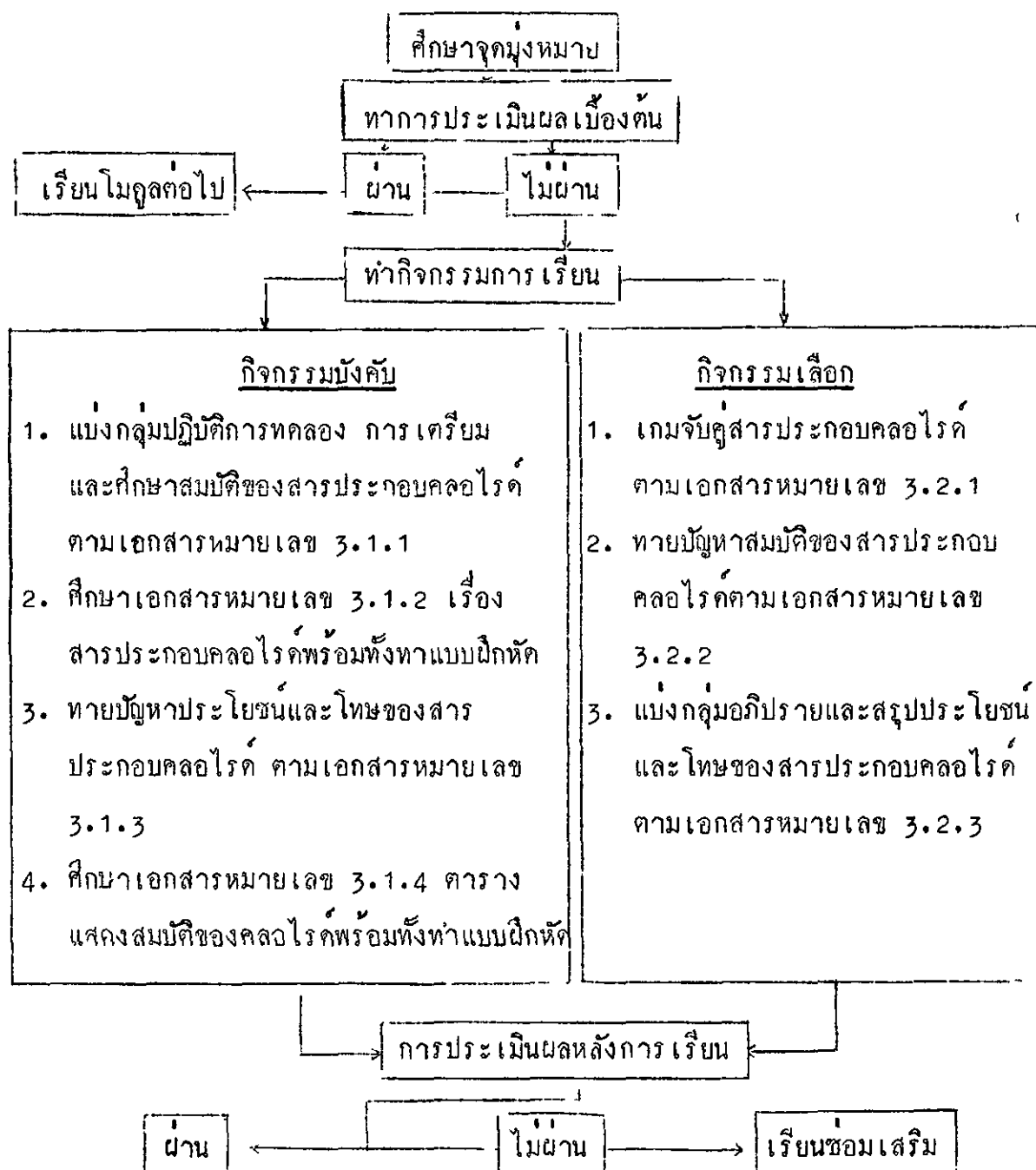
การประเมินผลหลังเรียน

1. ตรวจงานของผู้เรียนทั้งงานรายบุคคลและงานกลุ่ม
2. สังเกตการปฏิบัติงานขณะที่ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
3. ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ

การเรียนรู้ซ่อมเสริม

ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใหม่ หรือคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเรียนรู้บทเรียนโมดูลที่ 3 : สารประกอบคลอไรด์



คู่มือปฏิบัติการทดลอง
การ เทรียนและศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์

คู่มือปฏิบัติการทดลอง

การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์

จุดมุ่งหมาย

1. อธิบายวิธีเตรียมคลอรีนและสารประกอบคลอไรด์ได้
2. บอกลักษณะของปฏิกิริยาขณะ เกิดสารประกอบคลอไรด์ได้
3. ทดสอบสมบัติบางประการของสารประกอบคลอไรด์ได้
4. บอกสมบัติของสารประกอบคลอไรด์ของโลหะและคลอไรด์ของอโลหะได้
5. จัดกลุ่มของคลอไรด์โดยจาแนก เป็นคลอไรด์ของโลหะกับคลอไรด์ของอโลหะได้

อุปกรณ์

1. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	3-4 g	(4 ช้อน เบอร์ 2)
2. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น	10 cm ³	
3. แคลเซียมคลอไรด์	2 g	(2 ช้อน เบอร์ 2)
4. แผ่นอะลูมิเนียมขนาด	1.5 cm x 3 cm	1 แผ่น
5. ฟอสฟอรัสแดง	0.5 g	(เท่าเมล็ดถั่วเขียว)
6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	1 mol/l	50 cm ³
7. แมกนีเซียมคลอไรด์	0.2 g	(1 ช้อน เบอร์ 1)
8. ลิเทียมคลอไรด์	0.3 g	(1 ช้อน เบอร์ 1)
9. โซเดียมคลอไรด์	0.2 g	(1 ช้อน เบอร์ 1)
10. โพแทสเซียมคลอไรด์	0.2 g	(1 ช้อน เบอร์ 1)
11. แคลเซียมคลอไรด์	0.2 g	(1 ช้อน เบอร์ 1)
12. คาร์บอนเตตระคลอไรด์	3 cm ³	
13. สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต	0.1 mol/l	5 cm ³
14. กระจกฉลุมีสี่เหลี่ยมและสี่แฉก		อย่างละ 8 ชิ้น
15. น้ำกลั่น	30 cm ³	

16. หลอดทดลองชนิดมีแขน	2 หลอด
17. ปีกเกอร์ ขนาด 100 cm^3	1 ใบ
18. จุกยางที่มีหลอดหยดเสียบอยู่สำหรับปิดหลอดทดลองชนิดมีแขน	1 อัน
19. หลอดนำกาชยาว 20 cm	2 หลอด
20. สายยางยาว 10 cm	2 สาย
21. ตะเกียงพร้อมที่กันลม	1 ชุด
22. หลอดทดลองขนาดกลาง	8 หลอด
23. หลอดหยด	1 หลอด
24. แท่งแก้ว	1 แท่ง
25. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง	1 ชุด

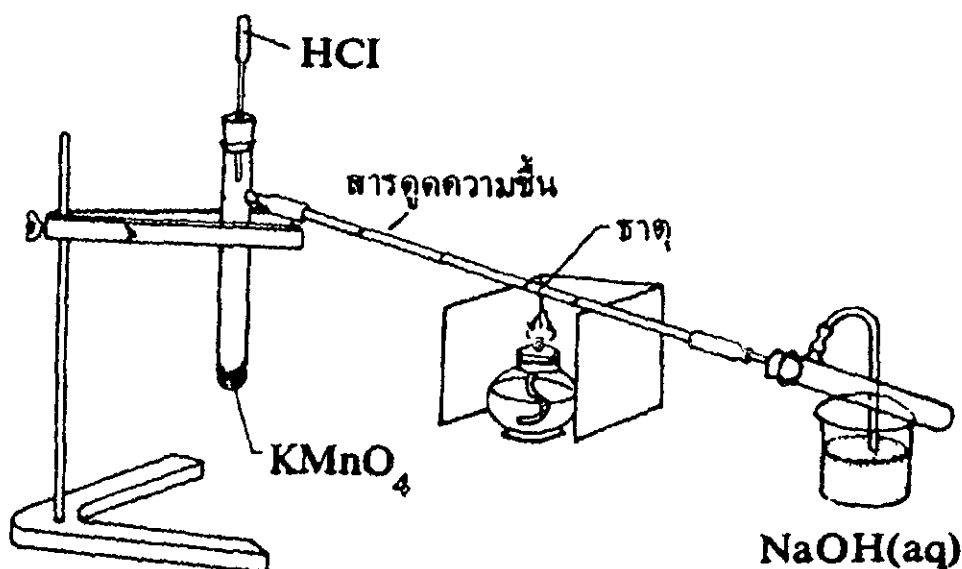
วิธีทดลอง

1. บรรจุโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตประมาณ $3-4\text{ g}$ (4 ช้อน เบอร์ 2) ในหลอดทดลองชนิดมีแขน
2. บรรจุโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 5 cm^3 ไว้ในหลอดหยดที่เสียบไว้กับจุกยาง แล้วนำไปปิดหลอดที่บรรจุโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
3. บรรจุสารดูดความชื้น เช่น แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ในหลอดที่ต่อจากแขนของหลอดทดลอง และถักมาประมาณกลางหลอดบรรจุธาตุที่ต้องการเตรียมคลอไรด์ ดังแสดงในรูป
4. จุ่มสายพลาสติกที่ต่อจากแขนของหลอดทดลองอีกหลอดหนึ่งลงในปีกเกอร์ขนาด 100 ที่บรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 mol/l ประมาณ 50 cm^3 เพื่อขจัดก๊าซคลอรีนที่ปากเกินพอ
5. เติมน้ำให้ร้อนจัดแล้วหยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นลงบนโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ถ้ามีคลอรีนจะผ่านออกมาทางแขนของหลอดทดลอง ผ่านสารดูดความชื้นแล้วผ่านไปยังธาตุที่กำลังเผาร้อนจัดอยู่นั้น

6. สังเกตลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นว่ารุนแรงหรือไม่ และผลิตภัณฑ์มีลักษณะเด่นอย่างไรบ้าง
7. นำสารประกอบคลอไรด์ที่เกิดขึ้นออกมาใส่ในหลอดทดลอง แล้วทดสอบการละลายโดยเติมน้ำกลั่นประมาณ 5 cm^3 ลงไปในสารประกอบคลอไรด์
8. ใช้สารประกอบคลอไรด์อื่น ๆ เช่น MgCl_2 , LiCl , NaCl , KCl , CaCl_2 , CCl_4 ทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 7 และบันทึกผลการทดลอง
9. นำสารละลายจากการทดลองข้อ 7-8 มาทดลอง ดังนี้ :

ส่วนที่ 1 ทดสอบความเป็นกรดด้วยกระดาษลิตมัส สังเกตการเปลี่ยนสีของลิตมัส

ส่วนที่ 2 เติมสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต (AgNO_3) ประมาณ 1-2 หยด ลงในสารละลาย สังเกตการเปลี่ยนแปลง



หมายเหตุ

1. ถ้าอุปกรณ์แห่งสนธิไม่จำเป็นต้องใส่สารดูดความชื้น
2. ในการบีบหลอดหยดเพื่อให้กรดลงไปหาปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมง-
กาเนตนั้น ต้องบีบครั้งเดียวให้หมดหลอด
3. ควรเผาโลหะให้ร้อนพอก่อนที่จะหยดกรดลงไป
4. คลอรีนเป็นก๊าซมีพิษ ควรทดลองในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และอย่า
สูดก๊าซนี้เข้าไป

บันทึกผลการทดลอง

การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ธาตุ	ลักษณะของปฏิกิริยาประกอบคลอไรด์	ลักษณะของสาร	สูตรของคลอไรด์	การละลาย	ความเป็นกรดหรือเบสของสารละลาย	ผลที่ได้เมื่อเติมสารละลาย AgNO_3
Al			AlCl_3	.....	.....	.....
P			PCl_5	.....	.....	.....
Mg			MgCl_2	.....	.....	.....
Li			LiCl}	.....	.....	.....
Na			NaCl}	.....	.....	.....
K			KCl}	.....	.....	.....
Ca			CaCl_2	.....	.....	.....
C			CCl_4	.....	.....	.....

สรุปผลการทดลอง

- เมื่อเติมสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตลงในสารละลายสารประกอบคลอไรด์ จะได้ตะกอนสีขาวของ
- เมื่อทดสอบความเป็นกรดและเบสด้วยกระดาษลิตมัส จะพบว่า
คลอไรด์ของโลหะ
 สารละลายที่เป็นกลาง ได้แก่
 สารละลายที่เป็นกรด ได้แก่

กลอไรค์ของงอโลหะ

สารละลายที่เป็นกรดได้แก่

สารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่

เนตยผลกาารทดลอง

การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ธาตุ	ลักษณะของปฏิกิริยา	ลักษณะของสารประกอบคลอไรด์	สูตรของคลอไรด์	การละลาย	ความเป็นกรดหรือเบสของสารละลาย	ผลที่ได้เมื่อเติมสารละลาย AgNO_3
Al	มีเปลวไฟสว่างจ้า	ของแข็งสีขาว	AlCl_3	ละลาย	กรด	ตะกอนสีขาว
P	มีเปลวไฟสว่างจ้า	ของแข็งสีเหลืองอ่อน	PCl_5	ละลาย	กรด	ตะกอนสีขาว
Mg	—	ของแข็งสีขาว	MgCl_2	ละลาย	กลาง	ตะกอนสีขาว
Li	—	ของแข็งสีขาว	LiCl	ละลาย	กลาง	ตะกอนสีขาว
Na	—	ของแข็งสีขาว	NaCl	ละลาย	กลาง	ตะกอนสีขาว
K	—	ของแข็งสีขาว	KCl	ละลาย	กลาง	ตะกอนสีขาว
Ca	—	ของแข็งสีขาว	CaCl_2	ละลาย	กลาง	ตะกอนสีขาว
C	—	ของเหลวไม่มีสี	CCl_4	ไม่ละลาย	—	—

สรุปผลการทดลอง

- เมื่อเติมสารละลายซิลเวอร์ไนเตรทลงในสารละลายของสารประกอบคลอไรด์ จะให้ตะกอนสีขาวของ ซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl)
- เมื่อทดสอบความเป็นกรดและเบสด้วยกระดาษลิตมัส จะพบว่า

คลอไรด์ของโลหะ

สารละลายที่เป็นกลาง ได้แก่ LiCl , NaCl , KCl , MgCl_2 , CaCl_2

สารละลายที่เป็นกรด ได้แก่ AlCl_3

คลอไรด์ของอโลหะ

สารละลายเป็นกรด ได้แก่ PCl_5

ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ CCl_4

เอกสารหมายเลข 3.1.2

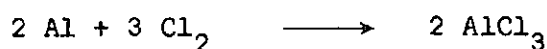
สารประกอบคลอไรด์

สารประกอบคลอไรด์

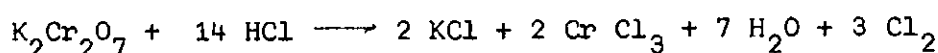
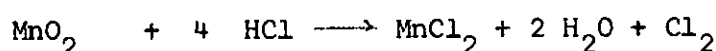
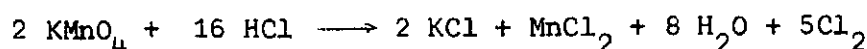
สารประกอบคลอไรด์ หมายถึง สารประกอบธาตุคู่ที่ประกอบด้วยธาตุคู่กับคลอรีน เช่น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) แบเรียมคลอไรด์ (BaCl₂) เมอร์คิวรีคลอไรด์ (HgCl) ซึ่งมีชื่อเฉพาะว่า Calomel เป็นต้น

การเตรียมสารประกอบคลอไรด์

1. ในห้องปฏิบัติการเตรียมได้โดยการผ่านก๊าซคลอรีนให้ไปทำปฏิกิริยาโดยตรงกับธาตุที่เผาให้ร้อน ดังสมการ



2. ใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้นทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO₄) หรือ แมงกานีสไดออกไซด์ (MnO₂) หรือ โพแทสเซียมไดโครเมต (K₂Cr₂O₇) ดังสมการต่อไปนี้

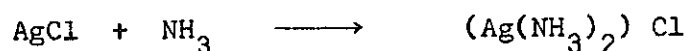


หมายเหตุ

การเตรียมก๊าซคลอรีนในการอุตสาหกรรมนิยมใช้วิธีแยกสลายสารละลายโซเดียมคลอไรด์ด้วยกระแสไฟฟ้า

การทดสอบสารประกอบคลอไรด์

โดยการเติมสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตลงในสารประกอบคลอไรด์ จะได้ตะกอนสีขาวของซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) ซึ่งไม่ละลายน้ำ แต่สามารถละลายได้ในสารละลายแอมโมเนีย ดังสมการ



diammine silver (I) Chloride

ประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์

ประโยชน์ของสารประกอบคลอไรด์

1. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) นำไปใช้ในอุตสาหกรรม เช่น ใช้แช่เหล็กกล้าเพื่อขจัดสนิมเหล็กก่อนที่จะฉาบสารกันสนิม
2. ก๊าซคลอรีนนำไปใช้ผลิตปูนคลอรีน สารเคมีฟอกขาวสำหรับฟอกสีเยื่อกระดาษ ใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปาและในสระว่ายน้ำ เป็นต้น
3. แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ใช้ในเครื่องทำความเย็นในอุตสาหกรรมห้องเย็น ใช้ทาถนนเหิมและยังใช้เป็นสารดูดความชื้น
4. ในต่างประเทศใช้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) สำหรับละลายน้ำแข็งจากหิมะ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์คือใช้ปรุงอาหารและเป็นสารที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์
5. โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ส่วนใหญ่ใช้ผสมปุ๋ย, ใช้ทำยา
6. แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ใช้เป็นส่วนประกอบของถ่านไฟฉาย และใช้เป็นน้ำประสานสี
7. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมสารอื่น ๆ เช่น เตรียมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และก๊าซคลอรีน (Cl_2)
8. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำยาซักแห้ง นอกจากนี้ยังใช้เป็นทิวทาลละลายทางอินทรีย์และใช้ดับเพลิงได้
9. HCl เป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร
10. HCl ใช้ทำความสะอาดผิวโลหะก่อนบัดกรี

โทษของสารประกอบคลอไรด์

1. Cl_2 , CCl_4 , CHCl_3 (Chloroform) เป็นอันตรายต่อระบบการหายใจ
2. COCl_2 (Phosgene) $\text{S}(\text{CH}_2)_4 \cdot \text{Cl}_2$ (Mustard gas) หรือ
Dichloro diethyl sulphide) $(\text{C}_6\text{H}_5)_2 \text{AsCl}$ (Diphenyl - Chlorarsine)
เป็นก๊าซพิษที่ทำให้จามและอาเจียน
3. $\text{C}_6\text{H}_5 \text{COCH}_2\text{Cl}$ (Chloro acetophenone) สารนี้ใช้เป็นก๊าซน้ำตา
สารที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ เป็นสารที่เคยนำมาใช้ในสงครามโลก
4. ยาฆ่าแมลงที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ เช่น ดีดีที $(\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2) \text{CHCCl}_3$
เป็นสารสลายตัวช้าเป็นพิษต่อร่างกายของผู้ใช้และพิษจะสะสมในร่างกายได้นาน

แบบฝึกหัด

สารประกอบคลอไรด์

คำสั่ง : จงเติมคำตอบในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สารประกอบคลอไรด์ หมายถึง
2. การเตรียมสารประกอบคลอไรด์ในอุตสาหกรรมเตรียมได้โดย
.
3. การเตรียมก๊าซคลอรีนใช้ ทาปฏิกิริยากัน
4. การเตรียมก๊าซคลอรีนในอุตสาหกรรมไม่ใช้วิธีเดียวกันกับในห้องปฏิบัติการ เพราะ
.
5. สารประกอบคลอไรด์ทดสอบได้โดยการเติมสารละลาย .. . ลงใน
สารประกอบคลอไรด์
6. สิ่งที่เกิดขึ้นจากการเติมสารในข้อ 5 ได้แก่
7. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างธาตุเหล่านี้กับคลอรีน
 - ก. โพแทสเซียม
 - ข. กามะถัน
 - ค. แมกนีเซียม
8. สารประกอบซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) สามารถละลายได้ใน
9. สารประกอบคลอไรด์ที่เป็นส่วนประกอบในด้านไฟฟ้า ได้แก่
10. สารประกอบที่เป็นอันตรายต่อระบบหายใจของมนุษย์ เช่น
11. เป็นส่วนผสมในน้ำยาซักแห้ง
12. ใช้ในเครื่องหาความเย็น

เฉลยแบบฝึกหัด

สารประกอบคลอไรด์

1. สารประกอบธาตุคู่ที่ประกอบด้วยธาตุคู่กับคลอรีน
2. แยกสลายสารละลาย NaOH ด้วยกระแสไฟฟ้า
3. $\text{HCl} \equiv \text{KMnO}_4, \text{MnO}_2, \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
4. เพราะราคาค้นทุนแพงโดยไม่จำเป็นและได้กาซาลอรีนน้อย
5. AgNO_3
6. ตะกอนสีขาวของ AgCl
7. ก. $2\text{K} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl}$
 ข. $\text{S} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{SCl}_2$
 ค. $\text{Mg} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{MgCl}_2$
8. สารละลายแอมโมเนีย (NH_4OH)
9. NH_4Cl
10. $\text{Cl}_2, \text{CCl}_4, \text{CHCl}_3$
11. CCl_4
12. CaCl_2

เอกสารหมายเลข 3.1.3

/

ทนายปัญหาประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์

๕

๖

ค่ายปัญหาประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์

อุปกรณ์

1. กล้องพร้อมฉลากหมายเลข 1 กล้อง
2. ปัญหาพร้อมทั้งเฉลย
3. บัตรนับคะแนน

กติกา

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน
2. นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มจับฉลาก ถ้าผู้ใดหมายเลข 1 ให้ผู้นั้นเป็นผู้ถามปัญหาแรก 1 ปัญหา
3. การตอบปัญหา ให้นักเรียนผู้ที่ยกมือก่อนเป็นผู้ตอบปัญหา
4. การนับคะแนนถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าผู้นั้นตอบผิดให้คนที่ยกมืออันดับต่อไปเป็นผู้ตอบ
5. ผู้ที่ตอบถูกจะเป็นผู้ถามปัญหาคคนต่อไป
6. ผู้ที่ไล่คะแนนมากถือว่าเป็นผู้ชนะเลิศ

ปัญหาเกี่ยวกับประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์

1. กรดใดที่ใช้แซ่เหล็กเพื่อขจัดสนิมเหล็กก่อนที่จะฉาบสารกันสนิม ?
(HCl)
2. ก๊าซใดใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปาและสระว่ายน้ำ ?
(คลอรีน)
3. สารใดที่ใช้ทำให้หิมะละลาย ?
(NaCl)
4. คลอไรด์ชนิดใดใช้เป็นส่วนประกอบของถ่านไฟฉาย ?
(NH₄Cl)
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) มีชื่อสามัญว่าอย่างไร ?
(โซดาแฉะ, โซดาไฟ)
6. สารประกอบคลอไรด์ชนิดใดเป็นส่วนผสมของน้ำยาซักแห้ง ?
(CCl₄)
7. Phosgene คือ สารประกอบคลอไรด์ที่มีสูตรเคมีว่าอะไร ?
(COCl₂)
8. (C₆H₄Cl₂) CHCl₃ หรือ Dichloro Diphenyl Trichloroethane เป็นยาฆ่าแมลงชนิดหนึ่ง เรียกชื่อภาษาไทยว่าอะไร ?
ดี ดี ที
9. ยาสลบ หมายถึงสารเคมีที่มีชื่อเรียกว่าอะไร มีสูตรว่าอะไร ?
(คลอโรฟอร์ม) / CHCl₃
10. นํ้าย่อยในกระเพาะอาหารมีฤทธิ์เป็นกรดใดแก่กรดใด ?
(HCl)

