

540.7
ว. 577 น
ว. 3

การทดลองสอนวิชาเคมี ชั้น ม.4 ด้วยบทเรียนโปรแกรม
ประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

ปริญญานิพนธ์
ของ
นิตยา หวีกิจการ

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า
ปริญญามหาบัณฑิต
กันยายน 2529
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177893

27 เม.ย. 2535

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

.....
.....กรรมการ

.....
.....กรรมการ
.....กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์
ดร. ชูติมา วัฒนศิริ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์อาวุธ วัฒนสิน กรรมการ
ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพมูลย์ ผู้ซึ่งได้ประสาทวิชาความรู้
ให้แนวคิด ให้กำลังใจ และตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลงได้ด้วยก็ตลอดมา
ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. เปื้อง ภูมิท รองศาสตราจารย์
สมจิต สมิตถพันธ์ อาจารย์ ดร. เสาวลักษณ์ รัตนวิเศษ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา
เกียรติประวัติ อาจารย์สวัสดิ์ สุขมี และอาจารย์กิตติ เสพย์ธรรม ที่ได้กรุณาให้
คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์อรุณศรี ภูมิท คณาจารย์ และ
ข้าราชการแห่งสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มศว ประสานมิตร ที่ได้กรุณา
อำนวยความสะดวกในการให้ยืมแบบทดสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับ
มัธยมศึกษา 3 วิชาวิทยาศาสตร์ ฉบับ ก. เพื่อใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประกาศ แสงเพชร ผู้ช่วยหัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศก์
กรมสามัญศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราภรณ์ บุญส่ง อาจารย์วิลาศลักษณ์ สัตถ์ศรี
ที่ได้มีส่วนสำคัญในการให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ หัวหน้าหมวด
วิทยาศาสตร์ อาจารย์สุพชัย ทองสว่าง อาจารย์ทวีศักดิ์ เขาวลิต และคณาจารย์
หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช และขอขอบคุณนักเรียนที่เกี่ยวข้องทุกคน
ที่ได้อำนวยความสะดวก และให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการทดลองสอนเพื่อการวิจัย
ในครั้งนี้

อนึ่ง ค่าใช้จ่ายในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ส่วนหนึ่งได้รับจากเงินทุนอุดหนุน
การวิจัย งบประมาณประจำปี 2529 จำนวน 4,000 บาท ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มา ณ ที่นี้ด้วย

นิตยา ทวีกิจการ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	11
	- เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	11
	/ เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม	11
	เอกสารเกี่ยวกับเหตุการณ์การสอนของกานเีย	23
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบของ สสวท.	34
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	40
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	45
	งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม	45
	งานวิจัยเกี่ยวกับเหตุการณ์การสอนของ กานเีย	49
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	52
	ประชากร	52
	กลุ่มตัวอย่าง	52
	วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	52

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	54
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้	54
การสร้างบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ ...	54
การทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่	55
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว.031)	
เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"	56
แบบแผนการวิจัย	57
วิธีดำเนินการทดลอง	58
การวิเคราะห์ข้อมูล	59
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	59
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	63
การวิเคราะห์ข้อมูล	63
5 สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	66
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	66
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	66
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	67
การวิเคราะห์ข้อมูล	68
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	68
อภิปรายผล	69
ขอเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	85

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

- 1 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียน 53
- 2 แสดงแบบแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 58
- 3 แสดงการสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีสองตัวประกอบ 61
- 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาเคมี ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จากนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ และเพื่อ
ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่าง การสอน กับระดับความสามารถทางการเรียน
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 64
- 5 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียน จำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียนไว้ในรายคู่ 65

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 แสดงลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ของการเรียนรู้ทักษะเชาว์ปัญญา 28
- 2 แสดงความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ... 37

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โลกทุกวันนี้เป็นโลกของความเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นไปในด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือการเมือง สิ่งเหล่านี้มีผลกระทบกระเทือนต่อชะตากรรมของประเทศ และพลเมืองทุกคน หลายคนได้หันมาสนใจถึงการศึกษา ว่าน่าจะมีส่วนช่วยแก้ปัญหานี้ เพราะถือว่า การศึกษานั้น เป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาประเทศ และการศึกษาที่พึงประสงค์ จะต้องเป็นการศึกษาที่ เสริมสร้างความรู้ ความคิด ทักษะ และทัศนคติ ให้คนไทยรู้จักตนเอง รู้จักชีวิต เข้าใจ สังคมและสิ่งแวดล้อมอันตนมีส่วนร่วมอยู่ แล้วนำความรู้ความเข้าใจมาใช้แก้ปัญหาและ เสริมสร้างชีวิตและสังคมให้ดีขึ้น โดยกลมกลืนกับธรรมชาติ (ลีปพนนท์ เกตุทัต 2518 :15) ทางด้านการศึกษา ได้มีการกำหนดเป้าหมายทางการศึกษาไว้หลายลักษณะด้วยกัน แต่ใน ประเทศไทย ปัจจุบันมีเป้าหมายทางการศึกษาที่กำลังได้รับความสนใจ คือ การส่งเสริม และการจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นประชากรใน หรือนอกระบบโรงเรียน มีลักษณะของการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (อุ้นตา นีพคุณ 2528 : 1) ซึ่ง เป็นไปตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2520

สิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงคุณภาพการศึกษา อันจะมุ่งเน้นให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น คือการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ หรือที่รู้จักกันในนาม "สสวท" โดยได้มีการกำหนดจุดประสงค์วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยอาศัยเหตุผล และ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้
3. เพื่อให้เกิดเจตคติที่ถูกต้อง และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เข้าใจปัญหา และมองเห็นประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการดำรงชีวิต และพัฒนาสังคม และสิ่งแวดล้อม (ทพวงมหาวิทยาลัย 2525 : 8)

วิชาเคมีเป็นแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วยเนื้อหาที่สนองตอบจุดประสงค์ดังกล่าว และเคมียังเป็นวิทยาการแขนงสำคัญของวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของคนมากที่สุด (ปรีชา อมาตยกุล 2504 : 1) และเป็นพื้นฐานของวิชาชีพที่สำคัญ ๆ เช่น แพทย์ พยาบาล เกษษกร เกษตรกร และวิศวกร เป็นต้น (นิวเบอรี่ เอ็น เอฟ 2508 : 16) จึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงในการเรียนวิชาเคมี ดังกล่าวซึ่งจะทำให้ได้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ แต่จากผลการวิจัยของกรมวิชาการ (กรมวิชาการ 2527 : 35 - 36) ซึ่งได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศโดยใช้ข้อทดสอบมาตรฐานของกรมวิชาการ พบว่า คะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม โดยได้คะแนนเฉลี่ย 26.40 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน ซึ่งทางกรมวิชาการเสนอแนะว่า วิชาวิทยาศาสตร์มีคุณภาพในระดับที่ควรได้รับการปรับปรุงมากที่สุด

การที่นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์โดยเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ ย่อมแสดงว่ากระบวนการเรียนการสอนด้อยคุณภาพ ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเป็นเพราะในระบบการเรียนการสอนปัจจุบันครูคนหนึ่งสอนนักเรียนประมาณ 45 คน ทำให้นักเรียนไม่ได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทุกด้านเท่าที่ควร เพราะครูเอาใจใส่นักเรียนเป็นรายบุคคลได้ไม่ทั่วถึง และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลน้อยเกินไป อีกทั้งบทเรียนอาจจะยาวและยากเกินไป จึงเป็นสาเหตุให้เด็กเก่งเบื่อหน่าย และเด็กอ่อนทอดใจไม่ตั้งใจเรียน

(ประพนธ์ อ่อนไสว 2527 : 3) และโดยเฉพาะในการเรียนวิชาเคมี ปัญหาหนึ่งที่นักเรียนประสบอยู่เสมอ ก็คือนักเรียนไม่เข้าใจในบทเรียนดีพอ เนื่องจากระบบการเรียนการสอนขาดการพัฒนาความคิด การเรียนการสอนที่ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีส่วนช่วยในการพัฒนาความคิดของนักเรียนด้วย นอกจากนั้นนักเรียนควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งภาคบรรยายและปฏิบัติการ นักเรียนควรมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างมีระบบและขั้นตอนที่ถูกต้อง ซึ่งบทเรียนเคมีแบบโปรแกรมเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้ (พิมล เวินวัฒนา 2521 : คำนำ) เพราะบทเรียนโปรแกรมซึ่งมีลักษณะเป็นเครื่องทางการสอน และการเรียน ที่สร้างขึ้นจากรากฐานจิตวิทยาการเรียนรู้อย่างแท้จริง และทำให้เกิดระบบวิธีเรียนแบบเอกัตบุคคล (Individualized Learning System) หรือตัวต่อตัวขึ้น ย่อมให้คุณค่าทางด้านการเรียนรู้ หลายประการคือ

1. ทำให้เรียนรู้ได้ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
2. ทำให้แต่ละคนเรียนรู้ได้เร็วช้าตามความสามารถของตน
3. จะเรียนที่ไหน เมื่อไร ก็ได้ตามที่ต้องการ คือมีความสะดวก คุณค่าทาง

ด้านความเสมอภาค และการบริหารวิชาการก็มี

4. ยกระดับมาตรฐานการเรียนรู้ให้ทัดเทียมกันอย่างทั่วถึง
5. แก้ปัญหาการขาดแคลนครูที่สอนดีในบางวิชา หรือบางหัวข้อของวิชา

(เปรี๊ยะ กุญ 2527 : 6)

6. ผู้เรียนในห้องเรียนมีโอกาสได้รับความเอาใจใส่จากครูเป็นรายบุคคลได้

(บุญเหลือ ทองเอี่ยม 2527 : 2)

แต่ก็มีข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรมอยู่บ้าง เช่น ขาดความรู้ลึกใกล้ชัดในฐานะปฏุชนระหว่างนักเรียนกับบทเรียน ซึ่งข้อจำกัดนี้ยอมแก้ไขได้ ถ้าได้มีการจัดเหตุการณ์การสอนของงานเข้าประกอบในบทเรียนโปรแกรม

ในปัจจุบันจะเห็นว่า การเรียนการสอนเป็นแนวเดียวกันตลอดตามที่ระบุไว้ใน คู่มือครูเท่านั้น จึงได้มีความคิดใหม่ ๆ หลายประการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น แนวความคิดใหม่ที่น่าสนใจยิ่งก็คือ แนวความคิดของ โรเบิร์ต เอ็ม กานเย ซึ่งการจัดเหตุการณ์การสอนตามแนวของ กานเย นี่เป็นการสอนเพื่อตอบสนอง สมรรถภาพทั้งห้าของมนุษย์ อันได้แก่ ทักษะเชาวน์ปัญญา ข้อเท็จจริง ยุทธศาสตร์การคิด ทักษะการเคลื่อนไหว เจตคติซึ่งเป็นผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับคนเรา โดยครูจะต้องรู้ว่า ทักษะอะไรที่จำเป็น จะต้องให้หรือให้เกิดขึ้นในการเรียนการสอนนั้น ต้องดูว่าจะจัด การสอนอย่างไร จะออกรูปแบบการสอนอย่างไร จึงจะสอดคล้องกับการเรียนรู้ของเด็ก แต่ละคน หรือเด็กส่วนใหญ่ ทั้งนี้โดยยึดจุดประสงค์ของการสอนเป็นหลัก (หน่วยศึกษานิเทศก์ 2527 : 1 - 171) การใช้เหตุการณ์ การสอนตามแนวของ กานเย มีแนวโน้มว่าจะให้ผล ดีที่สุดแบบหนึ่งซึ่งเหมาะสมกับการสอนวิชาเคมี ที่มุ่งให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากความเป็นจริงในข้อที่ว่าไม่มีรูปแบบการสอนใดที่ดีที่สุดแต่เพียงแบบเดียว และด้วยคุณค่าของบทเรียนโปรแกรม ซึ่งสร้างขึ้นจากรากฐานจิตวิทยาการเรียนรู้ อย่าง แท้จริงและช่วยการจัดเหตุการณ์การสอนตามแนวของ กานเย ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ ของมนุษย์ จึงเห็นได้ว่าถ้าได้ใช้บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย น่าจะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น และช่วยพัฒนาทางด้านความคิดของ นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนอกจากนี้ยังจะช่วยแก้ข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรมใน ข้อที่ว่า "ขาดความรู้สึกใกล้ชิดกับสถานการณ์ระหว่างนักเรียนกับบทเรียนได้เป็นอย่างดี"

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้น ม.4 ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์ การสอนของ กานเย กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การ สอนของกานเย

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้น ม.4 ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเยกับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้น ม.4 ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเยกับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย จากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอน กับระดับความสามารถทางการเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ชั้น ม.4

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลจากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ จะทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้น ม.4 ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย อันจะเป็นแนวทางในการเผยแพร่การสอนวิชาเคมี ด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเยดังกล่าว หรือเป็นแนวคิดในการเลือกใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการสอนวิชาเคมีให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้น
2. ผลจากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางแก่ครู ตลอดจนนักการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาเคมี เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมี ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนของนักเรียน
3. ผลจากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ทำให้ได้ตัวอย่างบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาเคมี จะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช จำนวน 180 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช จำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็น

2.1 กลุ่มทดลอง จำนวน 45 คน เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย

2.2 กลุ่มควบคุม จำนวน 45 คน เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย

3. การทดลอง กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ ๆ ละ 50 นาที

4. เนื้อหาวิชา การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ใช้เนื้อหาวิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" ตามหัวข้อต่อไปนี้

4.1 การจัดจำพวกสาร

4.2 สารละลายกับสารบริสุทธิ์

4.3 การแยกสาร

4.3.1 การกลั่น

4.3.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

4.3.3 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

4.3.4 โครมาโตกราฟี

4.4 ธาตุกับสารประกอบ

- 4.5 พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร
 - 4.5.1 พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ
 - 4.5.2 พลังงานกับการละลาย
 - 4.5.3 พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี
- 4.6 พลังงานกับชีวิตประจำวัน
- 5. ตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้
 - 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่
 - 5.1.1 การสอน แบ่งออกเป็น
 - 5.1.1.1 การสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบ
เหตุการณ์การสอนของ กานเย
 - 5.1.1.2 การสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบ
เหตุการณ์การสอนของ กานเย
 - 5.1.2 ระดับความสามารถทางการเรียน แบ่งออกเป็น
 - 5.1.2.1 ระดับความสามารถทางการเรียนสูง
 - 5.1.2.2 ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง
 - 5.1.2.3 ระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ
 - 5.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ชั้น ม.4

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

- 1. บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย หมายถึง
บทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอนของกานเย 5 เหตุการณ์ ดังนี้คือ
 - 1.1 ได้รับความสนใจ
 - 1.2 บอกจุดประสงค์
 - 1.3 ทบทวนความรู้เดิม
 - 1.4 เสนอบทเรียนใหม่

- 1.5 ครูให้แนวความรู้ เพื่อ เป็นพื้นฐานพอนักเรียนจะฝึกปฏิบัติต่อไป
- 1.6 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์
- 1.7 นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ
- 1.8 ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์
- 1.9 เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น

การสรุป การให้ทำแบบฝึกหัด ฯลฯ

2. การสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กาน เบ่ หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนในกลุ่มทดลองศึกษาจากบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วย เหตุการณ์การสอนของ กาน เบ่ ๑ เหตุการณ์ ซึ่งผู้วิจัยคอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกจนให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาต่าง ๆ ในการเรียน

3. การสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบ เหตุการณ์การสอนของกาน เบ่ หมายถึง การสอนที่ผู้วิจัยสอนกลุ่มควบคุม ตามแนวทางที่กำหนดไว้ในคู่มือการสอนวิชา เคมี ม.4 (ว.031) ที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอนของกาน เบ่ ๑ เหตุการณ์ ดังนี้ คือ

3.1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอนต่าง ๆ ดังนี้คือ เราความสนใจ บอกจุดประสงค์ ทบทวนความรู้เดิม เสนอบทเรียนใหม่ ครูให้แนวความรู้ เพื่อ เป็นพื้นฐานพอนักเรียนจะฝึกปฏิบัติต่อไป

3.2 ขั้นการให้นักเรียนปฏิบัติทดลอง เป็นเหตุการณ์การสอนที่ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

3.3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอนต่าง ๆ ดังนี้คือ นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์ เน้นให้เกิดความแม่นยำและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น การสรุป การให้ทำแบบฝึกหัด ฯลฯ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน

4.1 ด้านความรู้ - ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎ หรือ ทฤษฎีต่าง ๆ

4.2 ด้านความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

4.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) หรือบางทีนิยมเรียกว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 13 ทักษะ ดังนี้

4.4.1 ทักษะการสังเกต

4.4.2 ทักษะการวัด

4.4.3 ทักษะการจำแนกประเภท

4.4.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และ

สเปสกับเวลา

4.4.5 ทักษะการคำนวณ

4.4.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

- 4.4.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 4.4.8 ทักษะการพยากรณ์
- 4.4.9 ทักษะการตั้งสมมุติฐาน
- 4.4.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 4.4.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 4.4.12 ทักษะการทดลอง
- 4.4.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. ระดับความสามารถทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็นระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยถือเอาคะแนนมาตรฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.3 ซึ่งสอบด้วยข้อสอบมาตรฐาน ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มศว ประสานมิตร เป็นเกณฑ์และจัดเป็น ระดับความสามารถได้ดังนี้

5.1 ระดับความสามารถทางการเรียนสูง คือนักเรียนที่ได้คะแนน T ประกติ . ตั้งแต่ T₆₅ ขึ้นไป

5.2 ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง คือ นักเรียนที่ได้คะแนน T ประกติ ระหว่าง T₅₈ - T₆₄

5.3 ระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ คือ นักเรียนที่ได้คะแนน T ประกติ ต่ำกว่า T₅₈ ลงมา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม
2. เอกสารเกี่ยวกับเหตุการณ์การสอนของกานเย่
3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบของ สสวท.
4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม
2. งานวิจัยเกี่ยวกับเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม

1.1 ประวัติความเป็นมาของบทเรียนโปรแกรม

ความเป็นมาของบทเรียนแบบโปรแกรมมีใช้ของใหม่ จะเห็นว่าในสมัยกรีกโบราณ สมัยโซเครตีสนักปราชญ์ชาวกรีกก็มีแล้ว เพราะมีการใช้วิธีสอนแบบตั้งคำถาม และหาคำตอบให้กับตนเอง ซึ่งคล้ายกับบทเรียนแบบโปรแกรม แต่การสอนด้วยวิธีนี้ในสมัยโบราณยังไม่ได้นำเอาวิชาการหรือวิธีการใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์เข้ามาใช้เรื่อยมาจนถึงศตวรรษที่ 19 จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าและการทดลองทางจิตวิทยากันอย่างจริงจัง แล้วนำเอาผลการทดลองต่าง ๆ มาประกอบในการสร้างบทเรียน Wilbur Shramm กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรมต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับหลักการทาง

จิตวิทยาอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น หลักการวางเงื่อนไขของนักสรีรวิทยา ชาวรัสเซีย ชื่อ Pavlov หลักทฤษฎี "Law of effect" ซึ่งกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus) กับการสนองตอบ (Response) ของ Thorndike

หลักการวางเงื่อนไขเกี่ยวกับการให้รางวัล (Reward) ของ Skinner หรือหลักความต่อเนื่องของการเรียนรู้ของ Guthrie หรือหลายอย่างรวมกันในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมขึ้น มีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่พึงปรารถนา ดังนั้นบทเรียนจะต้องมีความน่าสนใจสามารถดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจต่อการที่จะเรียนบทเรียนด้วยตนเองต่อไป ซึ่งผู้สร้างบทเรียนจะต้องมีเทคนิค และนำเอาจิตวิทยาการเรียนรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการสร้างบทเรียนดังกล่าวข้างต้น ในปี 1950 การสอนแบบโปรแกรมก็เป็นที่รู้จัก และเข้าใจกันอย่างแพร่หลาย ถ้าศึกษาการเรียนการสอนแบบโปรแกรมกันจริง ๆ แล้วก็จะพบว่าได้มีการแบ่งกลุ่มบุคคลและวิจัยงานด้านนี้อยู่ 2 กลุ่ม หัวหน้าของกลุ่มแรกคือ B.F. Skinner ซึ่งเป็นเจ้าของบทเรียนที่ต้องการให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในบทเรียน เรียกบทเรียนนี้ว่า บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง

(Linear Program) หรือ Construct - Response Program และอีกกลุ่มหนึ่งมี Norman A. Crowder เป็นหัวหน้าเป็นเจ้าของบทเรียนที่ต้องการให้นักเรียนตอบคำถามแบบเลือกตอบ เรียกบทเรียนประเภทนี้ว่า บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Program) หรือ Multiple - Choice Program ทั้งกลุ่มโปรแกรมเส้นตรงหรือลิเนียร์ และกลุ่มโปรแกรมแบบสาขา ต่างก็มีความเชื่อว่าความคิดของพวกตนถูกต้อง มีผู้ให้ทรรศนะว่าการที่จะเลือกข้อบทเรียนของกลุ่มใดก็จะต้องพิจารณาเลือกข้ออย่างรอบคอบ เพื่อให้เกิดผลดีที่สุด เพราะบทเรียนโปรแกรมทั้งสองแบบต่างก็มีข้อดีและข้อจำกัดด้วยกันทั้งสิ้น

บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นเทคโนโลยีการศึกษาสมัยใหม่ มีชื่อเรียกกันหลายอย่าง ได้แก่ Programmed Instruction, Programmed Learning, Self Instruction และ Individual Tutoring เป็นต้น ในจำนวนคำเหล่านี้ Programmed

Instruction เป็นคำที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในสหรัฐและในอังกฤษใช้ Programmed Learning ส่วนประเทศไทยใช้ทั้ง 2 คำ เรียกชื่อต่าง ๆ เช่น บทเรียนโปรแกรม บทเรียนสำเร็จรูป การสอนแบบโปรแกรม เป็นต้น (บุญเหลือ ทองเอี่ยม 2527 : 8 - 9)

1.2 ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรม จะมีลักษณะเป็นบทเรียนที่เขียนขึ้นมาสอนให้คนเรียน ๆ อย่างที่เขากำลังเรียนจากครูคนหนึ่งที่กำลังสอนเขาอยู่ด้วยกลวิธีการสอนแบบสอนจากกฎไปหาตัวอย่าง หรือเริ่มจากตัวอย่างไปหากฎ วิธีสอนก็ค่อย ๆ สอนไปเป็นขั้นตอน ครั้งละน้อย ๆ สอนแล้วก็ถาม ผีอีกด้วยการถาม ถามแล้ว นักเรียนตอบแล้ว ครูก็บอกให้ทราบว่าคำตอบของเขาถูกหรือผิด อย่างไร ผู้เรียนก็ได้เรียนรู้จากการที่เขาได้รับรู้ การสอน ได้ตอบคำถาม ได้รู้ผลของการตอบคำถามจากบทเรียน

บทเรียนโปรแกรมในเชิงปฏิบัติการ ก็คือบทเรียนที่เขียนให้สอนเสมือนครูที่ดีคนหนึ่ง ซึ่งมีขั้นตอนของการเสนอบทเรียนด้วยการให้ถึงเราแล้วให้นักเรียนสนองตอบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และทุกครั้งที่ยตอบ ก็ได้รับรู้ผลของการตอบของตนในทันที (เบรื่อง กุมท 2527 : 3)

กูต (Good. 1973 : 306) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรม คือ บทเรียนที่นำเอามาใช้ในรูปแบบของสมุดแบบฝึกหัด ตำราเรียนเครื่องกล หรือเครื่อง ประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุระดับของการกระทำที่ระบุไว้ด้วย

1. เนื้อหาของบทเรียนถูกจัดแบ่งออกเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ
2. ในแต่ละลำดับขั้นของบทเรียน จะมีคำถามอยู่หนึ่งคำถามหรือมากกว่า และ จัดกระทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในทันทีทันใด แม้ว่าจะตอบคำถามถูกหรือผิดก็ตาม
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ก้าวหน้าตามความสามารถของตนเอง ไม่ว่า จะเรียนแบบเอกเทศบุคคลหรือเรียนเป็นกลุ่ม

1.3 ธรรมชาติและองค์ประกอบของบทเรียนโปรแกรม

ธรรมชาติของบทเรียนมีลักษณะเหมือนกับจำลองสถานการณ์การสอนกับการเรียนมาไว้ในรูปของสิ่งพิมพ์ที่ทำหน้าที่ของครู และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกับบทเรียน (การสอน) เพื่อให้ตัวเองเกิดการเรียนรู้บางอย่างขึ้นมา

บทเรียนและลักษณะการเรียนรู้วิธีนี้ที่ภาษาอังกฤษใช้คำว่า (Programmed Instruction และ Programmed Learning) นั้น ไม่เพียงจะบรรจุและถ่ายทอดการสอนการเรียนรู้ด้วยสิ่งพิมพ์ หรือที่เรียกว่า Programmed Textbooks เท่านั้น ยังสามารถบรรจุและถ่ายทอดด้วยเครื่องกลไกอย่างอื่นก็ได้ ที่เรียกกันว่าเครื่องสอน (Teaching Machines) หรือใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อการเรียนการสอนก็ได้ สิ่งพิมพ์ เครื่องสอน ตลอดจนไมโครคอมพิวเตอร์นี้ แท้จริงแล้วก็เป็นแต่เครื่องกลไกที่อาศัยสำหรับบทเรียนเท่านั้น

โดยธรรมชาติบทเรียนจะเสนอข้อมูลป้อนให้ผู้เรียนครั้งละอย่างหรือสองอย่าง แล้วก็ฝึกหรือให้ทำกิจกรรมเพื่อเรียนรู้ข้อมูลนั้นด้วยการส่งหรือตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ แล้วบุคคลสอนนั้นลงด้วยการถามครั้งสุดท้าย เพื่อทดสอบว่า เขาเรียนรู้ข้อมูลนั้นแล้วหรือยัง ก่อนที่จะสอนข้อมูลความรู้ หรือความคิดรวบยอดอื่นต่อไปเรื่อย ๆ

วิธีการของการเรียนการสอนแบบโปรแกรมดังกล่าวของบทเรียนโปรแกรมนี้ ถูกลักษณะจากหลักการสอนที่ดี 4 ประการ คือ

1. ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนอง (Active Participation) การสอนจะต้องจัดสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองอย่างจริงจัง (ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตอบคำถามอยู่ตลอดเวลา)

2. มีข้อมูลย้อนกลับ (Feed Back) ผู้เรียนได้รับคำตอบจากผลการกระทำของตนทันที (โดยการบอกคำตอบให้ทราบ)

3. รู้สึกประสบความสำเร็จ (Success Experience) ผู้เรียนใช้เวลาในการศึกษาบทเรียนมากน้อยต่างกันตามความสามารถ จึงเท่ากับส่งเสริมให้ทุกคนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จ มีการเสริมแรงและให้กำลังใจในการเรียน (ชมเชย พுகให้กำลังใจ)

4. สอนทีละขั้นทีละตอน (Gradual Approximation) คือแบ่งบทเรียนออกเป็นตอนย่อย ๆ ให้นักเรียนเข้าใจ ประสบความสำเร็จในขั้นง่ายก่อนแล้วจึงเรียนขั้นถัด ๆ ไป (คือสอนเป็นขั้นตอนตามลำดับครั้งละน้อย ๆ) (กาญจนา เกียรติประวดี 2524 : 115) และ (เปรี๊ยะ กุญ 2527 : 4 - 5)

องค์ประกอบของบทเรียน ทั้งบทเรียนจะประกอบขึ้นด้วย "ข้อ" ที่เรียงกันไป ตั้งแต่ต้นบทเรียนจนถึงข้อสุดท้ายเมื่อจบบทเรียน

"ข้อ" แต่ละข้อนี้ ภาษาบทเรียนเรียกว่า "กรอบ" (Frames) ดังนั้น บทเรียนหนึ่ง ๆ ก็คือ กรอบของการสอนการเรียนที่รวบรวมมาเสนอให้นักเรียน ๆ ไปตามลำดับ

กรอบที่สำคัญของบทเรียนมีอยู่ 2 ประเภท ซึ่งได้แก่ กรอบสอน (Teaching Frames) กับกรอบสอบ (Criterion Frames) คือ ทั้งบทเรียนนี้ก็ค่อยสอนไปสอบไปจนกว่าจะจบบท

สำหรับองค์ประกอบภายในกรอบ โดยเฉพาะกรอบสอนนั้นมีส่วนที่สำคัญ คือ

1. ส่วนที่เป็นสิ่งเร้า เช่น คำสอน คำสั่ง หรือคำถาม
2. ส่วนที่เป็นการสนองตอบ เช่น ส่วนที่ให้นักเรียนเขียนเติมหรือเลือกข้อถูกหรือระบายสี หรือโยงเส้น หรือลอกคำจากภาพ เป็นต้น
3. ส่วนที่เป็นการเสริมแรงทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรงก็ชมว่าเก่ง ทางอ้อมก็คือ บอกคำตอมนที่ถูกต้องให้เขาทราบ (เปรี๊ยะ กุญ 2527 : 4 - 5)

1.4 หลักจิตวิทยาพื้นฐานของบทเรียนโปรแกรม

ชม ภูมิภาค (ชม ภูมิภาค 2521 : 12, 66) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในบทเรียนโปรแกรมมีดังต่อไปนี้ คือ

1. ความเกิดขึ้นพร้อมหรือใกล้เคียงกันของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง หรือที่เรียกว่า Contiguity ซึ่งเป็นหลักของทฤษฎีการเรียนรู้ของ Guthrie โดยเสนอสิ่งเร้าเป็นกรอบเล็ก ๆ แล้วนักเรียนทำการตอบสนองทันที

2. การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อกระทำแล้ว
 รู้ผลทันทีว่าถูกหรือผิดอย่างไร ซึ่งเป็นไปตามหลัก Reinforcement Theory
 ของ Hull

3. การตอบสนองมาก ผู้เรียนต้องทำการตอบสนองมากเป็นไปตามหลักทฤษฎี
 การเรียนรู้ของ Skinner คือ Operant Conditioning นักเรียนมีชุดการ
 ตอบสนองมากเท่ากับจำนวนกรอบ และการเรียนในเรื่องหนึ่ง ๆ นั้น ในบทเรียนหนึ่ง ๆ
 มีหลายสิบ หรือเป็นร้อยกรอบ

4. การดำเนินการสร้างกรอบสำหรับเรียนนั้น กรอบแรก ๆ เขามักจะมี
 เครื่องชี้้นำให้ทำผิดไค้บ่อย ส่วนมากจะทำถูก ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในตนเอง
 เป็นการสร้างการจูงใจอย่างหนึ่งแล้วเขาจะคอยลดเครื่องชี้้นำลงไปเรื่อย ๆ จนไม่มี

5. เป็นการประเมินผลการเรียนของตนเองไปด้วย ทำให้รู้ความก้าวหน้า
 ของการเรียนของตนเอง เป็นการสร้างการจูงใจอย่างหนึ่ง

6. เป็นการยอมให้ผู้เรียน เรียนได้ตามจังหวะของตนเอง จะช้าเร็วได้
 ตามความสามารถของแต่ละบุคคล เป็นการนำเอาความแตกต่างของบุคคลเข้ามาใช้
 ในการเรียนการสอน

7. เป็นการเรียนด้วยการกระทำ (Active Learning) ทำให้เข้าใจ
 ใค้ดี และมีความคงทนในการจำดี

8. เป็นการส่งเสริมให้คนรู้จักเรียนด้วยตนเอง อันเป็นกิจกรรมปกติในชีวิต
 การเรียนของมนุษย์นอกสถานศึกษา

9. การเรียนจะกระทำเมื่อคนต้องการจะเรียน เมื่อเรียนไปถึงกรอบใดจะ
 หยุดก็ไค้ นึกพร้อมและสะดวกมาเรียนต่อเมื่อใดก็ไค้

10. เป็นเหมือนรุ่นพี่ผู้สอนประจำตัว (Tutor) ดีกว่าการเรียนเป็นกลุ่ม
 ใหญ่เสียอีก

จาโคบส์ และสโตลูโรว์ (คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา

2519 : 136 - 137 อ้างอิงมาจาก Jacobs and Stolurow. 1966 :

1 - 88) กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรมวางอยู่บนรากฐานทางจิตวิทยาการศึกษาที่สำคัญดังนี้

1. จัดวางเนื้อหาตามจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
2. เรียงเนื้อหาเป็นชั้น ๆ ตามลำดับอย่างมีประสิทธิภาพ
3. เสนอเนื้อหาอย่างมีระเบียบเป็นเรื่อง ๆ ไป
4. นักเรียนได้มีส่วนร่วมอย่างที่ดีด้วยตนเอง
5. ใ้รู้ผลของการกระทำทันที
6. นักเรียนได้มีโอกาสก้าวไปตามความสามารถและความถนัดของตนเอง
7. นักเรียนได้เรียนรู้จากจุดที่ตนยังบกพร่องหรือเข้าใจผิดได้

1.5 หลักการของบทเรียนโปรแกรม

หลักการของบทเรียนโปรแกรมที่ดี ก็คือ

1. ผู้เรียนสนองตอบทุกกรอบ หรือแทบทุกกรอบ
2. ทุกครั้งมีการเฉลย หรือเสริมแรงทางอ้อม
3. มีการเสริมขวัญและกำลังใจ
4. ค่อย ๆ สอนไปครั้งละน้อย ๆ ตามลำดับ

จากลักษณะและวิธีเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมนี้ จะพบว่าเป็นลักษณะของการเรียนตัวต่อตัว คือ มีบทเรียนเป็นครู มีผู้เรียนเป็นนักเรียน ผู้เรียนจับบทเรียนขึ้นมาเรียนเองคนเดียวเมื่อใดก็ได้ และเมื่อเรียนจบแล้วเรียนตัวต่อตัว ซึ่งเรียกว่าเป็นการเรียนระบบตัวต่อตัว (Tutorial System) การเรียนเป็นรายบุคคลได้ เช่นนี้ ย่อมสนองตอบต่อหลักจิตวิทยาในข้อที่เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) ซึ่งหมายความว่าด้วยวิธีเรียนจากบทเรียนโปรแกรมนี้ นักเรียนเก่ง ปานกลาง หรืออ่อน สามารถจะเรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายทั้งหมดทั่วกัน แต่อาจใช้เวลาเรียนมากน้อยต่างกัน (เปเรื่อง กุมุท 2527 : 6)

1.6 ประโยชน์ของบทเรียนโปรแกรม

นิพนธ์ สุขปรีดี (นิพนธ์ สุขปรีดี 2519 : 52) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า

1. ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองได้ โดยไม่ต้องมีครูสอน
2. มีวิธีการกระตุ้นให้เกิดกำลังใจในการเรียนเมื่อผู้เรียนได้ทราบคำตอบที่ทำได้ ก็จะเป็นแรงกระตุ้นให้อยากเรียนต่อไป
3. ผู้เรียนไม่ต้องคอยฟังครูสอน
4. ช่วยลดภาระครูในการสอน
5. ผู้เรียนอาจใช้เวลาว่างศึกษาเพิ่มเติมได้จากที่อื่น เช่น นอกห้องเรียน
6. บทเรียนโปรแกรมสามารถเก็บไว้เป็นตำราอ้างอิงได้
7. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนในที่ที่ขาดครูสอนได้
8. ช่วยให้ผู้สอนได้พ้นจากความจำเจในการสอน
9. ทำให้เนื้อหาวิชา เป็นมาตรฐานทั่วประเทศ
10. ช่วยประหยัดรายจ่าย ในกรณีที่ผู้เรียนจำนวนมาก
11. วิชาการทุกแขนง สามารถนำมาเป็นบทเรียนได้
12. เป็นการเพิ่มความเสมอภาคทางการศึกษา ผู้เรียนไม่ว่าจะอยู่ที่ใดทั่วประเทศก็สามารถที่จะเรียนจากบทเรียนโปรแกรมได้
13. ผู้เรียนจะเรียนที่ใดก็ได้ไม่จำกัดว่าจะเป็นห้องเรียน
14. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดก็ได้ตามความพอใจไม่ต้องรอคอยผู้อื่น

1.7 ประเภทของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมที่ใช้อยู่โดยทั่วไป แบ่งออกเป็นสองชนิด คือ (เตือนใจ
ทองสำริต 2515 : 7 - 9)

1. บทเรียนโปรแกรมที่นำมาใช้กับเครื่องสอน (Teaching Machine Programs)
 2. บทเรียนโปรแกรมชนิดที่นำมาให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมีเครื่องช่วย และมีลักษณะเป็นแบบเรียนหรือหนังสือ (Programmed Text book)
- บทเรียนโปรแกรมทั้ง 2 ชนิด แบ่งตามเทคนิคการเขียนโปรแกรมได้สองแบบ คือ (วิจิตร ศรีสอาน 2517 : 120 - 133)

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Programming) คือ บทเรียนโปรแกรมที่จัดเรียงลำดับขั้นและหน่วยย่อยของบทเรียนตั้งแต่ง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มจากหน่วยแรกและก้าวไปตามลำดับ จนกระทั่งถึงหน่วยย่อยสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามหน่วยใดหน่วยหนึ่งไม่ได้ สิ่งทีเรียนจากหน่วยย่อยแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานสำหรับหน่วยถัด ๆ ไป การแบ่งบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ก็เพื่อหลีกเลี่ยงการผิดพลาดในการเรียน การตอบสนองของผู้เรียนมักจะใช้วิธีให้คำตอบประเภทถูกผิด หรือให้เติมคำลงในช่องว่าง โดยให้ออกาสผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในหน่วยย่อยที่ถัดไป

2. บทเรียนโปรแกรมแบบสับลำดับ (Branching Programmed) การสร้างบทเรียนโปรแกรมด้วยวิธีนี้ จัดให้มีการเรียงลำดับข้อความย่อย โดยอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามข้อความย่อย ๆ ที่เป็นหลักของบทเรียนได้ถูกต้อง ผู้เรียนก็อาจจะถูกสั่งให้ข้ามหน่วยย่อยใดจำนวนหนึ่ง แต่ถาผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูก ก็อาจถูกสั่งให้เรียนข้อความย่อยต่าง ๆ เพิ่มเติมก่อนที่จะก้าวหน้าต่อไป บทเรียนโปรแกรมประเภทนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Scrambled Book ทั้งนี้เพราะผู้เรียนจะต้องพยายามทำตามคำสั่งที่ปรากฏในแต่ละกรอบ การเรียนจะไม่ดำเนินไปตามลำดับขั้นตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายอย่างบทเรียนประเภทแรก ผู้เรียนอาจต้องย้อนไปย้อนมาในหน้าต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการให้คำตอบที่ถูกต้องของผู้เรียน

1.8 คุณค่าและข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมซึ่งมีลักษณะเป็นเครื่องทางการสอนและการเรียนที่สร้างขึ้นจากรากฐานจิตวิทยาการเรียนรู้อย่างแท้จริง และทำให้เกิดระบบวิธีเรียนแบบเอกัตบุคคล (Individualized Learning System) หรือตัวต่อตัวขึ้น ย่อมให้คุณค่าทางด้านการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (เปรี๊ยะ กุมุท 2527 : 6)

1. ทำให้ เรียนรู้ได้ดี และเรียนได้ด้วยตนเอง
2. ทำให้แต่ละคนเรียนได้เร็วช้าตามความสามารถของตน

3. จะเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ตามที่ต้องการ คือมีความสะดวก คุณค่าทาง
 ความเสมอภาคและการบริหารวิชาการที่มี

4. ขบกระทบมาตรฐานการเรียนรู้ให้ทัดเทียมกันอย่างทั่วถึง

5. แก้ปัญหาการขาดแคลนครูที่สอนดีในบางวิชา หรือบางหัวข้อของวิชา
 สำหรับในคำขอจำกัดของบทเรียนโปรแกรม ก็มีที่เป็นประจักษ์พยานชัดเจน
 อยู่บางประการเหมือนกัน เป็นต้นว่า

1. ขาดความรู้ลึกในฐานะปฤษฎนระหว่างนักเรียนกับบทเรียน

2. ผู้เรียนไม่ปฏิบัติตามกติกาของการเรียนยอมไม่ได้ผล เช่น คุณค่าตอบที่
 ขอนไว้แล้ว แล้วจึงตอบ แทนที่จะตอบก่อนแล้วค่อยเฉลย

3. ใช้ได้เพียงการสอนบางส่วน ไม่ใช่ทั้งหมดของกระบวนการศึกษาเล่าเรียน

1.9 การสร้างบทเรียนโปรแกรม

เบรื่อง กฎ (เบรื่อง กฎ 2519 : 12 - 38) ได้สรุปขั้นตอนใน
 การสร้างบทเรียนโปรแกรม ไว้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เพื่อให้ทราบว่าต้องสอนอะไรบ้าง เนื้อหาที่จะสอน
 เป็นอย่างไร ระดับไหน เวลาที่จะใช้สอนก็อาจกำหนดความลึก และขอบข่ายของ
 เนื้อหาได้ นอกจากนี้ผู้สร้างบทเรียนยังต้องศึกษาเพิ่มเติมจากคู่มือครู หรือบันทึกการสอน
 ของครู แบบฝึกหัดต่าง ๆ สำหรับนักเรียน หรืออาจสัมภาษณ์ผู้รู้ด้วย ซึ่งจะช่วยให้เกิด
 แนวความคิดในการสร้างบทเรียนโปรแกรม

2. ตั้งจุดมุ่งหมาย การสร้างบทเรียนโปรแกรมต้องสร้างให้ตอบสนอง
 ความต้องการของผู้เรียน การตั้งจุดมุ่งหมายในการสร้างบทเรียนจึงต้องตั้งให้เหมาะสม
 กับความสามารถของผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนโปรแกรมต้องพยายามแจ่มแจ้งจุดมุ่งหมาย
 ให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งสามารถสังเกต และวัดได้

3. การวางขอบเขตของงาน หรือการวางเค้าโครงเรื่อง มีประโยชน์ใน
 การสร้างบทเรียนมาก เพราะ ช่วยในการลำดับเรื่องราวก่อนหลัง และป้องกันการ
 หลงลืมเรื่องราวบางตอนไป