เอกสารหมายเลข 3.1.4

ตารางแสดงสมบัติของคลอไรด์

ตารางแสดงสมบัติบางประการของคลอรีน 20 ธาตุแรกเรียงตามมวลอะตอม

เลขที่	ธาตุ	มวลอะตอม	สูตร	สมบัติของสารประกอบคลอรีน		
				จุดหลอมเหลว (°C)	สถานะ	ความเป็นกรดหรือ เบสของสารละลาย
1	H	1.008	HCl	-115	ก๊าซ	กรด
2	He	4.003	-	-	-	-
3	Li	6.94	LiCl	605	ของแข็ง	กลาง
4	Be	9.01	BeCl ₂	405	ของแข็ง	กลาง
5	B	10.81	BCl ₃	-107	ก๊าซ	กรด
6	C	12.01	CCl ₄	-23	ของเหลว	ไม่ละลายน้ำ
7	N	14.01	NCl ₃	ต่ำกว่า 40	ของเหลว	ไม่ละลายน้ำ
8	O	16.00	Cl ₂ O	20	ก๊าซ	กรด
9	F	19.00	ClF	154	ก๊าซ	กรด
10	Ne	20.18	-	-	-	-
11	Na	22.99	NaCl	801	ของแข็ง	กลาง
12	Mg	24.31	MgCl ₂	714	ของแข็ง	กลาง
13	Al	26.98	AlCl ₃	190	ของแข็ง	กรด
14	Si	28.09	SiCl ₄	-70	ของเหลว	กรด
15	P	20.97	PCl ₅	167	ของแข็ง	กรด
16	S	32.06	SCl ₂	-78	ของเหลว	กรด
17	Cl	35.45	Cl ₂	-101	ก๊าซ	กรด
18	K	39.10	KCl	770	ของแข็ง	กลาง
19	Ar	39.95	-	-	-	-
20	Ca	40.08	CaCl ₂	782	ของแข็ง	กรด

แบบฝึกหัด
สมบัติของคลอไรด์

คำสั่ง : จากตารางเติมคำตอบในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. คลอไรด์ของโลหะ ได้แก่
2. คลอไรด์ของโลหะส่วนใหญ่จะมีสถานะเป็น
3. คลอไรด์ของอโลหะ ได้แก่
4. สารประกอบคลอไรด์ที่มีสถานะเป็นก๊าซหรือของเหลวมีหรือไม่..... ถ้ามี ได้แก่
.....
5. สารละลายคลอไรด์ของโลหะมีฤทธิ์เป็น และ
6. สารละลายคลอไรด์ของอโลหะมีฤทธิ์เป็น
7. คลอไรด์ของอโลหะที่ไม่ละลายน้ำ เช่น
8. คลอไรด์ของอโลหะที่ไม่ละลายน้ำมีสถานะเป็น
9. คลอไรด์ของอโลหะมีทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง เช่น
ของเหลว เช่น ก๊าซ เช่น
10. สารประกอบคลอไรด์ที่มีสถานะเป็นของแข็งจะมีจุดหลอมเหลว
ส่วนพวกที่มีสถานะของเหลวและก๊าซจะมีจุดหลอมเหลว
11. สารประกอบคลอไรด์ของโลหะที่เป็นของเหลวและมีจุดหลอมเหลวต่ำได้แก่
12. นักเรียนคิดว่าธาตุลำดับที่ 21(Sc) ซึ่งเป็นโลหะจะมีจุดหลอมเหลว

เฉลยแบบฝึกหัด

สมบัติของสารประกอบก่อไวค

1. LiCl , BeCl_2 , NaCl , MgCl_2 , AlCl_3 , KCl , CaCl_2 , BCl_3 , SiCl_4
2. ของแข็ง
3. HCl , NCl_3 , CCl_4 , PCl_5 , Cl_2O , SCl_2 , ClF
4. มี / ก๊าซ เช่น BCl_3 ของเหลว เช่น SiCl_4
5. กรด / กลาง
6. กรด
7. CCl_4 , NCl_3
8. ของเหลว
9. PCl_5 / SCl_2 , NCl_3 , CCl_4 / HCl , ClF , Cl_2O
10. สูง / ต่ำ (ดัดแปลง)
11. SiCl_4
12. สูง

เอกสารหมายเลข 3.2.1

เกมจับคู่สารประกอบคอโคโรด

เกมจับคู่สารประกอบคลอไรด์

อุปกรณ์

1. กล้องใส่วัดปริมาตรเล่นเกมคนละ	1 กล้อง
2. บัตรเล่นเกมคนละ	1 ชุด
3. แผ่นเฉลยคำตอบ	1 แผ่น

กติกา

1. ผู้เล่นเกมจับคู่สารประกอบมีตั้งแต่ 2-4 คน
 2. ให้ผู้เล่นแต่ละคนได้ศึกษาแผ่นเฉลยคำตอบก่อนเล่นคนละ 2 นาที
 3. ให้ตัวแทนกลุ่มแจกอุปกรณ์การเล่นเกมคนละ 1 ชุด
 4. ผู้เล่นเกมต้องจับคู่บัตรเล่นเกมที่มีความหมายตรงกันหรือสัมพันธ์ให้ถูกต้องและรวดเร็วใช้เวลา 5 นาที
 5. ให้ผู้เล่นเกมเปิดแผ่นเฉลยคำตอบอีกครั้งหนึ่ง นับคะแนนโดยให้ถูกละ
- 1 คะแนน ผู้ใดจับคู่ได้ถูกต้องมากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดให้ถือว่าผู้นั้นชนะเลิศ

เฉลยคำตอบ

เกมจับคู่สารประกอบคลอไรด์

ใช้แซ่เหล็กขจัดสนิมก่อนฉาบสารกันสนิม	- HCl
ฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา	- Cl_2
ใช้ทำให้หิมะละลาย	- NaCl
ถ่านไฟฉาย	- NH_4Cl
โซดาไฟ	- NaOH
ส่วนผสมน้ำยาซักแห้ง	- CCl_4
ยาสลบ	- คลอโรฟอร์ม
น้ำยอยในกระเบื้อง	- HCl
ใช้ผสมปุ๋ย	- KCl
คลอไรด์ของโลหะ	- LiCl
คลอไรด์ของอโลหะ	- NCl_3
ก๊าซ	- BCl_3
ของแข็ง	- PCl_5
ของเหลว	- SCl_2
สารละลายคลอไรด์ของโลหะ	- กรดและกลาง
สารละลายคลอไรด์ของอโลหะ	- กรด
จุดหลอมเหลวสูง	- สารประกอบคลอไรด์พวกของแข็ง
จุดหลอมเหลวต่ำ	- สารประกอบคลอไรด์พวกของเหลวและก๊าซ
ไม่ละลายน้ำ	- CCl_4 , NCl_3
Phosgene	- COCl_2

เอกสารหมายเลข 3.2.2

ทนายปัญหาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์

ท่ายปัญหาสมบัติของสารประกอบกลอไรด์

อุปกรณ์

1. กลองพร้อมฉลากหมายเลข 1 กลอง
2. ปัญหาพร้อมทั้งเฉลย
3. บัตรนับคะแนน
4. กลองใส่บัตรท่ายปัญหา 2 กลอง

กติกา

1. นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน
2. ให้นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มจับฉลาก ถ้าผู้ใดได้หมายเลข 1 ให้ผู้นั้นเป็นผู้ถามปัญหาแรก 1 ปัญหา
3. การตอบปัญหาให้นักเรียนผู้ที่ยกมือก่อนเป็นผู้ตอบปัญหา
4. การนับคะแนนถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าผู้นั้นตอบผิดให้คนที่ยกมืออันกับต่อไปเป็นผู้ตอบปัญหา
5. ผู้ใดที่ตอบถูกจะเป็นผู้ถามปัญหากันต่อไป
6. ผู้ที่ได้คะแนนมากถือว่าผู้นั้นเป็นผู้ชนะ เลิศ

ปัญหาสมบัติของสารประกอบกัลลอยด์

1. $KClO$ เป็นสารประกอบกัลลอยด์หรือไม่ ? (ไม่เป็น)
2. สารละลายที่ใช้ทดสอบสารประกอบกัลลอยด์ใช้สารใด ? ($AgNO_3$)
3. สารประกอบกัลลอยด์ตัวใดที่เป็นของเหลวไม่มีสี ? (CCl_4)
4. สารประกอบกัลลอยด์ตัวใดที่ไม่ละลายน้ำ ? (CCl_4, NCl_3)
5. กัลลอยด์ของธาตุพวกโคมีจุลหุ้มเหลวสูง ? (โลหะ)
6. $SiCl_4$ มีสถานะเป็นอะไร ? (ของเหลว)
7. สภาวะละลายไวของโลหะจะมีคุณสมบัติเป็นอะไร ? (กรด)
8. สารละลายกัลลอยด์ของโลหะจะมีคุณสมบัติเป็นอะไร ? (กรดและกลาง)
9. สารประกอบกัลลอยด์พวกที่มีสถานะโคมีจุลหุ้มเหลวต่ำมาก ? (ก๊าซและของเหลว)
10. สารประกอบกัลลอยด์พวกที่มีสถานะโคมีจุลหุ้มเหลวสูง ? (ของแข็ง)

เอกสารหมายเลข 3.2.3

หัวข้ออภิปราย
ประโยชน์และโทษของสารประกอบคลอไรด์

เฉลย

ประโยชน์และโทษของสารประกอบกาวโรก

ประโยชน์	โทษ
1. ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า เช่น HCl 2. ใช้ในเครื่องทำความเย็น เช่น CaCl_2 3. ทางประเทศใช้ละลายน้ำแข็งจากหิมะ ใต้เท้า NaCl 4. ใช้ผสมปุ๋ย, ทายา เช่น KCl 5. NH_4Cl ใช้เป็นส่วนประกอบของ ถ่านไฟฉาย 6. NaCl ใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียม สารอื่น เช่น เกรียง NaOH และ Cl_2 7. CCl_4 ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำยาซักแห้ง 8. เป็นส่วนประกอบของน้ำยอยในกระเพาะ อาหาร ใต้เท้า HCl 9. ทากวามสะอาดผิวโลหะก่อนบัดกรี เช่น HCl	1. เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ เช่น Cl_2, CCl_4, CHCl_3 2. เป็นก๊าซพิษ ทำให้จามและอาเจียน เช่น COCl_2 (Phosgene), $\text{S}(\text{CH}_2)_4 \cdot \text{Cl}_2$ (มีสกาตเลท) 3. ส่วนประกอบของยาฆ่าแมลง เช่น DDT จะมีพิษถ้าสะสมอยู่ในร่างกาย

คู่มือผู้สอน

บทเรียนโมดูลที่ 4 เรื่อง สารประกอบออกไซด์

คู่มือผู้สอน บทเรียนโมดูลที่ 4 เรื่อง สารประกอบออกไซด์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ตรวจสอบเอกสารต่อไปนี้ให้ครบ :

- 1.1 กาชี้แจงบทเรียนโมดูลที่ 4 เรื่อง สารประกอบออกไซด์
- 1.2 คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 4 เรื่อง สารประกอบออกไซด์
- 1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำบทเรียนโมดูลที่ 4
เรื่อง สารประกอบออกไซด์
- 1.4 เอกสารหมายเลข 4.1.1 เรื่อง สารประกอบออกไซด์
- 1.5 เอกสารหมายเลข 4.1.2 คู่มือปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและ
ศึกษาสมบัติของสารประกอบออกไซด์
- 1.6 เอกสารหมายเลข 4.1.3 ตารางแสดงสมบัติของออกไซด์
- 1.7 เอกสารหมายเลข 4.1.4 เกมจับคู่ประโยชน์และโทษของสาร
ประกอบออกไซด์
- 1.8 เอกสารหมายเลข 4.2.1 ตารางสมบัติของออกไซด์ จัดกลุ่มตาม
จุลหลอมเหลว
- 1.9 เอกสารหมายเลข 4.2.2 ตารางสมบัติของออกไซด์จัดเรียงลำดับ
ของออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน
- 1.10 เอกสารหมายเลข 4.2.3 หัวข้ออภิปรายการจัดเรียงลำดับ
ออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน

2. ศึกษารายละเอียดของบทเรียนโมดูลที่ 4 (ตามข้อ 1)

3. ให้ผู้เรียนศึกษาคำชี้แจงบทเรียนโมดูลที่ 4 ตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)

4. ให้ผู้เรียนหาแบบทดสอบก่อนการเรียนเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไปต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้

5. ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนต่อไปนี้ :

5.1 กิจกรรมบังคับ

5.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 4.1.1 เรื่อง สารประกอบ ออกไซด์พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (10 นาที)

5.1.2 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติ ของสารประกอบออกไซด์ ตามเอกสารหมายเลข 4.1.2 (40 นาที)

5.1.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 4.1.3 ตารางแสดงสมบัติของ สารประกอบออกไซด์ พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (10 นาที)

5.1.4 เกมจับคู่สารประกอบออกไซด์ ตามเอกสารหมายเลข 4.1.4 (5 นาที)

5.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกกิจกรรมการเรียนอย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

5.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 4.2.1 ตารางสมบัติของ ออกไซด์พร้อมทั้งจัดกลุ่มตามจุลหาลอมเหลว

5.2.2 ศึกษาเอกสารหมายเลข 4.2.2 ตารางสมบัติของ ออกไซด์ พร้อมทั้งจัดเรียงลำดับของออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน ว่ามีปัญหาอะไรบ้าง

6. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%
7. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุไว้ใหม่หรืออาจคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
8. บทบาทของผู้สอน
 - 8.1 ควรอยู่ในห้องเรียนเพื่อให้ความปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด
 - 8.2 รวบรวมเอกสารทุกชิ้นเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ประจำบทเรียนโมดูลที่ 4 สารประกอบออกไซด์

แบบทดสอบ บทเรียนใบดูลที่ 4 เรื่อง สารประกอบออกไซด์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 10 นาที

1. สารใดที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทำน้ำอัดลมและน้ำโซดา ? ก. Fe_2O_3 ข. CO_2 ค. MnO ง. NO จ. SnO_2 2. โรงงานที่ปล่อยสารปรอทซึ่งเป็นพิษต่อมนุษย์คือโรงงานใด ? ก. โรงงานผลิตผงชูรส ข. โรงงานผลิตพลาสติก ค. โรงงานผลิตโซดาไฟ ง. โรงงานผลิตถ่านไฟฉาย จ. โรงงานผลิตเครื่องสำอาง 3. สารประกอบออกไซด์ หมายถึงข้อใด ? ก. สารประกอบที่แตกตัวเป็นไอออนได้ง่าย ข. สารประกอบที่แตกตัวเป็นไอออนได้ยาก ค. สารประกอบที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ง. สารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุ ๒ ชนิดกับออกซิเจน จ. สารประกอบที่มีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน	4. ออกไซด์ของธาตุในข้อใดที่มีคุณสมบัติฟอกขาวสีของดอกไม้สดได้ ? ก. CaO ข. MgO ค. SO_2 ง. P_4O_{10} จ. SiO_2 5. สมบัติข้อใดที่โลหะออกไซด์และอโลหะออกไซด์ไม่อาจนำมาใช้บอกความแตกต่างได้ ? ก. สูตรของออกไซด์ ข. สถานะของออกไซด์ ค. จุดหลอมเหลวของออกไซด์ ง. การทำปฏิกิริยาเคมีกับธาตุอื่น ๆ จ. สมบัติของสารละลายในน้ำของออกไซด์ 6. สารละลายของออกไซด์ที่มีอยู่ในน้ำอัดลมมีฤทธิ์เป็นอะไร ? ก. กรด ข. เบส ค. กลาง ง. กลางและกรด จ. กลางและเบส

7. ออกไซด์ของธาตุในพวกโคที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ ?

ก. Na_2O , Al_2O_3 , P_2O_5

ข. SO_2 , Cl_2O , N_2O_5

ค. K_2O , SiO_2 , CO_2

ง. CaO , B_2O_3 , BeO

จ. Na_2O , SiO_2 , CaO

8. ออกไซด์ตัวใดที่มีฤทธิ์เป็นทั้งกรดและเบส ?

ก. Li_2O

ข. Na_2O

ค. MgO

ง. Al_2O_3

จ. K_2O

9. ออกไซด์ที่แสดงสมบัติเป็นกรดได้แก่ ?

ออกไซด์ของธาตุในข้อใด ?

ก. ธาตุเนอย

ข. ธาตุอัลคาไลน์

ค. ธาตุทรานสิชัน

ง. ธาตุเฮโลเจน

จ. ธาตุอัลคาไลน์เอิร์ธ

10. ข้อความใดที่กล่าวไม่ถูกต้อง ?

ก. ออกไซด์ของโลหะส่วนมากเป็นของแข็ง ส่วนออกไซด์ของอโลหะส่วนมากเป็นก๊าซหรือของเหลว

ข. สารละลายของโลหะออกไซด์เป็นเบส แต่สารละลายของอโลหะออกไซด์เป็นกรด

ค. ออกไซด์ของโลหะบางตัวมีฤทธิ์เป็นได้ทั้งกรดและเบส

ง. สมบัติออกไซด์ของธาตุจากซ้ายไปขวาของตารางธาตุความเป็นกรด-เบส ของสารละลายจะเปลี่ยนจากเบสเป็นกรด

จ. สมบัติของออกไซด์ของธาตุจากซ้ายไปขวาของตารางธาตุความเป็นกรด-เบส ของสารละลายจะเปลี่ยนจากกรดเป็นเบส

11. ออกไซด์ข้อใดที่ไม่ละลายน้ำ ?

ก. BeO , B_2O_3 , SiO_2

ข. Li_2O , CaO , K_2O

ค. P_4O_{10} , SO_2 , CO_2

ง. Na_2O , MgO , CaO

จ. N_2O_5 , Cl_2O , OF_2

12. ก๊าซออกซิเจนดำเตรียมในห้องปฏิบัติการเตรียมได้โดยการเผา สารประกอบในข้อใด ?

ก. KMnO_4

ข. CuSO_4

ค. CaSO_4

ง. NaHCO_3

จ. K_2MnO_4

13. ออกไซด์ที่มีจุดหลอมเหลวต่ำได้แก่ ออกไซด์ของข้อใด ?

ก. CaO , Na_2O

ข. BeO , K_2O

ค. SO_2 , CO_2

ง. B_2O_3 , Li_2O

จ. MgO , SiO_2

14. สารประกอบออกไซด์ในข้อใดใช้ในอุตสาหกรรมทอแก้ว ?

ก. CO_2

ข. SO_2

ค. SiO_2

ง. BeO

จ. K_2O

15. ออกไซด์ในข้อใดเป็นสินค้าออกของไทย ?

ก. SO_2

ข. SnO_2

ค. SiO_2

ง. Fe_2O_3

จ. Na_2O

คู่มือผู้เรียน
บทเรียนโมดูลที่ 4 สำนักรประกอบออกไซด์

คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 4 เรื่อง สารประกอบออกไซด์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ศึกษาคำชี้แจงบทเรียนโมดูลตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
2. ทำแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. กระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ :
 - 3.1 กิจกรรมบังคับ
 - 3.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 4.1.1 เรื่อง สารประกอบออกไซด์พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด
 - 3.1.2 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบออกไซด์ ตามเอกสารหมายเลข 4.1.2 (40 นาที)
 - 3.1.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 4.1.3 ตารางแสดงสมบัติของสารประกอบออกไซด์ พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (10 นาที)
 - 3.1.4 เกมจับคู่สารประกอบออกไซด์ ตามเอกสารหมายเลข 4.1.4 (5 นาที)
 - 3.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

 - 3.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 4.2.1 ตารางสมบัติของออกไซด์ พร้อมทั้งจัดกลุ่มตามจุดหลอมเหลว

3.2.2 ศึกษาเอกสารหมายเลข 4.2.2 ตารางสมบัติของออกไซด์ พร้อมทั้งจักเรียงลำดับของออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน

3.2.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 4.2.3 แบ่งกลุ่มอภิปรายการจัดเรียงลำดับออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกันว่ามีปัญหาอะไรบ้าง

4. ทาแบบทดสอบหลังการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ
จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์การผ่านคือ 80%

5. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุไว้ใหม่ หรืออาจหากิจกรรมโดยคิดขึ้นใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีสัปรรณภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

คำชี้แจง
บทเรียนโมดูลที่ 4 สารประกอบออกไซด์

บทเรียนโมดูลที่ 4 เรื่อง สารประกอบออกไซด์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

จุดมุ่งหมาย

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้ได้ :

1. เตรียมก๊าซออกซิเจนและสารประกอบออกไซด์ได้
2. บอกลักษณะของปฏิกิริยาในอากาศของธาตุได้
3. อธิบายลักษณะของปฏิกิริยาของธาตุออกซิเจนในอากาศได้
4. เขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบออกไซด์บางตัวได้
5. หาคอบได้ว่าสารละลายออกไซด์ของธาตุใดมีสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้
6. จัดจำแนกสารประกอบออกไซด์ของธาตุออกเป็นกลุ่มตามสมบัติที่ทดสอบได้
7. ยกตัวอย่างประโยชน์และโทษของสารประกอบออกไซด์ได้

ความรู้พื้นฐาน

ไม่จำเป็นต้องมี

การประเมินผลเบื้องต้น

การประเมินผลเบื้องต้นก่อนการเรียน ใช้แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ

จำนวน 15 ข้อ

กิจกรรมการเรียน

เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ผู้เรียนต้องกระทำกิจกรรมการเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กิจกรรมบังคับและกิจกรรมเลือก ดังนี้

1. กิจกรรมบังคับ (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนต่อไปนี้)

1.1 ศึกษาสารประกอบออกไซด์ (เอกสารหมายเลข 4.1.1)

1.2 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบออกไซด์ (เอกสารหมายเลข 4.1.2)

1.3 ศึกษาตารางแสดงสมบัติของออกไซด์ (เอกสารหมายเลข 4.1.3)

1.4 เกมจับคู่ประโยชน์และโทษของสารประกอบออกไซด์ (เอกสารหมายเลข 4.1.4)

2. กิจกรรมเลือก (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ อย่างน้อย 1 กิจกรรม)

2.1 ศึกษาตารางสมบัติของออกไซด์แล้วจัดกลุ่มตามจุดหลอมเหลว (เอกสารหมายเลข 4.2.1)

2.2 ศึกษาตารางสมบัติของออกไซด์แล้วจัดเรียงลำดับออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน ใส่ลงในตารางที่กำหนดให้ (เอกสารหมายเลข 4.2.2)

2.3 แบ่งกลุ่มอภิปรายการจัดเรียงลำดับออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน ว่ามีปัญหอะไรบ้าง (เอกสารหมายเลข 4.2.3)