4. เขียนบทเรียนโปรแกรม กรอบของบทเรียนโปรแกรมควรมีลักษณะดังนี้

- 4.1 เขียนเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ แต่ละหน่วยย่อยทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยถัดไป
- 4.2 มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน
- 4.3 ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่มากที่สุดเท่าที่จะมากได้
- 4.4 การเขียนเนื้อหาแต่ละกรอบ ควรให้พากฟิงไปถึงกรอบที่ผู้เรียนได้ศึกษามาก่อนแล้วด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้วในตัว
- 4.5 ให้ทราบคำตอบที่ถูกต้อง เป็นการเสริมแรง เนื้อหาของบทเรียนแต่ละกรอบ ต้องเขียนด้วยภาษาที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลักภาษาและการใช้ภาษา หากจะใช้คำศัพท์ควรเป็นคำที่เหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน เนื้อหาที่ถูกต้องตามหลักวิชา และมีความต่อเนื่องกันในแต่ละกรอบ กรอบบางกรอบอาจไม่ต้องการคำตอบก็ได้ เช่น กรอบแนะนำบทเรียน วิธีทำบทเรียน เป็นต้น

นิพนธ์ ศุขปริศี (นิพนธ์ ศุขปริศี 2519 : 69) ได้รวบรวมขั้นตอนของการสร้างบทเรียนโปรแกรมไว้เป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายของบทเรียน (Objective) เราจะต้องถามว่าสร้างไปทำไม เพื่ออะไร ผู้เรียนจะได้อะไรหลังจากการเรียนไปแล้ว
2. วิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) เพื่อชี้ให้เห็นจุดมุ่งหมายของบทเรียนว่าเขาจะเริ่มต้นจากที่ใด จึงจะบรรลุจุดมุ่งหมายปลายทางได้
3. จัดทำข้อสอบ (Prepare Test) เรามีความจำเป็นที่จะต้องรู้จักพฤติกรรมเบื้องต้นของผู้เรียนแต่ละคน โดยการทดสอบก่อนการเรียน
4. จัดลำดับการเรียนรู้ (Design the Sequence) หลักการวิเคราะห์ภารกิจจึงจำเป็นต้องมีการกำหนด Subtask และเนื้อหาที่จะนำผู้เรียนไปยังจุดมุ่งหมายขั้นสุดท้ายของการเรียน
5. การเลือกสื่อ (Select Media) ขึ้นอยู่กับหลัก 5 ประการ คือ
 - 5.1 เหมาะกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ที่สุด
 - 5.2 ผู้เรียนจะตอบสนองได้ดีที่สุด

- 5.3 เหมาะสมกับความสามารถและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
- 5.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม
- 5.5 เป็นสื่อที่มีอยู่ หรือพหุหาได้ไม่ยากนัก
6. ทำกรอบการเรียนรู้ (Prepare Framy - Learning Situation)
7. ทดลองกับบุคคล (Individual Tryout) เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
8. แก้ไขอุปกรณ์และบทเรียนนั้น ๆ เพื่อศึกษาปัญหาในด้านต่าง ๆ คือ
 - 8.1 การตอบสนองที่ผู้เรียนแสดงออกมา
 - 8.2 ความยากง่ายของบทเรียนที่ทำให้เกิดแรงจูงใจ
 - 8.3 ปัญหาเกี่ยวกับการบริหาร และเครื่องมือที่ใช้
 - 8.4 ราคาของเครื่องมือ

9. ขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างบทเรียนโปรแกรม คือ การแจกจ่าย หรือ จัดจำหน่ายสิ่งที่ได้ผลิตขึ้น เพื่อผล Feed Back จากครูและนักเรียน เพื่อนำผลไปปรับปรุงบทเรียนต่อไป

1.10 เนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมจะใช้สอนเนื้อหาอะไรใดบ้างนั้น ได้มีการอภิปรายและทำการวิจัยกันอย่างกว้างขวาง ทิศนะและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเรื่องนี้มีมากมาย เช่น เกี่ยวกับการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมในด้านอื่น ๆ เป็นต้นว่า ดร.สกินเนอร์ กล่าวว่า ไม่ว่าเรื่องอะไรที่เราพูดถึงกันได้ เรื่องนั้นก็สามารถนำมาทำเป็นบทเรียนโปรแกรมเพื่อใช้สอนได้ นอกจากนี้ ฮิลการ์ด ยังชี้ให้เห็นว่า บทเรียนโปรแกรมยังใช้สอนวิชาความซาบซึ้งในวรรณคดีร้อยกรอง ได้อีกด้วย ทั้งยังใช้ในการฝึกด้านความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ฉะนั้น ฮิลการ์ด จึงสรุปว่า วิธีการสอนแบบโปรแกรมนั้น สามารถนำไปใช้ได้กับทุก ๆ วิชา โดยไม่มีข้อยกเว้นหรือขี้อ้างจกอย่างใดเลย (Hilgard, 1966 : 541 - 584)

จากเอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมทั้งหมดที่กล่าวมา ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำเอาบทเรียนโปรแกรมมาใช้ในการเรียนการสอน แต่บทเรียนโปรแกรมก็ยังมีข้อจำกัดบางประการ ซึ่งผู้วิจัยคิดว่า ถ้านำเอาเหตุการณ์การสอนของกานเย มาประกอบในบทเรียนโปรแกรม ก็จะทำให้บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีคุณค่าที่สุด และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของนักเรียนได้

2. เอกสารเกี่ยวกับเหตุการณ์การสอนของกานเย

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวของ โรเบิร์ต เอ็ม กานเย

ประเภทของการเรียนรู้ (Types of Learning)

กานเย (วีระพันธ์ ส่องสว่าง 2525 : 11 อ้างอิงมาจาก Gagne, 1977 : 76 - 163) ได้จัดแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 8 ประเภท ตั้งแต่ การเรียนรู้แบบพื้นฐานง่าย ๆ ไปจนถึงการเรียนรู้แบบยากและซับซ้อน ดังนี้

1. การเรียนรู้เครื่องหมายหรือสัญญาณ (Signal Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนไม่สามารถควบคุมพฤติกรรมของตนเองที่จะไม่ให้แสดงออกมาได้ การเรียนรู้ประเภทนี้ได้แก่ การเรียนรู้โดยการวางเงื่อนไขตามแบบของ พาฟลอฟ (The Pavlovian Conditioned Response) ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์และความรู้สึก

2. การเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimulus-Response Learning) เป็นการเรียนรู้จากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองต่างจากชนิดแรกตรงที่ผู้เรียนสามารถควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้ ผู้เรียนมีความตั้งใจและรู้ตัวในการที่จะเชื่อมโยงการตอบสนองที่เหมาะสมต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ กัน เมื่อทำได้ถูกต้องและเหมาะสมก็จะได้รับรางวัลหรือการเสริมแรง (Reinforcement) การเรียนรู้ประเภทนี้ได้แก่ การเรียนรู้แบบลองผิดลองถูกของ ธอร์นไดค์ (Thorndike) และการวางเงื่อนไขแบบการกระทำของ สกินเนอร์ (Skinner)

3. การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining) เป็นการเรียนรู้ในการประกอบกิจกรรมต่อเนื่องตามลำดับ ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำและทักษะต่าง ๆ ในการเคลื่อนไหว (Motor Skills) การเรียนรู้ประเภทนี้ กานเย่ นำมาจากทฤษฎีต่าง ๆ หลายทฤษฎี ซึ่งรวมทั้งแนวความคิดของ บี. เอฟ. สกินเนอร์ (B.F. Skinner) และเอ็ดวิน อาร์. กัทธรี (Edwin R. Guthrie) ด้วย

4. การเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงด้วยภาษาด้วยคำ (Verbal Association) การเรียนรู้ที่คล้ายกับแบบ 3 แตกต่างที่สิ่งเร้าและการตอบสนอง ในแบบที่ 3 เป็นการชักจูงใจโดยคำ ส่วนแบบที่ 4 เป็นเรื่องของการใช้ภาษา (Verbal) เน้นความสำคัญของภาวะภายในมากกว่าแบบที่ 3 เช่น การเชื่อมโยงชื่อของสิ่งของกับสิ่งของนั้น ๆ เป็นต้น

5. การเรียนรู้แบบจำแนกความแตกต่าง (Discrimination Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นและแยกความแตกต่างระหว่างสิ่งเร้า เพื่อจะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นให้ถูกต้อง การเรียนรู้ประเภทนี้อาจจะต่อเนื่องมาจากประเภทที่ 3 หรือประเภทที่ 4 ก็ได้ แนวความคิดนี้เกิดจากผลงานวิจัยหลายชิ้น และมีพื้นฐานจากการศึกษากระบวนการแยกความแตกต่างของสิ่งเร้าและการตอบสนอง โดยใช้หลักการเสริมแรงตามแนวคิดของ กิบสัน (Gibson) และผลงานวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้ การเรียนรู้ชนิดนี้อาจจะมีเรื่องการจำ การลืม เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

6. การเรียนรู้แบบคอนเซ็ปต์ (Concept Learning) เป็นการเรียนรู้การตอบสนองร่วมกันต่อกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีความแตกต่างกัน ผู้เรียนต้องเรียนรู้ถึงสิ่งที่คล้ายกัน สามารถสรุปความเหมือนและแยกความแตกต่างของสิ่งเร้า เช่น เด็กที่เกิดมโนคติเกี่ยวกับโต๊ะ ก็ย่อมสามารถแยกโต๊ะออกจากสิ่งเร้าต่าง ๆ และสรุปความเหมือนของโต๊ะที่มีรูปร่างต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นโต๊ะรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม หรือรูปร่างอื่น ๆ ก็ย่อมบอกได้ว่าเป็นโต๊ะ การที่เด็กจะเรียนรู้แบบคอนเซ็ปต์ได้ก็เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับ การเชื่อมโยงทางภาษาของเด็กด้วย

7. การเรียนรู้หรือหลักการ (Principle Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมหรือเชื่อมโยงมโนคติตั้งแต่ 2 มโนคติขึ้นไปเข้าด้วยกัน และจากการที่สามารถตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้นได้แล้ว จะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยวิธีที่คล้ายคลึงกัน เช่น เกิดมโนคติเกี่ยวกับความยาวของเส้นตรง และเกิดมโนคติเกี่ยวกับความยาวความกว้างของรูปสี่เหลี่ยม ก็จะสามารถตั้งเป็นกฎในการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาวได้

8. การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยการคิดโดยการรวมกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของการเรียนรู้ประเภทที่ 7 เข้าด้วยกัน และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ เช่น ผู้เรียน เรียนรู้เกี่ยวกับกฎของการหาพื้นที่สามเหลี่ยม และการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า ก็สามารถจะหาพื้นที่ของสี่เหลี่ยมคางหมูหรือสี่เหลี่ยมใด ๆ ได้ โดยอาศัยกฎเบื้องต้นดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา

สมรรถภาพของการเรียนรู้

จากประเภทของการเรียนรู้ทั้ง 8 ชนิดดังกล่าว กานเย ได้ศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมเกี่ยวกับความสามารถทั้งหลายของคนเรา ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เราสามารถทำสิ่งต่าง ๆ ได้สำเร็จ เขาได้นำความสามารถทั้งหลายที่มนุษย์พึงมีมาบูรณาการและจำแนกประเภทของความสามารถใหม่ ซึ่งเขาเรียกว่า สมรรถภาพของมนุษย์ (Human Capabilities) ที่สามารถจะเรียนรู้ได้ ซึ่งมีอยู่ 5 ชนิด หรือ 5 สมรรถภาพ ดังนี้ คือ (สารถี รัตนบุรี 2526 : 23)

1. ทักษะเชาว์ปัญญา (Intellectual Skill)
2. ข้อเท็จจริง (Verbal Information)
3. ยุทธศาสตร์ในการคิด (Cognitive Strategies)
4. ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor Skills)
5. เจตคติ (Attitude)

รายละเอียดของแต่ละสมรรถภาพ มีดังนี้ คือ (Gagne, 1977 : 26 - 49) และ (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา 2527 : 24 - 90)

1. ทักษะเชาว์ปัญญา (Intellectual Skill) หมายถึง ความสามารถในการใช้สมอง ใช้ความคิดในทางต่าง ๆ นับตั้งแต่การเรียนรู้ขั้นพื้นฐานซึ่งเป็นทักษะง่าย ๆ ไปสู่ทักษะที่ยากและซับซ้อน การที่นักเรียนจะพัฒนาความสามารถทางเชาว์ปัญญาได้ก็เกิดจากการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล การเรียนรู้ทางเชาว์ปัญญาแบ่งออกได้ดังนี้

1.1 การเรียนรู้จากการพินิจจำแนก (Discrimination Learning) ได้แก่ ความสามารถในการจำแนก หรือเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น รูปทรง สี ขนาด ฯลฯ เป็นต้น

1.2 การเรียนรู้โน้มนำ (Concept Learning) จัดเป็นเรื่องสำคัญมากที่ผู้สอนจะต้องทำให้ผู้เรียนเกิดมโนคติและสามารถสรุปได้ด้วยตนเอง การที่นักเรียนจะเกิดมโนคติได้นั้น มี 2 ประการ คือ

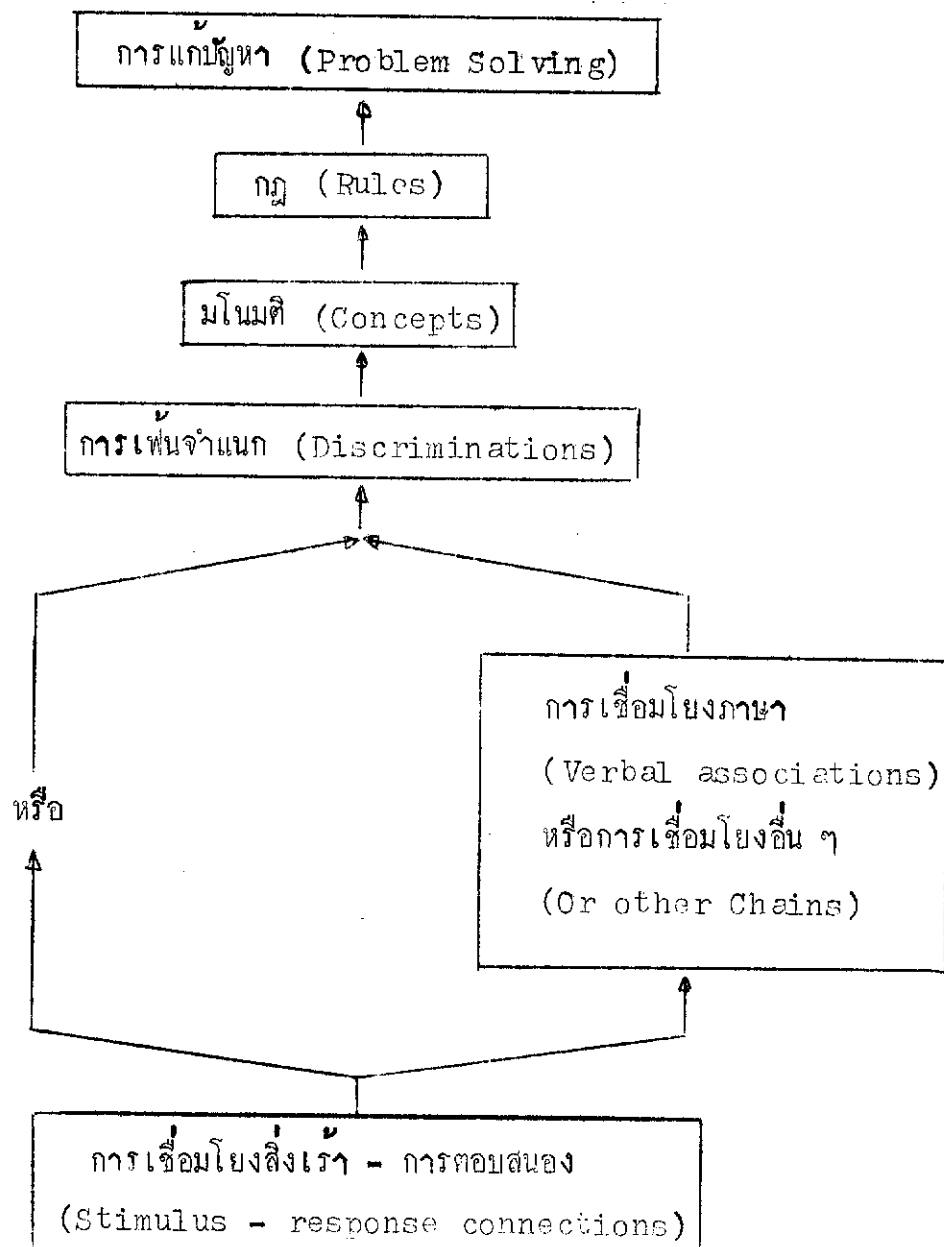
1.2.1 มโนคติรูปธรรม (Concrete Concept) คือ ความสามารถในการจัดพวกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นพวกเดียวกันได้ หรือระบุได้ว่าสิ่งใดจัดอยู่ในพวกใด ประเภทใด โดยคุณลักษณะที่มองเห็นได้ เช่น เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องรูปวงกลมไปแล้ว นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นวงกลมได้ บางครั้งเนื้อหาวิชาบางอย่างเป็นนามธรรมมากเกินไป ครูก็ควรใช้รูปธรรมมาประกอบในการสอนด้วย

1.2.2 มโนคตินิยาม (Defined Concept) เป็นความสามารถในการให้คำจำกัดความของสิ่งต่าง ๆ ได้ สามารถอธิบายองค์ประกอบต่าง ๆ ของคำนิยามนั้น ๆ ได้ด้วย เช่น นักเรียนสามารถให้คำนิยามของรูปสามเหลี่ยมได้โดยบอกได้ว่า องค์ประกอบของสามเหลี่ยมมีอะไรบ้างและสัมพันธ์กันอย่างไร มโนคติชนิดนี้อาจเรียนรู้จากมโนคติรูปธรรมก่อนก็ได้ แต่บางเรื่องก็ไม่สามารถจะแสดงออกมาโดยรูปธรรมได้ เช่น คำว่า ญาติพี่น้อง ลูก สุกสาว ลูกเขย น้ำ อา เป็นต้น คำเหล่านี้จะถูกกำหนดขึ้นก่อน และคนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อทราบความสัมพันธ์ของแต่ละบุคคลจึงจะเกิดความเข้าใจขึ้น

1.3 การเรียนรู้กฎ (Rule Learning) คือ ความสามารถในการเข้าใจกฎ หลักการ หรือเข้าใจถึงเหตุผล ความเกี่ยวข้องของสิ่งต่าง ๆ ได้โดยการแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่างว่าเข้าใจ เช่น จำนวนสองจำนวนที่เท่ากับจำนวนเดียวกัน จำนวนสองจำนวนนั้นย่อมเท่ากัน นักเรียนต้องแสดงได้ว่า a เท่ากับ b และ c เท่ากับ b แล้วทำให้เกิด a เท่ากับ c หรือนักเรียนสามารถสาธิตการใช้กฎการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมได้โดยการแสดงเป็นตัวเลขออกมาให้เห็น เรื่องการสอนกฎนี้ครูจะต้องพยายามหากวิธีในการสอน และจะต้องคำนึงถึงลำดับขั้นในการเรียนรู้ (Learning Hierarchies) จนกระทั่งนักเรียนสามารถเกิดมโนคติที่จะกำหนดในรูปของนิยาม

1.4 การแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ ความสามารถที่จะนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาแล้วไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องเข้าใจลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าปัญหานั้นจะเป็นไปในลักษณะคำพูด รูปร่าง หรือสิ่งที่เป็นนามธรรม สิ่งที่เรียนรู้มาแล้วจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ครูจะเป็นเพียงผู้ชี้แนะ และพยายามให้นักเรียนมองเห็นรูปแบบของการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง

จากการจำแนกสมรรถภาพของทักษะเชาว์ปัญญาออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามความยากง่ายหรือความซับซ้อนของการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น เราจึงสามารถจัดลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ (Learning Hierarchies) ทางทักษะเชาว์ปัญญา โดยแสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ของการเรียนรู้ทักษะเชาว์ปัญญา

2. ขอเท็จจริง (Verbal Information) หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ขอเท็จจริงต่าง ๆ มีความรู้ความจำ บอกความหมายของภาษา หรือกล่าวเป็นถ้อยคำได้ และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ การเรียนรู้ขอเท็จจริงแบ่งออกได้ ดังนี้

2.1 การเรียนรู้ชื่อ คน สัตว์ สิ่งของ สถานที่ คำศัพท์ต่าง ๆ เป็นต้น

2.2 การเรียนรู้ขอเท็จจริงต่าง ๆ (Facts) ที่เป็นประโยค หรือข้อความ เช่น ความสูงของภูเขา ความยาวของแม่น้ำ เป็นต้น

2.3 การเรียนรู้เรื่องราวหรือข้อความทั้งหมด คือ สามารถเรียนรู้สาระสำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นข้อความที่ต่อเนื่องกันได้ เช่น เมื่ออ่านหนังสือบทใดบทหนึ่งแล้ว ก็สามารถเข้าใจสาระสำคัญ และสามารถอธิบาย หรือขยายความให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกเมื่อได้รับการพัฒนาสมรรถภาพการเรียนรู้ขอเท็จจริงแล้ว คือ นักเรียนสามารถบอก เล่า หรือจำเกี่ยวกับ คำ ข้อความ และเรื่องราวต่าง ๆ ตามที่ได้รับถ่ายทอดมาได้ และสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้เป็นประโยชน์ เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ หรือการแก้ปัญหาครั้งต่อ ๆ ไปได้ด้วย