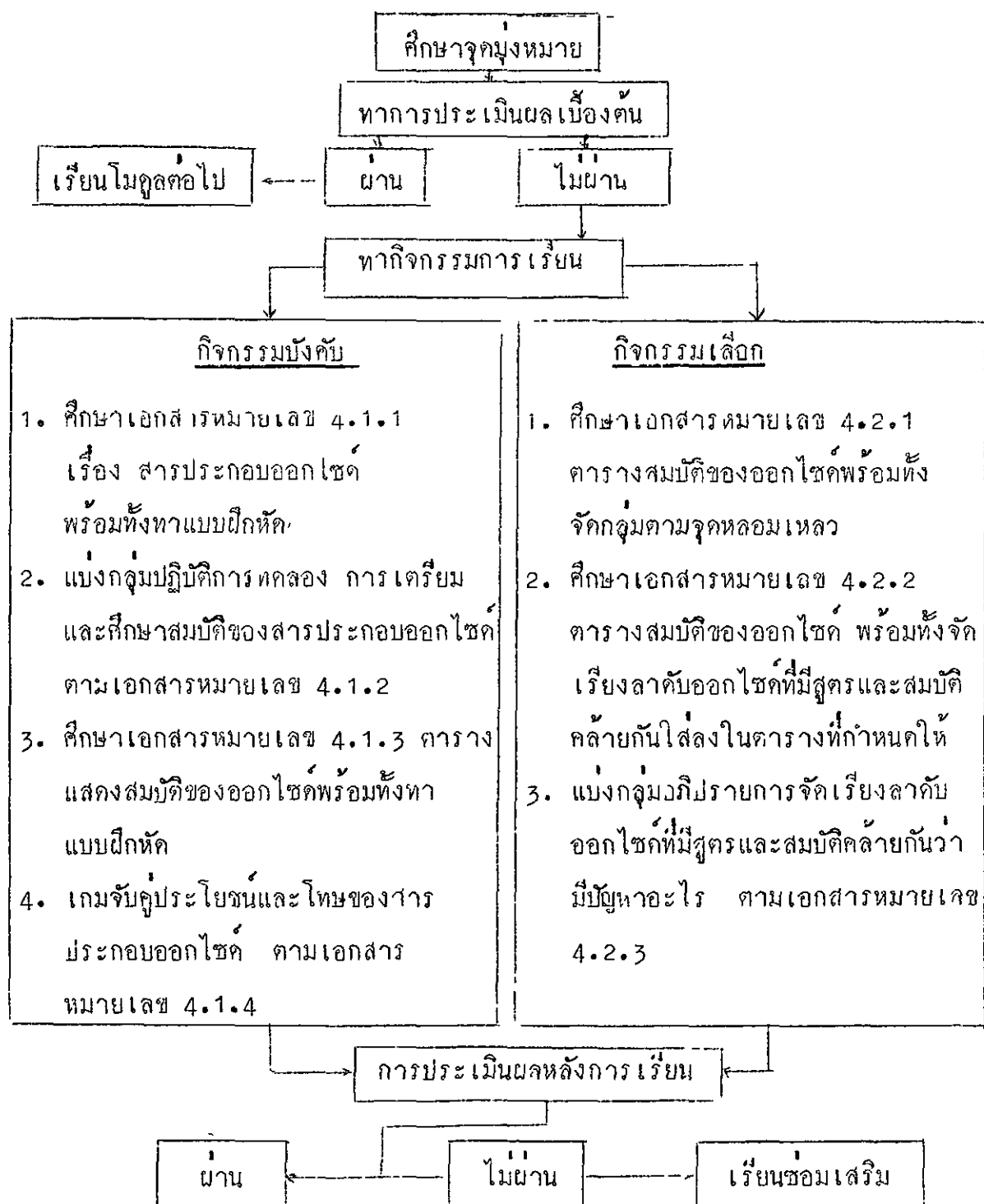
การประเมินผลหลังเรียน

1. ตรวจผลงานของผู้เรียนทั้งงานรายบุคคลและงานกลุ่ม
2. สังเกตการปฏิบัติงานขณะที่ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
3. ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ

การเรียนรู้ซ่อมเสริม

ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้ใหม่ หรือคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีสมรรถภาพความจำเป็นอย่างที่วางไว้

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเรียนรู้บทเรียนโมดูลที่ 4 : สารประกอบออกไซด์



เอกสารหมายเลข 4.1.1

สารประกอบออกไซด์

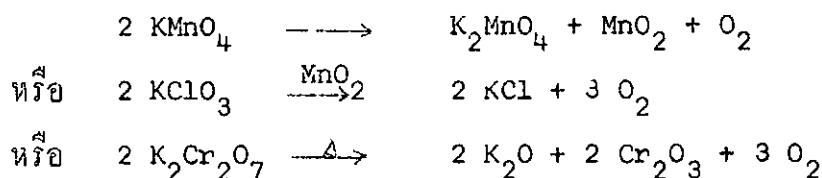
สารประกอบออกไซด์

สารประกอบออกไซด์ คือ สารประกอบที่เกิดขึ้นจากธาตุรวมตัวกับออกซิเจน แบ่งออกได้หลายประเภท ดังนี้ :

- เบสิกออกไซด์ (Basic Oxide) เป็นสารประกอบออกไซด์ของโลหะ เช่น Na_2O , K_2O มีสมบัติ ดังนี้
 - 1.1 ทำปฏิกิริยากับกรดได้เกลือกับน้ำ
 - 1.2 ถ้าละลายน้ำจะได้สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นเบส
 - 1.3 มีจุดหลอมเหลวสูง
- แอซิดิกออกไซด์ (Acidic Oxide) เป็นสารประกอบออกไซด์ของโลหะ เช่น CO_2 , SO_2 มีสมบัติ ดังนี้
 - 2.1 ทำปฏิกิริยากับเบสได้เกลือกับน้ำ
 - 2.2 ถ้าละลายน้ำได้ จะได้สารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด
 - 2.3 มีจุดหลอมเหลวต่ำ
- แอมโฟเทอริกออกไซด์ (Amphoteric Oxide) เป็นออกไซด์ที่สามารถทำปฏิกิริยาได้ทั้งกรดและเบส เช่น ZnO
- เปอร์ออกไซด์ (Peroxide) จะมีธาตุออกซิเจนมากกว่าปกติ เช่น H_2O_2 , Na_2O_2 , BaO_2
- ซับออกไซด์ (Sub Oxide) มีธาตุออกซิเจนน้อยกว่าปกติ เช่น $\text{Pb}_2\text{O} \leftarrow \text{PbO}$, $\text{K}_4\text{O} \leftarrow \text{K}_2\text{O}$
- นิวตรอลออกไซด์ (Neutral Oxide) หมายถึง ออกไซด์ที่ไม่ทำปฏิกิริยาทั้งกรดและเบส เช่น CO , N_2O , NO , H_2O
- Compound Oxide หรือ Mixed Oxide หมายถึง สารประกอบออกไซด์ที่มีองค์ประกอบเสมือนกับว่าประกอบด้วยออกไซด์ 2 ชนิด เช่น Fe_3O_4 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$), Pb_3O_4 ($2\text{PbO} + \text{PbO}_2$), Mn_3O_4 ($\text{MnO}_2 + 2\text{MnO}$)

การเตรียมสารประกอบออกไซด์

เราเตรียมก๊าซออกซิเจนก่อน โดยการเผา KMnO_4 , KClO_3 ดังสมการ



เมื่อได้ O_2 แล้วก็ผ่านก๊าซออกซิเจนไปหาปฏิกิริยากับธาตุที่เผาจนร้อนจัดจะมีปฏิกิริยารุนแรงกว่าตอนเผาในอากาศ เพราะในหลอดเก็บก๊าซมีแต่ O_2 ล้วน ๆ

ประโยชน์ของสารประกอบออกไซด์

1. CO_2 ใช้ในอุตสาหกรรมทำน้ำอัดลมและน้ำโซดา
 2. SiO_2 ใช้ทำแก้ว
 3. เป็นสินค้าออกที่สำคัญ เช่น แร่ดีบุก (SnO_2) แร่เหล็ก (Fe_2O_3)
- หรือเรียก สัมาไคต์
4. CO_2 มีบทบาทในชีวิตประจำวันทั้งพืชและสัตว์

โทษของสารประกอบออกไซด์

ทำให้เกิดมลภาวะในอากาศ เช่น CO , CO_2 , SO_2 , N_2O , NO , NO_2 จะกล่าวได้ ดังนี้

SO_2 มาจากท่อไอเสียรถยนต์และปล่องถ่ายอากาศเสียของโรงงานอุตสาหกรรม จะทำให้ผู้ที่สูดเข้าไปเกิดเป็นหลอดลมอักเสบ ถ้ามีมากอาจจะทำให้ตายได้

CO ทำให้ระบบหายใจทำงานไม่สะดวก ถ้าสูดเข้าไปมากอาจจะตายในไม่กี่ชั่วโมงได้

CO_2 ทำให้อากาศร้อนขึ้น ถ้ามีมากผู้ที่อยู่บริเวณนั้นจะรู้สึกอ่อนเพลีย

NO มีกลิ่นฉุนทำลายเยื่อจมูกหลอดลมและขัดขวางการรับ O_2 ของเม็ดเลือด

NO_2 ทำให้หลอดลมอักเสบ ถ้าสูดเข้าไปมากปอดจะอักเสบรุนแรง

SO_3 เมื่อหาปฏิกิริยากับความชื้นจะได้กรด H_2SO_4 ทำให้สิ่งก่อสร้างผุกร่อน

แบบฝึกหัด

สารประกอบออกไซด์

คำสั่ง : จงเติมกลางในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สารประกอบออกไซด์ คือ
2. เบสิกออกไซด์ คือ
3. เบสิกออกไซด์ เช่น ...
4. เบสิกออกไซด์มีจุดหลอมเหลวสูงหรือต่ำ
5. แอมโฟเทอริกออกไซด์ เป็นสารประกอบที่สามารถหาปฏิกิริยาได้ทั้ง
เช่น
6. เปอร้อกไซด์ หมายถึง สารประกอบที่มีธาตุ มากกว่าปกติ
7. ตัวอย่างของสารพวกเปอร้อกไซด์ ได้แก่
8. สารประกอบออกไซด์ที่เป็นสินค้าออกของไทย ได้แก่
9. สารประกอบออกไซด์ในน้ำโซดาและน้ำอัดลม ได้แก่
10. สารประกอบออกไซด์ที่มีพิษ ได้แก่

เฉลยแบบฝึกหัด

สารประกอบออกไซด์

1. สารประกอบที่เกิดจากธาตุรวมตัวกับออกซิเจน
2. สารประกอบที่ถ้าละลายน้ำจะได้สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นเบส
3. Na_2O
4. ฟุ้ง
5. กรดและเบส, ZnO
6. ออกซิเจน
7. H_2O_2 , Na_2O_2
8. แร่คิงส์และแร่เหล็ก
9. CO_2
10. CO , CO_2 , SO_2 , N_2O , NO , NO_2

เอกสารหมายเลข 4 1.2

คู่มือปฏิบัติการทดลอง
การ เตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบออกไซด์

คู่มือปฏิบัติการทดลอง

การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบออกไซด์

จุดมุ่งหมาย

1. เตรียมก๊าซออกซิเจนและสารประกอบออกไซด์ได้
2. บอกลักษณะของปฏิกิริยาของธาตุในออกซิเจนได้
3. เขียนสูตรของสารประกอบออกไซด์บางตัวได้
4. ทดสอบได้ว่าสารละลายออกไซด์ของธาตุใดมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส
5. จาแนกสารประกอบออกไซด์ของธาตุออกเป็นกลุ่มตามสมบัติที่ทดสอบได้

อุปกรณ์

1. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	5 g	(5 ช้อน เบอร์ 2)
2. ถ่านไม้ก้อนเล็ก ๆ		1 ก้อน
3. โซเดียมขนาดเมล็ดเทาดั่วเขียว		1 ชิ้น
4. ลวดแมกนีเซียม	3 cm	
5. ฟอสฟอรัสแดง	0.5 g	
6. น้ำกลั่น	30 cm ³	
7. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินและสีแดงอย่างละ		6 ชิ้น
8. หลอดทดลองขนาดใหญ่		5 หลอด
9. จุกยางหรือจุกคอรักสำหรับปิดหลอดทดลองขนาดใหญ่		4 อัน
10. จุกยางที่มีหลอดนำก๊าซเสียบอยู่พร้อมด้วยสายยางยาว	30 cm	1 จุก
11. อ่างน้ำ		1 ใบ
12. ตะเกียงอัลกอฮอล์		1 ดวง
13. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง		1 ชุด
14. ช้อนโลหะ		1 อัน
15. แท่งแก้ว		1 อัน
16. คีมโลหะ		1 อัน

วิธีทดลอง

1. บรรจุโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตประมาณ 5 กรัม ลงในหลอดทดลอง ขนาดใหญ่ชนิดทนไฟ เติมหลอคทดลองด้วยตะเกียงอัลกอฮอล์แล้วเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นโดยวิธี แทนที่น้ำในหลอดทดลองขนาดใหญ่ 4 หลอด แล้วใช้จุกคอร์กปิดหลอดเก็บก๊าซวางคว่ำไว้
2. นำถ่านไม้ (C) โซเดียม (Na) แมกนีเซียม (Mg) ฟอสฟอรัส (P) มาครึ่งละหว่าใส่ในช้อนโลหะ เติมหว่าในเปลวไฟของตะเกียงอัลกอฮอล์ พอให้เริ่มไฟติด (เฉพาะแมกนีเซียมให้ใช้คีบโลหะจับหว่า) รีบนำไปหย่อนลงในหลอดแก้วเก็บก๊าซออกซิเจน แล้วถึงช้อนโลหะออกใช้จุกคอร์กปิดหลอดไว้ สังเกตลักษณะของปฏิกิริยาและผลิตภัณฑ์
3. เติมน้ำกลั่นลงในหลอดเก็บก๊าซประมาณ 5 cm^3 เขย่าเพื่อให้สารที่ได้จากปฏิกิริยาละลาย แล้วนำสารละลายไปทดสอบความเป็นกรดด้วยกระดาษลิตมัส และสังเกตผลการทดลอง

หมายเหตุ

1. ขณะเผา KMnO_4 อย่าใช้ไฟแรงมาก
2. ขณะเผาลวด Mg ไม่ควรจ้องดูเปลวไฟเพราะอาจเป็นอันตรายต่อดวงตาได้
3. หลอดทดลองที่ใช้เตรียมก๊าซออกซิเจนต้องแห้งสนิท

บันทึกผลการทดลอง

การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบออกไซด์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ธาตุ	ลักษณะของ ปฏิกิริยาใน อากาศ	ลักษณะของ ปฏิกิริยาใน ออกซิเจน	ลักษณะของ สาร ออกไซด์	สูตรของ ออกไซด์	การ ละลาย	ความเป็นกรด หรือเบสของ สารละลาย
C		.	.	CO_2	.....	.....
Na				Na_2O}	.....	.....
Mg		.		MgO}	.....	.....
P				P_4O_{10}	.....	.....
S				SO_2	.....	.....
Ca		.		CaO}	.....	.....
.....				.		
.....						

สรุปผลการทดลอง

1. การเผาธาตุในก๊าซออกซิเจนเกิดปฏิกิริยารุนแรงกว่าการเผาธาตุใน ..
..... ;..... ..
2. การเตรียมสารประกอบออกไซด์โดยเผาธาตุในอากาศพอเริ่มติดไฟ แล้ว
นำไปทำปฏิกิริยากับ.....
3. สารละลายออกไซด์ของโลหะเป็น ส่วนสารละลาย
ออกไซด์ของอโลหะเป็น

เนลยบันทึกผลการทดลอง

การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบออกไซด์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ธาตุ	ลักษณะของ ปฏิกิริยาใน อากาศ	ลักษณะของ ปฏิกิริยาใน ออกซิเจน	ลักษณะของ สารประกอบ ออกไซด์	สูตรของ ออกไซด์	การ ละลาย	ความเป็นกรด หรือ เบสของ สารละลาย
C (ถ่านไม้)	ติดไฟ	ลุกเป็นเปลว ไฟสว่าง	ก๊าซไม่มีสี	CO_2	ละลาย	กรด
Na	ลุกเป็นเปลว ไฟสว่าง	ลุกเป็นเปลว ไฟสว่าง	ของแข็ง สีขาว	Na_2O	ละลาย ได้ดี	เบส
Mg	ลุกเป็นเปลว ไฟสว่างจ้า	ลุกเป็นเปลว ไฟสว่างจ้า	ของแข็ง สีขาว	MgO	ละลาย ได้น้อย	เบส
P	ลุกไหม้	ลุกไหม้	ของแข็ง สีขาว	P_4O_{10}	ละลาย	กรด
S	ลุกไหม้	ลุกเป็นเปลว ไฟสีม่วง	ก๊าซ ไม่มีสี	SO_2	ละลาย	กรด
Ca	ลุกไหม้	ลุกไหม้เป็น เปลวไฟ สว่าง	ผงสีขาว	CaO	ละลาย	เบส

สรุปผลการทดลอง

1. อากาศ
2. ออกซิเจน
3. เบส, กรด

เอกสารหมายเลข 4.1.๖

ตารางแสดงสมบัติของสารประกอบออกไซด์

ตารางแสดงสมบัติทางประการของสารประกอบออกไซด์ 20 ธาตุแรกเรียงตามมวลอะตอม

เลขที่	ธาตุ	มวลอะตอม	สูตร	สมบัติของสารประกอบออกไซด์		
				จุดหลอมเหลว (°C)	สถานะ	ความเป็นกรดหรือ เบสของสารละลาย
1	H	1.008	H ₂ O	0	ของเหลว	กลาง
2	He	4.003	-	-	-	-
3	Li	6.94	Li ₂ O	1700	ของแข็ง	เบส
4	Be	9.01	BeO	2530	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
5	B	10.81	B ₂ O ₃	460	ของแข็ง	กรด
6	C	12.01	CO ₂	-57	ก๊าซ	กรด
7	N	14.01	N ₂ O ₅	30	ของแข็ง	กรด
8	O	16.00	O ₂	-218	ก๊าซ	ละลายน้ำได้เล็กน้อย
9	F	19.00	OF ₂	-224	ก๊าซ	กรด
10	Ne	20.18	-	-	-	-
11	Na	22.99	Na ₂ O	1275	ของแข็ง	เบส
12	Mg	24.31	MgO	2800	ของแข็ง	เบส
13	Al	26.98	Al ₂ O ₃	2045	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
14	Si	28.09	SiO ₂	1703	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
15	P	30.97	P ₄ O ₁₀	580	ของแข็ง	กรด
16	S	32.06	SO ₂	73	ก๊าซ	กรด
17	Cl	35.45	Cl ₂ O	20	ก๊าซ	กรด
18	K	39.10	K ₂ O	350 (ละลายตัว)	ของแข็ง	เบส
19	Ar	39.95	-	-	-	-
20	Ca	40.08	CaO	2580	ของแข็ง	เบส

แบบฝึกหัด

คำสั่ง : จากตารางแสดงสมบัติของออกไซด์ จงเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ออกไซด์ของโลหะ ได้แก่
2. ออกไซด์ของอโลหะ ได้แก่
3. ออกไซด์ของโลหะจะมีจุดหลอมเหลว
4. ออกไซด์ของอโลหะจะมีจุดหลอมเหลว
5. ออกไซด์ของโลหะจะมีสถานะเป็น
6. ออกไซด์ของอโลหะจะมีสถานะเป็น และ
7. ออกไซด์ของโลหะที่เป็นของแข็ง ได้แก่
8. สารละลายออกไซด์ของโลหะส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็น
9. สารละลายออกไซด์ของโลหะที่มีคุณสมบัติเป็นกรด เช่น
10. สารละลายออกไซด์ของโลหะที่ไม่ละลายน้ำ เช่น
11. สารละลายออกไซด์ของอโลหะส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็น
12. สารละลายออกไซด์ของอโลหะที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง เช่น
13. ออกไซด์ของอโลหะที่ละลายน้ำได้เล็กน้อย ได้แก่
14. ออกไซด์ของอโลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ (แต่ไม่ถึงกับติดลบ) ได้แก่

แจกแบบฝึกหัด

การวางแผนกึ่งสมบัติของออกไซด์

1. Li_2O , K_2O , BeO , CaO , Na_2O , MgO , B_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2
2. H_2O , CO_2 , N_2O_3 , P_4O_{10} , SO_2 , OF_2 และ Cl_2O
3. สูง
4. ต่ำ
5. ของแข็ง
6. ของแข็งและก๊าซ
7. N_2O_5 , P_4O_{10}
8. เบส
9. B_2O_3
10. BeO , Al_2O_3 , SiO_2
11. กรด
12. H_2O
13. O_2
14. N_2O_5

เอกสารหมายเลข 4.1.4

คู่มือเล่นเกมจับคู่
ประโยชน์และโทษของสารประกอบออกไซด์

เกมจับคู่ประโยชน์และโทษของสารประกอบออกไซด์

อุปกรณ์

1. กล้องใสแผ่นข้อความฝ่ายละ	1 กล้อง
2. บัตรข้อความฝ่ายละ	1 ชุด
3. แผ่นเฉลยคำตอบ	1 แผ่น

กติกา

1. ควรมีผู้เล่นอย่างน้อย 2 คน (ไม่ควรเกิน 4 คน)
2. ให้ผู้เล่นแบ่งออกเป็น 2 ฝ่าย แต่ละฝ่ายหยิบเฉลยคำตอบคนละ 2 นาที แล้วเก็บเข้าที่
3. ให้แต่ละฝ่ายหยิบแผ่นข้อความที่มีสีเดียวกันและมีความหมายสัมพันธ์กันมาเรียงเพื่อจับคู่กัน
4. ผู้ที่จับคู่ได้ถูกต้องมากที่สุดแล้วเสร็จก่อนภายในเวลา 3 นาที ถือว่าเป็นผู้ชนะ

แผนเฉลยคาตอบ

น้ำอัดลมหรือน้ำโซดา	-	CO_2
ใช้ทาแก้ว	-	SiO_2
สีน้ำตาลออก	-	SnO_2
สีน้ำตาลออก	-	Fe_2O_3
บทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน	-	CO_2
มลภาวะในอากาศ	-	CO, CO_2
หลอดลมอักเสบ	-	NO_2
กลิ่นฉุนทำลายเยื่อจมูก	-	NO
สิ่งก่อสร้างบุกร่อน	-	SO_3
ท่อไอเสียรถยนต์	-	SO_2

เอกสารหมายเลข 4.2.1

ตารางแสดงสมบัติของออกไซด์ สำหรับการจับกลุ่มตามรูปหลอมเหลว

ตารางสมบัติของออกไซด์

เลขที่	ธาตุ	มวลอะตอม	สูตร	สมบัติของสารประกอบออกไซด์		
				จุดหลอมเหลว (°C)	สถานะ	ความเป็นกรดหรือ เบสของสารละลาย
1	H	1.008	H ₂ O	0	ของเหลว	กลาง
2	He	4.003	-	-	-	-
3	Li	6.94	Li ₂ O	1700	ของแข็ง	เบส
4	Be	9.01	BeO	2530	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
5	B	10.81	B ₂ O ₃	460	ของแข็ง	กรด
6	C	12.01	CO ₂	-57	ก๊าซ	กรด
7	N	14.01	N ₂ O ₅	30	ของแข็ง	กรด
8	O	16.00	O ₂	-218	ก๊าซ	ละลายน้ำได้เล็กน้อย
9	F	19.00	OF ₂	-224	ก๊าซ	กรด
10	Ne	20.18	-	-	-	-
11	Na	22.99	Na ₂ O	1275	ของแข็ง	เบส
12	Mg	24.31	MgO	2800	ของแข็ง	เบส
13	Al	26.98	Al ₂ O ₃	2045	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
14	Si	28.09	SiO ₂	1703	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
15	P	30.97	P ₄ O ₁₀	580	ของแข็ง	กรด
16	S	32.06	SO ₂	-73	ก๊าซ	กรด
17	Cl	35.45	Cl ₂ O	20	ก๊าซ	กรด
18	K	39.10	K ₂ O	350 (ละลายตัว)	ของแข็ง	เบส
19	Ar	39.95	-	-	-	-
20	Ca	40.08	CaO	2580	ของแข็ง	เบส

เฉลย

การจัดกลุ่มออกไซด์ตามจุดหลอมเหลว

ออกไซด์ที่มีจุดหลอมเหลวสูง		ออกไซด์ที่มีจุดหลอมเหลว ค่อนข้างสูง		ออกไซด์ที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ	
สูตรของ ออกไซด์	จุดหลอมเหลว (°C)	สูตรของ ออกไซด์	จุดหลอมเหลว (°C)	สูตรของ ออกไซด์	จุดหลอมเหลว (°C)
Li_2O	1700	B_2O_3	460	H_2O	0
BeO	2530	P_4O_{10}	580	CO_2	-57
Na_2O	1275	K_2O	350	N_2O_5	30
MgO	2800			O_2	-218
Al_2O_3	2045			OF_2	-224
SiO_2	1703			SO_2	-73
CaO	2580			Cl_2O	-20

เอกสารหมายเลข 4.๔.2

ตารางสมบัติของออกไซด์ สำหรับเรียงลำดับตามสูตรและสมบัติคล้ายกัน

ตารางแสดงสมบัติบางประการของสารประกอบออกไซด์ 20 ธาตุแรกเรียงตามอะตอม

เลขที่	ธาตุ	มวลอะตอม	สูตร	สมบัติของสารประกอบออกไซด์		
				จุดหลอมเหลว (°C)	สถานะ	ความเป็นกรดหรือ เบสของสารละลาย
1	H	1.008	H ₂ O	0	ของเหลว	กลาง
2	He	4.003		-	-	-
3	Li	6.94	Li ₂ O	1700	ของแข็ง	เบส
4	Be	9.01	BeO	2530	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
5	B	10.81	B ₂ O ₃	460	ของแข็ง	กรด
6	C	12.01	CO ₂	-57	ก๊าซ	กรด
7	N	14.01	N ₂ O ₅	30	ของแข็ง	กรด
8	O	16.00	O ₂	-218	ก๊าซ	ละลายน้ำได้เล็กน้อย
9	F	19.00	OF ₂	-224	ก๊าซ	กรด
10	Ne	20.18		-	-	-
11	Na	22.99	Na ₂ O	1275	ของแข็ง	เบส
12	Mg	24.31	MgO	2800	ของแข็ง	เบส
13	Al	26.98	Al ₂ O ₃	2045	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
14	Si	28.09	SiO ₂	1703	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
15	P	30.97	P ₄ O ₁₀	580	ของแข็ง	กรด
16	S	32.06	SO ₂	-73	ก๊าซ	กรด
17	Cl	35.45	Cl ₂ O	20	ก๊าซ	กรด
18	K	39.10	K ₂ O	350 (สลายตัว)	ของแข็ง	เบส
19	Ar	39.95		-	-	-
20	Ca	40.08	CaO	2580	ของแข็ง	เบส

คำสั่ง : จากตารางให้นักเรียนจัดเรียงลำดับของออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน
อยู่ในช่องแนวดิ่งตรงกันแล้วบันทึกลงในตาราง

เฉลยกาตอบ

การจัดเรียงลำดับของออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน

H_2O	(He)	Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5	(O_2)
OF_2	(Ne)	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_4O_{10}	SO_2
Cl_2O	K_2O	Ar	CaO				

เอกสารหมายเลข 4.2.3

หัวข้ออภิปรายการจัดเรียงลำดับออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน

หัวข้ออภิปรายการจัดเรียงลำดับออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน

คำสั่ง : จากตารางข้างล่างนี้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆละ 4 - 5 คน เพื่ออภิปรายในหัวข้อ
"ปัญหาที่พบในการจัดเรียงลำดับออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน"

H_2O	(He)	Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5	(O_2)
OF_2	(Ne)	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_4O_{10}	SO_2
Cl_2O	K_2O	Ar	CaO				

เฉลยปัญหาอภิปราย

การจัดเรียงลำดับออกไซด์ที่มีสูตรและสมบัติคล้ายกัน

ปัญหาที่พบมีดังนี้

1. OF_2 และ Cl_2O มีสูตรเหมือน H_2O แต่มีสมบัติต่างกัน
 2. Ar และ K_2O ต้องสลับที่กันจึงจะอยู่ในกลุ่มที่มีสมบัติเหมือนกัน
 3. N_2O_5 กับ P_4O_{10} มีสูตรไม่เหมือนกัน แต่มีสมบัติคล้ายกัน
 4. SiO_2 มีจุดหลอมเหลวสูงเหมือนออกไซด์โลหะ แต่มีสูตรเหมือน CO_2
- แสดงว่า Si มีสมบัติเป็นทั้ง โลหะและอโลหะ

คู่มือผู้สอน
บทเรียนโมดูลที่ 5 สารประกอบซิลไฟด์

คู่มือผู้สอบ บทเรียนโมดูลที่ 5 เรื่อง สารประกอบซัลไฟด์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ตรวจสอบเอกสารต่อไปนี้ให้ครบ :

- 1.1 คาชี้แจงบทเรียนโมดูลที่ 5 เรื่อง สารประกอบซัลไฟด์
 - 1.2 คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 5 เรื่อง สารประกอบซัลไฟด์
 - 1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำบทเรียนโมดูลที่ 5 เรื่อง สารประกอบซัลไฟด์
 - 1.4 เอกสารหมายเลข 5.1.1 เรื่อง สารประกอบซัลไฟด์
 - 1.5 เอกสารหมายเลข 5.1.2 คู่มือปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบซัลไฟด์
 - 1.6 เอกสารหมายเลข 5.1.3 บทเรียนโปรแกรม ประโยชน์และโทษของสารประกอบซัลไฟด์
 - 1.7 เอกสารหมายเลข 5.2.1 ตารางสมบัติของสารประกอบซัลไฟด์
 - 1.8 เอกสารหมายเลข 5.2.2 ตารางสมบัติของสารประกอบซัลไฟด์
- จัดกลุ่มตามจุดหลอมเหลว
- 1.9 เอกสารหมายเลข 5.2.3 สารประกอบซัลไฟด์ตามสูตรและสมบัติที่คล้ายกัน

2. ศึกษารายละเอียดของบทเรียนโมดูลที่ 5 (ตามข้อ 1)

3. ให้ผู้เรียนศึกษาคาชี้แจง บทเรียนโมดูลที่ 5 ตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)

4. ให้ผู้เรียนหาแบบทดสอบก่อนการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ
จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
5. ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนต่อไปนี้ :

5.1 กิจกรรมบังคับ

5.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 5.1.1 เรื่อง สารประกอบ
ซัลไฟด์ พร้อมทั้งหาแบบฝึกหัด (10 นาที)

5.1.2 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติของ
สารประกอบซัลไฟด์ ตามเอกสารหมายเลข 5.1.2 (40 นาที)

5.1.3 ศึกษาหาเรียนโปรแกรม ประโยชน์และโทษของสารประกอบ
ซัลไฟด์ตามเอกสารหมายเลข 5.1.3 (15 นาที)

5.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนอย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

5.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 5.2.1 ตารางสมบัติของสาร
ประกอบซัลไฟด์พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงในตารางที่กำหนดให้

5.2.2 ศึกษาเอกสารหมายเลข 5.2.2 ตารางสมบัติของสารประกอบ
ซัลไฟด์พร้อมทั้งจัดกลุ่มตามจุดหลอมเหลว

5.2.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 5.2.3 จัดเรียงสารประกอบ
ซัลไฟด์ตามสูตรและสมบัติที่คล้ายกัน

6. ให้ผู้เรียนหาแบบทดสอบหลังการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ
จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%

7. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ หรืออาจคิดกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

8. บทบาทของผู้สอน

8.1 ควรอยู่ในห้องเรียนเพื่อให้คำปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด

8.2 รวบรวมเอกสารทุกชิ้นเก็บเข้าที่ไว้ให้เรียบร้อย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ประจําบทเรียนโมดูลที่ 5 สารประกอบซัลไฟด์

แบบทดสอบ บทเรียนโมดูลที่ 5 เรื่อง สารประกอบซัลไฟด์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 10 นาที

1. ข้อใดที่ใช้เตรียมสารประกอบซัลไฟด์ ?	4. สารอะไรใช้ทำไฟโคเซลล์ในเครื่องวัดแสงที่ใช้กับกล้องถ่ายภาพ ?
ก. โลหะเผากับกำมะถันโดยตรง	ก. PbS
ข. อโลหะเผากับกำมะถันโดยตรง	ข. CaS
ค. โลหะหาปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริก	ค. CS ₂
ง. โลหะหาปฏิกิริยากับกรดไนตริก	ง. ZnS
จ. โลหะหาปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก	จ. Na ₂ S
2. ซัลไฟด์ของโลหะเมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายที่มีสมบัติอย่างไร ?	5. จากการทดลองพบว่าธาตุ A เป็นของแข็งนำไฟฟ้าได้ ซัลไฟด์ของธาตุ A มีฤทธิ์เป็นเบสและมีสูตรเป็น A ₂ S ธาตุ A ควรจัดอยู่ในกลุ่มซัลไฟด์ของธาตุใด ?
ก. กรด	ก. F ₂ S, SCl ₂ , BeS
ข. เบส	ข. Li ₂ S, K ₂ S
ค. กลาง	ค. H ₂ S, SO ₂
ง. กรด, กลาง	ง. SO ₂ , SCl ₂
จ. กรด, เบส	จ. F ₂ S, SO ₂ , CS ₂
3. ซัลไฟด์ของโลหะมีคุณสมบัติอย่างไร ?	6. ซัลไฟด์ชนิดใด <u>ไม่</u> ละลายน้ำ ?
ก. เป็นกรด	ก. P ₂ S ₅ , CS ₂
ข. เป็นเบส	ข. H ₂ S, SO ₂
ค. เป็นก๊าซ	ค. SF ₄ , SCl ₂
ง. เป็นของแข็ง	ง. Li ₂ S, Na ₂ S
จ. เป็นของเหลว	จ. B ₂ S ₃ , Al ₂ S ₃

คำสั่ง : ให้ใช้ข้อมูลในการวางข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 13-15

ธาตุ	สูตร	สมบัติของสารประกอบซัลไฟด์	
		จุดหลอมเหลว (°C)	ความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย
A	A_2S	-83	กรด
B	BS_2	-111	ไม่ละลาย
C	C_2S	1180	เบส
D	DS	>2000	เบส
E	E	-	-

13. ธาตุใดที่มีสมบัติไม่เข้าพวกกับธาตุ
อื่น ๆ ?

- ก. ธาตุ A และ B
- ข. ธาตุ B และ C
- ค. ธาตุ D และ E
- ง. ธาตุ E
- จ. ธาตุ A

14. BS_2 น่าจะเป็นสารชนิดใด ?

- ก. SCl_2
- ข. CS_2
- ค. S_1S_2
- ง. Li_2S
- จ. Na_2S

15. ธาตุใดควรเป็นโลหะ ?

- ก. ธาตุ A และ B
- ข. ธาตุ B และ C
- ค. ธาตุ C และ D
- ง. ธาตุ A และ C
- จ. ธาตุ ABC และ E

7. ซัลไฟด์ข้อใดที่เป็นของแข็งและมีจุดหลอมเหลวสูง ?
- H_2S
 - MgS
 - N_2S_5
 - SO_2
 - SCl_2
8. เมื่อนำ Al_2S_3 ไปละลายน้ำจะได้ก๊าซข้อใด ?
- SO_2
 - CO_2
 - H_2S
 - SF_4
 - SO_3
9. สารเรืองแสงบนหน้าปัทมนาฬิกาทำด้วยสารใด ?
- CS_2
 - ZnS
 - CdS
 - Na_2S
 - Sb_2S_3
10. ซัลไฟด์ชนิดใดเป็นแร่ที่เกิดในธรรมชาติ ?
- CaS
 - PbS
 - MgS
 - Na_2S
 - CS_2
11. เครื่องหมายบนขอบทางเพื่อให้นักขับรถสังเกตเห็นในเวลากลางคืนทาค้วยสารใด ?
- ฉิ่งซัลไฟด์
 - โซเดียมซัลไฟด์
 - แคลเซียมซัลไฟด์
 - คาร์บอนไดซัลไฟด์
 - อะลูมิเนียมซัลไฟด์
12. สารใดที่ใช้ในอุตสาหกรรมสีย้อม ?
- ซิงค์ไธไฟด์
 - โซเดียมซัลไฟด์
 - แคลเซียมซัลไฟด์
 - คาร์บอนไดซัลไฟด์
 - โพแทสเซียมซัลไฟด์

คู่มือผู้เรียน
บทเรียนโมดูลที่ 5 สารประกอบซัลไฟด์

คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 5 เรื่อง สารประกอบซิลไฟด์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ศึกษาคำชี้แจงบทเรียนโมดูลตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
2. ทาแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. กระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ :
 - 3.1 กิจกรรมบังคับ
 - 3.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 5.1.1 เรื่อง สารประกอบซิลไฟด์ พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (10 นาที)
 - 3.1.2 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบซิลไฟด์ ตามเอกสารหมายเลข 5.1.2 (40 นาที)
 - 3.1.3 ศึกษาบทเรียนโปรแกรม ประโยชน์และโทษของสารประกอบซิลไฟด์ ตามเอกสารหมายเลข 5.1.2 (15 นาที)
 - 3.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

 - 3.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 5.2.1 ตารางสมบัติของสารประกอบซิลไฟด์ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงในตารางที่กำหนดให้
 - 3.2.2 ศึกษาเอกสารหมายเลข 5.2.2 ตารางสมบัติของสารประกอบซิลไฟด์ พร้อมทั้งจัดกลุ่มตามจุดหลอมเหลว
 - 3.2.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 5.2.3 จัดเรียงสารประกอบซิลไฟด์ ตามสูตรและสมบัติที่คล้ายกัน

4. ทาแบบทดสอบหลังการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%

5. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนที่ระบุไว้ใหม่ หรืออาจทำกิจกรรมโดยกิจอื่นใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

คำชี้แจง
บทเรียนโมดูลที่ 5 สารประกอบซิลไฟด์

บทเรียนโมดูลที่ 5 เรื่อง สารประกอบซัลไฟด์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

จุดมุ่งหมาย

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้ได้ :

1. เตรียมสารประกอบซัลไฟด์ได้
2. ทดสอบความเป็นกรดหรือเบสของสารละลายสารประกอบซัลไฟด์ได้
3. บอกได้ว่าสารประกอบซัลไฟด์ชนิดใดจะละลายหรือไม่จะละลายน้ำ
4. สรุปสมบัติของสารละลายซัลไฟด์ของธาตุโลหะและอโลหะได้
5. เขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบซัลไฟด์บางชนิดได้
6. อธิบายโทษของสารประกอบซัลไฟด์ได้

ความรู้พื้นฐาน

ไม่จำเป็นต้องมี

การประเมินผลเบื้องต้น

การประเมินผลเบื้องต้นก่อนการเรียน ใช้แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ
 จำนวน 15 ข้อ

กิจกรรมการเรียน

เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ผู้เรียนต้องกระทำกิจกรรมการเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กิจกรรมบังคับและกิจกรรมเลือก ดังนี้ :

1. กิจกรรมบังคับ (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนต่อไปนี้)
 - 1.1 ศึกษาสารประกอบซัลไฟด์ (เอกสารหมายเลข 5.1.1)

1.2 แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบซิลไฟด์ (เอกสารหมายเลข 5.1.2)

1.3 ศึกษาทฤษฎีโปรแกรม ประโยชน์และโทษของสารประกอบซิลไฟด์ (เอกสารหมายเลข 5.1.3)

2. กิจกรรมเลือก (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้อย่างน้อย 1 กิจกรรม)

2.1 ศึกษาตารางสมบัติของสารประกอบซิลไฟด์ แล้วบันทึกข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ (เอกสารหมายเลข 5.2.1)

2.2 ศึกษาตารางสมบัติของสารประกอบซิลไฟด์และจัดกลุ่มตามจุดหลอมเหลว (เอกสารหมายเลข 5.2.2)

2.3 จัดเรียงสารประกอบซิลไฟด์ตามสูตรและสมบัติที่คล้ายกันให้ถูกต้อง (เอกสารหมายเลข 5.2.3)

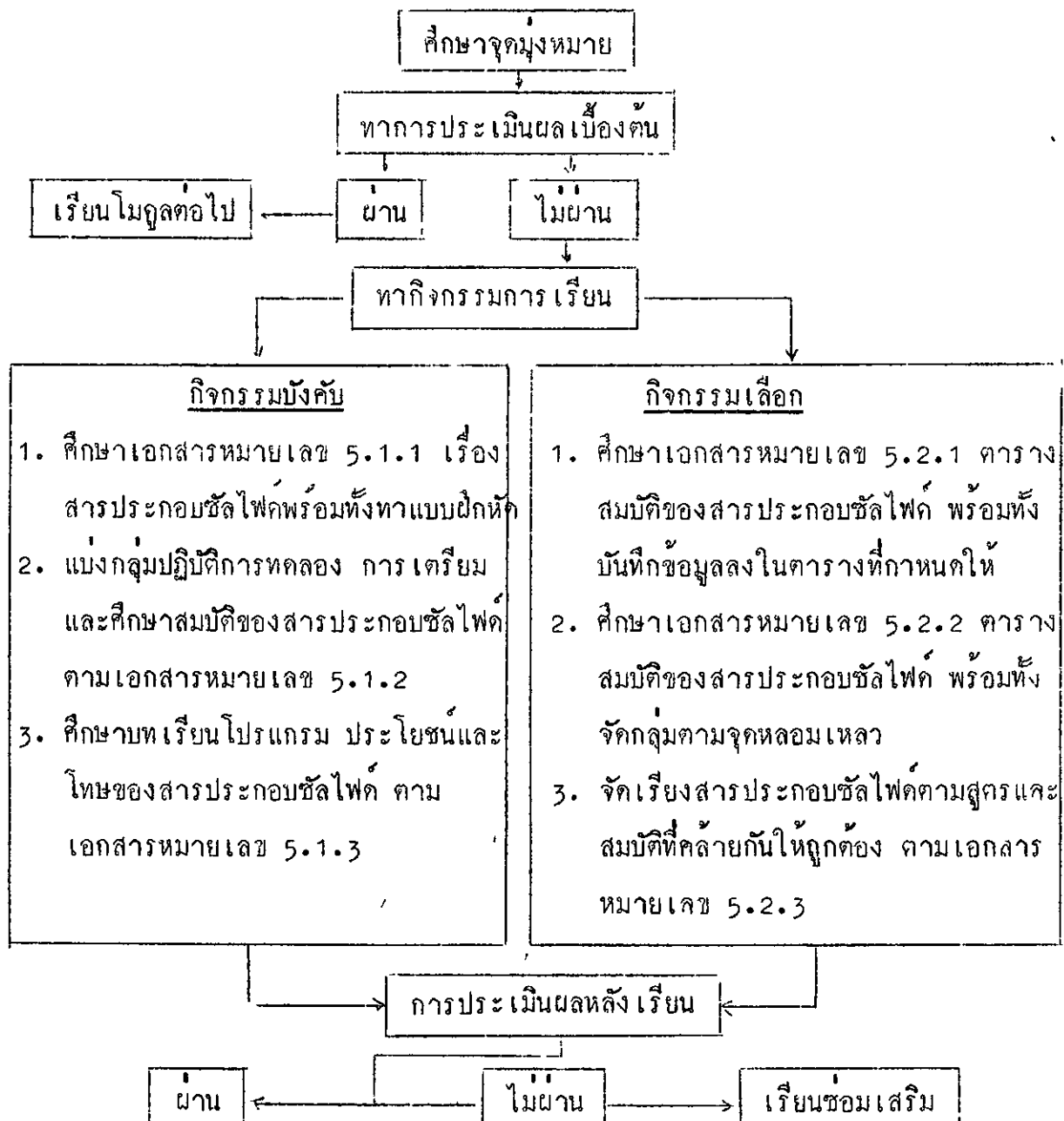
การประเมินผลหลังเรียน

1. ตรวจผลงานของผู้เรียนทั้งงานรายบุคคลและงานกลุ่ม
2. สังเกตการปฏิบัติงานขณะที่ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
3. ใช้แบบทดสอบแบบปรายเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ

การเรียนรู้ซ่อมเสริม

ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุไว้ใหม่ หรือคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเรียนบทเรียนโมดูลที่ 5 . สารประกอบซิลไฟด์



เอกสารหมายเลข 5.1.1

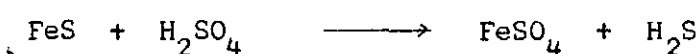
สารประกอบซัลไฟด์

สารประกอบซัลไฟด์

สารประกอบซัลไฟด์ หมายถึง สารประกอบระหว่างธาตุต่าง ๆ กับกำมะถัน ยกเว้นก๊าซเฉื่อย เช่น โซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2)

การเตรียมสารประกอบซัลไฟด์

1. เตรียมได้โดยใช้ FeS ทำปฏิกิริยากับ HCl หรือ H_2SO_4 ดังสมการ



2. ใช้โลหะเผากับกำมะถันโดยตรง ดังสมการ



สารประกอบซัลไฟด์ที่เป็นพิษ ได้แก่ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) มีกลิ่นเหม็นคล้ายไข่เน่า ถ้าสูดเข้าไปจะทำลายระบบประสาท

สารประกอบซัลไฟด์ที่เป็นก๊าซ เช่น H_2S , SO_2

สารประกอบซัลไฟด์ที่เป็นของเหลว เช่น CS_2 , M_2S_5

สารประกอบซัลไฟด์ที่เป็นของแข็ง เช่น Li_2S , Na_2S

สารประกอบซัลไฟด์ที่ไม่ละลายน้ำ เช่น BeS , CS_2 , P_2S_5 , S_8

ประโยชน์ของสารประกอบซัลไฟด์

1. ใช้ในด้านการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
2. ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น ZnS ใช้เป็นสารเรืองแสงสำหรับฉากรับภาพในเครื่องโทรทัศน์ และใช้ทำสารเรืองแสงบนหน้าปัดนาฬิกาและใช้ทำเครื่องหมายขอบทาง
3. ใช้ทำไม้ขีดไฟ เช่น Sb_2S_3
4. ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนังเพื่อให้ขนสัตว์หลุด เช่น Na_2S และใช้ในอุตสาหกรรมทาสีย้อม

5. ใช้ทาโฟโตเซลในเครื่องวัดแสงที่ใช้กับกล้องถ่ายภาพ เช่น cds
6. ใช้เป็นตัวทาลาย
7. ใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมสารอื่น
8. ใช้ในอุตสาหกรรมทาสีเส้นใย, โคมเทียม เช่น CS_2
9. ใช้ในอุตสาหกรรมทากะดาษแทนโซดาไฟ (NaOH) สำหรับแยกเอาเยื่อไม้ออกจากเนื้อไม้ และฟอกสีเยื่อไม้ให้ขาวได้แก่ Na_2S

โทษของสารประกอบซัลไฟด์

1. เป็นพิษต่อระบบประสาท เช่น CS_2
2. ทำให้ปากมีรสขื่น น้ำมีคาว ทาลาย ระบบหายใจเป็นอัมพาตและหมกสติ เช่น H_2S
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยเงินเปลี่ยนเป็นสีดำ เช่น H_2S

แบบฝึกหัด

สารประกอบซัลไฟด์

คำสั่ง : จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สารประกอบซัลไฟด์ หมายถึงอะไร ?

.....

2. Na_2S อ่านว่าอย่างไร ?

.....

3. วิธีเตรียมสารประกอบซัลไฟด์ที่ง่ายและรวดเร็วเตรียมได้โดยวิธีใด ?

.....

4. ก๊าซที่มีกลิ่นคล้ายไข่เน่า คือ ก๊าซอะไร ?

.....

5. H_2S คือ ก๊าซใด ?

.....

6. สารเรืองแสงบนหน้าปัดนาฬิกาทาด้วยอะไร ?

.....

7. สารประกอบซัลไฟด์ชนิดใดใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง ?

.....

8. สารใดเป็นส่วนประกอบของไม้ขีดไฟ ?

.....

9. สารประกอบซัลไฟด์ใดบ้างที่เป็นของเหลว ?

.....

10. สารประกอบซัลไฟด์ที่ไม่ละลายน้ำมีอะไรบ้าง ? (ตอบมา 2 ชื่อ)

.....