3. ยุทธศาสตร์ในการคิด (Cognitive Strategies) หมายถึง กระบวนการภายในของมนุษย์ ซึ่งควบคุมการเรียนรู้ ควบคุมการคิดตลอดจนทำหน้าที่เลือกใช้สมรรถภาพด้านอื่น ๆ ของมนุษย์ที่สะสมไว้ในตัว เช่น ทักษะเชาว์ปัญญา ขอเท็จจริง ฯลฯ ออกมาแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งบุคคลนั้นยังไม่ได้พบมาก่อน (หรือถ้าเป็นปัญหาเก่าก็ต้องคิดแก้ด้วยวิธีใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยใช้มาก่อน จึงจะเป็นการใช้สมรรถภาพ "ยุทธศาสตร์ในการคิด") การแก้ปัญหาใหม่จึงต้อง "ริเริ่ม" และเมื่อแก้ปัญหาได้แล้ว ก็จะเกิดการเรียนรู้ใหม่ขึ้นด้วย

ลำดับขั้นของการเรียนรู้ยุทธศาสตร์ในการคิด มีดังนี้

3.1 การตั้งใจและเลือกรับรู้ (Attending and Selective) เป็นขั้นที่มนุษย์ต้องใช้ยุทธศาสตร์ในการควบคุมตนเองให้ตั้งใจจดจ่อกับสิ่งที่ตนศึกษาอยู่ เช่น การฟังคำบรรยายก็ต้องใจจดใจจ่อจับประเด็นที่สำคัญให้ได้

3.2 การใส่รหัสข้อมูลเพื่อเก็บไว้ในความจำระยะยาว (Coding for Long Term Storage) เป็นขั้นที่แปลความของข้อมูลที่ได้อีกครั้งเพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป

3.3 การเรียกข้อมูลเก่ากลับคืน (Retrieval) ขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความสัมพันธ์กับขั้นที่สองมาก คือ การใส่รหัสข้อมูลเพื่อให้จำได้นานขึ้น เมื่อถึงเวลาต้องการใช้ข้อมูลเหล่านั้นสำหรับการแก้ปัญหา ก็จะต้องระลึกได้เรียกคืนมาใช้ได้

3.4 การแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ การที่มนุษย์ใช้ยุทธศาสตร์ในการคิด เลือกเอาความรู้ต่าง ๆ ที่สะสมไว้ออกมาใช้ในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาระดับนี้ต้องเป็นปัญหาใหม่ ๆ ที่บุคคลนั้นยังไม่เคยประสบมาก่อน และเมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็จะเกิดการเรียนรู้ใหม่เพิ่มพูนสะสมไว้ต่อไป

4. ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor Skills)

การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว มักจะประกอบด้วย 2 ส่วน

4.1 ทักษะการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ เช่น การตอกตะปูต้องขยับกล้ามเนื้อที่นิ้วมือจับตะปูได้ จับฉอนได้ยกฉอนเหวี่ยงลงบนตะปู

4.2 ขบวนการในการเคลื่อนไหว จะต้องรู้ขั้นตอน คือ เอาตะปูด้านแหลมจิ้มลงไปบนไม้ จับไว้ให้ตั้งตรง แล้วจึงค่อยยกฉอนขึ้น (ไม่ต้องสูงนัก) ค่อย ๆ ตอกตะปูลงไปเบา ๆ พอตะปูฝังลงไปแล้วก็นิดหน่อยจึงเหวี่ยงลงไปแรง ๆ ได้

ส่วนที่เป็นขบวนการงานเบ้ ถือเป็นเรื่องของเขาวงกตปัญญา ที่เรียกว่า "กฎ" เพราะเป็นตัวกำหนดลำดับขั้นตอนของการกระทำ

ส่วนที่เป็นทักษะนั้นประกอบด้วยทักษะย่อยและทักษะรวม เช่น การว่ายน้ำ จะมีทักษะย่อยหลายอย่าง การเคลื่อนไหวแขน การกอดหายใจในน้ำ การก้มหัว เหยยหัว การลอยตัว การใช้เท้ากระทุมน้ำ การทำลำตัวให้ตรง ส่วนทักษะรวมก็คือ การว่ายน้ำโดยท่าหลาย ๆ อย่างใหญ่ๆขั้นตอนในขณะว่ายน้ำ

ดังนั้น การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว จึงมี 3 ระยะ

1. ระยะเขาวงกตปัญญา เป็นการทำความเข้าใจว่า ขั้นตอนในการปฏิบัติจะต้องทำอะไร อย่างไร ทำอะไรก่อน - หลัง ระยะแรกนี้ส่วนที่ต้องรู้ "ขบวนการ"

2. ระยะกลาง เป็นระยะที่ทักษะย่อยต่าง ๆ ยังไม่แม่นยำ และรวดเร็วพอ การประสานงานของทักษะย่อยเป็นทักษะรวมก็ยังไม่ "ราบรื่น" หรือ "เรียบร้อย" นัก ยังตะกุกตะกักอยู่

3. ระยะอัตโนมัติ เป็นระยะที่ทักษะย่อยประสานกันอย่างราบรื่น คล่องแคล่ว และรวดเร็ว เรียบร้อย

5. เจตคติ (Attitude)

การเรียนรู้เจตคตินี้ มีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

5.1 ส่วนที่เป็นเรื่องของเขาวินิจฉัยคือ ต้องมีความรู้ในสิ่งนั้น หรือ เรื่องนั้น เช่น เจตคติต่อความซื่อสัตย์ ก็ต้องรู้ว่าความซื่อสัตย์คืออะไร การกระทำ อย่างไรจึงจะเรียกว่าซื่อสัตย์ เมื่อทำแล้วจะเกิดอะไรขึ้น

5.2 ส่วนที่เป็นความรู้สึก เมื่อมีความรู้แล้วว่าคืออะไรแล้ว ก็มีความรู้สึก ว่า ชอบ ไม่ชอบ หรือเฉย ๆ

5.3 ส่วนที่เป็นพฤติกรรม ซึ่งจะเกิดภายหลังจากมีความรู้สึกแล้ว ถ้าชอบ ก็จะประพฤติ ถ้าไม่ชอบก็จะไม่ทำสิ่งนั้น

2.2 เหตุการณ์การสอนเพื่อสร้างเสริมพัฒนาสมรรถภาพทั้งห้าของมนุษย์ (หน่วยศึกษานิเทศก์ 2527 : 140 - 142)

ในการสอนที่ปัจเจกประสงค์เป็นหลัก มุ่งที่จะสร้างเสริมพัฒนาสมรรถภาพของ ผู้เรียนในทุก ๆ ด้าน ดังนั้นการจัดสภาพการเรียนการสอนจะต้องสอดคล้องกับสภาพ การเรียนรู้ในแต่ละสมรรถภาพ และการจัดเหตุการณ์ในการสอนก็ต้องสอดคล้องกับ กระบวนการของการเกิดการเรียนรู้ในสมองของคนเรา

เนื่องจากไม่มีรูปแบบการสอนใดที่ดีที่สุดแต่เพียงแบบเดียว การจัดเหตุการณ์ ในการสอนนี้ จึงเป็นแนวทางในเวลาที่เราจะต้องเตรียมการสอนเพื่อให้การสอนนั้นบรรลุ เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

กานเย่ และบริกส์ (Gagne' and Briggs. 1974 : 123 - 132) ได้เขียนไว้ว่าเหตุการณ์การสอน (Instructional Events) มักจะเรียงตามลำดับ ดังนี้

1. เร้าความสนใจ
2. บอกจุดประสงค์
3. ทบทวนความรู้เดิม
4. นำเสนอสิ่งเรา หรือเสนอบทเรียนใหม่โดยใช้อุปกรณ์มาช่วย
5. แนะให้เกิดการเรียนรู้ หรือครูให้แนวความรู้เพื่อเป็นพื้นฐานพอที่นักเรียน

จะฝึกปฏิบัติต่อไป

6. ให้แสดงพฤติกรรม หรือให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม
7. ให้ผลสะท้อนกลับ หรือให้นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ
8. ประเมินผลพฤติกรรม หรือประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์
9. ช่วยให้จำได้นานและนำความรู้ไปใช้ หรือเน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น

1. เร้าความสนใจ เป็นวิธีนำเข้าสู่บทเรียนวิธีหนึ่ง เพื่อให้เด็กเกิดความสนใจในตัว และพร้อมที่จะเริ่มบทเรียน

2. บอกจุดประสงค์ คือ การบอกให้เด็กทราบว่า วันนี้จะเรียนเรื่องอะไร และเมื่อเรียนรู้แล้วจะสามารถทำอะไรได้บ้าง เป็นวิธีการทำให้ตั้งใจวิธีหนึ่ง และเป็นการวางแผนให้แกทั้งผู้สอนและผู้เรียนว่า การเรียนการสอนในครั้งนี้ จะมีทิศทางไปในแนวไหน เป็นการตั้งเป้าหมายไว้เพื่อกันการหลงทาง

3. ทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้แน่ใจว่าความรู้เดิมของเด็กมีเพียงพอแล้วก่อนจะรับความรู้ใหม่

4. เสนอบทเรียนใหม่โดยใช้อุปกรณ์มาช่วย สื่อทัศนูปกรณ์และสื่อการสอนใด ๆ ที่เหมาะสม อาจนำมาใช้ในชั้นตอนนี้ เพื่อให้การเรียนบทเรียนใหม่น่าสนใจและชวนติดตาม

5. ครูให้แนวความรู้เพื่อเป็นพื้นฐานพอที่นักเรียนจะฝึกปฏิบัติต่อไป ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะเป็นผู้ให้แนวทางการเรียนรู้แก่นักเรียนโดยวิธีการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสมรรถภาพของมนุษย์

6. นักเรียนปฏิบัติ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมในห้องเรียน ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแสดงออกตามสภาพการณ์ที่เหมาะสม เพื่อผู้เรียนเหล่านั้น จะได้เป็นนักคิด นักทำ มีความคิดริเริ่ม สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้

7. นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ การที่นักเรียนลงมือทำกิจกรรมใด ๆ แล้วได้ ทราบผลทันทีว่าทำลงไปนั้นถูกต้อง คือหรือไม่คือประการใดนั้น ย่อมจะเป็นผลดีแก่ตัวนักเรียน เอง ในขั้นนี้ครูอาจเป็นผู้ให้คำติชม แก่ช่วยตนเอง หรืออาจให้กลุ่มหรือแม้แต่ตัวเด็กเอง เป็นผู้ประเมิน

8. ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์ การประเมินผลการเรียนใน แต่ละความเป็นสิ่งจำเป็นยิ่ง เพราะจะเป็นสิ่งที่ยืนยันให้ผู้สอนทราบว่า การสอนของตนใน ความนั้นบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่

9. เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น คือการ ที่ครูสรุปเน้น และย้ำ ให้เด็กมีความเข้าใจในสิ่งที่ตนเรียนในความนั้นอย่างแน่นแฟ้นยิ่งขึ้น ครูอาจให้การบ้าน ให้ทำรายงาน หรือให้หาความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือไปจากความรู้ที่ได้ เรียนในชั้น

จากเอกสารที่เกี่ยวกับเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ จะเห็นได้ว่าเป็นรูปแบบ ที่ครอบคลุมซึ่งจะช่วยให้การสอนสัมฤทธิ์ผลสมความมุ่งหมายของหลักสูตรใหม่ได้อย่างดี แต่เนื่องจากไม่มีรูปแบบการสอนใดที่ดีที่สุดแต่เพียงแบบเดียว ไม่มีการสอนใดแต่เพียงแบบ เดียวที่จะเหมาะสมกับทุก ๆ สถานการณ์ (สารภี รัตนบุรี 2526 : 19) และเพื่อแก้ไขข้อ จำกัดบางประการของบทเรียนโปรแกรมดังที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงได้นำเอาเหตุการณ์ การสอนของ กานเย่ มาประกอบในบทเรียนโปรแกรมและให้ชื่อบทเรียนว่า "บทเรียน โปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่" ซึ่งบทเรียนนี้จะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนของนักเรียนดีขึ้น และยังช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบของ สสวท.

3.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ผู้นำในการใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนการสอนในต่างประเทศ ได้แก่ ซุกแมน (Richard Suchman) โดยได้ตั้งโครงการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1961 (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 43) ซึ่งวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง

สำหรับประเทศไทย ผู้ที่ได้นำเอาวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เข้ามาสู่วงการศึกษาคือ วีรยุทธ วิเชียรโชติ โดยได้ตั้งโครงการวิจัยการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นในประเทศไทย โดยได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิเอเชียในช่วงปี พ.ศ. 2513 - 2514

ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 ได้มีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขึ้น เพื่อพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์นั้น สสวท. ได้นำวิธีการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการเรียนการสอน (มานี จันทวิมล 2520 : 9)

3.2 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซันด์ (Sund. 1967 : 62 - 65) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการค้นคว้าหาความรู้หรือความจริงโดยเน้นที่วิธีการได้มาซึ่งความจริง มากกว่าตัวของความจริงซึ่งเป็นผลผลิตของการค้นคว้า

กู๊ด (Good. 1973 : 303) ได้ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็น 2 ประการด้วยกัน คือ

1. ความหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และแสวงหา

ความรู้โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียน โดยแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น (Problem - Solving Approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นความคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุป พาดพิงอย่างชัดเจน ประเมินผู้คิดค้น ที่ความหมายที่สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาด สามารถทดสอบได้และการสรุปอย่างมีเหตุผล

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นแบบเกี่ยวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem - Solving Approach) โดยระบุลักษณะสำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น

2.2 นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (ผดุงยศ ดวงมาลา 2523 : 63) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้ หรือความจริงทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ยั่วให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้ โดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เอง

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 1) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการสืบแสวงหาความจริง เพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติลักษณะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนการค้นพบกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ แล้วนำกฎเกณฑ์ที่ค้นพบนั้นมาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์

เสริมศรี เสวตามร และสาลี งามศิริ (เสริมศรี เสวตามร และสาลี งามศิริ 2521 : 73) กล่าวว่าหลักของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นฝึกให้นักเรียนคิดค้นคว้าด้วยตนเอง แต่วิธีการนั้นมีหลายอย่าง นักเรียนจะถามคำถาม หรือครูจะถามคำถาม นักเรียนจะทดลองหรือครูจะทดลองก็ได้ ข้อสำคัญคือครูจะต้องใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนขบขันใจ สงสัยเสียก่อน

สุวัจน์ นิยมคำ (สุวัจน์ นิยมคำ 2517 : 125) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่ยั่วให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนด

วิธีการค้นหาความรู้เอาเอง ในที่สุดนักเรียนก็จะค้นพบความรู้เอง ซึ่งได้คำตอบเหมือนกับที่ครูบรรยายหรือเหมือนกับที่เขียนไว้ในหนังสือตำรา

โสลีย์ วงศ์ทองเหลือ (โสลีย์ วงศ์ทองเหลือ 2520 : 28) ได้กล่าวถึงวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด เช่น ให้นักเรียนทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง แปลความหมายจากผลการทดลอง มีการซักถามโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับครู หรือนักเรียนกับนักเรียน โดยที่ครูพยายามใช้เสียงในน้อยที่สุด บอกนักเรียนให้น้อยที่สุด พยายามทำตัวเป็นผู้แนะแนวทางมิใช่ผู้ชี้นำ ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักแสดงความคิดเห็นของตน อันจะเป็นเหตุให้นักเรียนรู้ความสามารถของตน

จากที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น เป็นการสอนที่เน้นกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือกระทำการทดลอง เพื่อคิดค้นหาคำตอบ โดยครูเป็นผู้คอยกระตุ้นย่วยให้นักเรียนเกิดความสงสัย มีความอยากรู้อยากเห็น และนักเรียนเรียนรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้จะส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นี้ เป็นวิธีสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เห็นว่าเหมาะสมและได้นำมาใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกแขนง เพื่อนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร คือ การส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง นำเอาวิธีการต่าง ๆ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

3.3 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบของ สสวท.

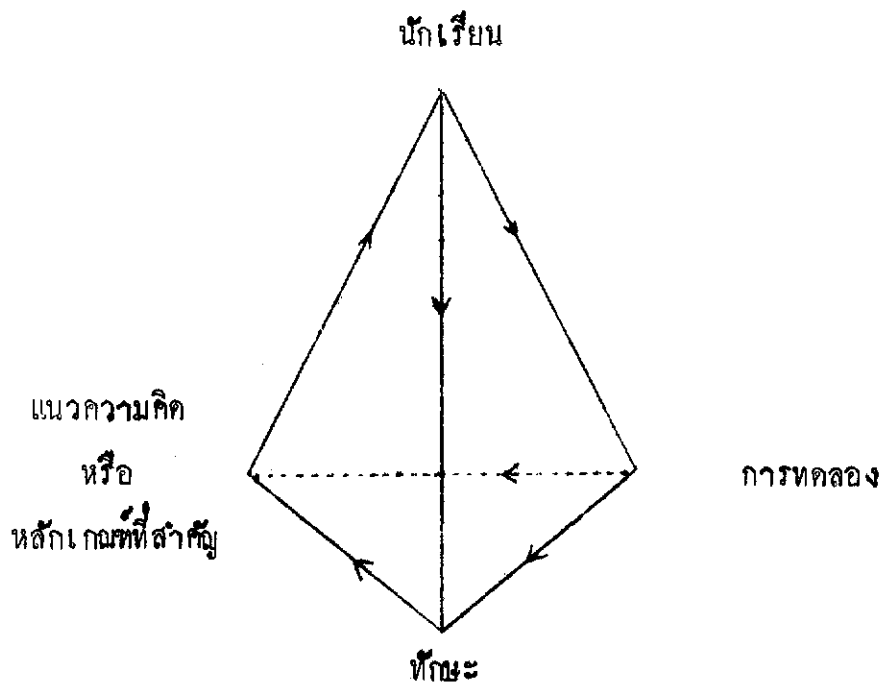
ในการเรียนการสอนแบบนี้ จำเป็นจะต้องอาศัยกิจกรรมต่อไปนี้ คือ (สสวท. :

1 - 5)

1. การทดลอง

2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน

การทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอน วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเองตลอดจนสามารถมองเห็นปัญหา เมื่อผลการทดลองแตกต่างไปจากของคนอื่น จะเห็นได้ว่าในระหว่างการทดลองนักเรียนได้ใช้ทักษะในการสังเกต การใช้ตาชั่ง การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปราย และการสรุป ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่แนวความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ แม้ว่าผลการทดลองของนักเรียนจะต่างไปจากของเพื่อน ๆ นักเรียนก็จะหาเหตุผลซึ่งได้จากการสังเกตอย่างละเอียดในระหว่างทำการทดลองนั้นเองมาอธิบายได้ว่า เป็นเพราะเหตุใด ความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้โดยวิธีนี้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังเกิดความเข้าใจและจำได้ดีกว่าการนั่งฟังครูพูด นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนที่ช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่เรียกว่า ทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

กิจกรรมสำคัญอีกอย่างหนึ่ง ก็คือการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนได้นั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนคิด สงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ การที่ไม่รู้คำตอบมาก่อนนี้เองเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ทุกแขนงของ สสวท. เป็นแบบที่นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา และเสนอแนะการทดลอง พร้อมทั้งให้แนวคำถามประกอบ เพื่อจูงให้นักเรียนไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นในการเรียนการสอนแบบนี้ ครูเป็นผู้นำอภิปราย โดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก ลำดับต่อไปเป็นการอภิปรายก่อนการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง และตอนที่สำคัญก็คือ การอภิปรายหลังการทดลอง ในตอนนี้อีกต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อที่จะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียนเรื่องนั้น ๆ

สรุปแล้ว ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. นี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (สมจิต สวชนไพบูลย์ : 112)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. การให้นักเรียนปฏิบัติทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุม และให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดคอยกระตุ้นสนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มารูปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ด้วยคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

การสอนตามแนวของ สสวท. นี้ มีการใช้คำถามของครูเพื่อจะนำนักเรียนให้เข้าสู่เรื่องของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ และเพื่อจะนำไปสู่แนวความคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องมีทักษะของการใช้คำถาม

ในการเรียนการสอนนี้ มิได้กำหนดให้ครูเท่านั้นที่เป็นฝ่ายตั้งปัญหามาให้นักเรียน แต่ต้องการจะให้ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามและร่วมกันหาคำตอบ ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ให้คำตอบ เมื่อนักเรียนมีข้อติดขัดตอนใด ครูควรจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิดและพยายามแนะวิธีการเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามในการซักถามปัญหาของนักเรียน ครูควรจะฝึกนักเรียนให้รักษาระเบียบอันถึงงามของห้องเรียนไว้อีกด้วย

เท่าที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การทดลองและการอภิปรายคำถามระหว่างครูและนักเรียน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ด้วยการค้นหาคำตอบเอง ไม่ใช่เป็นแบบการท่องจำ และเป็นการเรียนรู้ตามขอบเขตทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ต่อไป การเรียนการสอนแบบนี้จะไม่เน้นเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว แต่มุ่งที่จะพัฒนาทักษะต่าง ๆ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนมากกว่า จะเน้นรายละเอียดปลีกย่อยของเนื้อหาวิชา ฉะนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทุกแขนงของ สสวท. จึงได้นำการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้

จากที่กล่าวมานี้ จึงสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. ประกอบไปด้วย

1. ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหา
2. การอภิปรายก่อนการทดลอง
3. นักเรียนทำการทดลอง
4. การอภิปรายหลังการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถาม เพื่อจะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิด หรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน เรื่องนั้น ๆ

4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ฉะนั้นวิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ และกฎ ในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสดึงฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่น ผิดสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตั้งสมมุติฐานและทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" (ทพวงมหาวิทยาลัย 2525 : 58 - 59) ทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้มีหลายทักษะ คือ

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การจำแนกประเภท
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
5. การคำนวณ
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. การพยากรณ์
9. การตั้งสมมุติฐาน

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. การทดลอง
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

รายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีดังนี้ (สสวท.