๐ เฉลยแบบฝึกหัด

สารประกอบซัลไฟด์

1. สารประกอบระหว่างธาตุต่าง ๆ กับกำมะถัน ยกเว้นก๊าซเฉื่อย
2. โซเดียมซัลไฟด์
3. ใช้โลหะเผากับกำมะถันโดยตรง
4. ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)
5. ก๊าซไข่เน่าหรือก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์
6. ซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS)
7. โซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S)
8. แอนติโมนีซัลไฟด์ (Sb_2S_3)
9. คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) ไนโตรเจนซัลไฟด์ (N_2S_5)
10. มี, ไข่แก BeS , CS_2

เอกสารหมายเลข 5.1.2

คู่มือปฏิบัติการทดลอง
การ เตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบซิลไฟด์

คู่มือปฏิบัติการทดลอง

การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบซิลไฟด์

จุดมุ่งหมาย

1. เตรียมสารประกอบซิลไฟด์ได้
2. ทดสอบความเป็นกรดหรือเบสของสารละลายสารประกอบซิลไฟด์ได้
3. บอกได้ว่าสารประกอบซิลไฟด์ตัวใดละลายหรือไม่ละลายน้ำ
4. สรุปสมบัติของสารละลายซิลไฟด์ของธาตุโลหะและอโลหะได้
5. เขียนสูตรของสารประกอบซิลไฟด์บางตัวได้

อุปกรณ์

1. โซเดียมซิลไฟด์ 0.5 กรัม	(1 ข้อน เบอร์ 1)
2. คาร์บอนไดออกไซด์ไฟต์	1 cm ³
3. อะลูมิเนียมผง 0.5 กรัม	(1 ข้อน เบอร์ 1)
4. กามะถันผง	1 กรัม
5. น้ำกลั่น	20 cm ³
6. กระจกหลิตมีสสีแสดและสีน้ำเงิน อย่างละ	3 ชิ้น
7. หลอดทดลองขนาดกลาง	3 หลอด
8. หลอดทดลองขนาดเล็ก	1 หลอด
9. ที่จับหลอดทดลอง	1 อัน
10. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ดวง
11. ข้อนโลหะ	1 อัน
12. ขวดรูปชมพู่	1 ขวด
13. จุกยาง	1 อัน

วิธีทดลอง

1. ผสมผงอะลูมิเนียมประมาณ 0.5 กรัม กับผงกำมะถันประมาณ 0.5 กรัม ในหลอดทดลองขนาดเล็ก
2. เติมหอดทดลองจากข้อ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. เติวกำมะถันในอากาศด้วยข้อหลอดโลหะให้ลุกเป็นไฟ แล้วนำไปหย่อนในขวดรูปชมพู่ ปิดจุกให้แน่น
4. นำสารที่ได้จากปฏิกิริยาไปละลายน้ำ ทดสอบความเป็นกรดหรือเบสของสารละลายด้วยกระดาษลิตมัส
5. ทดสอบการละลายของโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) และคาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) ในการกลั่น 5 cm^3 แล้วทดสอบความเป็นกรดหรือเบสด้วยกระดาษลิตมัส

หมายเหตุ

1. อย่าสูดดมไอของกำมะถันเวลาเผา เพราะจะทำให้เยื่อจมูกอักเสบ
2. ก๊าซ H_2S ที่เกิดขึ้นจะมีกลิ่นเหม็นมาก ควรทดลองในที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก
3. วิธีเผาคควรหันปากหลอดทดลองไปทางที่ไม่มีคนอยู่ และอย่าใช้สารมากกว่าปริมาณที่กำหนด
4. การผสมผงกำมะถันกับอะลูมิเนียมให้ผสมในกระดาษก่อน แล้วจึงเทใส่หลอด ไม่ต้องเคาะหลอดและขณะเผาก็ไม่ควรเขย่าหลอด เพราะสารจะแยกกันปฏิกิริยาอาจไม่เกิด
5. การนำหลอดทดลองที่เผากำมะถัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วรีบนำไปแช่น้ำทิ้งไว้เพื่อระงับกลิ่นการล้า

บันทึกผลการทดลอง

การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบซัลไฟด์

ตารางบันทึกผล

สารประกอบ	การละลาย	ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

สรุปผลการทดลอง

1. สารประกอบซัลไฟด์เตรียมได้โดยการเผา..... กับธาตุบางชนิด ดังสมการ
2. สารละลายซัลไฟด์ของโลหะมีสมบัติเป็น ส่วน
สารละลายซัลไฟด์ของอโลหะมีสมบัติเป็น
3. สารบางตัว เช่น ไม่ละลายน้ำ

เฉลยผลการทดลอง

การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบซัลไฟด์

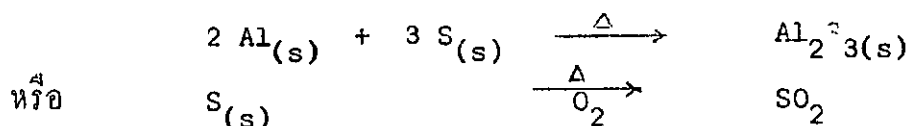
ตารางบันทึกผล

สารประกอบ	การละลาย	ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย
Na_2S	ละลาย	เบส
CS_2	ไม่ละลาย	-
Al_2S_3	ละลาย	กรด
SO_2	ละลาย	กรด

สรุปผลการทดลอง

1. สารประกอบซัลไฟด์เตรียมได้โดยการเผา ผงกำมะถัน กับ ธาตุบางชนิด

ทั้งสมการ



2. สารละลายซัลไฟด์ของโลหะมีสมบัติเป็น ได้ทั้งกรดและเบส ส่วน

สารละลายซัลไฟด์ของอโลหะมีสมบัติเป็น กรด

3. สารบางตัว เช่น CS_2 ไม่ละลายน้ำ

เอกสารหมายเลข 5.1.3

บทเรียนโปรแกรม
ประโยชน์และโทษของสารประกอบอัลฟ่า

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโปรแกรม

1. นักเรียนใช้แผ่นกระดาษแข็งที่แนบมากับบทเรียนนี้ ปิดคาบตอบทางด้านขวามือของนักเรียนในหน้าที่นักเรียนกำลังเรียนบทเรียน
2. บทเรียนจะมีคำอธิบายสลับคำถามให้นักเรียนตอบ แต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างให้นักเรียนเติมคำตอบสั้น ๆ
3. อ่านบทเรียนช้า ๆ ในแต่ละกรอบ และทำความเข้าใจไปเรื่อย ๆ เมื่ออ่านกรอบหนึ่ง ๆ แล้วให้ตอบคำถามโดยการเติมคำลงในช่องว่างที่เว้นไว้
4. ตอบคำถามเสร็จกรอบหนึ่ง ให้เลื่อนกระดาษปิดคาบตอบลงมา 1 ช่องเพื่อตรวจสอบว่าถูกต้องตรงกันหรือไม่
5. นักเรียนที่ตอบคำถามในกรอบหนึ่ง ๆ ผิดเพราะไม่เข้าใจ ให้ลองอ่านคำอธิบายในกรอบนั้นซ้ำอีกครั้ง ถ้ายังไม่เข้าใจให้ถามผู้สอน
6. การตอบคำถามนั้นนักเรียนต้องข้อสัคัญต่อตนเอง โดยไม่ต้องตอบก่อนการตอบผิดไม่เสียหายอะไร แต่จะทำให้นักเรียนทำความเข้าใจกับบทเรียนมากยิ่งขึ้น

ขอให้นักเรียนโชคดีและอ่านบทเรียนด้วยความสบายใจ

บทเรียนโปรแกรม

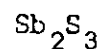
ประโยชน์และโทษของสารประกอบซัลไฟด์

1. สารประกอบซัลไฟด์ หมายถึงสารประกอบระหว่างธาตุต่าง ๆ (ยกเว้นก๊าซเฉื่อย) กับธาตุกำมะถัน เช่น Li_2S ซึ่งเป็นสารประกอบระหว่าง ธาตุ Li กับธาตุ S, Na_2S ซึ่งเป็นสารประกอบระหว่าง ธาตุ Na กับ ธาตุ S ดังนั้น จึงจัดว่าเป็นสารประกอบซัลไฟด์	
2. สารประกอบซัลไฟด์มีทั้งประโยชน์และโทษ ตัวอย่างที่จะทำลายระบบประสาทของมนุษย์ เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งมีกลิ่นคล้ายไข่เน่า สารประกอบซัลไฟด์ที่ให้โทษต่อมนุษย์ ได้แก่	Li_2S และ Na_2S
3. สารประกอบซัลไฟด์มีทั้ง 3 สถานะ คือ 1. ก๊าซ เช่น H_2S 2. ของเหลว เช่น CS_2 3. ของแข็ง เช่น Li_2S ซึ่งเป็นโลหะ และ Na_2S เป็นพวกโลหะ ดังนั้น Na_2S ควรจะมีสถานะเป็น	ไฮโดรเจนซัลไฟด์
4. N_2S_5 (ของเหลว) และ SO_2 (ก๊าซ) เป็นสารประกอบซัลไฟด์พวกอโลหะ เราพอจะสรุปได้ว่า สารประกอบของซัลไฟด์พวกอโลหะจะมีสถานะเป็น	ของแข็ง

5. สารประกอบซัลไฟด์บางตัวมีประโยชน์มากในอุตสาหกรรม เช่น ซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS) เป็นของแข็งสีขาว ใช้เป็นสารเรืองแสงสำหรับฉากรับภาพในเครื่องรับโทรทัศน์ และใช้ทำสารเรืองแสงบนหน้าปัดนาฬิกาและนอกจากนี้ ยังใช้ทำเครื่องหมายบนขอบทาง เพื่อให้หนักขับรถสังเกตเห็นได้ในเวลากลางคืน วัตถุใดที่สามารถเรืองแสงได้นั้น ย่อมแสดงว่าวัตถุนั้นฉาบด้วยสารประกอบซัลไฟด์พวก	ของ เหลวและก๊าซ
6. ในอุตสาหกรรมทาสีย้อมและอุตสาหกรรมฟอกหนัง ใช้ โซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) เพื่อที่จะให้ขนสัตว์หลุด สารประกอบซัลไฟด์ที่มีสูตรเคมี จึงมีประโยชน์ ในอุตสาหกรรมทาสีย้อมและฟอกหนัง	ซิงค์ซัลไฟด์
7. การแยกเอาเยื่อไม้ออกจากเนื้อไม้ไม้สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แต่เราอาจจะใช้สารประกอบโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) แทน NaOH ได้ และยังใช้ฟอกสีเยื่อไม้ให้ขาวได้อีกด้วย สารประกอบ จึงมีประโยชน์ในการฟอกสี เยื่อไม้ให้ขาว	Na_2S

8. สารประกอบไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) มีโทษคือ ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ หน้ามืด ตาลาย ระบบหายใจ เป็นอัมพาตและหมดสติ และยังทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยเงิน เปลี่ยนเป็นสีดำ ซ้อนโลหะอันหนึ่ง เมื่อถูกจะกลายเป็น สีดำทันที แสดงว่าซ้อนโลหะนั้นทำด้วย	โซเดียมซัลไฟด์
9. ในอุตสาหกรรมทาสีเส้นใยหรือไหมเทียมมักจะใช้ สารประกอบซัลไฟด์ เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีสถานะเป็นของเหลว เส้นใย จะมีคุณภาพเหนียวและทนทานถ้าใช้.....	เงิน
10. สารประกอบของแอนติโมนีและกัมมันต์มีประโยชน์ ในการใช้ทำไม้ขีดไฟ Sb_2S_3 เป็นสารประกอบของ Sb และ S จึงมีประโยชน์ ในการใช้ทำไม้ขีดไฟ	คาร์บอนไดซัลไฟด์

11. แคลเซียมซัลไฟด์ (cas) เป็นของแข็งสีเหลือง
ใช้ทำโฟโตเซลในเครื่องมือวัดแสงที่ใช้กับกล้อง
ถ่ายรูป ดังนั้น กล้องถ่ายรูปต้องใช้ ...
เป็นโฟโตเซลในเครื่องมือวัดแสง



12. สารประกอบซัลไฟด์ส่วนใหญ่ไม่ค่อยจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับ
กับชีวิตประจำวันของมนุษย์มากนัก ส่วนมากใช้ใน
ด้านการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและด้านการ
อุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมทำไม้ซีคไฟ
ฟอกหนัง ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับ ทั้งสิ้น

แคลเซียมซัลไฟด์

สารประกอบซัลไฟด์

เอกสารหมายเลข 5.2.1

ตารางสมบัติของสารประกอบอัลไฟด์

ตารางแสดงสมบัติบางประการสารประกอบซัลไฟด์ 20 ธาตุแรกเรียงตามมวลอะตอม

เลขที่	ธาตุ	มวลอะตอม	สูตร	สมบัติของสารประกอบซัลไฟด์		
				จุดหลอมเหลว (C)	สถานะ	ความเป็นกรดหรือเบส ของสารละลาย
1	H	1.008	H ₂ S	-86	ก๊าซ	กรด
2	He	4.003	—	—	—	—
3	Li	6.94	Li ₂ S	900-975	ของแข็ง	เบส
4	Be	9.01	BeS	—	ของแข็ง	ไม่ละลาย
5	B	10.81	B ₂ S ₃	310	ของแข็ง	กรด
6	C	12.01	CS ₂	-11°	ของเหลว	ไม่ละลายน้ำ
7	N	14.01	N ₂ S ₅	10	ของแข็ง	—
8	O	16.00	SO ₂	-73	ก๊าซ	กรด
9	F	19.00	SF ₄	-124	ก๊าซ	กรด
10	Ne	20.18	—	—	—	—
11	Na	22.99	Na ₂ S	1180	ของแข็ง	เบส
12	Mg	24.31	MgS	>2000 (สลายตัว)	ของแข็ง	เบส
13	Al	26.98	Al ₂ S ₃	1100	ของแข็ง	กรด
14	Si	28.09	SiS ₂	1090 (ระเหิด)	ของแข็ง	กรด
15	P	30.97	P ₂ S ₅	286	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
16	S	32.06	S ₈	113	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
17	Cl	35.45	SCl ₂	-78	ของเหลว	กรด
18	K	39.10	K ₂ S	840	ของแข็ง	เบส
19	Ar	39.95	—	—	—	—
20	Ca	40.08	CaS	สลายตัว	ของแข็ง	เบส

แบบฝึกหัด

สมบัติของสารประกอบซิลไฟด์

คำสั่ง : จากตารางเพิ่มเติมลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ซิลไฟด์ของโลหะได้แก่
2. ซิลไฟด์ของอโลหะได้แก่
3. ซิลไฟด์ของโลหะมีจุทหลอมเหลว
4. ซิลไฟด์ของอโลหะมีจุทหลอมเหลว
5. ซิลไฟด์ของโลหะส่วนใหญ่มีสถานะเป็น
6. ซิลไฟด์ของอโลหะมีสถานะเป็น และ
7. สารละลายซิลไฟด์ของโลหะมีคุณสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส พวกกรด ได้แก่.....
..... พวกเบส ได้แก่
8. สารละลายซิลไฟด์ของอโลหะมีคุณสมบัติเป็น ได้แก่
9. ซิลไฟด์ของโลหะที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่
10. ซิลไฟด์ของอโลหะที่เป็นของแข็ง ได้แก่

แจกแบบฝึกหัด

สมบัติของสารประกอบซัลไฟด์

1. Li_2S , Na_2S , K_2S , BeS , MgS , CaS , B_2S_3 , Al_2S_3 , SiS_2
2. H_2S , CS_2 , N_2S_5 , SO_2 , SF_4 , P_2S_5 , S_8 , SCl_2
3. อื่น
4. อื่น
5. ของแข็ง
6. ของเหลวและก๊าซ
7. B_2S_3 , Al_2S_3 , SiS_2 / Li_2S , Na_2S , MgS , K_2S , CaS
8. กรด H_2S , SCL_2 , SO_2 , SF_4 , H_2S
9. CS_2 , P_2S_5 , S_8
10. N_2S_5

เอกสารหมายเลข 5.2.2

ตารางแสดงสมบัติของสาร ประกอบชุดไฟค์สำหรับการจัดกลุ่มตามจุดหลอมเหลว

ตารางแสดงสมบัติบางประการของสารประกอบซัลไฟด์ 20 ธาตุแรกเรียงตามมวลอะตอม

เลขที่	ธาตุ	มวลอะตอม	สูตร	สมบัติของสารประกอบซัลไฟด์		
				จุดหลอมเหลว (°C)	สถานะ	ความเป็นกรดหรือเบส ของสารละลาย
1	H	1.008	H ₂ S	86	ก๊าซ	กรด
2	He	4.003	—			-
3	Li	6.94	Li ₂ S	900 - 975	ของแข็ง	เบส
4	Be	9.01	BeS		ของแข็ง	ไม่ละลาย
5	B	10.81	B ₂ S ₃	310	ของแข็ง	กรด
6	C	12.01	CS ₂	-111	ของเหลว	ไม่ละลายน้ำ
7	N	14.01	N ₂ S ₅	10	ของแข็ง	-
8	O	16.00	SO ₂	-73	ก๊าซ	กรด
9	F	19.00	SF ₄	-124	ก๊าซ	กรด
10	Ne	20.18	-	-	-	
11	Na	22.99	Na ₂ S	1180	ของแข็ง	เบส
12	Mg	24.31	MgS	> 2000 (สลายตัว)	ของแข็ง	เบส
13	Al	26.98	Al ₂ S ₃	1100	ของแข็ง	กรด
14	Si	28.09	SiS ₂	1090 (ระเหิด)	ของแข็ง	กรด
15	P	30.97	P ₂ S ₅	286	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
16	S	32.06	S ₈	113	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
17	Cl	35.45	SCl ₂	-78	ของเหลว	กรด
18	K	39.10	K ₂ S	840	ของแข็ง	เบส
19	Ar	39.95	-	-	-	-
20	Ca	40.08	CaS	สลายตัว	ของแข็ง	เบส

เนลยคาตอบ

การจัดกลุ่มสารประกอบซัลไฟด์ตามจุดหลอมเหลว

ซัลไฟด์ที่มีจุดหลอมเหลวสูง		ซัลไฟด์ที่มีจุดหลอมเหลว ค่อนข้างสูง		ซัลไฟด์ที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ	
สูตรของ ซัลไฟด์	จุดหลอมเหลว (°C)	สูตรของ ซัลไฟด์	จุดหลอมเหลว (°C)	สูตรของ ซัลไฟด์	จุดหลอมเหลว (°C)
Li_2S	900-975	B_2S_3	310	$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	-86
Na_2S	1180	P_2S_5	286	$\text{CS}_2(\text{l})$	-111
MgS	> 2000 (แยกสลาย)	S_8	113	$\text{N}_2\text{S}_5(\text{l})$	10
Al_2S_3	1100			$\text{SO}_2(\text{g})$	-73
SiS_2	1090 (ระเหิด)			$\text{SF}_4(\text{g})$	-124
K_2S	840			$\text{SCl}_2(\text{l})$	-78

เอกสารหมายเลข 5.2.3

ตารางแสดงสมบัติสารประกอบซิลไฟด์สำหรับจัดเรียงตามสูตรและสมบัติที่คล้ายกัน

ตารางแสดงสมบัติบางประการสารประกอบซัลไฟด์ 20 ธาตุแรกเรียงตามมวลอะตอม

เลขที่	ธาตุ	มวลอะตอม	สูตร	สมบัติของสารประกอบซัลไฟด์		
				จุดหลอมเหลว (°C)	สถานะ	ความเป็นกรดหรือเบส ของสารละลาย
1	H	1.008	H ₂ S	-86	ก๊าซ	กรด
2	He	4.003	—	-	-	-
3	Li	6.94	Li ₂ S	900 - 975	ของแข็ง	เบส
4	Be	9.01	BeS	-	ของแข็ง	ไม่ละลาย
5	B	10.81	B ₂ S ₃	310	ของแข็ง	กรด
6	C	12.01	CS ₂	-111	ของเหลว	ไม่ละลายน้ำ
7	N	14.01	N ₂ S ₅	10	ของแข็ง	-
8	O	16.00	SO ₂	73	ก๊าซ	กรด
9	F	19.00	SF ₄	-124	ก๊าซ	กรด
10	Ne	20.18	-	-	-	-
11	Na	22.99	Na ₂ S	1180	ของแข็ง	เบส
12	Mg	24.31	MgS	>2000 (สลายตัว)	ของแข็ง	เบส
13	Al	26.98	Al ₂ S ₃	1100	ของแข็ง	กรด
14	Si	28.09	SiS ₂	1090 (ระเหิด)	ของแข็ง	กรด
15	P	30.97	P ₂ S ₅	286	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
16	S	32.06	S ₈	113	ของแข็ง	ไม่ละลายน้ำ
17	Cl	35.45	SCl ₂	-78	ของเหลว	กรด
18	K	39.10	K ₂ S	840	ของแข็ง	เบส
19	Ar	39.95	-	-	-	-
20	Ca	40.08	CaS	สลายตัว	ของแข็ง	เบส

คำสั่ง : จากตารางให้นักเรียนจัดเรียงสารประกอบซัลไฟด์ตามสูตรและสมบัติที่คล้ายกัน
และบันทึกลงในตารางข้างล่างนี้

เฉลย

การจัดเรียงสารประกอบซัลไฟด์ตามสูตรและสมบัติที่คล้ายกัน

H_2S	(He)	Li_2S	BeS	B_2S_3	CS_2	N_2S_5	SO_2
SF_4	(Ne)	Na_2S	MgS	Al_2S_3	SiS_2	P_2S_5	(S_8)
SCl_2	K_2S	(Ar)	CaS				

คู่มือผู้สอน

บทเรียน โมดูลที่ 6 ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล

คู่มือผู้สอน บทเรียนโมดูลที่ 6 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 1 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ตรวจสอบเอกสารต่อไปนี้ให้ครบ :

- 1.1 คำชี้แจง บทเรียนโมดูลที่ 6 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล
- 1.2 คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 6 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล
- 1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำบทเรียนโมดูลที่ 6
 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล
- 1.4 เอกสารหมายเลข 6.1.1 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล
- 1.5 เอกสารหมายเลข 6.1.2 ทายปัญหา เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซ
 มีตระกูล
- 1.6 เอกสารหมายเลข 6.2.1 ตารางสารประกอบของก๊าซเฉื่อย
- 1.7 เอกสารหมายเลข 6.2.2 หัวข้ออภิปรายและสรุปเรื่อง ก๊าซเฉื่อย
- 1.8. เอกสารหมายเลข 6.2.3 เกมจับคู่เกี่ยวกับก๊าซเฉื่อย

2. ศึกษารายละเอียดของบทเรียนโมดูลที่ 6 (ตามข้อ 1)

3. ให้ผู้เรียนศึกษาคำชี้แจง บทเรียนโมดูลที่ 6 ตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึง
 แผนภูมิ (5 นาที)

4. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ
 จำนวน 10 ข้อ (5 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้

5. ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนต่อไปนี้ :

5.1 กิจกรรมบังคับ

5.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 6.1.1 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือ
 ก๊าซมีตระกูล พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด (15 นาที)

5.1.2 ทายปัญหาเรื่อง ก๊าซเฉื่อย ตามเอกสารหมายเลข 6.1.2

(15 นาที)

5.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

5.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 6.2_1 ตารางแสดงสารประกอบของก๊าซเฉื่อย พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด

5.2.2 แบ่งกลุ่มอภิปรายและสรุปเรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูลตามเอกสารหมายเลข 6.2.2

5.2.3 เกมจับคู่เรื่องก๊าซเฉื่อย ตามเอกสารหมายเลข 6.2.3

6. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ (5 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%

7. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุไว้ใหม่ หรืออาจคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

8. บทบาทของผู้สอน

8.1 ควรอยู่ในห้องเรียนเพื่อให้ความปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด

8.2 รวบรวมเอกสารทุกชิ้นเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ประเภทเรียนโมดูลที่ 6 ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล

แบบทดสอบ บทเรียนโมดูลที่ 6 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 5 นาที

1. ก๊าซเฉื่อยข้อใดเป็นพวก Monoatomic ? ?
 - ก. ฮีเลียม
 - ข. ออกซิเจน
 - ค. ไฮโดรเจน
 - ง. คลอรีน
 - จ. ไนโตรเจน
2. ก๊าซเฉื่อยมีชื่อเรียกว่าอย่างไร ?
 - ก. Rare gas
 - ข. Noble gas
 - ค. Inert gas
 - ง. ก๊าซมีตระกูล
 - จ. ถูกทุกข้อ
3. ก๊าซใดที่ใช้บรรจุในหลอดไฟฟ้าธรรมดา แทนอากาศ ทำให้หลอดมีอายุการใช้งานนานขึ้น ?
 - ก. ฮีเลียม
 - ข. นีออน
 - ค. อาร์กอน
 - ง. คริปทอน
 - จ. ซีลีเนียม
4. ในจำพวกธาตุเฉื่อยด้วยกัน ธาตุใดที่มีในธรรมชาติมากที่สุด ?
 - ก. He
 - ข. Ne
 - ค. Ar
 - ง. Kr
 - จ. Xe
5. สารประกอบโคเคอมนักวิทยาศาสตร์ คิดว่าเป็นไปไม่ได้ แต่ต่อมาสามารถเตรียมได้ในห้องทดลอง ?
 - ก. CaCl_2
 - ข. P_2S_5
 - ค. XeF_4
 - ง. H_2O_2
 - จ. SiS_2
6. ธาตุเฉื่อยต่อไปนี้ ธาตุใดมีอิเล็กตรอนวงนอกไม่ครบ 8 ?
 - ก. Ne
 - ข. He
 - ค. Ar
 - ง. Kr
 - จ. Xe

7. ก๊าซเฉื่อยต่อไปนี้ตัวใดเป็นธาตุกัมมันตรังสี ? 9. ข้อใดเป็นก๊าซเฉื่อยทุกธาตุ ?