2526 : 1 - 16)

1. การสังเกต (Observation) การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ได้ความึกเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด (Measurement) การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท (Classification) การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space / Space Relationship and Space/time Relationship) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง
ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุ ที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ (Using Numbers) การคำนวณ หมายถึง การนับ จำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหมายถึง การนำข้อมูลที่ ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ ความหมายของ ข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไออะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) การลงความคิดเห็น จากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว ในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis) การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้

ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้ายังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมุติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้เกิดผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

12. การทดลอง (Experimenting) การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและความคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์และ / หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมา แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและจากการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ฉะนั้นในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ นั้น ๆ ด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม

1.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

วิลเลียม (William. 1968 : 11 - 13) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนเรื่อง "โครงสร้างของอะตอมและไฟฟ้าสถิต" ซึ่งแบ่งนักเรียนของ Aviation Mechanical Fundamentals School ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมแบบเรียงลำดับในกลุ่มทดลองและการสอนแบบปกติในกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

มอริเบอร์ (Moriber. 1969 : 214 - 216) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพเรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและพันธะเคมี" ในระดับวิทยาลัย โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมจำนวน 536 กรอบ ในกลุ่มทดลองจำนวน 120 คน กับการสอนแบบปกติในกลุ่มควบคุมจำนวน 120 คน ใช้เวลาทดลอง 3 สัปดาห์ ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1971 : 1935-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับวิธีอภิปรายและซักถาม (The Traditional Lecture Discussion Method) ในวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา กลุ่มทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนโดยการอภิปรายและซักถาม ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บาร์ด (Bard. 1975 : 5947-A) ได้ศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางงานสถิติปัญญา โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนแบบปกติ (The Traditional Textbook-Lecture Technique) ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 100 ที่วิทยาลัย Southern Colorado State โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมในกลุ่มทดลองจำนวน 22 คน และใช้วิธีสอนตามปกติในกลุ่มควบคุมจำนวน

48 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนรู้ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แทมมินเนน (Taamminen. 1976 : 7320-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาเคมีทั่วไปของนักศึกษาที่มีวิชาเอกวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมในกลุ่มทดลองจำนวน 97 คน กับวิธีสอนปกติในกลุ่มควบคุมจำนวน 120 คน โดยใช้เวลาทดลอง 14 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 งานวิจัยภายในประเทศ

พรเพ็ญ ตูลารัตนพงษ์ (พรเพ็ญ ตูลารัตนพงษ์ 2521 : 53) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนเรื่องสมมูลเคมี โดยการใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมคงคา จำนวน 87 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 44 คน กลุ่มควบคุม 43 คน ผลการทดลองปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จรรยา สุชะพันธ์ (จรรยา สุชะพันธ์ 2522 : 35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนจิระประวดี อ.เมือง จ.นครสวรรค์ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มณี เป็นสุข (มณี เป็นสุข 2522 : 66) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โดยใช้บทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียน และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และที่เรียนจากศูนย์การเรียนไม่แตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท.

มองศรี กุ่มจอหอ (มองศรี กุ่มจอหอ 2523 : 45) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติ โดยวิธีสอนแบบบรรยาย กับวิธีสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมประกอบการอภิปรายในระดับประโยควิชาชีพเกษตร ได้ทดลองเรื่อง "การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางและการวัดการกระจาย" กับนักศึกษาวิทยาลัยเกษตร ลำปาง จำนวน 120 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 60 คน กลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีบรรยาย กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมประกอบการอภิปราย ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการสอนโดยวิธีสอนแบบบรรยายกับการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมประกอบการอภิปราย ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

กัญญา โพธิวัฒน์ (กัญญา โพธิวัฒน์ 2524 : 54) ได้ทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ได้ทดลองในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พหุคูณตรีโกณมิติ กับนักศึกษาวิทยาลัยครูสุรินทร์ จำนวน 120 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กลาง ต่ำ กลุ่มละ 40 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูง และกลุ่มกลาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 แต่สัมฤทธิ์ผลการเรียนของกลุ่มต่ำ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มสูง และกลุ่มกลาง

พเยาว์ ยินดีสุข และพิศมัย เก่นดวงบริพันธ์ (พเยาว์ ยินดีสุข และพิศมัย เก่นดวงบริพันธ์ 2525 : 26 - 27) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง "มลพิษ" ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 66 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม เรียกว่ากลุ่มทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยวิธีสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต เรียกว่ากลุ่มควบคุม ผลวิจัยสรุปได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญเหลือ ทองเอี่ยม (บุญเหลือ ทองเอี่ยม 2527 : 32) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนทางการเรียนรู้ ในวิชาการใช้สื่อการสอน (AV 353) โดยการให้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาการใช้สื่อการสอน (AV 353) ของภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 จำนวน 60 คน ผลปรากฏว่า นักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

ประมวล เนียมมาลัย (ประมวล เนียมมาลัย 2527 : 75) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ความพุทธิพิสัยและความสนใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากการให้บทเรียนโปรแกรมโดยวิธีเรียนเพื่อรอบรู้กับโดยวิธีธรรมดา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนวัดศิษย์อาราม อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร จำนวน 80 คน กลุ่มละ 40 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ความพุทธิพิสัยของนักเรียนที่เรียนจากให้บทเรียนโปรแกรมโดยวิธีเรียนเพื่อรอบรู้สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ความพุทธิพิสัยของนักเรียนที่เรียนจากการให้บทเรียนโปรแกรมโดยวิธีธรรมดา

บุษบากร เชื้อเคนทร์ (บุษบากร เชื้อเคนทร์ 2528 : 66) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาระหว่างการสอนโดยให้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ เรื่อง "ปัญหาประชากรและคุณภาพชีวิต" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาปางกัลยาณี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 จำนวน 90 คน กลุ่มละ 45 คน ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มที่เรียนแบบปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ .05

จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม ทั้งในต่างประเทศ และภายในประเทศ สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมเมื่อเปรียบเทียบ

กับการสอนปกติ มีทั้งให้ผลไม่แตกต่างกัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงกล่าวได้ว่า บทเรียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสามารถใช้สอนแทนครูได้

บทเรียนโปรแกรมก็มีข้อจำกัดอยู่บาง เช่น ขาดความรู้สึกใกล้ชิดในฐานะผู้สอน ระหว่างนักเรียนกับบทเรียน ซึ่งข้อจำกัดนี้ย่อมแก้ไขได้ ถ้าได้มีการนำเอา เหตุการณ์การสอนของกานเย่ เข้าประกอบในบทเรียนโปรแกรม ซึ่งยังไม่เคยมีผู้ใด ทำการวิจัยมาก่อน งานวิจัยที่ผ่านมาก็มีเฉพาะใช้บทเรียนโปรแกรม หรือการใช้เพียง เหตุการณ์การสอนของ กานเย่ อย่างเดียวเท่านั้น ดังงานวิจัยเกี่ยวกับ เหตุการณ์ การสอนของ กานเย่ ดังต่อไปนี้

2. งานวิจัยเกี่ยวกับเหตุการณ์การสอนของ กานเย่

งานวิจัยเกี่ยวกับเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ เท่าที่ผู้วิจัยค้นคว้า พบแต่ งานวิจัยที่ทำภายในประเทศ ดังนี้ คือ

ขุนทอง ศรีประจง (ขุนทอง ศรีประจง 2525 : 54) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย เรื่อง "นิราศภูเขาทอง" ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.ศ.4) โรงเรียนศรีสงครามวิทยา จังหวัดเลย ด้วยวิธีสอนตาม หลักการของ Gagne กับวิธีสอนตามหลักการของ Herbert กลุ่มตัวอย่างจำนวน 88 คน กลุ่มละ 44 คน ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองซึ่งสอนด้วยวิธีการสอนตามหลักการของ Gagne แตกต่างจากกลุ่มควบคุมซึ่งสอนตามหลักการของ Herbert อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

แท้ว วาริราพิงเพลิน (แท้ว วาริราพิงเพลิน 2525 : 56) ได้ศึกษา เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การสะท้อนและการหักเหของแสง" ระหว่างการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของ กานเย่ กับการสอนแบบสืบสอบ กลุ่ม ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. ราชบุรี ปีการศึกษา 2524 จำนวน 2 ห้อง ๆ ละ 40 คน ผลปรากฏว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้จากแบบสอนทั้ง 3 ชุด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่ค่ามัธยฐานเลขคณิตของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

นันทยา ฤทธิพิพัตน์ (นันทยา ฤทธิพิพัตน์ 2525 : 42) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ การสอนวิชาภาษาไทย เรื่อง "แห่งหนึ่งละดู" ด้วยบทเรียนสไลด์เทป โดยอาศัยทฤษฎีของ Gagne กับการสอนแบบบรรยายในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา ปี การศึกษา 2524 จำนวน 80 คน กลุ่มละ 40 คน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองซึ่งสอน โดยใช้บทเรียนสไลด์เทปตามทฤษฎีของ Gagne สูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีระพันธ์ สองสว่าง (วีระพันธ์ สองสว่าง 2525 : 74) ได้ศึกษา เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ความยาว พื้นที่ และปริมาตร" โดย การสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของ กานูเย กับการสอนแบบบอกให้รู้ ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแม่จันวิทยาคม จ.เชียงราย จำนวน 76 คน แบ่งเป็นกลุ่ม ทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 38 คน ผลปรากฏว่า ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมี นัยสำคัญ 0.05

ศรียรรณ ข้อยธิรัฐ (ศรียรรณ ข้อยธิรัฐ 2526 : 50) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนเขียนร้อยแก้วเชิงสร้างสรรค์ด้วยชุดการสอนตามระบบการสอนของ Gagne กับการสอนแบบบรรยายในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้น ม.4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 โรงเรียนมหาราชพาราม จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมทั้งสิ้น 80 คน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองซึ่งเรียน ด้วยชุดการสอนตามระบบการสอนของ Gagne และกลุ่มควบคุมซึ่งสอนแบบบรรยาย มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนตามเหตุการณ์ การสอนของ กานูเย เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ มีทั้งให้ผลไม่แตกต่างกัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากเหตุผลที่ว่าเพื่อแกไขข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม และจากความจริงที่ว่าไม่มีรูปแบบการสอนใดที่ดีที่สุดแต่เพียงแบบเดียวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำเอาบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย มาใช้กับวิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันหรือไม่

และเนื่องจากยังไม่มีงานวิจัยใดที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย มาก่อน ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ดังนี้

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย และที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 180 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 90 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มทดลอง จำนวน 45 คน เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรม ประกอบเหตุการณ์การสอนของงานเย็บ
2. กลุ่มควบคุม จำนวน 45 คน เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของงานเย็บ

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดย

1. นำข้อสอบมาตรฐาน วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น ม.3 ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มสช. ประสานมิตร มาทดสอบกับนักเรียนชั้น ม.4 แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 180 คน

2. แบ่งนักเรียนตามระดับความสามารถ ดังนี้คือ

2.1 ระดับความสามารถทางการเรียนสูง คือ นักเรียนที่ได้คะแนน T ประถมตั้งแต่ T₆₅ ขึ้นไป

2.2 ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง คือนักเรียนที่ได้คะแนน T ประถมระหว่าง T₅₈ - T₆₄

2.3 ระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ คือ นักเรียนที่ได้คะแนน T ประถมต่ำกว่า T₅₈ ลงมา

3. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงไว้ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน

4. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางไว้ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน

5. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำไว้ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 15 คน

จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียนดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียน

ระดับความสามารถทางการเรียน (X ₁)	การสอน (X ₂)		รวม
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	
สูง	15	15	30
ปานกลาง	15	15	30
ต่ำ	15	15	30
รวม	45	45	90

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย์ วิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"
2. คู่มือการสอนวิชาเคมี ประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย์ ชั้น ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"

การสร้างบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย์

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคและวิธีเขียนบทเรียนโปรแกรมเชิงเส้น (แบบเรียงลำดับ) จากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เคยมีผู้เขียนและทำการวิจัยไว้
2. ผู้วิจัยได้ศึกษา "เหตุการณ์การสอนของ กานเย์" ซึ่งประกอบด้วยเหตุการณ์ต่าง ๆ 5 เหตุการณ์ ดังนี้
 - 2.1 เข้าใจความสนใจ
 - 2.2 มอกจุดประสงค์
 - 2.3 พบทวนความรู้เดิม
 - 2.4 เสนอบทเรียนใหม่
 - 2.5 ครูให้แนวความรู้ เพื่อเป็นพื้นฐานพอให้นักเรียนจะฝึกปฏิบัติต่อไป

- 2.6 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์
- 2.7 นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ
- 2.8 ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์
- 2.9 เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น

สรุป ทำแบบฝึกหัด ฯลฯ

3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลองครั้งนี้ จากแบบเรียนเคมี และคู่มือการสอนวิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ทราบว่าความเรียนหนึ่ง ๆ มีจุดประสงค์ปลายทางว่าอย่างไร และจุดประสงค์ปลายทางนั้น ๆ ต้องอาศัยจุดประสงค์นำทางใดบ้าง และนักเรียนมีประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนอย่างไรบ้าง

4. เขียนรายการสอนในรูปของโปรแกรมเชิงเส้น หรือแบบเรียงลำดับ (Linear Program) ชนิดที่ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง (Constructed Response) โดยให้ลำดับขั้นการสอนตามเหตุการณ์การสอนของ กานเบ่ ดังที่กล่าวไว้ในข้อ 2 ประกอบในบทเรียนโปรแกรม

5. นำบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเบ่ ที่เขียนเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนบทเรียนโปรแกรม ด้านเหตุการณ์การสอนของ กานเบ่ และผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้องทั้งในค่านของเนื้อหาวิชา และวิธีการเขียนบทเรียนโปรแกรม แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ก่อนที่จะนำออกทดลองใช้

การทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเบ่

ก่อนที่จะนำบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเบ่ ไปใช้จริง ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2528 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช ซึ่งไม่เคย

เรียนเรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" ของวิชาเคมี ม.4 (ว.031) มาก่อน และเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนน้อยกว่า ปานกลาง เล็กน้อย ซึ่งจะไม่ศึกษาต่อในแผนการเรียนที่ 1 โดยแยกดำเนินการดังนี้

1. การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ให้นักเรียนในการทดลองจำนวน 2 คน โดยดำเนินการครั้งละ 1 คน ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้วิจัยได้สังเกตอย่างใกล้ชิดแล้วบันทึกข้อบกพร่องต่าง ๆ ของบทเรียนซึ่งก่อให้เกิดปัญหากับผู้เรียน เมื่อเรียนจบตอนหนึ่ง ๆ แล้วตรวจคำตอบ แล้วรายงานผลการทดลองพร้อมทั้งซักถามนักเรียน เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วทำการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. การทดลองแบบกลุ่มเล็ก นำบทเรียนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว หลังจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 10 คน แล้วแก้ไขปรับปรุงรอบที่นักเรียนทำผิดเกิน 10 เปอร์เซ็นต์

3. การทดลองภาคสนาม นำบทเรียนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว หลังจากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก ไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 45 คน เพื่อแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง ก่อนนำไปใช้กับนักเรียนในกลุ่มทดลอง

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"

1. วิธีดำเนินการสร้าง

1.1 ศึกษาหลักสูตรวิชาเคมี ม.4 (ว.031) ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ แบบเรียน คู่มือครู เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร และเพื่อจะได้ทราบว่าในคาบเรียนหนึ่ง ๆ มีจุดประสงค์อะไรบ้าง

1.2 สร้างข้อทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร และเนื้อหาวิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

2. การปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 การหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบโดยสร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้ตรงตามจุดประสงค์ปลายทางที่วิเคราะห์ได้ เพื่อให้ข้อสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)

2.2 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามข้อ 2.1 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 ของโรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช จำนวน 90 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาระดับความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 % แล้วเปิดตารางของ จุง เท ฟาน (Fan. 1952 : 1 - 32) แล้วเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ไว้ใช้รวม 50 ข้อ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยคำนวณหาความเชื่อมั่นตามวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยใช้สูตร KR_{20} ได้ค่าความเชื่อมั่น .713

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Design) (ล่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 222) แบบ 3 x 2 Factorial Design ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงแบบแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล

		X_2	
		I	II
X_1	1	A	B
	2	C	D
	3	E	F

วิธีดำเนินการทดลอง

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ให้มีนักเรียนกลุ่มละ 45 คน ทั้งกล่าวมาแล้วในเรื่องการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

2. การดำเนินการสอน

2.1 กลุ่มทดลอง เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบ เหตุการณ์การสอนของ กานเย่ โดยผู้วิจัย เป็นผู้ควบคุมห้องเรียนเอง

2.2 กลุ่มควบคุม เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมี ประกอบ เหตุการณ์การสอนของ กานเย่ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

2.3 ทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาเท่ากัน คือ ทำการสอน สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 20 คาบ

3. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับ นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว 031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"

4. ตรวจสอบการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว 031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ม.4 (ว 031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" ระหว่างนักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรม ประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเีย กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมี ประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเีย จากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีสองตัวประกอบ (Two - way analysis of variance)

2. ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว 031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีสองตัวประกอบ (Two - way analysis of variance)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ย จำนวนจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 59)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล (จำนวนนักเรียนในกลุ่ม)

2. หาค่าความแปรปรวนของคะแนน คำนวณจากสูตร (ถ้วน สายยศ และ
อังคณา สายยศ 2528 : 63)

$$s^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N - 1)}$$

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4
(ว.031) โดยใช้สูตร KR. = 20 ของกูเกอ์ ธีวาร์คสัน (ถ้วน สายยศ และอังคณา
สายยศ 2528 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n - 1} \left(1 - \frac{\sum p q}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำได้}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
จากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ และศึกษาปฏิสัมพันธ์
ระหว่างการสอน กับระดับความสามารถทางการเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน
แบบมีสองตัวประกอบ (Two - way analysis of variance)

ผังตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์
2528 : 256)

ตาราง 3 แสดงการสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีสองตัวประกอบ

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	SS_{bet}	df_{bet}	MS_{bet}	
ตัวแปร A	SS_A	df_A	MS_A	$F_A = \frac{MS_A}{MS_W}$
ตัวแปร B	SS_B	df_B	MS_B	$F_B = \frac{MS_B}{MS_W}$
A x B	SS_{AxB}	df_{AxB}	MS_{AxB}	$F_{AxB} = \frac{MS_{AxB}}{MS_W}$
ภายในกลุ่ม (ความคลาดเคลื่อน)	SS_W	df_W	MS_W	
ทั้งหมด	SS_{tot}	df_{tot}		

ถ้าผลการวิเคราะห์มีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการทดสอบต่อกับ "การเปรียบเทียบพหุคูณ" ด้วยวิธีการทดสอบของ เชฟเฟ (Scheffé's test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายเฉลี่ยระหว่างคู่ (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2528 : 264)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$Cvd = \sqrt{(k - 1) (F^*) (MS_{within}) (2/n)}$$

เมื่อ Cvd แทน ค่าวิกฤตของ Scheffé' (หรืออาจใช้ S แทน)
 k แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 F* แทน ค่า F ที่เปิดจากตาราง (Critical Value)
 MS_{within} แทน ค่า Mean square within - groups
 ที่คำนวณได้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน
 n แทน จำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง
 (ใช้จำนวนเท่ากัน)

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ค่าใด ๆ จะมีนัยสำคัญทางสถิติก็ต่อเมื่อค่า
 ความแตกต่างมีค่าเท่ากับ หรือมากกว่าค่า Cvd

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล ดังนี้

F	แทน	ค่าสถิติที่แจกแจงแบบเอฟ (F-distribution)
SS	แทน	ค่าผลรวมกำลังสองของคะแนน
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของคะแนน
df	แทน	ชั้นของความเป็นอิสระ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้น ม.4 ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย์ กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย์
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้น ม.4 ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย์ กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย์ จากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ
3. ศึกษาปฏิสัมพันธ์ ระหว่างการสอนกับระดับความสามารถทางการเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้น ม.4

ตาราง 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ และเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่าง การสอน กับระดับความสามารถทางการ เรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F
การสอน	51.38	1	51.38	2.27
ระดับความสามารถทางการ เรียน	159.02	2	79.51	3.52*
การสอน x ระดับความสามารถทางการ เรียน	124.36	2	62.18	2.75
ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	1,897.73	84	22.59	
รวม	2,232.49	89		

$$*F_{.05; 2,84} = 3.11$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า

1. การสอนทั้ง 2 แบบ ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอน กับระดับความสามารถทางการ เรียนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ระดับความสามารถทางการ เรียนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาเคมี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และเพื่อจะได้ทราบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนระดับใดบ้าง ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน จึงใช้ "การเปรียบเทียบพหุคูณ" ด้วยวิธีการทดสอบของ เชฟเฟ (Scheffé's test) ผลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียนเป็นรายคู่

ค่าเฉลี่ย	$\bar{X}_{\text{สูง}}$	$\bar{X}_{\text{ปานกลาง}}$	$\bar{X}_{\text{ต่ำ}}$
	34.53	31.40	32.20
$\bar{X}_{\text{สูง}} = 34.53$	-	3.13*	2.33
$\bar{X}_{\text{ปานกลาง}} = 31.40$		-	0.8
$\bar{X}_{\text{ต่ำ}} = 32.20$			-

$$*S = 3.06$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง กับต่ำ และปานกลาง กับต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการทดลองสอนวิชาเคมี ชั้น ม.4 ด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย์ ซึ่งได้สรุปผลของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ชั้น ม.4 ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย์ กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ชั้น ม.4 ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย์ กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย์จากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอน กับระดับความสามารถทางการเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้น ม.4

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย์ กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย์ กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนกับระดับความสามารถทางการเรียน มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบ เหตุการณ์การสอนของกานเย และที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบ เหตุการณ์การสอนของกานเย

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 45 คน โดยในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 15 คน เท่ากัน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้

2.1 บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย วิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 คู่มือการสอนวิชาเคมี ประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย ชั้น ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง" ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลักษณะแบบทดสอบเป็นชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .713

3. การดำเนินการทดลอง ในการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง ดังนี้

3.1 กลุ่มทดลองเรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบ เหตุการณ์การสอนของ กานเย โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมห้องเรียนเอง

3.2 กลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

3.3 ทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาเท่ากัน คือ ทำการสอนสัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 20 คาบ

3.4 เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"

3.5 ตรวจสอบการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในข้อ 3.4 แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีสองตัวประกอบ (Two - way analysis of variance)

2. ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีสองตัวประกอบ (Two - way analysis of variance)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และเมื่อทำการทดสอบด้วย "การเปรียบเทียบพหุคูณ" ด้วยวิธีการทดสอบของเชฟเฟ (Scheffé's test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายเฉลี่ยระหว่างคู่ใดคู่หนึ่ง

2.1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง

2.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับต่ำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางกับต่ำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การสอนกับระดับความสามารถทางการเรียน ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันนั่นคือการสอนทั้งสองแบบ และระดับความสามารถทางการเรียนไม่ได้ส่งผลร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแต่อย่างใด

อภิปรายผล

ผลจากการศึกษาค้นคว้า สามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

1. จากสมมุติฐานที่กล่าวว่า "นักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน" แต่ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์ของกานเยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ การที่

ผลการวิจัยปรากฏออกมาเช่นนี้ อาจเป็นเพราะ นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้จากเหตุการณ์การสอนของ กานเย ทั้ง 9 เหตุการณ์ เหมือนกัน อันได้แก่ การเร้าความสนใจ การบอกจุดประสงค์ การทบทวนความรู้เดิม การเสนอบทเรียนใหม่ การให้แนวความรู้ การให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์ การให้นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ การประเมินผลการเรียน การสอนตามจุดประสงค์ การเน้นให้เกิดความแม่นยำโดยการสรุป ฯลฯ ต่างกันแต่เพียง กิจกรรมการเรียนการสอน โดยนักเรียนในกลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยตนเองจากบทเรียน โปรแกรมจะทำให้กิจกรรมด้วยตนเองตามข้อแนะนำที่ระบุไว้ในบทเรียน ส่วนนักเรียนใน กลุ่มควบคุมจะทำกิจกรรมโดยครูเป็นผู้แนะนำ ด้วยเหตุผลทั้งที่กล่าวมานี้จึงทำให้การสอน ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ การสอนไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมีของนักเรียน นั่นคือ นักเรียนที่เรียนจากการสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี ไม่แตกต่างกันและจากเหตุผลที่กล่าวมานี้ชี้ให้เห็นว่า การวิจัยนี้มีส่วนสอดคล้องกับการ วิจัยของ แอนเดอร์สัน (Anderson, 1971 : 1935-A) และพรเพ็ญ ตุลารัตนพงษ์ (พรเพ็ญ ตุลารัตนพงษ์ 2521 : 53) ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษา โดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กับการสอนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อผล การวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนที่เรียนจากการสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถนำบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอน ของ กานเย มาใช้แทนการสอนของครูได้

2. จากสมมุติฐานที่กล่าวว่า "นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอน ของ กานเย กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอน ของ กานเย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน" ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มี ระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และผลการวิจัยนี้ ยังมีส่วนสอดคล้องกับการวิจัยของ ภาณุมาศ พานารถ (ภาณุมาศ พานารถ 2523 : 46) ซึ่งได้ทดลองใช้ชุดการสอนตามเอกัตภาพกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ต่างกันในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เชื่อกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน จะมีผลการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างน้อย 1 คู่ จากผลการวิจัยในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ระดับความสามารถทางการเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี นั่นคือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกัน และเมื่อผู้วิจัยทำการทดสอบโดยใช้ "การเปรียบเทียบพหุคูณ" ด้วยวิธีการทดสอบของเซฟเฟ้ (Scheffé's test) เพื่อเปรียบเทียบรายเฉลี่ยระหว่างคู่ พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับต่ำ และปานกลางกับต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้ มีส่วนสอดคล้องกับการวิจัยของ กัญญา โพธิ์วัฒน์ (กัญญา โพธิ์วัฒน์ 2524 : 54) ซึ่งได้ทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูง กับกลุ่มกลาง แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มต่ำ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลาง การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับปานกลาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับต่ำ และปานกลางกับต่ำ ไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะว่า

1) นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง เป็นนักเรียนที่มีความเอาใจใส่ในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ และมีความตั้งใจเรียนมากกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงนี้ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ ฮัลตัน (Holtan, 1964 : 20 - 25) ซึ่งกล่าวว่าความตั้งใจเรียน หรือการเอาใจใส่ คือความ

จุดจ้องของจิตใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความตั้งใจเรียนจะทำให้บุคคลมีสมาธิ ในการศึกษา วิชาใดก็ตาม ถ้าเป็นการเรียนที่ตรงกับความสนใจ และความตั้งใจเรียนของผู้เรียนแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีความตั้งใจเรียนน้อยกว่า

2) สำหรับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ปรากฏว่ามีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนใหม่ที่มาจากโรงเรียนต่าง ๆ โดยการสมัครคัดเลือกได้จำนวนหลายคน และในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการสอน สังเกตเห็นว่า นักเรียนใหม่เหล่านี้มีความตั้งใจ และสนใจในการเรียนเป็นอย่างดี ฉะนั้นด้วยความตั้งใจ และสนใจในการเรียนนี้เอง จึงทำให้คะแนนสอบของนักเรียนใหม่จำนวนหลายคน สูงขึ้นมากติดเทียมกับคะแนนสอบของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงและปานกลาง ดังนั้นเมื่อคิดค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ไม่แตกต่างไปจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง และปานกลาง ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ เอนกกุล กรීแสง (เอนกกุล กรීแสง 2520 : 45) ซึ่งกล่าวว่าความตั้งใจ และสนใจในการเรียนเป็นแรงจูงใจอย่างหนึ่งที่ทำให้คนเราเรียนได้ดีขึ้น

3) และในจำนวนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ซึ่งเป็นนักเรียนใหม่ที่มาจากโรงเรียนต่าง ๆ จำนวนหลายคน นักเรียนใหม่เหล่านี้ผ่านการสมัครคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในโรงเรียนที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนนี้ได้ แสดงว่าพื้นฐานความรู้ของนักเรียนใหม่เหล่านี้จัดอยู่ในเกณฑ์ดีพอสมควร และต้องเป็นนักเรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนมาก แต่ในขณะที่นักเรียนใหม่เหล่านี้ยังอยู่ในสภาพแวดล้อมใหม่ เช่น สถานที่ใหม่ การมีเพื่อนใหม่ การเรียนกับครูคนใหม่ ฯลฯ อาจทำให้นักเรียนเหล่านี้ยังปรับตัวไม่ทัน ฉะนั้นเมื่อผู้วิจัยนำข้อสอบมาตรฐานวิชาวิทยาศาสตร์ มาทดสอบกับนักเรียนในแผนการเรียนที่ 1 ทั้งหมด เพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ นักเรียนใหม่เหล่านี้จึงอาจจะทำข้อสอบ

ได้ไม่เต็มตามความสามารถที่แท้จริงของตนเอง ฉะนั้นนักเรียนใหม่เหล่านี้จึงมีคะแนนอยู่ในกลุ่มนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ แต่เมื่อส่วนหนึ่งของนักเรียนใหม่เหล่านี้ได้เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย และอีกส่วนหนึ่งได้เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย ด้วยคุณค่าของบทเรียนโปรแกรม เช่น ทำให้เรียนรู้ได้ดี และเรียนรู้โดยด้วยตนเอง ฯลฯ และด้วยข้อดีของการจัดเหตุการณ์การสอนตามแนวของกานเย ซึ่งเป็นการสอนที่สร้างเสริมพัฒนาสมรรถภาพของมนุษย์ ฉะนั้นด้วยระยะเวลาหนึ่งที่นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ที่มีคุณค่าดังกล่าว และด้วยแรงจูงใจในการเรียน จึงทำให้คะแนนสอบของนักเรียนใหม่จำนวนหลายคนสูงขึ้นมาติดเทียมกับคะแนนสอบของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงและปานกลาง ดังนั้น เมื่อคิดค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ไม่แตกต่างไปจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงและปานกลาง ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ เอนกกุล กรีแสง (เอนกกุล กรีแสง 2520 : 151) ซึ่งกล่าวว่าหากเราใช้ความสามารถในการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการคาดคะเนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเราจะพบว่า มีนักเรียนจำนวนมากที่มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าที่คาดหมายไว้ ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นผลเนื่องมาจากแรงจูงใจในการเรียน นักเรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนมาก ย่อมจะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าที่คาดหมายจากระดับความสามารถทางการเรียน

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมานี้ จึงทำให้ให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง กับปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับต่ำ และปานกลางกับต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

3. จากสมมุติฐานที่กล่าวว่า "ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย และที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมี

ประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย" แต่ผลจากการศึกษาพบว่า ผลของปฏิสัมพันธ์ ไม่นับสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ การสอนดังกล่าวจะมีผลมากน้อยเพียงใด ไม่ขึ้นกับระดับความสามารถทางการเรียน นั่นคือ การสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน แสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยในครั้งนี้ ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่ก็มีผลสอดคล้องกับการวิจัยของ คาร์ล สือะวีร์ชาติ (คาร์ล สือะวีร์ชาติ 2522 : 64) ซึ่งพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอน 2 วิธี คือการสอนโดยบอก และไม่บอกจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กับระดับความสามารถในการเรียนและยังมีส่วนสอดคล้องกับการวิจัยของ วินัย เทียมเมือง (วินัย เทียมเมือง 2529 : 94) ซึ่งพบว่า วิธีการสอน 2 วิธีคือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามแนวคู่มือครู กับระดับความสามารถทางการเรียน ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การวิจัยในครั้งนี้กล่าวโดยสรุปได้ว่าการสอนที่ต่างกัน ไม่ส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกันได้ นั่นคือเราสามารถใช้การสอนแบบใดแบบหนึ่งในสองแบบนี้ คือ การสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย หรือการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเยกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน อันได้แก่ สูง ปานกลาง หรือต่ำก็ได้ ซึ่งจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน นั่นก็คือ การสอนทั้งสองแบบดังกล่าวสามารถนำไปใช้กับนักเรียนทุกระดับความสามารถทางการเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครู - อาจารย์ ผู้สอนวิชาเคมี ในระดับมัธยมศึกษา ควรสอนโดยใช้เหตุการณ์การสอนของกานเย เพราะจะทำให้ครูผู้สอนได้เตรียมการสอนล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยให้การสอนสัมฤทธิ์ผลสมความมุ่งหมายของหลักสูตรได้อย่างดี

1.2 ผู้บริหารควรใช้เวลาและโอกาส พร้อมกับส่งเสริมให้ ครู - อาจารย์ได้สร้างบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ ในวิชาเคมี และวิชาอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอน เพราะสามารถใช้สอนแทนครูได้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันกับที่ครูเป็นผู้สอน

1.3 การใช้บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ นี้ ยังเป็นการฝึกความรับผิดชอบ และความซื่อสัตย์ให้นักเรียนได้เป็นอย่างดีด้วยและ เป็นการส่งเสริมความสามารถเฉพาะบุคคลของนักเรียน นักเรียนคนใดมีความสามารถสูงจะเรียนได้เร็ว ทำให้สามารถใช้เวลาที่เหลือเรียนรู้เพิ่มเติมได้ และสำหรับผู้ที่ยังเรียนอ่อนก็สามารถเรียนได้เท่ากับเพื่อนคนอื่น ๆ เพียงแต่ใช้เวลาในการศึกษามากกว่า

1.4 การใช้บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ เป็นการเพิ่มความเสมอภาคทางการศึกษา ทำให้เนื้อหาวิชาเป็นมาตรฐาน และช่วยลดภาระครูในการสอน เพื่อครูจะได้ใช้เวลาช่วยเหลือผู้ที่เรียนอ่อนได้มากขึ้น และใช้เวลาค้นคว้าวิชาการต่าง ๆ ได้เพิ่มขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรทดลองสอนวิชาเคมี หรือวิทยาศาสตร์ระดับชั้นอื่น ๆ ด้วย บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ เพื่อศึกษาลักษณะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนกับเพศที่มีต่อตัวแปรตามที่กำลังศึกษานั้น

2.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี ม.4 ด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ และด้วยบทเรียนโปรแกรม

2.3 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี ม.4 ด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ การสอนตามคู่มือการสอน วิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ และการสอนตามปกติ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กาญจนา เกียรติประวัติ วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน วัฒนาพานิช 2524,
175 หน้า
- กัญญา โพธิ์วัฒน์ การทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนแตกต่างกัน วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524,
190 หน้า อักสำเนา
- ขุนทอง กริประจง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย
เรื่อง "นิราศภูเขาทอง" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.ศ.4) โรงเรียน
ศรีสงครามวิทยา จังหวัดเลย ด้วยวิธีสอนตามหลักการของ Gagne' กับวิธีสอน
ตามหลักการของ Herbart วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2525, 185 หน้า อักสำเนา
- คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เจริญวิทย์การพิมพ์ 2519, 190 หน้า
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ชุดการเรียน
การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 พวงมหาวิทยาลัย 2525, 307 หน้า
อักสำเนา
- _____ ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 พวงมหาวิทยาลัย
2525, 211 หน้า อักสำเนา
- จรรยา สุขะพัฒน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนใน
การเรียนรู้ เรื่องสิ่งที่มีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1
(ม.1) โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ วิทยานิพนธ์ คศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 219 หน้า อักสำเนา
- ชม ภูมิภาค "ตำราเรียนแบบโปรแกรมกับมหาวิทยาลัยเปิด" การศึกษา 1 :
11 - 12 มิถุนายน - กรกฎาคม 2521

ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 407 หน้า

เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช พิมพ์ครั้งที่ 5 2516, 434 หน้า

ชูศรี วงศ์รัตน์ แบบแผนการทดลองและสถิติ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2528, 309 หน้า อักสำเนา

คำรัส สี่หะวีรชาติ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทน

ในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ที่ทราบ

และไม่ทราบจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทเรียน ปริณูพานันท์ กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 112 หน้า อักสำเนา

เดือนใจ ทองสำริด บทเรียนสำเร็จรูป แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515, 121 หน้า รายงานอักสำเนา

แท้วารี่รำพึงเพลิน การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การ

สะท้อนและการหักเหของแสง" ระหว่างการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของ

กาญจนา กับการสอนแบบสืบสอบ วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2525, 195 หน้า อักสำเนา

นิพนธ์ สุขปรีดี นวัตกรรมเทคโนโลยีทางการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ชลบุรี โรงพิมพ์พิมพ์เนศ

กรุงเทพมหานคร 2519, 175 หน้า

นิวเบอรี่ เอ็นเอฟ การสอนเคมีสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย โดย

ประสิทธิ์ โกมารกุล และคนอื่น ๆ พระนคร, สำนักเลขาธิการคณะกรรมการ

แห่งชาติว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ กระทรวง

ศึกษาธิการ 2508, 299 หน้า

เนนนิยา กุทธิพิทยพันธ์ การเปรียบเทียบการสอนวิชาภาษาไทย เรื่อง "แข่งขันท่ง

ตะลุง" ด้วยบทเรียนสไลด์เทป โดยอาศัยทฤษฎีของ Gagne' กับการสอน

แบบบรรยายในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2525, 195 หน้า อักสำเนา

บุญเหลือ ทองเอี่ยม การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนและความคงทน
ทางการเรียนรู้ในวิชาการใช้สื่อการสอน (AV 353) โดยการใ้บทเรียนแบบ
โปรแกรมกับการสอนตามปกติ ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
รามคำแหง 2527, 32 หน้า อักขำเนา

บุษบากร เชื้อเคนทร์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา
ระหว่างการสอนโดยใ้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนแบบปกติ เรื่อง "ปัญหา
ประชากรและคุณภาพชีวิต" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลำปางกัลยาณี
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2528, 359 หน้า อักขำเนา

ประหวน อ่อนใสว ผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใ้บทเรียนโมดูลกับการสอน
แบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 404 หน้า อักขำเนา

ประมวล เปี่ยมมาลัย การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย
และความสนใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากการใ้บทเรียนโปรแกรม
โดยวิธีสอนเพื่อรอบรู้กับโดยวิธีธรรมชาติ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 163 หน้า อักขำเนา

ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ หน่วยศึกษานิเทศก์
กรมการฝึกหัดครู จงเจริญการพิมพ์ 2523, 104 หน้า

ปรีชา อมาตยกุล คำแนะนำวิธีสอนเคมี วิทยานิพนธ์ 2504, 152 หน้า

เปริ่อง กุมท คู่มือการเขียนบทเรียนโปรแกรมเชิงเส้น ภาควิชาเทคโนโลยีทาง
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527,
80 หน้า อักขำเนา

เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 134 หน้า
เอกสารโรเนียว

มกุญษศ กวางมาลา การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2523, 331 หน้า

ผ่องศรี คุณจ่อหอ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติ โดยวิธีสอน

แบบบรรยาย กับวิธีสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมประกอบการอภิปรายในระดับ

ประโยควิชาชีพเกษตร วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523,

147 หน้า อักসাเนา

พเยาว์ ปิ่นสีสุข และพิศมัย เก่นดวงบริพันธ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์ เรื่อง "มลพิษ" ในระดับมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยการสอนแบบใช้

บทเรียนแบบโปรแกรม กับการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต โครงการวิจัย

การเรียนการสอน โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525, 76 หน้า อักসাเนา

พิมล เรือนวัฒนา เคมียุคใหม่แบบโปรแกรม พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์

2521, 259 หน้า

พรเพ็ญ คุณารัตนพงษ์ การเปรียบเทียบการสอนเรื่องสมดุลเคมี โดยใช้แบบเรียน

โปรแกรมกับการสอนปกติ ปรียัญญาพิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2521, 184 หน้า อักসাเนา

ภาณุมาศ พานารถ การทดลองใช้ชุดการสอนตามเอกัตภาพกับนักเรียนที่มีระดับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2523, 101 หน้า อักসাเนา

มณี เป็นสุข การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โดยใช้บทเรียนโปรแกรมการเรียน

แบบศูนย์การเรียน และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ปรียัญญาพิพนธ์

กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 152 หน้า อักসাเนา

มานี จันทวิมล "หลักสูตรวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา" ข่าวสาร สสวท.

4 : 9 - 13 กรกฎาคม 2520

ลวณ สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา บริษัทศึกษาพร จำกัด
2528, 314 หน้า

วิจิตร ศรีสอาน "เทคนิควิทยาทางการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและ
เทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2517, 250 หน้า

วินัย เทียมเมือง ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2529, 188 หน้า อุดมสำเนา

วีระพันธ์ สองสว่าง การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ความยาว
พื้นที่ และปริมาตร" โดยการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของกาญเยกับการสอน
แบบบอกให้รู้ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย 2525, 270 หน้า อุดมสำเนา

วีรยุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน อำนวยการพิมพ์
2521, 165 หน้า

ศรีวรรณ ขอบหิรัญ การเปรียบเทียบผลการสอนเขียนร้อยแก้วเชิงสร้างสรรค์ด้วยชุด
การสอนตามระบบการสอนของ Gagne' กับการสอนแบบบรรยายในระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 วิทยานิพนธ์ คศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2526,
424 หน้า อุดมสำเนา

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 โรงพิมพ์
คุรุสภาสาธิตพิมพ์ 2524, 314 หน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ คู่มือการสอน
วิชาเคมี เล่ม 1 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว 2524, 104 หน้า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ "เอกสารประกอบการสัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 7 เม.ย. - 9 เม.ย. 2526" 16 หน้า อุดมสำเนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ หนังสือ
เรียนวิชาเคมี เล่ม 1 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว 2523, 61 หน้า

เอกสารในการอบรมครูวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ม.ป.ป.