ก. He

ข. Ar

ค. Kr

ง. Xe

จ. Rn

ก. Ra Rn Kr

ข. Ru Rn Ra

ค. Nb Ar Xe

ง. Kr Xe Rn

จ. As Ru Ne

8. ก๊าซเฉื่อยในข้อใดไล่ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ 10. ก๊าซเฉื่อยตัวใดไม่เคยได้นำมาใช้

จะทำให้หลอดไฟสว่างขึ้นเอง โดยไม่ต้องมี
แหล่งจ่ายไฟ ?

ประโยชน์มากนัก ?

ก. Kr - 85

ก. Kr

ข. Ar - 60

ข. Xe

ค. He - 90

ค. Ne

ง. Xe - 80

ง. Ar

จ. Rn - 95

จ. Rn

คู่มือผู้เรียน

บทเรียนโมดูลที่ 6 ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล

คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 6 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 1 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ศึกษาคำชี้แจง บทเรียนโมดูลตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
2. ทาแบบทดสอบก่อนการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ (5 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. กระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ :
 - 3.1 กิจกรรมบังคับ
 - 3.1.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 6.1.1 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล พร้อมทั้งทาแบบฝึกหัด (15 นาที)
 - 3.1.2 ทาปัญหาเรื่องก๊าซเฉื่อย ตามเอกสารหมายเลข 6.1.2 (15 นาที)
 - 3.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทากิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (10 นาที)

 - 3.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 6.2.1 ตารางสารประกอบของก๊าซเฉื่อย พร้อมทั้งทาแบบฝึกหัด
 - 3.2.2 แบ่งกลุ่มอภิปรายและสรุปเรื่องก๊าซเฉื่อย ตามเอกสารหมายเลข 6.2.2
 - 3.2.3 เกมจับคู่ก๊าซเฉื่อย ตามเอกสารหมายเลข 6.2.3

4. ทาแบบทดสอบหลังการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ (5 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%

5. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่เราได้ให้ไว้ใหม่ หรืออาจทำกิจกรรมโดยคิดขึ้นใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

คำชี้แจง

บทเรียนโมดูลที่ 6 ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล

บทเรียนโมดูลที่ 6 เรื่อง ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 1 คาบ

จุดมุ่งหมาย

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้ได้ :

1. อธิบายความหมายของคำว่า "ก๊าซเฉื่อย" ได้
2. ยกตัวอย่างก๊าซเฉื่อยได้
3. เปรียบเทียบสมบัติสารประกอบก๊าซเฉื่อยได้
4. เขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบก๊าซเฉื่อยได้
5. บอกประโยชน์ของก๊าซเฉื่อยได้

ความรู้พื้นฐาน

ไม่จำเป็นต้องมี

การประเมินผลเบื้องต้น

การประเมินผลเบื้องต้นก่อนการเรียน ใช้แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ
 จำนวน 10 ข้อ

กิจกรรมการเรียน

เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ผู้เรียนต้องกระทำกิจกรรม
 การเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ กิจกรรมบังคับและกิจกรรมเลือก ดังนี้ :

1. กิจกรรมบังคับ (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนต่อไปนี้)
 - 1.1 ศึกษาก๊าซเฉื่อย (เอกสารหมายเลข 6.1.1)
 - 1.2 ทายปัญหาก๊าซเฉื่อย (เอกสารหมายเลข 6.1.2)

2. กิจกรรมเลือก (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้
อย่างน้อย 1 กิจกรรม)

- 2.1 ศึกษาตารางสารประกอบของก๊าซเฉื่อย (เอกสารหมายเลข 6.2.1)
- 2.2 แบ่งกลุ่มอภิปรายและสรุปก๊าซเฉื่อย (เอกสารหมายเลข 6.2.2)
- 2.3 เกมจับคู่ก๊าซเฉื่อย (เอกสารหมายเลข 6.2.3)

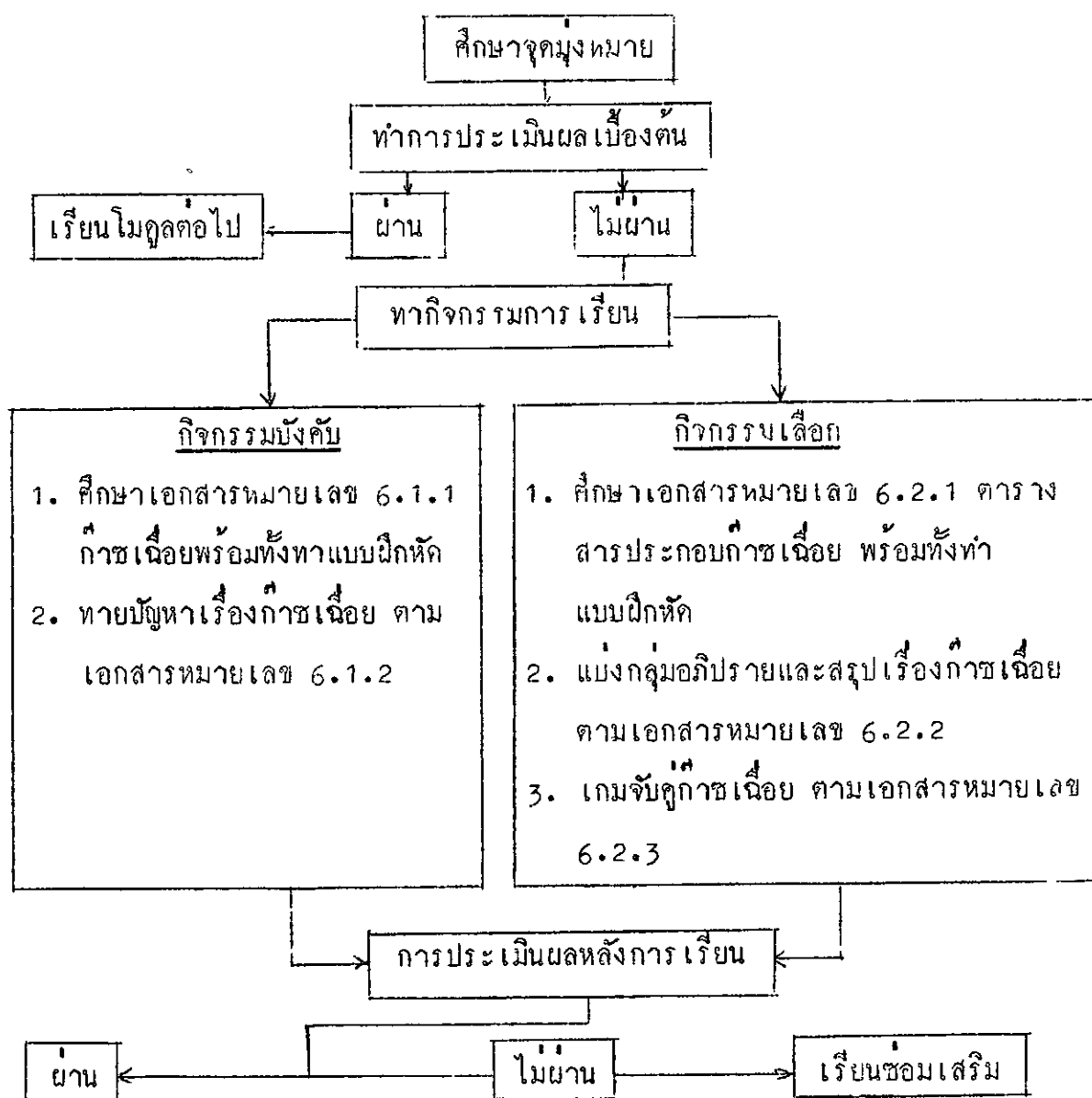
การประเมินผลหลังเรียน

1. ตรวจผลงานของผู้เรียนทั้งงานรายบุคคลและงานกลุ่ม
2. สังเกตปฏิบัติงานขณะที่ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
3. ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ

การเรียนรู้ซ่อมเสริม

ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่เราได้ใหม่ หรือคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเรียนรู้บทเรียนโมดูลที่ 6 : ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล



เอกสารหมายเลข 6.1.1

ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล

ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล

ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล (Inert gas, Noble gas, Rare gas)

หมายถึง ธาตุที่มีสถานะเป็นก๊าซและไม่ทำปฏิกิริยากับธาตุอื่น เช่น He, Ne, Ar, Kr, Xe และ มีการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนวงนอกสุดครบ 8 (ยกเว้น He) สำหรับ Rn ไม่ค่อยอยู่ตัวเป็นธาตุกัมมันตรังสี ก๊าซพวกนี้เป็นพวก Monoatomic คือหนึ่งโมเลกุล ประกอบด้วยหนึ่งอะตอมติดกับก๊าซอื่นที่เป็น Diatomic ดังนั้นจึงมีแรงดึงดูดระหว่างอะตอมน้อยมาก ทำให้มีจุดเดือดต่ำ เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย

ปัจจุบันพบว่าก๊าซเฉื่อยบางชนิด สามารถรวมตัวกับธาตุ F และ O_2 เกิดเป็นสารประกอบ เช่น XeF_2 , XeF_6 , $XeOF_2$, $XeOF_4$, XeO_3 , XeO_4 , KrF_2 , XeF_4 (KrF_2 เตรียมได้ที่อุณหภูมิ $-183^\circ C$ สลายตัวที่อุณหภูมิปกติ) ในธรรมชาติมี Ar มากที่สุด คือ 99.6 % ของทั้งหมด

ประโยชน์ของก๊าซเฉื่อย

ฮีเลียม (He)

1. นำหนักเบา ปลอดภัย จึงใช้บรรจุบอลลูน
2. ผสมกับ ในอัตราส่วน 4 : 1 โดยปริมาตร ใช้หายใจสำหรับผู้ที่ลงไปทำงานในทะเลลึก ๆ
3. ใช้บรรจุในหลอดไฟโฆษณา โดยใช้ความดันต่ำ ๆ จะให้แสงสีชมพู

นีออน (Ne)

ใช้บรรจุในหลอดไฟโฆษณา โดยใช้ความกดดันต่ำ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปจะได้สีแดงส้ม

อาร์กอน (Ar)

1. ใช้บรรจุในหลอดไฟฟ้าธรรมดา (ชนิดมีไส้) ทำให้ไส้หลอดมีอายุการใช้งานนานเนื่องจากไม่ทำปฏิกิริยากับไส้หลอดขณะร้อน
2. ใช้ในการเตรียมไทเทเนียม (Titanium) ในบรรยากาศของอาร์กอน จะได้ไทเทเนียมที่บริสุทธิ์
3. ใช้บรรจุในหลอดไฟโฆษณา โดยใช้ความดันต่ำ ๆ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าศักย์สูงเข้าไป จะได้แสงสีม่วงน้ำเงิน

คริปทอน (Kr)

1. ใช้ในหลอดไฟแฟลช สำหรับถ่ายภาพด้วยความเร็วสูง
2. คริปทอน-85 ใส่ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะทำให้หลอดไฟสว่างขึ้นเองโดยไม่ต้องมีแหล่งจ่ายไฟ และสว่างได้นานเป็นปี เพราะว่า คริปทอน-85 มีครึ่งชีวิต (Half life) ยาว

ซีนอน (Xe)

1. ใช้ในพวกหลอดไฟแฟลช (Electronic flash)
2. ใช้บรรจุในหลอดไฟโฆษณา โดยใช้ความดันต่ำ ๆ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าศักย์สูงเข้าไปจะได้แสงสีน้ำเงิน

แบบฝึกหัด

ก๊าซเฉื่อย

คำสั่ง : จงใส่เครื่องหมาย (✓) หน้าข้อที่ถูกและใส่เครื่องหมาย (×) หน้าข้อที่ผิด

1. ก๊าซเฉื่อย หมายถึง ธาตุโลหะที่เป็นก๊าซ ส่วนใหญ่ไม่ทำปฏิกิริยากับธาตุใด ๆ
2. ก๊าซเฉื่อย ได้แก่ ธาตุที่อยู่ในหมู่ VII A เช่น He, Ar, Ne, Kr, Xe, Rn
3. ก๊าซเฉื่อยเป็นพวก Monoatomic คือในหนึ่งโมเลกุลประกอบด้วยหนึ่งอะตอม
4. สารประกอบที่เตรียมได้ เช่น HeF_2 , HeF_4 , HeF_6 , KrF_8
5. ก๊าซเฉื่อยที่มีในธรรมชาติมากที่สุดคือ อาร์กอน Ar
6. ก๊าซเฉื่อยที่เตรียมได้ที่อุณหภูมิ -183° ได้แก่ KrF_2
7. ก๊าซเฉื่อยที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดเป็น 2 (ไม่ครบ 8) ได้แก่ He
8. คริปทอน -80 ใช้ใส่ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะทำให้หลอดไฟสว่างขึ้นเองโดยไม่ต้องบีบหลอดจ่ายไฟ
9. ก๊าซเฉื่อยที่นำไปผสมกับ O_2 เพื่อใช้หายใจสำหรับผู้ที่ทำงานในทะเลลึก ๆ ได้แก่ ก๊าซฮีเลียม
10. อาร์กอนที่ใช้บรรจุในหลอดไฟฟ้าธรรมดา จะทำให้ไส้หลอดทนทาน
11. ในกล้องถ่ายภาพด้วยความเร็วสูงจะใช้หลอดไฟแฟลชที่บรรจุก๊าซ He ไว้
12. ก๊าซซีนอนเมื่อบรรจุในหลอดไฟโฆษณาจะให้แสงสีน้ำเงิน
13. ก๊าซนีออนเมื่อบรรจุในหลอดไฟโฆษณาจะให้แสงสีแดงส้ม
14. ก๊าซอาร์กอนเมื่อบรรจุในหลอดไฟโฆษณาจะให้แสงสีม่วงน้ำเงิน
15. ในการเตรียมไทเทเนียม (Ti) ที่บริสุทธิ์จะเตรียมได้ในบรรยากาศของฮีเลียม

เฉลยแบบฝึกหัด

ก๊าซเฉื่อย

1. (×)
2. (×)
3. (✓)
4. (×)
5. (✓)
6. (✓)
7. (✓)
8. (×)
9. (✓)
10. (✓)
11. (×)
12. (✓)
13. (✓)
14. (✓)
15. (×)

เอกสารหมายเลข 6.1.2

ทนายปัญหาเรื่องก๊าซเฉื่อย

บัตรงาน

คำสั่ง : ให้นักเรียนศึกษาเอกสารหมายเลข 6.1.1 แล้วตอบปัญหาต่อไปนี้

1. ก๊าซเฉื่อยมีชื่อเรียกว่าอย่างไรบ้าง ?
2. ก๊าซเฉื่อยได้แก่ก๊าซใดบ้าง ?
3. ก๊าซเฉื่อยตัวใด มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดไม่ครบ 8 ?
4. ก๊าซเฉื่อยตัวใดเป็นธาตุกัมมันตรังสี ?
5. ก๊าซเฉื่อยตัวใดที่มีในธรรมชาติมากที่สุด ?
6. ก๊าซเฉื่อยตัวใด เมื่อบรรจุในหลอดไฟโฆษณาจะให้แสงสีชมพู ?
7. ทำไมจึงต้องบรรจุก๊าซเฉื่อยลงในหลอดไฟฟ้า ?
8. ก๊าซเฉื่อยตัวใด ใช้ในหลอดไฟแฟลช ?
9. ก๊าซเฉื่อยตัวใดใช้ใส่ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ แล้วจะทำให้หลอดไฟสว่าง
ขึ้นเอง โดยไม่ต้องมีแหล่งจ่ายไฟ ?
10. ก๊าซเฉื่อยตัวใด ใช้บรรจุในบอลลูน ?

เฉลยปัญหา

1. ก๊าซมีตระกูล, Inert gas, Noble gas Rare gas
2. He Ar Ne Kr Xe และ Rn
3. He
4. Rn
5. Ar
6. He
7. จะทำให้ได้หลอดมีอายุการใช้งานได้นาน
8. Kr หรือ Xe
9. Kr - 85
10. He

เอกสารหมายเลข 6.2.1

ตารางแสดงสารประกอบของก๊าซเฉื่อยที่เตรียมได้

ตารางแสดงสารประกอบของก๊าซเฉื่อยที่เตรียมได้

สารประกอบที่เตรียมได้	สถานะ	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	ความร้อนของการเกิดสารประกอบ (kcal/mole)
XeF_2	เป็นของแข็งผลึกไม่มีสี	140	-37
XeF_4	เป็นของแข็งผลึกไม่มีสี	114	-68
XeF_6	เป็นของแข็งผลึกไม่มีสี	48	-96
XeOF_4	เป็นของเหลวไม่มีสี	-28	-
XeO_3	เป็นของแข็งผลึกไม่มีสี	-	+96
XeO_4	เป็นก๊าซไม่มีสี	-	-
$\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	เป็นของแข็งผลึกไม่มีสี	-	-

คำสั่ง : จากตารางจงตอบคำถามต่อไปนี้ ลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

1. สารประกอบตัวใดเป็นก๊าซที่ไม่มีสี ?
2. สารประกอบก๊าซเฉื่อยตัวใด เป็นของเหลวไม่มีสี ?
3. สารประกอบก๊าซเฉื่อย ส่วนใหญ่มีสถานะใด ?
4. นักเรียนคิดว่ายังมีสารประกอบก๊าซเฉื่อยตัวอื่นนอกเหนือจากในตารางนี้หรือไม่ และถ้ามีไม่แก่ตัวใด ?
5. สารประกอบก๊าซเฉื่อยที่เป็นของเหลว จะมีจุดหลอมเหลวอย่างไร ?

เฉลย

1. XeO_4
2. XeOF_4
3. ของแข็ง
4. มี $\overset{|}{\text{Xe}}$ เช่น KrF_2
5. ทามาก, ติดลบ

เอกสารหมายเลข 6.2.2

หัวข้ออภิปรายและสรุปเรื่องกัมฉื่อย

หัวข้ออภิปรายและสรุปเรื่องก๊าซเฉื่อย

คำสั่ง : ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆละ 4-5 คน อภิปรายและสรุปตามความคิดเห็นของนักเรียน

1. ก๊าซเฉื่อย หมายถึงอะไร จงยกตัวอย่างประกอบ ?
2. สารประกอบก๊าซเฉื่อยที่สามารถเตรียมได้ มีอะไรบ้าง ?
3. จงสรุปประโยชน์และโทษของก๊าซเฉื่อย เป็นข้อๆให้ชัดเจน ?

เอกสารหมายเลข 6.2.3

คู่มือเล่นเกมจับคู่เรื่องก๊าซเฉื่อย

คู่มือเล่นเกมจับคู่เรื่องก๊าซเฉื่อย

คำสั่ง : ให้นักเรียนศึกษาเอกสารหมายเลข 6.1.1 แล้วเล่นเกมจับคู่เรื่องก๊าซเฉื่อย
อุปกรณ์

1. บัตรเล่นเกมกลุ่มละ 1 ชุด
2. กลองใส่บัตรเล่นเกม 1 กลอง

กติกา

1. การมีผู้เล่นเกมอย่างน้อยกลุ่มละ 2 คน
2. ให้ผู้เล่นเกมศึกษาแผ่นเฉลยเกมคนละประมาณ 2 นาทีแล้วปิดเฉลย
3. จับคู่เกี่ยวกับก๊าซเฉื่อยที่มีความสัมพันธ์กันให้ถูกต้อง
4. ผู้เล่นเกมเสร็จก่อนถือว่าเป็นผู้ชนะ

เกมจับคู่ก๊าซเฉื่อย

บรรจุบอลลูก	-	ฮีเลียม (He)
หลอดโฆษณาสีนํ้า	-	นีออน (Ne)
หลอดไฟฟ้าอายุการใช้งานนาน	-	อาร์กอน (Ar)
ไส้ในหลอดฟลูออเรสเซนต์	-	คริปทอน (Kr)
ไฟแฟลช	-	ซีนอน (Xe)
ไม่ทำปฏิกิริยากับธาตุอื่น	-	ก๊าซเฉื่อย
ก๊าซเฉื่อยที่มีมากที่สุด	-	อาร์กอน (Ar)
หางานในทะเลลึก ๆ	-	ฮีเลียม (He)
กัมมันตภาพรังสี	-	เรดอน (Rn)
ไทเทเนียม	-	อาร์กอน (Ar)

คู่มือผู้สอน

บทเรียนโมดูลที่ 7 คาบ หนึ่ง ของชาตและตารางชาต

คู่มือผู้สอน บทเรียนโมดูลที่ 7 เรื่อง คาบ หมูของชาตและคารางชาต
 ันมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ตรวจสอบเอกสารต่อไปนี้ให้ครบ .
 - 1.1 คาชี้แจง บทเรียนโมดูลที่ 7 เรื่อง คาบ หมูของชาตและคารางชาต
 - 1.2 คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 7 เรื่อง คาบ หมูของชาตและคารางชาต
 - 1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำบทเรียนโมดูลที่ 7 เรื่อง คาบ หมูของชาตและคารางชาต
 - 1.4 เอกสารหมายเลข 7.1.1 บทเรียนโปรแกรม คาบ หมูของชาตและคารางชาต
 - 1.5 เอกสารหมายเลข 7.1.2 ตารางแสดงการจัดชาต 20 ชาตแรก
 - 1.6 เอกสารหมายเลข 7.1.3 ตารางเปรียบเทียบสมบัติของชาต
 เอกชาตลิคองกับเจอร์เมเนียม
 - 1.7 เอกสารหมายเลข 7.2.1 การจัดเรียงชาตตามหมวดหมู
 - 1.8 เอกสารหมายเลข 7.2.2 เทปบรรยายสรุปเรื่อง ตารางชาต
 - 1.9 เอกสารหมายเลข 7.2.3 ตารางชาตฉบับปัจจุบัน
2. ศึกษารายละเอียดของบทเรียนโมดูลที่ 7 (ตามข้อ 1)
3. ให้ผู้เรียนศึกษาคาชี้แจง บทเรียนโมดูลที่ 7 ตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
4. ให้ผู้เรียนหาแบบทดสอบก่อนการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบจำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ถ้าวานเกณฑ์ 80% ไม้ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้

5. ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ :

5.1 กิจกรรมบังคับ

5.1.1 ศึกษาทบทวนโปรแกรม คาบ หนึ่งของชาตและตารางชาต
(30 นาที)

5.1.2 ศึกษาเอกสารหมายเลข 7.1.2 ตารางแสดงการจัดชาต
20 ชาตแรก พร้อมทั้งทาแบบฝึกหัด (20 นาที)

5.1.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 7.1.3 ตารางเปรียบเทียบสมบัติของ
ชาตเอคาซิติกอนกับเจอร์เมเนียม (15 นาที)

5.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทากิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (15 นาที)

5.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 7.2.1 การจัดเรียงชาตตามหมวดหมู่

5.2.2 พังเพยบรรยายสรุปเรื่อง ตารางชาต ตามเอกสารหมายเลข 7.2.2

5.2.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 7.2.3 ตารางชาตฉบับปัจจุบันพร้อมทั้ง
ทาแบบฝึกหัด

6. ให้ผู้เรียนทาแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ
จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%

7. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทา
กิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุไว้ใหม่ หรืออาจคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่
เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

8. บทบาทของผู้สอน

8.1 ควรอยู่ในห้องเรียนเพื่อให้คาปรึกษาหารือแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด

8.2 รวบรวมเอกสารทุกชิ้นเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ประจำบทเรียนโมดูลที่ 7 คาม หมู่ของธาตุและการวางธาตุ

แบบทดสอบ บทเรียนโมดูลที่ 7 เรื่อง คาบ หมูของธาตุและการวางธาตุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 10 นาที

1. ธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันจะมีอะไรเท่ากัน ?
 - ก. จำนวนโปรตอน
 - ข. จำนวนนิวตรอน
 - ค. จำนวนอิเล็กตรอน
 - ง. จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน
 - จ. จำนวนโปรตอนและนิวตรอน
2. ธาตุ X เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ไม่นำไฟฟ้า ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ แต่รวมกับออกซิเจนได้ออกไฮดรอกไซด์ที่ละลายน้ำได้ดี สารละลายของออกไซด์เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นแดง ธาตุ X ควรอยู่ในหมู่ใดในตารางธาตุ ?
 - ก. 4
 - ข. 5
 - ค. 6
 - ง. 7
 - จ. 8
3. ธาตุที่อยู่ในช่องแวนอนเดียวกัน เรียกว่าอยู่ในข้อใด ?
 - ก. หมู่
 - ข. คาบ
 - ค. แถว
 - ง. ระยะ
 - จ. กรุป
4. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง ?
 - ก. ธาตุที่อยู่ในแนวดิ่งเดียวกันเรียกว่าอยู่ในหมู่เดียวกัน
 - ข. ธาตุที่อยู่ในแถวเดียวกันเรียกว่าอยู่ในคาบเดียวกัน
 - ค. ธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันจะมีสมบัติต่างกัน ส่วนธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันจะมีสมบัติเหมือนกัน
 - ง. ธาตุที่อยู่ขวามือของตารางธาตุ จะมีความเป็นโลหะมากขึ้น
 - จ. ธาตุที่อยู่ทางซ้ายมือของตารางธาตุ จะมีความเป็นโลหะมากขึ้น

5. ข้อใดถูกต้อง ?

- ก. ในตารางธาตุจัดธาตุเป็น 7 คาบ
- ข. ในตารางธาตุจัดธาตุเป็น 8 คาบ
- ค. ในตารางธาตุจัดธาตุเป็น 7 หมู่
- ง. ในตารางธาตุจัดธาตุเป็น 8 แถว
- จ. ในตารางธาตุจัดธาตุเป็น 7 กรู๊ป

6. เวเลนซ์อิเล็กตรอน หมายถึงข้อใด ?

- ก. จำนวนอิเล็กตรอนและนิวตรอน
- ข. อิเล็กตรอนวงนอกสุด
- ค. อิเล็กตรอนวงในสุด
- ง. อิเล็กตรอนที่อยู่ภายในนิวเคลียส
- จ. อิเล็กตรอนที่อยู่ภายนอกนิวเคลียส

7. ตารางธาตุที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้มารากฐานมาจากผลงานของใคร ?

- ก. มอสเล่ย์
- ข. นิวแลนด์
- ค. เมนเดลีฟ
- ง. โคเปอร์นิเคอร์
- จ. เมเยอร์

8. ตารางธาตุที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจัดทำตามแบบของใคร ?

- ก. เมเยอร์
- ข. นิวแลนด์
- ค. เมนเดลีฟ
- ง. มอสเล่ย์
- จ. โคเปอร์นิเคอร์

9. Ha คือสัญลักษณ์ของธาตุในข้อใด ?

- ก. ฮาฟเนียม
- ข. แฮเลียม
- ค. เฮลลียม
- ง. ฮาโลเนียม
- จ. ฮอลาเนียม

10. เอคาซิสิกอนคือธาตุใดในปัจจุบัน ?

- ก. ฮาฟเนียม
- ข. ซีซีคอน
- ค. โปโลเนียม
- ง. พลูโตเนียม
- จ. เจอร์เมเนียม

11. ประโยชน์ของการวางธาตุข้อใดที่มีผลต่อก่อนนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ?

- ก. ทำให้ทราบว่าธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันจะมีสมบัติคล้ายกัน
- ข. ทำให้ทำนายธาตุใหม่ ๆ ที่ยังไม่ค้นพบและคิดว่าอาจจะค้นพบ
- ค. ทำให้ทราบว่าธาตุที่อยู่ทางซ้ายมือเป็นโลหะ
- ง. ทำให้ทราบว่าธาตุที่อยู่ทางขวามือเป็นอโลหะ
- จ. ทำให้ทราบว่าก๊าซเฉื่อยอยู่ตรงกลาง

12. ธาตุ F Cl Br และ I อยู่ในหมู่เดียวกัน ท่านคิดว่าความเป็นอโลหะของธาตุเหล่านี้จะเป็นอย่างไร ?

- ก. เพิ่มขึ้นตามลำดับจากธาตุ F ถึง I
- ข. ลดลงตามลำดับจากธาตุ F ถึง I
- ค. ไม่เปลี่ยนแปลงมีความเป็นอโลหะเท่ากัน
- ง. เปลี่ยนแปลงไปตามอะตอมมิกนัมเบอร์
- จ. ยังสรุปไม่ได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

13. ในตารางธาตุนั้นธาตุทั้งหมดเรียงกันตามลำดับของข้อใด ?

- ก. ขนาดของอะตอม
- ข. มวลของอะตอม
- ค. อะตอมมิกนัมเบอร์
- ง. เวเลนซ์อิเล็กตรอน
- จ. แมสนัมเบอร์

14. ถ้าธาตุ Z อยู่ในคาบเดียวกับโพแทสเซียมและอยู่ในหมู่เดียวกับคลอรีนแต่อยู่ใต้ธาตุคลอรีน ธาตุ Z ไม่ควรมีสมบัติอย่างไร ?

- ก. มีสมบัติคล้ายคลอรีน
- ข. มีความเป็นโลหะมากกว่าคลอรีน
- ค. มีความเป็นอโลหะมากกว่าโพแทสเซียม
- ง. มีอะตอมมิกนัมเบอร์น้อยกว่าโพแทสเซียม
- จ. มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับธาตุโพแทสเซียม

15. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง ?

- ก. ธาตุที่อยู่ขวามือของตารางธาตุเป็นอโลหะ
- ข. ธาตุที่อยู่ซ้ายมือของตารางธาตุนาไฟฟ้าได้ดี
- ค. ธาตุที่อยู่ในแวนนอนของตารางธาตุจะมีสมบัติคล้ายกัน
- ง. ธาตุที่อยู่ทางซ้ายมือของตารางธาตุด้านล่างจะมีความเป็นโลหะมากกว่าด้านบน
- จ. ธาตุที่อยู่ทางขวามือของตารางธาตุด้านบนจะมีความเป็นอโลหะมากกว่าด้านล่าง

คู่มือผู้เรียน
บทเรียนโมดูลที่ 7 คาบ หนึ่ง ของธาตุและตารางธาตุ

คู่มือผู้เรียน บทเรียนโมดูลที่ 7 เรื่อง คาบ หมู่ของธาตุและการวางธาตุ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ศึกษาบทเรียนโมดูลตั้งแต่จุดมุ่งหมายจนถึงแผนภูมิ (5 นาที)
2. ทาแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) ถ้าผ่านเกณฑ์ 80% ไม่ต้องเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. กระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้ :
 - 3.1 กิจกรรมบังคับ
 - 3.1.1 ศึกษาบทเรียนโปรแกรม คาบ หมู่ของธาตุและการวางธาตุ ตามเอกสารหมายเลข 7.1.1 (30 นาที)
 - 3.1.2 ศึกษาเอกสารหมายเลข 7.1.2 ตารางแสดงการจัดธาตุ 20 ธาตุแรกพร้อมทั้งทาแบบฝึกหัด (20 นาที)
 - 3.1.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 7.1.3 ตารางเปรียบเทียบสมบัติของ ธาตุเอคาซิลิคอนกับเจอร์เมเนียม (15 นาที)
 - 3.2 กิจกรรมเลือก

ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างน้อย 1 กิจกรรม (15 นาที)

 - 3.2.1 ศึกษาเอกสารหมายเลข 7.2.1 การจัดเรียงธาตุตามหมวดหมู่
 - 3.2.2 พัง เทปบรรยายสรุปเรื่องตารางธาตุ ตามเอกสารหมายเลข 7.2.2
 - 3.2.3 ศึกษาเอกสารหมายเลข 7.2.3 ตารางธาตุฉบับปัจจุบัน พร้อมทั้งทาแบบฝึกหัด

4. ทำแบบทดสอบหลังการเรียน ซึ่ง เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ
จำนวน 15 ข้อ (10 นาที) เกณฑ์ผ่านคือ 80%
5. ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำ
กิจกรรมการเรียนรู้ตามที่เราได้ให้ไว้ใหม่ หรืออาจทำกิจกรรมโดยคิดค้นใหม่
ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

คำชี้แจง

บทเรียนโมดูลที่ 7 คาบ หนึ่งของธาตุและตารางธาตุ

จุดมุ่งหมาย

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้ได้ :

1. อธิบายความหมายของคำว่า "กาบ" "หมูของชาต" ได้
2. ยกตัวอย่างการจักชาต 20 ชาตแรกเรียงตามมวลอะตอมได้
3. สรุปประวัติความเป็นมาของตารางชาตได้
4. เปรียบเทียบสมบัติของชาตเอคาซิลิคอนกับเวอร์ เมเนียมตามที่ทำนายและค้นพบได้
5. บอกประโยชน์ของตารางชาตได้

ความรู้พื้นฐาน

ไม่จำเป็นต้องมี

การประเมินผลเบื้องต้น

การประเมินผลเบื้องต้นก่อนการเรียน ใช้แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ
จำนวน 15 ข้อ

กิจกรรมการเรียน

เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ผู้เรียนต้องกระทำกิจกรรม
การเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ กิจกรรมบังคับและกิจกรรมเลือก ดังนี้ :

1. กิจกรรมบังคับ (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนต่อไปนี้)
 - 1.1 ศึกษาบทเรียนโปรแกรม กาบ หมูของชาตและตารางชาต
(เอกสารหมายเลข 7.1.1)

- 1.2 ศึกษาตารางแสดงการจัดวิชา 20 วิชาแรก (เอกสารหมายเลข 7.1.2)
- 1.3 ศึกษาตารางเปรียบเทียบสมบัติของธาตุเอกาซิลิคอนกับเจอร์เมเนียม (เอกสารหมายเลข 7.1.3)
2. กิจกรรมเลือก (ให้ผู้เรียนทุกคนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้อย่างน้อย 1 กิจกรรม)
 - 2.1 จัดเรียงธาตุตามหมวดหมู่ให้ถูกต้อง (เอกสารหมายเลข 7.2.1)
 - 2.2 พังเพบบรรยายสรุปเรื่อง ตารางธาตุ (เอกสารหมายเลข 7.2.2)
 - 2.3 ศึกษาตารางธาตุฉบับปัจจุบัน (เอกสารหมายเลข 7.2.3)

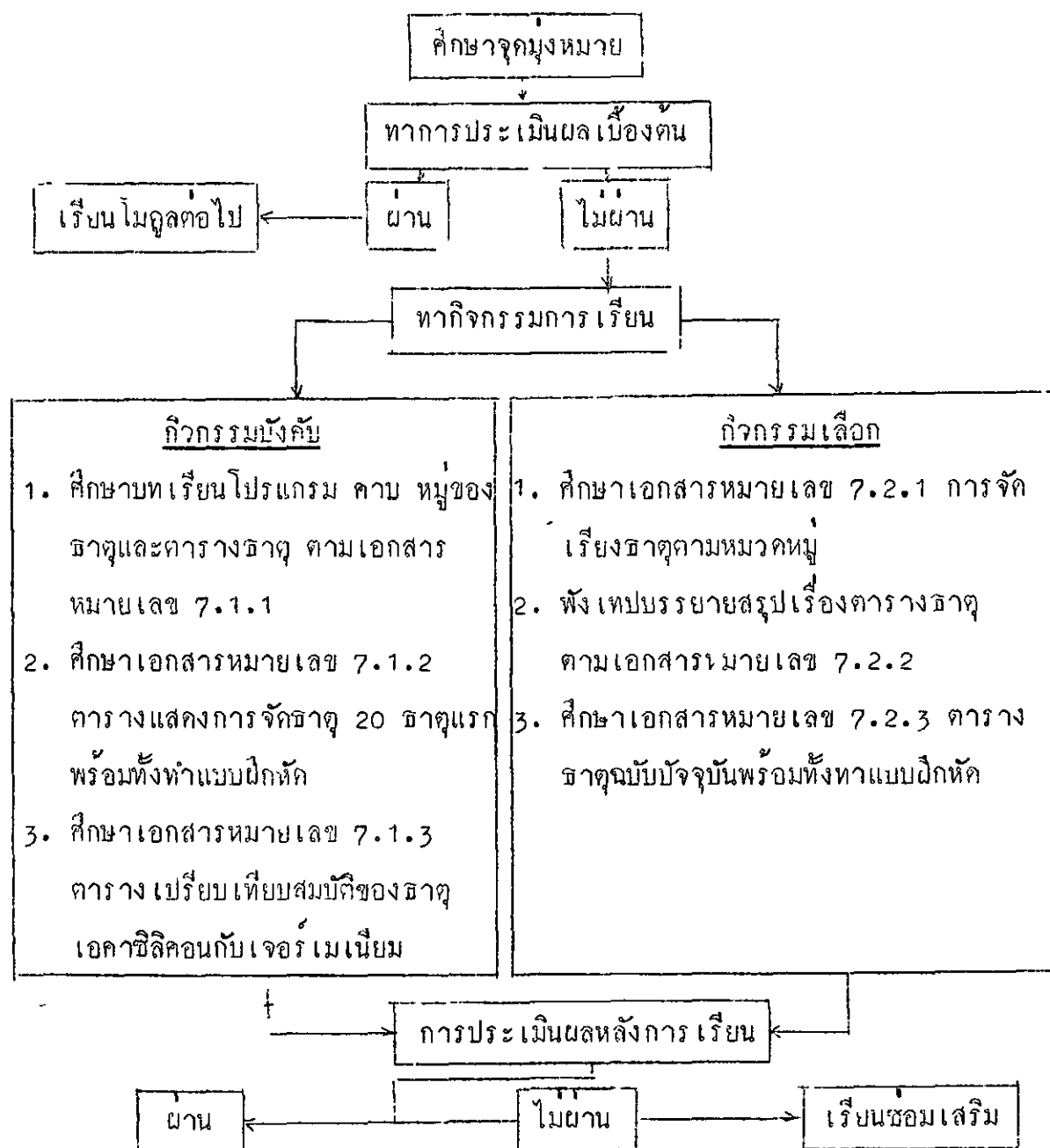
การประเมินผลหลังเรียน

1. ตรวจผลงานของผู้เรียนทั้งงานรายบุคคลและงานกลุ่ม
2. สังเกตการปฏิบัติงานขณะที่ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
3. ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ

การเรียนรู้ซ่อมเสริม

ถ้าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ 80% ให้ผู้เรียนปรึกษากับผู้สอนและเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่เราชี้แนะ หรือคิดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีสมรรถภาพตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเรียนรู้แบบเรียนโมดูลที่ 7 : คาบ หนูของธาตุและการวางธาตุ



เอกสารหมายเลข 7.1.1

บทเรียนโปรแกรม
คาบ หนูของธาตุและตารางธาตุ

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโปรแกรม

1. นักเรียนใช้แผ่นกระดาษแข็งที่แนบมากับบทเรียนนี้ ปิดคาตอบทางด้านขวามือของนักเรียนในหน้าที่นักเรียนกำลังเรียนบทเรียน
2. บทเรียนจะมีคำอธิบายสลับคำถามให้นักเรียนตอบ แต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างให้นักเรียนเติมคาตอบสั้น ๆ
3. อ่านบทเรียนช้า ๆ ในแต่ละกรอบ และทำความเข้าใจไปเรื่อย ๆ เมื่ออ่านจบกรอบหนึ่ง ๆ แล้วให้ตอบคำถามโดยการเติมคำลงในช่องว่างที่เว้นไว้
4. ตอบคำถามเสร็จกรอบหนึ่ง ให้เลื่อนกระดาษปิดคำตอบลงมา 1 ช่องเพื่อตรวจคาตอบว่าถูกต้องตรงกันหรือไม่
5. นักเรียนที่ตอบคำถามในกรอบหนึ่ง ๆ ผิดเพราะไม่เข้าใจ ให้ลองอ่านคำอธิบายในกรอบนั้นซ้ำอีกครั้ง ถ้ายังไม่เข้าใจให้ถามผู้สอน
6. การตอบคำถามนั้นนักเรียนต้องข้อสัคัญต่อตนเอง โดยไม่ดูคาตอบก่อน การตอบผิดไม่เสียหายอะไร แต่จะทำให้นักเรียนทำความเข้าใจกับบทเรียนมากยิ่งขึ้น

ขอให้นักเรียนโชคดีและอ่านบทเรียนด้วยความสบายใจ

ตารางธาตุปัจจุบัน

เลขอะตอม H 1 00797 มวลอะตอม Noble gases VIIIA																		
IA	IIA												IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	2 He 4 00260
3 Li 6.941	4 Be 9.01218												5 B 10.81	6 C 12.01115	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.99840	10 Ne 20.179
← ธาตุทรานสิชัน →																		
11 Na 22.98977	12 Mg 24.305	VIII								13 Al 26.98154	14 Si 28.086	15 P 30.97376	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948			
19 K 39.098	20 Ca 40.08	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50.9414	24 Cr 51.996	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.71	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80	
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.22	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc 98.9062	44 Ru 101.07	45 Rh 102.9055	46 Pd 106.4	47 Ag 107.868	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.9045	54 Xe 131.30	
55 Cs 132.9054	56 Ba 137.34	57 La 138.9055	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.22	78 Pt 195.09	79 Au 196.9665	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.9804	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)	
87 Fr (223)	88 Ra 226.0254	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (260)														

Lanthanide series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.9077	60 Nd 144.24	61 Pm (147)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.9254	66 Dy 162.50	67 Ho 164.9304	68 Er 167.26	69 Tm 168.9342	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97

Actinide series

90 Th 232.0381	91 Pa 231.0369	92 U 238.029	93 Np 237.0482	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

บทเรียนโปรแกรม

คาบ หมู่ของธาตุและตารางธาตุ

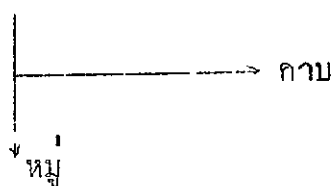
1. ตารางธาตุ หมายถึง ตารางที่นักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมธาตุต่าง ๆ เข้าไว้เป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยสมบัติที่คล้ายคลึงกันไว้ในหมู่เดียวกัน เพื่อสะดวกในการศึกษาสมบัติของธาตุ มีชื่อเรียกว่า.....	
2. การจัดธาตุอย่างมีระบบได้เริ่มขึ้นในสมัยคริสต์ศตวรรษที่ 19 นักวิทยาศาสตร์พบว่าถ้านำธาตุต่าง ๆ มาเรียงลำดับแล้ว ธาตุต่าง ๆ จะมีคุณสมบัติทางเคมีซ้ำกันเป็นช่วง ๆ เช่น ช่วงละ 8 คือธาตุที่ 3 มีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกับธาตุที่ 11 และธาตุที่ 11 จะมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกับธาตุที่	ตารางธาตุ
3. ธาตุที่ 4 จะมีคุณสมบัติทางเคมีซ้ำกับธาตุที่	19
4. ลักษณะเช่นนี้ นักเคมีได้ตั้งเป็นกฎขึ้น เรียกว่ากฎพีริโอดิก ซึ่งมีใจความว่า เมื่อธาตุมาจัดเรียงตามลำดับแล้ว จะพบว่าธาตุต่าง ๆ จะมีคุณสมบัติทาง คล้ายคลึงกันเมื่อนับเรียงไปเป็นช่วง ๆ	12

5. เมื่อค้นพบกฎพีริโอดิกแล้ว นายเมนเคลิฟ (ชาวรัสเซีย) ก็ได้จัดเรียงตารางธาตุโดยจัดเรียงตามมวลอะตอม ในปี ค.ศ. 1869 ซึ่งเรียกว่าแบบ Short form หรือเพื่อให้เกียรติแก่ผู้เสนอเราเรียกว่าตารางธาตุแบบของ.....	เคมี						
6. กล่าวโดยสรุปตารางธาตุของเมนเคลิฟ จัดเรียงธาตุเป็นหมวดหมู่ โดยเรียงจากซ้ายไปขวา ตามลำดับของ..... ของธาตุ	เมนเคลิฟ						
7. ต่อมาพบว่ามีปัญหาหลายประการ เช่น ต้องเรียงธาตุที่มีมวลอะตอมมากไว้หน้าธาตุที่มีมวลอะตอมน้อยกว่า เพื่อให้อยู่ในหมู่เดียวกันกับธาตุที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน ดังนั้นจึงจัดเรียงธาตุโดยใช้เลขอะตอม (Atomic Number) แทน ตามวิธีของมอสเลเย่เช่นในปัจจุบัน	มวล						
8. ในตารางธาตุปัจจุบัน ธาตุต่าง ๆ ได้เขียนไว้อย่างมีระเบียบโดยได้เขียนรายละเอียดไว้ดังตัวอย่างเช่น ธาตุฮีเลียม <table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>→ เลขอะตอม</td> </tr> <tr> <td>He</td> <td>→ สัญลักษณ์</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>→ มวลอะตอม</td> </tr> </table> ธาตุที่ 3 ซึ่งอยู่ทางซ้ายมือมีสัญลักษณ์เป็น	2	→ เลขอะตอม	He	→ สัญลักษณ์	4	→ มวลอะตอม	มวลอะตอม
2	→ เลขอะตอม						
He	→ สัญลักษณ์						
4	→ มวลอะตอม						

9. ธาตุที่ 3 มีเลขอะตอม (Atomic Number) เป็น.....
มวลอะตอมเป็น

Li

10. คำศัพท์ที่ควรรู้จักในตารางธาตุคือ คำว่า "คาบ" (Period) และคำว่า "หมู่" (group) ทั้งสองคำเป็นลักษณะของการจัดเรียงธาตุคือ



กล่าวคือธาตุที่อยู่แถวเดียวกันในแนวนอน เราเรียกว่าอยู่ใน คาบเดียวกัน

3 / 6.9

11. ธาตุที่อยู่ในคาบที่ 1 ในตารางธาตุได้แก่ H และ....