93 หน้า อัครสำเนา

สามัญศึกษา กรม หน่วยงานพิเศษ กระทรวงศึกษาธิการ การสอนเพื่อตอบสนอง
สมรรถภาพมนุษย์ 2527, 171 หน้า อัครสำเนา

สารกวี รัตนบุรี "การเรียนการสอนตามหลักสูตรใหม่" จันทร์เกษม 172 :

19 - 40 พฤษภาคม - มิถุนายน 2526

ศิลปพนธ์ เกตุทัต "การศึกษาเพื่อชีวิตและสังคม" รายงานของคณะกรรมการ
วางพื้นฐานเพื่อปฏิรูปการศึกษา สมาคมผู้บริหารการศึกษาแห่งประเทศไทย
บริษัทสำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด 2518, 294 หน้า

สมจิต สวชนไพบูลย์ วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ม.ป.ป. 212 หน้า

อัครสำเนา

สุวัจน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517,
240 หน้า

เสริมศรี เสวตามร และสาธิต งามศิริ "วิเคราะห์วิธีการสอนแบบ Inquiry"
ครูศาสตร์ ฉบับพิเศษ : 68 - 79 กรกฎาคม - สิงหาคม 2521

โสภี วงศ์ทองเหลือ "ถ้าครูจะฝึกทักษะการสอนด้วยตนเอง" ข่าวสาร สสวท.

1 : 27 - 34 ตุลาคม 2520

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ โครงการตรวจสอบ
คุณภาพการศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 พ.ศ. 2527, 103 หน้า

เอนกกุล กรีนแสง จิตวิทยาการศึกษา โรงพิมพ์พิมพ์เนศ 2520, 267 หน้า

อนันดา นพคุณ "จุฬารวิชัย" เอกสารเผยแพร่ผลงานวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4, 4 (15 มกราคม 2528)

- Anderson, Carol Joy. "The Development and Evaluation of Programmed Learning for High School Chemistry," Dissertation Abstracts International. 32 : 1935-A, October, 1971.
- Bard, Eugene Dwight. "Development of a Variable-Step Programmed System of Instruction for College Physical Science," Dissertation Abstracts International. 35 : 5947-A, March, 1975.
- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey, Educational Testing Service, 1952. 32 p.
- Gagne, Robert Mills and Leslie J. Briggs. Principles of Instructional Design. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1974. 270 p.
- Gagne, Robert M. Essentials of Learning for Instruction. Hinsdale, Illinois The Dryden, 1974. 164 p.
- _____. The Conditions of Learning. 3rd.ed., New York Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1977. 339 p.
- Good, Carter Victor. Dictionary of Education. 3rd.ed., New York, McGraw-Hill, Inc., 1973. 681 p.
- Hilgard, Ernest R and Bower Gordon H. Theories of Learning. 3rd.ed., Meredith Publishing Company 1966. 661 p.
- Holtan, Boyd. "Motivation and general mathematics students," The Mathematics Teacher. 57 : 20 - 25, January, 1964.
- Jacobs, Pual I., Milton H. Maier and Lawrence M. Stolurow. A Guide to Evaluating Self Instruction Programs. Holt Rinehart Winston, Inc., 1966. 88 p.
- Moriber, George. "The Effects of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non-Science Student," Journal of Research in Science Teaching. 6 : 214 - 216, 1969.
- Sund, Robert E. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. 2nd.ed., Columbus, Ohio, Merrill, 1973. 631 p.

Tamminen, Mildred. "The Effects of a Programmed Supplement of General Chemistry Problems on the Problem Solving Skills of College Chemistry Students," Dissertation Abstracts International. 32 : 7320-A, May, 1976.

William C. ORR., "Retention as a Variable in Comparing Programmed and Conventional Instructional Methods," The Journal of Educational Research. 62 : 11 - 13, September, 1968.

ကမ္ဘာ့အသံ

ตาราง แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ν 10	p	r	Δ	ν 10	p	r	Δ
1	.72	.37	10.7	26	.76	.58	10.2
2	.80	.52	9.7	27	.48	.50	13.2
3	.60	.37	12.0	28	.26	.61	15.5
4	.45	.28	13.5	29	.36	.40	14.5
5	.33	.45	14.7	30	.80	.52	9.7
6	.77	.42	10.1	31	.47	.41	13.3
7	.80	.32	9.6	32	.64	.29	11.6
8	.40	.20	14.0	33	.64	.20	11.5
9	.50	.46	13.0	34	.60	.56	11.9
10	.80	.32	9.6	35	.55	.45	12.5
11	.60	.48	12.0	36	.57	.42	12.3
12	.52	.32	12.8	37	.69	.56	11.1
13	.77	.25	10.0	38	.55	.38	12.5
14	.77	.42	10.1	39	.65	.49	11.5
15	.78	.55	9.9	40	.62	.43	11.7
16	.71	.27	10.8	41	.25	.46	15.7
17	.73	.50	10.6	42	.48	.32	13.2
18	.47	.23	13.3	43	.34	.25	14.7
19	.25	.46	15.7	44	.53	.41	12.7
20	.71	.27	10.8	45	.62	.34	11.8
21	.52	.32	12.8	46	.55	.26	12.5
22	.58	.51	12.2	47	.55	.58	12.5
23	.72	.37	10.7	48	.41	.34	13.9
24	.70	.66	10.9	49	.61	.68	11.9
25	.79	.38	9.8	50	.63	.27	11.7

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว.031)
เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง

1. ข้อใดเป็นลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งของสารเนื้อเคี้ยว

ก. ใส โปร่งแสง	ข. ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว
ค. ประกอบด้วยสารมากกว่า 1 ชนิด	ง. มีสมบัติเหมือนกันทุกสัณฐาน
จ. เมื่อเคี้ยวแล้วน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง	
2. สารในข้อใด ที่จัดเป็นสารเนื้อเคี้ยว

ก. น้ำสบู	ข. น้ำแกง
ค. น้ำแป้ง	ง. น้ำโคลน
จ. น้ำเชื่อม	
3. ข้อใดจัดเป็นสารเนื้อผสมทั้งหมด

ก. ครั้น น้ำเชื่อม น้ำโซดา	ข. นมโฟร์โมส นมถั่วเหลือง พรอท
ค. กะทิขาวเกาะ น้ำปลา เกลือแกง	ง. ครั้น นมโฟร์โมส กะทิขาวเกาะ
จ. เกลือแกง น้ำตาล น้ำอัดลม	
4. สารกลุ่มใดเป็นสารละลายทั้งหมด

ก. เลือด นมข้นหวาน เบียร์	ข. อากาศ น้ำทะเล ดิน
ค. น้ำโซดา เหล็กกล้า แร่ทองแดง	ง. ทองเหลือง โลหะอะมัลกัม
จ. นมสดยูเอชที น้ำเชื่อม สีทาบ้าน	น้ำเกลือ
5. สารเนื้อผสมเกิดจากการผสมสารในข้อใด ต่อไปนี้

ก. ชูโครส น้ำ	ข. โซเดียมคลอไรด์ น้ำ
ค. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ	ง. แนพทาซีน น้ำ
จ. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต น้ำ	

ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 6 - 7

จากสารต่อไปนี้ "ทองแดง ดินทราย น้ำคลอง น้ำเชื่อม น้ำเกลือ สนิมเหล็ก"

6. ถ้าจัดสารเหล่านี้ออกเป็น 2 พวก ดังนี้ คือ พวกที่ 1 ทองแดง น้ำเชื่อม น้ำเกลือ
พวกที่ 2 ดินทราย น้ำคลอง สนิมเหล็ก

แสดงว่า ใช้เกณฑ์ข้อใด ในการจัดจำพวกสารดังกล่าว

ก. สี	ข. เนื้อสาร
ค. จุดเดือด	ง. การตกตะกอน
จ. ความหนาแน่นของสาร	

7. ถ้าจะจัดสารดังกล่าวโดยให้ "สถานะ" เป็นเกณฑ์ จะจัดได้กี่พวก

ก. 1 พวก	ข. 2 พวก
ค. 3 พวก	ง. 4 พวก
จ. 5 พวก	

8. ถ้าจะจัด ตะปู สังกะสี และ น้ำเกลือ ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน จะต้องเลือกใช้เกณฑ์ อะไร สำหรับพิจารณา

ก. การละลาย	ข. การนำไฟฟ้า
ค. ความหนาแน่น	ง. การนำความร้อน
จ. ผลการเผาไหม้ร้อนในจานหลุม	

9. สารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ มีสารใดเป็นตัวทำละลาย

ก. น้ำ	ข. โบรมีน
ค. คาร์บอน	ง. คลอรีน
จ. คาร์บอนเตตระคลอไรด์	

10. ใน "น้ำโซดา" มีสารใดเป็นตัวทำละลาย

ก. น้ำ	ข. ผงโซดา
ค. แอลกอฮอล์	ง. ก๊าซออกซิเจน
จ. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	

11. การจะตัดสินว่า "สารเนื้อเดียวกันหนึ่งเป็นสารบริสุทธิ์" อาจตัดสินได้จากการทดลองในข้อใด

ก. เมื่อนำไปกรอง	ข. เมื่อนำไปหาจุดเดือด
ค. เมื่อนำไปหาความสามารถในการละลาย	ง. เฉพาะ ข้อ ข. หรือ ค.
	จ. อาจเป็นข้อ ก. หรือ ข. หรือ ค.

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 12 - 14

"มีของเหลวใสไม่มีสีอยู่ 3 ชนิด เมื่อนำมาระเหยแห้ง และนำไปหาอุณหภูมิขณะเดือด"
ปรากฏผลดังตาราง

ชนิดที่	ผลการระเหยแห้ง	อุณหภูมิขณะเดือด ($^{\circ}\text{C}$) นาทีที่				
		1	2	3	4	5
1	ไม่มีตะกอน	78	79	80	81	82
2	มีตะกอน	101	102	103	104	105
3	ไม่มีตะกอน	110	110	110	110	110

12. นักเรียนคิดว่า ของเหลวชนิดที่ 1 น่าจะเป็นสารประเภทใด

- ก. สารบริสุทธิ์
- ข. สารเนื้อเดียว
- ค. สารเนื้อผสม
- ง. สารละลาย
- จ. สารที่มีจุดเดือดสูงกว่าปกติ

13. ของเหลวชนิดที่ 1 น่าจะเป็นสารใด ในสารตัวอย่างต่อไปนี้

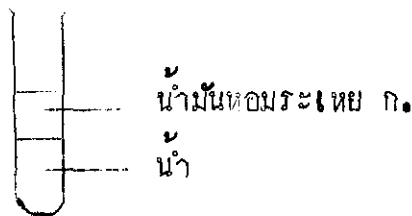
- ก. น้ำกลั่น
- ข. น้ำเกลือ
- ค. น้ำเชื่อม
- ง. เอทานอลในน้ำ
- จ. กอปเปอร์ซัลเฟตในน้ำ

14. ของเหลวชนิดที่ 2 น่าจะเป็นสารประเภทใด

- ก. ของผสม
- ข. สารละลาย
- ค. สารบริสุทธิ์
- ง. สารเนื้อผสม
- จ. สารละลายอิ่มตัว

18. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง ถ้า "การกลั่นสารละลาย" เป็นการทดลองที่กำหนดให้ศึกษาในหลักสูตรวิชาเคมี"
- ก. การกลั่นสารละลาย เป็นวิธีการแยกสารออกจากกันวิธีหนึ่ง ซึ่งนิยมกันแพร่หลาย
 - ข. น้ำทะเล น้ำเชื่อม และเหล้าที่ปนกับน้ำ เราสามารถแยกตัวทำละลายออกได้ด้วยวิธีการกลั่น
 - ค. ลักษณะของการกลั่น ที่ให้ผลเหมือนการกลั่นซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เราเรียกว่า "การกลั่นลำดับส่วน"
 - ง. การกลั่นสารละลาย ใช้แยกสาร ได้ผลดีก็ต่อเมื่อสารแต่ละชนิดที่ผสมกันนั้นมีจุดเดือดต่างกันเล็กน้อย
 - จ. สารละลายบางชนิด เช่น น้ำหอมที่มีขายอยู่ทั่วไป ไม่สามารถแยกตัวถูกละลาย และตัวทำละลายออกจากกันได้ ด้วยวิธีการกลั่นแบบธรรมดา จะต้องใช้วิธีกลั่นลำดับส่วน
19. ข้อใด มีใช้ การแยกสารโดยวิธี "การสกัดด้วยตัวทำละลาย"
- ก. การคั้นกะทิ
 - ข. การสกัดน้ำขิง
 - ค. การสกัดน้ำมันรำ
 - ง. การสกัดคลอโรฟิลล์จากใบชาต่าง
 - จ. การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกุยาคาลิปตัส

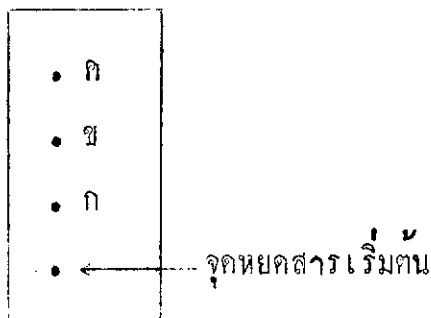
20.



- จากภาพ หลังจากแยกได้น้ำมันหอมระเหยแล้ว ถ้าอยากรู้ว่า "น้ำมันหอมระเหย ก." มีอุณหภูมิเท่าใด ควรเลือกใช้อุปกรณ์ใด ต่อไปนี้
- ก. แอมมิเตอร์
 - ข. อนิโมมิเตอร์
 - ค. บาโรมิเตอร์
 - ง. เทอร์โมมิเตอร์
 - จ. ไฮโกรมิเตอร์

25. "โครมาโตกราฟี เป็นขบวนการหนึ่งที่ใช้สำหรับแยกสารออกจากกันให้เป็นสารบริสุทธิ์" ข้อใด คือ หลักการของโครมาโตกราฟี
- ความแตกต่างระหว่างสถานะของตัวถูกละลาย
 - ความแตกต่างระหว่างสถานะของตัวทำละลาย
 - ความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของตัวทำละลายและตัวถูกละลาย
 - ความแตกต่างระหว่างสถานะของสารแต่ละชนิดที่จะแยก ซึ่งผสมกันอยู่
 - ความแตกต่างระหว่าง สมบัติของสารที่จะแยก เกี่ยวกับการละลายและถูกดูดซับ

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถาม ข้อ 26 - 27



เมื่อนำสารละลายตัวอย่างชนิดหนึ่ง มาทำการแยกโดยวิธีโครมาโตกราฟีกระดาษ โดยที่น้ำเป็นตัวทำละลาย โดยผลการทดลอง ดังรูป

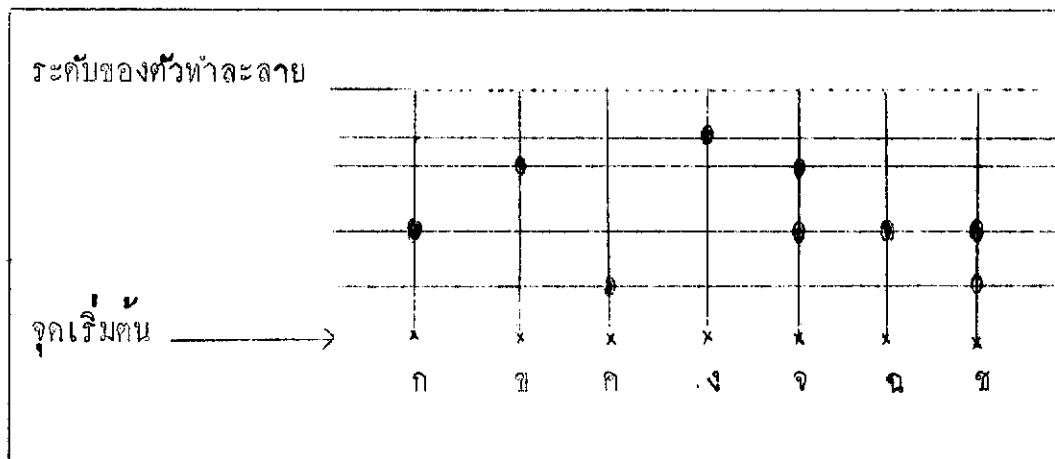
26. สารที่ละลายได้น้อยที่สุด และถูกดูดซับได้ดีที่สุด คือ

- สาร ก.
- สาร ข.
- สาร ค.
- สาร ก. และ สาร ข.
- สาร ข. และ สาร ค.

27. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ในข้อใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง

- สาร ข. ละลายน้ำได้ดีกว่า สาร ก. และถูกดูดซับได้มากกว่า สาร ค.
- สาร ข. ละลายน้ำได้น้อยกว่า สาร ค. และถูกดูดซับได้น้อยกว่า สาร ก.
- สาร ก. ละลายน้ำได้น้อยกว่า สาร ค. และถูกดูดซับได้มากกว่า สาร ข.
- สาร ค. ละลายน้ำได้ดีกว่า สาร ข. และถูกดูดซับได้มากกว่า สาร ก.
- ข้อ ค. และ ง.

28. ข้อจำกัดของการใช้เทคนิคโครมาโตกราฟี คือข้อใด
- ใช้ทดสอบสารตัวอย่างที่มีปริมาณน้อย ๆ ไม่ได้
 - ใช้แยกองค์ประกอบต่าง ๆ ในของผสมที่ไม่มีสีออกจากกันไม่ได้
 - องค์ประกอบต่าง ๆ ในของผสมที่เคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับได้เกือบเท่ากัน จะแยกออกจากกันได้ไม่บริสุทธิ์
 - ถ้าแยกองค์ประกอบต่าง ๆ ในของผสมออกจากกันได้แล้ว จะสกัดสารเหล่านั้นออกจากตัวดูดซับไม่ได้
 - ข้อ ข. และ ค.
29. ในการศึกษา สมบัติของน้ำตาลบางชนิด ด้วยวิธีโครมาโตกราฟีกระดาษ ได้ผลดังนี้



ก แทน กลูโคส

ข แทน ฟรุคโตส

ค แทน กาแลกโตส

ง แทน แมนโนส

จ แทน ซูโครส

ฉ แทน มอลโตส

ช แทน แล็กโตส

เมื่อเทียบกับกรดไฮโดรคลอริกแล้ว

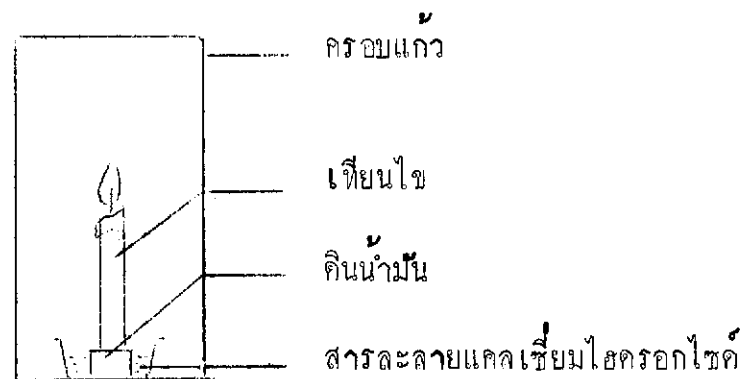
ข้อสรุปข้อใดต่อไปนี ที่ถูกต้อง

- ก. ชูโครสลายตัวในกรด ไททูลโคส กับแมนโนส
- ข. แล็กโทสสลายตัวในกรด ไททูลโคส กับกาแล็กโทส
- ค. มอลโทส ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อต้มกับกรดไฮโดรคลอริก
- ง. ทั้งชูโครส มอลโทส และแล็กโทส เมื่อต้มกับกรด จะไม่สลายตัวให้ฟรุคโทส
- จ. ทั้งชูโครส มอลโทส และแล็กโทส เมื่อต้มกับกรด จะไม่สลายตัวให้กลูโคส

30. ข้อใดเป็นความหมายของ "ธาตุตะกั่ว 1 อะตอม"

- ก. Ta
- ข. Tc
- ค. **Pb**
- ง. La
- จ. Pu

31. จากภาพ "การศึกษาลักษณะการจุดเทียนไขในกรอบแก้ว" ข้อใดเป็น สิ่งที่สังเกตได้ โดยตรง



- ก. เทียนไขลูกใหม่สักครู่เทียนไขดับ
- ข. พาราฟิน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเทียนไขทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในกรอบแก้ว
- ค. เมื่อเทียนไขลูกใหม่ ไก้กษคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ

34. "ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว" หมายถึง

- ก. พลังงานความร้อนที่ใช้เปลี่ยนสถานะ จากของเหลวเป็น ก๊าซ โดยอุณหภูมิ ลดลง
- ข. พลังงานความร้อนที่ใช้เปลี่ยนสถานะ จากของเหลวเป็น ก๊าซ โดยอุณหภูมิ ไม่เปลี่ยนแปลง
- ค. พลังงานความร้อนที่ใช้เปลี่ยนสถานะ จากของแข็ง เป็นของเหลว โดย อุณหภูมิเพิ่มขึ้น
- ง. พลังงานความร้อนที่ใช้เปลี่ยนสถานะ จากของแข็ง เป็นของเหลว โดย อุณหภูมิลดลง
- จ. พลังงานความร้อนที่ใช้เปลี่ยนสถานะ จากของแข็ง เป็นของเหลว โดย อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถาม ข้อ 35 - 38

หมายเลข	การเปลี่ยนแปลง	พลังงานที่ใช้ (กิโลจูล)
1	น้ำแข็ง 5 กิโลกรัม เปลี่ยนเป็นน้ำ 5 กิโลกรัม ที่ 0°C	a
2	น้ำ 10 กิโลกรัม ที่ 25°C ทำให้ร้อนขึ้นจนมี อุณหภูมิเป็น 50°C	b
3	น้ำร้อน 100°C 2 กิโลกรัม กลายเป็นไอน้ำ 2 กิโลกรัม ที่ 100°C	c