คาบ

12. ธาตุตัวแรกในคาบที่ 3 คือธาตุที่มีสัญลักษณ์..... ส่วนตัวสุดท้ายคือธาตุที่มีมวลอะตอมเป็น

He

13. คาบที่ 3 พบว่าธาตุในคาบนี้เรียงไปตามลำดับคือธาตุที่มีเลขอะตอมเป็น 11 และ 18

Na / 39.9

14. จากการศึกษาแล้ว จะเห็นได้ว่าแนวการวางธาตุจึกเรียง ธาตุในแต่ละคาบ จากซ้ายไปขวาตามลำดับของ (แถววลอะตอมก็เพิ่มวามไปด้วย เพราะมันแปรกวมกัน)	12-17
15. จากกรอบที่ 10 กลุ่มธาตุที่อยู่ในกรอบที่เรียงลงมาตาม แนวตั้งเราเรียกว่ามันเป็นธาตุ... .. เกี่ยวกัน	เลอะอะอะอะอะ
16. การจัดธาตุออกเป็นหมวดหมู่ ซึ่งมีทั้งหมด 2 หมู่ใหญ่ๆ ก็คือหมู่ A และหมู่ B แต่ละหมู่จะมี 8 หมู่ย่อย และมี คาบทั้งหมด คาบ	หมู่
17. ธาตุในหมู่ IA (ยกเว้น H) เรียกโลหะอัลคาไล ได้แก่ Li Na	7
18. ธาตุในหมู่ IIA เรียกโลหะอัลคาไลเอิร์ธ ได้แก่ Be, Mg	K Rb Cs และ Fr

19. ธาตุโลหะในหมู่ IA และ IIA มีชื่อเรียกรวมอย่างหนึ่งว่าธาตุโลหะเบา (light metals) ดังนั้นธาตุ K และ Ca ต่างก็เป็นธาตุพวก ง่าย	Ca, Sr, Ba และ Ra
20. ธาตุในหมู่ VIIA เรียกหมู่ธาตุฮาโลเจน ได้แก่ F Cl โลหะเบา	โลหะเบา
21. ธาตุในหมู่ VIIIA เรียกว่า แก๊สเฉื่อย ได้แก่ Br I At	Br I At
22. ธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน เราจะพบว่าขนาดของอะตอมของธาตุจะเล็กลงตามลำดับจากซ้ายไปขวา เช่นในคาบที่ 4 ธาตุ Ca จะมีขนาดของอะตอมเล็กกว่าธาตุ... He Ne Ar Kr Xe Rn	He Ne Ar Kr Xe Rn
23. ประโยชน์ของการวางธาตุ คือช่วยบอกความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุ กล่าวคือ ในคาบเดียวกันจะมีความเป็นโลหะจะลดลงจากซ้ายไปขวา เช่น ธาตุ Li เป็นโลหะ ง่ายกว่าธาตุ Be	K

24. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างธาตุ I O และ F จะพบว่า..... มีความเป็นโลหะมากที่สุด	มาก
25. ถ้าธาตุ A อยู่ในคาบเดียวกับธาตุ K และอยู่ในหมู่เดียวกันกับ Cl ธาตุ A ควรมีสมบัติคล้ายธาตุ และมีสมบัติเป็นโลหะ กว่าธาตุ	F
26. เมื่อเปรียบเทียบธาตุในหมู่เดียวกันก็จะพบว่า ธาตุจะเพิ่ม ความเป็นโลหะขึ้นเรื่อย ๆ จากบนลงล่าง เช่น Li จะมี ความเป็นโลหะ Fr	Cl / มากกว่า
27. ในการวางธาตุการแบ่งธาตุว่าธาตุพวกใดควรเป็นโลหะหรือ อโลหะจะมีเส้น diagonal line แบ่งแยกไว้โดย ธาตุที่อยู่ทางซ้ายมือของเส้นนี้จะเป็นธาตุโลหะ ส่วนธาตุ ทางขวาจะเป็น (ยกเว้นกลุ่ม VIIIA)	น้อยกว่า
28. สำหรับธาตุที่อยู่ติดเส้นแบ่งนี้จะเป็นพวกกึ่งโลหะ (Metalloid) เช่น ธาตุ Si, B, Ge, As, Sb	อโลหะ

29. ธาตุหมู่ B มีทั้งหมด 10 ช่องรวมเรียกว่าธาตุทรานสิชัน ยกตัวอย่าง เช่น ธาตุในคาบที่ 3 ก็คือธาตุที่มีเลขอะตอม ถึง 30	Te, Po, At
30. ธาตุหมู่ B รวมทั้งธาตุ Lanthanide Series และธาตุ Actinide Series จัดเป็นธาตุประเภท	21
31. ธาตุในหมู่ B ทั้งหมด เรียกว่าทรานสิชัน ธาตุที่ 105 จึงจัด เป็นธาตุ ตัวหนึ่ง	โลหะ
32. โลหะในหมู่ B บางทีก็เรียกว่า โลหะหนัก (heavy metals) ธาตุทองแดง (Cu) แม้มวลอะตอมจะไม่มาก แต่ก็จัด เป็นธาตุ คั่ว	ทรานสิชัน
33. ตารางธาตุยังมีประโยชน์ในการทำนายโครงสร้างและหมู่ ธาตุ ที่จะค้นพบใหม่ เช่น ธาตุที่ 105 อยู่ในหมู่ V B ธาตุที่ 106 ควรเรียงอยู่ในคาบที่ . และอยู่ในหมู่	โลหะหนัก

34. ธาตุทั้ง 105 ธาตุนั้นจะมีธาตุที่เป็นของเหลว 5 ธาตุ เช่น Cs Fr, Ga, Br และธาตุที่มวลอะตอม เป็น 80 ได้แก่ธาตุ	7/VI B
35. ธาตุที่มีสถานะเป็นก๊าซมี 11 ธาตุ เช่น H N O F Cl และธาตุในหมู่ นอกนั้นเป็นของแข็ง	Hg
ถ้ายังไม่เข้าใจ ให้ทบทวนใหม่ตั้งแต่กรอบที่ 1	VIIIA

เอกสารหมายเลข 7.1.2

ตารางแสดงการจัดทำ 20 ชาติแรก

ตารางแสดงการวิวัฒนาการ 20 ธาตุแรก

รูป ก.

H	He	Li	Be	B	C	N	O
F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ar	Ca				

รูป ข.

						H	He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K
Ar	Ca						

รูป ค.

VII VIII

I	II	III	IV	V	VI	H	He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca						

ตารางแสดงการจัดธาตุ 20 ธาตุแรก

คำสั่ง : จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จากตารางการจัดธาตุ รูปใดเป็นการจัดโดยเรียงตามมวลอะตอม ? (. . .)
2. การจัดธาตุรูปใดจัดโดยให้โลหะอยู่ทางซ้ายและอโลหะอยู่ทางขวา ? (... ..)
3. การจัดธาตุรูป ข. จัดไม่ถูกต้องในเรื่องใด ?
(.)
4. ถ้าจะจัดให้ถูกต้องตามคุณสมบัติ ควรจัดตั้งรูปใด ? (.. .. .)
5. ธาตุในคาบที่ 1 ได้แก่ธาตุใดบ้าง ? (. .. .)
6. จากรูป ค. จะจัดธาตุใดเป็นที่คาบ ๓ ? (. . .)
7. จากรูป ค. จะจัดธาตุใดเป็นที่หมู่ ๖ ? (.... .)
8. การจัดธาตุทั้งเช่น รูป ค. มีข้อสังเกตอย่างไรบ้าง ?
(..)
(.)
9. จากรูป ค. ธาตุในหมู่ 1 และหมู่ ๒ ต่างกันอย่างไร ?
(.....)
(.)
10. จากตารางทั้ง ๕ ตาราง นักเรียนคิดว่ารูปใดใกล้เคียงกับตารางธาตุในปัจจุบันมากที่สุด ? (..... .)
11. การจัดเรียงธาตุตามมวลอะตอมมีข้อบกพร่องอะไร ?
(.....)

เฉลยแบบฝึกหัด

ตารางแสดงการจัดธาตุ 20 ธาตุแรก

1. รูป ก.
2. รูป ข.
3. อาร์กอน(Ar) เป็นก๊าซเฉื่อย แต่ไม่อยู่ตรงกับก๊าซเฉื่อย เช่น He และ Ne
4. รูป ค.
5. H และ He
6. 4 คาบ
7. 8
8. ธาตุในหมู่ 1 และ 2 เป็นโลหะอย่างเห็นได้ชัดและธาตุในหมู่ 5-8 เป็นอโลหะ
9. หมู่ 1 เป็นโลหะ ส่วนหมู่ 8 เป็นอโลหะ (ก๊าซเฉื่อย)
10. รูป ค.
11. ธาตุบางตัว เช่น Ar กับ K ต้องสลับที่กัน

เอกสารหมายเลข 7.1.๖

ตาราง เปรียบเทียบสมบัติของธาตุเอคาซิลิคอนกับเจอร์เมเนียม

ตาราง เปรียบเทียบสมบัติของธาตุเอคาซิลิคอนกับเจอร์เมเนียม

สมบัติ	เอคาซิลิคอน, ทานายเมื่อ ค.ศ. 1871 (พ.ท. 2414)	เจอร์เมเนียม พบเมื่อ ค.ศ. 1886 (พ.ศ. 2429)
มวลอะตอม	72	72.59
ความหนาแน่น (g/cm^3)	5.5	5.36
ความร้อนจำเพาะ (cal/g)	0.073	0.076
ปริมาตรต่อโมล (cm^3)	13.09	13.70
สี	เทาแก่ (dirty gray)	ขาวแกมเทา (grey ish white)
จุดหลอมเหลว	สูง	958 °C
สูตรของออกไซด์	EsO_2	GeO_2
ความหนาแน่นของออกไซด์ (g/cm^3)	4.7	4.7
ปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก	ละลายได้เล็กน้อย	ไม่ละลายที่ 25 °C
ความหนาแน่นของเตตระ คลอไรด์ (g/cm^3)	1.9	1.9
จุดเดือดของ เตตระคลอไรด์ (°C)	90	86
จุดเดือดของ เตตระเอซิลิก (°C)	160	-

คำสั่ง : จากตารางจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากตาราง เปรียบเทียบสมบัติของธาตุนี้ ธาตุที่ค้นพบห่างจากการทำนายเป็นเวลานานเท่าใด ? (.....)
2. สมบัติของธาตุข้อใดบ้างที่เหมือนกันกับการทำนายทุกประการ ?
(.....)
3. GeO_2 อ่านว่าอย่างไร ? (.....)
4. ธาตุเจอร์เมเนียมอยู่ในหมู่ใด ? (.....)
5. จากตารางธาตุสรุปได้ว่าธาตุที่ค้นพบควรเป็นโลหะหรืออโลหะ ? (.....)
6. รุกหลอมเหลวของธาตุเจอร์เมเนียมมีค่าเท่าไร ? (.....)
7. ธาตุเจอร์เมเนียมได้ค้นพบมาแล้วกี่ปี ? (..)
8. ธาตุเจอร์เมเนียมไม่ละลายที่ 25°C เมื่อทำปฏิกิริยากับสาร ? (.....)
9. จากตารางสมบัติของธาตุเจอร์เมเนียมระหว่างความหนาแน่นกับความร้อนจำเพาะ สิ่งใดที่สามารถทำนายได้ใกล้เคียงมากที่สุด ? (.....)
10. จากตาราง เปรียบเทียบนี้เราสามารถสรุปได้อย่างไร ?
(.....
.....)

เฉลยแบบฝึกหัด

ตาราง เปรียบเทียบสมบัติของธาตุเอคาซิลิคอนกับเจอร์เมเนียม

1. 15 ปี
2. ความหนาแน่นของออกไซด์และความหนาแน่นของ เทตระคลอไรด์
3. เจอร์เมเนียมออกไซด์
4. หมู่ 4
5. โลหะ
6. 958°C
7. 97 ปี
8. HCl
9. ความร้อนจำเพาะ
10. สามารถทำนายสมบัติของธาตุที่จะค้นพบใหม่ได้อย่างใกล้เคียง

เอกสารหมายเลข 7.2.1

การจักเรียงธาตุตามหมวดหมู่

การจัดเรียงธาตุตามหมวดหมู่

ในตารางธาตุปัจจุบัน แบ่งธาตุเป็นหมู่ใหญ่ทั้งหมด 2 หมู่คือ หมู่ A และหมู่ B แต่ละหมู่จะมี 8 หมู่ย่อยจัดเรียงไว้ตามแนวดิ่ง ตามคุณสมบัติที่เหมือนกันเขียนเลขโรมันกำกับไว้ เช่น :

ธาตุในหมู่ IA เรียกว่าโลหะอัลคาไล (Alkali metal) ได้แก่

Li Na K Rb Cs Fr

ธาตุในหมู่ IIA เรียกว่าโลหะอัลคาไลน์เอิร์ธ (Alkali earth metal)

ได้แก่ Be Mg Ca Sr Ba Ra

ธาตุในหมู่ VIIA เรียกหมู่ธาตุฮาโลเจน (Halogen) ได้แก่ F Cl Br I

และ At

ธาตุในหมู่ VIIIA เรียกว่าก๊าซเฉื่อย (Inert gas) ได้แก่ He Ne Ar

Kr Xe และ Rn

ธาตุซึ่งเรียงตามลำดับเลขอะตอม (Atomic Number) ที่เพิ่มขึ้นและเป็นแถวตามแนวนอนเรียกว่า คาบ (Period) ซึ่งมีทั้งหมด 7 คาบ ดังนี้

คาบที่ 1 มี 2 ธาตุ คือ H และ He

คาบที่ 2 มี 8 ธาตุ คือ Li ถึง Ne

คาบที่ 3 มี 8 ธาตุ คือ Na ถึง Ar

คาบที่ 4 มี 18 ธาตุ คือ K ถึง Kr

คาบที่ 5 มี 18 ธาตุ คือ Rb ถึง Xe

คาบที่ 6 มี 32 ธาตุ คือ Cs ถึง Rn

คาบที่ 7 มี 19 ธาตุ คือ Fr ถึง Ha

ธาตุในหมู่ B เรียกทรานสิชัน (Transition elements) ซึ่งรวมทั้งกลุ่มธาตุแลนทาไนด์ (Lanthanide series) และกลุ่มธาตุแอคทิไนด์ (Actinide series) ซึ่งอยู่ในหมู่ IIIB (สำหรับธาตุไฮโดรเจนมีสมบัติบางอย่างคล้ายธาตุหมู่ 1

และสมบัติบางอย่างคล้ายธาตุหมู่ 7 จึงแยกไว้ต่างหาก

ลักษณะสำคัญของธาตุภายในหมู่เดียวกัน

1. มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน (อิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกสุด) เท่ากัน จึงทำให้มีสมบัติคล้ายกัน
2. ธาตุในหมู่ A จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับเลขที่ของหมู่
3. ธาตุทรานสิชันส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 ยกเว้นบางธาตุ เช่น Cr Cu มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1
4. มีระดับพลังงานไม่เท่ากันคือจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง เช่น $Li^3 (2 \ 1)$, $^{11}Na (2 \ 8 \ 1)$, $^{19}K (2 \ 8 \ 8 \ 1)$ จะมีระดับพลังงาน 2, 3, 4 ตามลำดับ

ลักษณะสำคัญของธาตุภายในคาบเดียวกัน

1. มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา จึงมีสมบัติต่างกัน (ยกเว้นธาตุทรานสิชัน)
2. มีระดับพลังงานเท่ากันและเท่ากับเลขที่ของคาบ

ประโยชน์ของตารางธาตุ

1. สามารถทำนายสมบัติของธาตุที่ยังไม่เคยศึกษาหรือยังไม่พบในปัจจุบันว่าเป็นสมบัติอย่างไร ควรอยู่ในคาบ, หมู่ใด
2. ทำให้ทราบว่าธาตุที่อยู่ทางซ้ายมือเป็นโลหะและทางขวามือเป็นอโลหะ และเมทัลลอยด์อยู่ใกล้กับเส้นซิกแซก
3. ธาตุที่อยู่ด้านล่างของหมู่จะเป็นโลหะมากที่สุด
4. พวกที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด (Valence electron) เป็น 1 2 3 เป็นโลหะ (ยกเว้น H_2 และ He)

แบบฝึกหัด

คำสั่ง : จงเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ธาตุหมู่ IA เรียกว่าโลหะ. ได้แก่ ธาตุ
2. คลอรีน (Cl) อยู่ในหมู่ธาตุที่มีชื่อเรียกว่า
3. ธาตุทรานสิชันจะเป็นธาตุที่อยู่ในหมู่
4. ธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันจะมีสมบัติคล้ายกันเนื่องจากมี เท่ากัน
5. ธาตุลิเทียม (Li) อยู่ในหมู่ IA จึงมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ
6. ธาตุที่ติดอยู่กับเส้นซิกแซกจะมีคุณสมบัติเป็นทั้งโลหะและอโลหะ เรียกธาตุพวกนี้ว่า
.....
7. ความเป็นโลหะของธาตุจะ จากบนลงล่าง
8. ธาตุพวกที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ จะเป็นโลหะ
9. ธาตุทรานสิชันส่วนใหญ่จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ
10. ตารางธาตุมีประโยชน์แก่นักวิทยาศาสตร์ คือ
.....

เฉลยแบบฝึกหัด

1. อัดคาไล / Li Na K Rb Cs Fr
2. ฮาโลเจน
3. ปัส
4. เวเลนซ์อิเล็กตรอน
5. 1
6. เมทัลลอยด์
7. เพิ่มขึ้น
8. , 2, 3
9. 2
10. สามารถทำนายสมบัติของธาตุที่ยังไม่เคยศึกษาหรือยังไม่พบ

เอกสารหมายเลข 7.2.2

เทพบรรยาย สรุปเรื่องราวทางชาติ

เทพ บรรยายสรุปเรื่อง ตารางธาตุ

ตารางธาตุ หมายถึง ตารางที่นักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมธาตุต่าง ๆ เข้าไว้เป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยสมบัติที่คล้ายคลึงกันไว้ในหมู่เดียวกัน เพื่อสะดวกในการศึกษาสมบัติของธาตุต่าง ๆ ในตารางธาตุมีธาตุที่เป็นของเหลว 5 ธาตุ คือ ซีเซียม แฟรนเซียม ปรัตท แกลเลียมและโบรมีน ธาตุที่เป็นก๊าซมี 11 ธาตุ คือ ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน ฟลูออรีน คลอรีน ฮีเลียม นีออน อาร์กอน คริปทอน ซีซอนและเรคอน นอกนั้นเป็นของแข็ง

ตารางธาตุปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามวิธีของมอสเลย์ โดยเรียงตามเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้น ธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันจะมีสมบัติคล้ายคลึงกันและธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันจะมีสมบัติต่างกัน

ธาตุที่อยู่ในแนวนอนเรียกว่า คาบ มีทั้งหมด 7 คาบ ธาตุที่อยู่ในแนวตั้งเรียกว่า หมู่ มีทั้งหมด 2 หมู่ คือ หมู่ A และ B ซึ่งแต่ละหมู่ก็แบ่งเป็น 8 หมู่ย่อย สำหรับหมู่ B จะอยู่ตรงกลางระหว่างหมู่ 2 A และ 3 A กลุ่มธาตุแลนธาไนด์ และแอคทิไนด์ ก็อยู่ในหมู่ B ด้วย ซึ่งเรียกว่าธาตุทรานสิชัน สิ่งต่าง ๆ ที่ควรทราบเกี่ยวกับตารางธาตุสรุปย่อ ๆ ดังนี้คือ

1. ธาตุที่อยู่ทางซ้ายมือจะเป็นโลหะ ธาตุที่อยู่ทางขวามือจะเป็นอโลหะ ส่วนธาตุที่อยู่ติดกับเส้นซิกแซกจะเป็นธาตุกึ่งโลหะ
2. ธาตุที่อยู่ในหมู่ 1 A มีชื่อเรียกว่า โลหะอัลคาไล จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1
3. ธาตุที่อยู่ในหมู่ 2 A มีชื่อเรียกว่า อัลคาไลเอิร์ธ จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2
4. ธาตุในหมู่ 7 A มีชื่อเรียกว่า ฮาโลเจน

5. ธาตุที่อยู่ในหมู่ 8 A มีชื่อเรียกว่า ก๊าซเฉื่อย
6. พวกที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 1, 2, 3 จะเป็นโลหะ (ยกเว้นไฮโดรเจนและฮีเลียม)
7. ธาตุที่อยู่ในหมู่ใดตั้งแต่หมู่ 1 A ถึง 8 A จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับจำนวนหมู่นั้น
8. ธาตุในหมู่เดียวกันจะมีความเป็นโลหะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง
9. ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวาของธาตุในคาบเดียวกัน (ยกเว้นก๊าซเฉื่อย)
10. ตารางธาตุมีประโยชน์หลายประการ เช่น ทำให้รู้คุณสมบัติของธาตุที่ไม่คุ้นเคย โดยเปรียบเทียบกับธาตุที่รู้คุณสมบัติแล้วที่อยู่ในหมู่เดียวกัน ทำให้ค้นพบธาตุต่าง ๆ ได้เร็วขึ้นและยังสามารถทำนายได้ว่าควรจะพบธาตุอะไรต่อไปอีก

เอกสารหมายเลข 7.2.3

ตารางธาตุปัจจุบัน

ตารางธาตุฉบับปัจจุบัน

เลขอะตอม 1 H 1.00797 มวลอะตอม Noble gases VIIIA																			
IA		IIA												IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	2 He 4.00260
3 Li 6.941	4 Be 9.01218											5 B 10.81	6 C 12.01115	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.99840	10 Ne 20.179		
← ธาตุทรานสิชัน →																			
		VIII																	
11 Na 22.98977	12 Mg 24.305	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B					IB	II B	13 Al 26.98154	14 Si 28.086	15 P 30.97376	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	
19 K 39.098	20 Ca 40.08	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50.9414	24 Cr 51.996	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.71	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80		
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.22	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc 98.9062	44 Ru 101.07	45 Rh 102.9055	46 Pd 106.4	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.9045	54 Xe 131.30		
55 Cs 132.9054	56 Ba 137.34	57 La 138.9055	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.22	78 Pt 195.09	79 Au 196.9665	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.9804	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)		
87 Fr (223)	88 Ra 226.0254	89 Ac (227)	104 Rf (161)	105 Db (260)															

Lanthanide series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.9077	60 Nd 144.24	61 Pm (147)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.9254	66 Dy 162.50	67 Ho 164.9304	68 Er 167.26	69 Tm 168.9342	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97

Actinide series

90 Th 232.0381	91 Pa 231.0359	92 U 238.029	93 Np 237.0482	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

คำสั่ง : จากตารางธาตุฉบับปัจจุบัน จงเติมคำสั่งในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ปัจจุบันมีธาตุทั้งหมด ธาตุ
2. ธาตุสุดท้ายที่ค้นพบ มีสัญลักษณ์ คือ จัดเป็นธาตุประเภท
3. ธาตุสุดท้ายที่มีคุณสมบัติเป็น
4. ธาตุที่ 106 คาดว่ามีสมบัติเป็น และอยู่ในหมู่
5. ธาตุที่มีเลขอะตอม 58-71 และ 90-103 จัดเป็นธาตุพวก
6. ธาตุทั้งหมดที่มีคุณสมบัติเป็นของเหลวมีธาตุ ธาตุ ได้แก่
7. ธาตุที่เป็นก๊าซมี ธาตุ ได้แก่
8. ธาตุที่อยู่ในคาบที่ 2 ได้แก่
9. ธาตุที่อยู่ในหมู่ IIB ได้แก่
10. ธาตุกึ่งโลหะ (Metalloid) ได้แก่ธาตุ

เฉลยแบบฝึกหัด

ตารางธาตุฉบับปัจจุบัน

1. 105
2. ฮาต์เนียม (Ha), ทรานสิชัน
3. โลหะ
4. โลหะ, VIB
5. ทรานสิชัน
6. 5 / Cs, Fr, Hg, Ga, Br
7. 11 / H N O F Cl He Ar Ne Kr Xe Rn
8. Li, Br, B, C, N, O, F, Ne
9. Zn, Cd, Hg
10. Si, Ge, As, Sb, Te, Po, At