กำหนดให้

ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง เท่ากับ 0.33 กิโลจูล/กรัม

ค่าความจุความร้อนของน้ำ เท่ากับ 4.2 กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส

ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำ เท่ากับ 2,268 กิโลจูล/กิโลกรัม

35. พลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงของขบวนการที่ 1 มีค่า กี่กิโลจูล
- | | |
|------------------|------------------|
| ก. 165 กิโลจูล | ข. 1,000 กิโลจูล |
| ค. 1,650 กิโลจูล | ง. 2,050 กิโลจูล |
| จ. 5,000 กิโลจูล | |
36. พลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงของขบวนการที่ 2 มีค่า กี่กิโลจูล
- | | |
|------------------|------------------|
| ก. 105 กิโลจูล | ข. 500 กิโลจูล |
| ค. 1,000 กิโลจูล | ง. 1,050 กิโลจูล |
| จ. 2,100 กิโลจูล | |
37. พลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงของขบวนการที่ 3 มีค่า กี่กิโลจูล
- | | |
|------------------|------------------|
| ก. 200 กิโลจูล | ข. 1,134 กิโลจูล |
| ค. 2,000 กิโลจูล | ง. 4,536 กิโลจูล |
| จ. 5,000 กิโลจูล | |
38. จงเรียงลำดับ ขบวนการที่ต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการเปลี่ยนแปลงจาก มาก ไป น้อย
- | | |
|------------|------------|
| ก. a, b, c | ข. b, c, a |
| ค. c, a, b | ง. c, b, a |
| จ. a, c, b | |
39. การเปลี่ยนแปลงสถานะของธาตุกำมะถัน (Sulphur) จะเป็นดังนี้
- กำมะถัน (ของแข็ง) $\rightleftharpoons$ กำมะถัน (ของเหลว) $\rightleftharpoons$ กำมะถัน (ไอ)
- จงพิจารณาว่า การเปลี่ยนแปลงในข้อใด เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายพลังงาน

จงใช้ข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 41

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณสารที่ละลายได้เต็มที่ในน้ำ 100 cm^3 (g)		
	สาร X	สาร Y	สาร Z
30	5	3	1
40	10	8	2
50	15	12	5
60	20	15	10
70	25	17	20

41. การตีความหมายข้อมูลจากตาราง ในข้อใดต่อไปนี้ ที่ไม่ถูกต้อง

- ความสามารถในการละลายของสารละลายลดลง เมื่ออุณหภูมิลดลง
- ที่อุณหภูมิ 40°C สาร X ละลายได้มากกว่า สาร Z เท่าเท่า
- สาร X ละลายเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ
- ที่อุณหภูมิ 60°C ความสามารถในการละลายของสาร X : Y : Z เป็น 4 : 3 : 2
- อัตราเร็วในการละลายของสาร X : Y : Z เป็น 5 : 3 : 1 เมื่อน้ำมีอุณหภูมิ 30°C

จงใช้ข้อมูลจากการรายงานที่ผลการทดลองต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 42

สารที่ใช้	ปริมาตรของน้ำที่ใช้ (cm^3)	ละลายสารลงในน้ำ ที่มีอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณของสารที่ละลาย ได้มากที่สุด (g)
จุนสีชนิกนหยาบ	20	32	4.5
จุนสีชนิกละเอียด	20	32	8.5

42. จากการรายงาน นักเรียนจะตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ได้อย่างไร

- น้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะละลายจุนสีชนิกนหยาบได้มากกว่า
- น้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะละลายจุนสีชนิกละเอียด ได้มากกว่า
- จุนสีชนิกละเอียด จะละลายในน้ำได้มากกว่าจุนสีชนิกนหยาบ
- จุนสีชนิกละเอียด จะละลายในน้ำได้มากพอ ๆ กับจุนสีชนิกนหยาบ
- ปริมาณของจุนสีที่ละลายในน้ำ จะมากหรือน้อย ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิของน้ำ

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 43

"เมื่อ สาร A และ B ทำปฏิกิริยากัน จะได้สาร C ซึ่งมีสีแดง"

ตารางต่อไปนี้ แสดงเวลา ตั้งแต่การผสม สาร A และ สาร B เข้าด้วยกัน ณ อุณหภูมิ
ต่าง ๆ จนกระทั่งเห็นสารสีแดงเกิดขึ้น

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	30	40	50	60	70	80
เวลา (นาที)	20	15	11	6	3	1

43. นักเรียนจะ ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ได้ว่า

- ก. สาร A และ B ทำปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- ข. สาร C ทำปฏิกิริยากับสาร A และสาร B ได้เร็วขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- ค. เมื่ออุณหภูมิลดลงอย่างสม่ำเสมอ อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยา จะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ
- ง. สาร A และสาร B ไม่สามารถทำปฏิกิริยากันได้ เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 30°C หรือสูงกว่า 80°C
- จ. สาร C ทำปฏิกิริยากับ สาร A หรือสาร B ได้เร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาจะไม่สม่ำเสมอ

44. จากตัวเลือก ก - จ ในข้อ 44 นี้ มีทั้งที่เป็น ความรู้ - ความจำ กฎเกณฑ์ การนำไปใช้ และ การคิดค้นคว้าต่อไป ให้นักเรียนเลือกข้อที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ในวิถีประจำวันของมนุษย์

- ก. ประหยัดพลังงานวันละนิด ชีวิตจะสดใส
- ข. เมื่อประชากรของโลกกำลังทวีเพิ่มขึ้น ความต้องการพลังงานก็จะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งนับวันแต่ละวันจะเกิดปัญหาต่าง ๆ ทั่วไปอย่างเป็นลูกโซ่
- ค. รัฐบาลควรสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการแสวงหาพลังงานจากดวงอาทิตย์ และพลังงานในรูปอื่น ๆ เพื่อมาใช้ทดแทนพลังงานจากน้ำมัน ที่กำลังเป็นปัญหา
- ง. พลังงานที่กล่าวถึง ได้แก่ เชื้อเพลิงต่าง ๆ สิ่งที่สำคัญ คือ ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วโลก และสามารถให้พลังงานได้อย่างมหาศาล
- จ. ความประหยัดในการใช้พลังงานทุกประเภทและการใช้อย่างระมัดระวังเกี่ยวกับเรื่องปัญหาดังแวดล้อมเป็นสิ่งที่พวกเราทุก ๆ คน ควรช่วยกันกระทำในภาวะปัจจุบันนี้

45. แหล่งพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านความปลอดภัยมากที่สุดในการนำมาใช้ ได้แก่

ก. ถ่านหิน	ข. หินน้ำมัน
ค. ปิโตรเลียม	ง. ก๊าซธรรมชาติ
จ. สารกัมมันตรังสี	

46. ข้อใดเป็นการสังเกต

- ก. ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการแยกน้ำมันพืช คือ เฮกเซน
- ข. ของเหลว ข. เป็นสารบริสุทธิ์ เพราะมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่
- ค. อุณหภูมิของน้ำ เริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 90 วินาที
- ง. ของเหลว ก. เป็นสารละลาย เพราะมีของแข็งเหลืออยู่ หลังจากนำมาระเหยแห้ง
- จ. ถ้าเติมโซเดียมคลอไรด์ลงไปอีก 2 กรัม อุณหภูมิของสารละลาย จะลดลงประมาณ 1 องศาเซลเซียส

47. "เมื่อนำของเหลวสีแสดชนิดหนึ่งไปกลั่น พบว่าของเหลวนี้เดือดที่ 89°C ของเหลวที่กลั่นได้ไม่มีสี เมื่อกลั่นต่อไปจนเกือบหมด ของเหลวที่เหลือยังคงมีสีแสด" ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูลดังกล่าว

- ก. ของเหลวสีแสด เป็นสารละลายของสารสีแสดในน้ำ
- ข. ของเหลวสีแสด เป็นสารละลายของสารไม่มีสีในของเหลวสีแสด
- ค. ของเหลวสีแสด เป็นสารละลายของสารสีแสด ในของเหลวสีแสด
- ง. ของเหลวสีแสด เป็นสารละลายของสารสีแสดในของเหลวไม่มีสี ที่ไม่ใช่ในน้ำ
- จ. สรุปไม่ได้ เพราะข้อมูลมีไม่เพียงพอ

48. ถ้าต้องการทดลอง เพื่อความมุ่งหมายต่อไปนี้ คือ "ต้องการแยกน้ำมันก๊าดและน้ำกลั่นออกจากกัน" ควรเลือกใช้เครื่องมือในข้อใด จึงจะสะดวกที่สุด

- ก. ตะเกียง หลอดคบคอสบ และจุกยางที่มีหลอดแก้วต่อกับสายยางใสเสียบอยู่
- ข. กรวยกรอง ขวดรูปมด และกระดานกรอง
- ค. หลอดคบคอสบ ตะเกียง และเทอร์โมมิเตอร์
- ง. บีกเกอร์ และตะเกียง
- จ. หลอดนี้คณา

49. ในการสื่อความหมายข้อมูลของ "การถ่ายเทพลังงานในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ" การใช้รูปแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

- ก. กราฟ
- ข. ตาราง
- ค. แผนภูมิ
- ง. แผนภาพ
- จ. ข้อความบรรยาย

50. เคาโพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) ใส่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำอยู่พอประมาณ เมื่อ KNO_3 ละลายน้ำ จะปรากฏว่ามีหยดน้ำเกาะอยู่ข้างบีกเกอร์ เมื่อจับบีกเกอร์ จะรู้สึกเย็น จะอธิบายปรากฏการณ์นี้ว่าอย่างไร
พลังงานที่ใช้สลาย KNO_3 ออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ เท่ากับ 1
และพลังงานที่ได้คืนมาจากการที่อนุภาคของ KNO_3 รวมตัวกับโมเลกุลของน้ำ
เท่ากับ 2

- ก. 1 น้อยกว่า 2
- ข. 1 มากกว่า 2
- ค. 1 เท่ากับ 2
- ง. 1 สูงมาก และ 2 น้อยมาก
- จ. ปรากฏการณ์นี้ยังอธิบายไม่ได้

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ม.4 (ว.031)
เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"

ระดับความสามารถ ทางการ เรียน	การสอน					
	สอนด้วยบทเรียนโปรแกรม ประกอบเหตุการณ์การสอน ของ กานเย			สอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมี ประกอบเหตุการณ์การสอน ของ กานเย		
สูง	32	38	36	39	40	28
	37	29	37	30	32	39
	35	34	30	38	41	27
	32	29	35	43	31	26
	38	35	32	41	37	35
ปานกลาง	35	32	31	26	21	26
	33	36	34	36	37	33
	35	36	36	32	30	28
	43	27	22	21	29	29
	38	29	34	25	33	31
ต่ำ	37	28	30	39	29	28
	35	33	36	34	21	39
	28	33	28	26	29	36
	33	35	27	24	30	31
	37	34	38	36	34	38

คู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบเหตุการณ์การสอนของงานเข
ชั้น ม.4 (ว.031) เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"

เรื่อง "การจัดจำพวกสาร"

เวลา 2 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง "การจัดจำพวกสาร" จบแล้ว นักเรียนสามารถจัดสารที่กำหนดให้ออกเป็นหมวดหมู่ได้ โดยบอกได้ว่าใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจัดจำพวกสารนั้น ๆ

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกความหมายของ สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารประกอบ ธาตุ และสมบัติของสารได้ และยกตัวอย่างสารเหล่านั้นได้
2. นักเรียนบอกได้ว่า นักเคมีนิยมใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจัดจำพวกสารออกเป็นหมวดหมู่

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาว์ปัญญา
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเกี่ยวกับสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารประกอบ และธาตุ มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ให้นักเรียนดูภาพของสารซึ่งมีมากมายหลายชนิด และซักถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยว่า นักเคมีใช้วิธีการใดในการศึกษาสมบัติของสาร และการเปลี่ยนแปลงของสารเหล่านั้นได้อย่างครอบคลุม

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ครูสนทนา และซักถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนบอกความหมายของสาร เนื้อเคี้ยว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุ สารประกอบ และยกตัวอย่างสารเหล่านั้นได้เท่าที่นักเรียนเคยศึกษาผ่านมา

4. ขั้นเสนอทริคเรียนใหม่

ครูอธิบายและซักถาม เพื่อให้นักเรียนจัดจำพวกสารอย่างง่าย ๆ ได้ โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนเสนอมา

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ และให้เกิดการเรียนรู้

ครูอธิบายพร้อมซักถาม เพื่อให้นักเรียนทราบว่า นักเคมีนิยมใช้ "เนื้อสาร" เป็นเกณฑ์ในการจัดจำพวกสาร และอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบเกี่ยวกับการจัดจำพวกสารโดยใช้ "เนื้อสาร" เป็นเกณฑ์

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ครูกำหนดตัวอย่างสารหลาย ๆ ชนิดให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนจัดสารตัวอย่างเป็นพวก ๆ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดให้ และเกณฑ์ที่นักเรียนตั้งขึ้น

7. ขั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

ครูกล่าวชมเชย เมื่อนักเรียนจัดทำพวงสาธิตได้ถูกต้อง และแก้ไขสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด

8. ขั้นประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

สังเกตจากการให้นักเรียนฝึกทำโจทย์หลาย ๆ ข้อ ตามจุดประสงค์

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน ตั้งโจทย์ต่อไปนี้

1. สารเนื้อเดียว กับสารเนื้อผสม มีความหมายแตกต่างกันอย่างไร

2. จงบอกความหมายของสารละลาย และยกตัวอย่างสารละลายมา 10 ชนิด โดยบอกองค์ประกอบของสารละลายชนิดนั้น ๆ ด้วย

3. จงบอกความหมายของธาตุ และยกตัวอย่างธาตุมา 10 ชนิด โดยเขียนสัญลักษณ์ของธาตุนั้น ๆ ด้วย

4. จงบอกความหมายของ สารประกอบ และยกตัวอย่างสารประกอบมา 10 ชนิด โดยเขียนสูตรของสารประกอบนั้น ๆ ด้วย

5. จากสารต่อไปนี้ "น้ำเชื่อม น้ำเกลือ น้ำอัดลม ทองเหลือง ทองสำริด ทองคำ เงิน อลูมิเนียม ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซออกซิเจน คอปเปอร์ซัลเฟต น้ำตาลกลูโคส เบริลลูมبات อากาศ หินเจอร์โอไอตีส คาร์บอนไดออกไซด์ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ตะกั่ว กำมะถัน น้ำ" ให้นักเรียนจัดสารเหล่านี้ ออกเป็นพวก ๆ โดยใช้ เนื้อสาร เป็นเกณฑ์โดยเขียนแสดงเป็นแผนภาพ ที่เข้าใจ

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.031) พร้อมคู่มือครู
- ภาพสารตัวอย่าง ซึ่งมีมากมายหลายชนิด
- ตัวอย่างสารหลายชนิดที่หาได้ในห้องเรียน

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการตอบคำถาม
- การทำแบบฝึกหัด
- การทำการบ้าน

เรื่อง "สารละลายกับสารบริสุทธิ์"

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง "สารละลายกับสารบริสุทธิ์" จบแล้ว นักเรียนสามารถบ่งชี้ตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย ในสารละลายที่มีสถานะต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายได้ และบอกได้ว่าสารละลายนั้น ๆ มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ
2. นักเรียนบอกเกณฑ์การตัดสินใจว่า ในสารละลายหนึ่ง ๆ มีส่วนประกอบใดเป็นตัวทำละลาย หรือตัวถูกละลายได้

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวนปัญญา
- ขอให้จริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง สารเนื้อเดียวประเภทสารบริสุทธิ์ และสารละลายมาแล้ว จากชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และจากเรื่อง "การจัดจำพวกสาร"

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ให้นักเรียนดูภาพ (หรือตัวอย่างของจริง) ของ น้ำหวาน เหยียบบาท และ พิวส์ไฟฟ้า แล้วซักถามนักเรียนว่า สารเหล่านั้นเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์ และ ซักถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสนใจที่จะศึกษาต่อไปว่า สารตัวอย่างเหล่านี้ มีสารใด เป็นส่วนประกอบบ้าง และทราบได้อย่างไรว่า ส่วนประกอบของสารละลายนั้น ๆ สารใด ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย และสารใดทำหน้าที่เป็นตัวถูกละลาย

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นพบทวนความรู้เดิม

ครูสนทนา และซักถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนบอกความหมายของ "สารละลาย" และยกตัวอย่างสารละลายที่มีสถานะของแข็ง ของเหลว ก๊าซ พร้อมบอกส่วนประกอบ ของสารละลายนั้น ๆ ด้วย

4. ขั้นเสนอบทเรียนใหม่

ครูอธิบายและซักถาม เพื่อให้นักเรียนบอกส่วนประกอบหลักที่สำคัญใน น้ำเชื่อม (หรือน้ำหวาน) ในเหยียบบาท ในพิวส์ไฟฟ้า ได้

5. ขั้นครูให้แนวความรู้แนะให้เกิดการเรียนรู้

- ครูอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงเกณฑ์การตัดสิน หรือแนวทางที่จะบ่งบอกว่า ส่วนประกอบในสารละลายหนึ่ง ๆ นั้น สารใดเป็นตัวทำละลาย และสารใดเป็นตัวถูกละลาย

- ครูอธิบาย พร้อมยกตัวอย่างประกอบให้เห็นว่า ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย จะไม่ระบุตัวทำละลาย ส่วนสารละลายอื่น ๆ ที่มีสารอื่นเป็นตัวทำละลาย จะต้องระบุชื่อตัวทำละลายด้วย

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

- ครูกำหนดชื่อสารละลาย พร้อมปริมาณของส่วนประกอบหลาย ๆ ชนิด เพื่อให้ให้นักเรียนบ่งชี้ตัวทำละลายและตัวถูกละลาย ตามหลักเกณฑ์ที่นักเรียนได้ศึกษาไปแล้ว
- ครูให้นักเรียนบอกเกณฑ์ในการบ่งชี้ตัวทำละลาย

7. ขั้นนักเรียนทราผลการทำงานปฏิบัติ

- ครูกล่าวชมเชย เมื่อนักเรียนบอกเกณฑ์ในการบ่งชี้ตัวทำละลาย ได้ถูกต้อง
- ครูกล่าวชมเชย เมื่อนักเรียนบ่งชี้ตัวทำละลายและตัวถูกละลาย จากสารละลายที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง และแก้ไขสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด

8. ขั้นประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

สังเกตจากการให้นักเรียนฝึกทำโจทย์หลาย ๆ ข้อ ตามจุดประสงค์

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน ดังโจทย์ต่อไปนี้

โจทย์ ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลาย โดยเติมลงในตาราง ซึ่งแสดงการแบ่งสารละลายออกเป็น 9 ชนิด ตามประเภทตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย ดังนี้

สถานะของสารละลาย	สถานะของตัวทำละลาย	สถานะของตัวถูกละลาย	ตัวอย่างของสารละลาย
ของแข็ง	ของแข็ง	ของแข็ง	.....
	ของแข็ง	ของเหลว	.....
	ของแข็ง	ก๊าซ	.....
ของเหลว	ของเหลว	ของแข็ง	.....
	ของเหลว	ของเหลว	.....
	ของเหลว	ก๊าซ	.....
ก๊าซ	ก๊าซ	ของแข็ง	.....
	ก๊าซ	ของเหลว	.....
	ก๊าซ	ก๊าซ	.....

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.031) พร้อมคู่มือครู
- ภาพของ น้ำหวาน เหยี่ยงมาท พิวส์ไฟฟ้า หรือ (ตัวอย่างของจริง)

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการตอบคำถาม
- การทำแบบฝึกหัด
- การทำการบ้าน

เรื่อง "การตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์"

เวลา 2 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษา เรื่อง "การตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์" นี้ จบแล้ว นักเรียนสามารถระบุความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติเค็ลคของสารบริสุทธิ์ และสารละลายได้

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนจัดอุปกรณ์แล้วทำการทดลอง เพื่อศึกษาคุณสมบัติเค็ลคของสารได้
2. นักเรียนบอกได้ว่า เหตุใดจึงต้องใส่ตะกั่วระเบ็ลคที่มีรูพรุนลงในหลอดกลั่นสาร
3. นักเรียนบอกความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติเค็ลคของน้ำ และสารละลายเวชานอลในน้ำได้
4. นักเรียนใช้คุณสมบัติเค็ลคของสารคัดลึนได้ว่า สารใดเป็นสารบริสุทธิ์ และสารใดเป็นสารละลาย
5. นักเรียนอธิบายได้ว่า เหตุใดขณะสารบริสุทธิ์เค็ลคอุณหภูมิจึงคงที่ แต่คุณสมบัติเค็ลคของสารละลายไม่คงที่

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเขาวนปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษา เรื่อง "สมบัติทางประการของสารละลาย" มาแล้ว ใน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ให้นักเรียนดูตัวอย่างของ ของเหลวใส ไม่มีสี ชนิดหนึ่ง แล้วตั้งคำถาม ถาม
นักเรียนว่า เราจะมีวิธีตรวจสอบได้อย่างไรว่า ของเหลวนี้เป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นพบทานความรู้เดิม

ครูสนทนา และซักถามนักเรียนถึงเรื่อง "สมบัติทางประการของสารละลาย"
ว่า เมื่อมีการนำของ ของเหลวชนิดหนึ่งมาพิจารณาและมองเห็นเป็นสารเนื้อเดียวไม่มีสี
(ดังตัวอย่าง) นักเรียนจะบอกทันทีได้หรือไม่ว่า ของเหลวนี้เป็นสารละลายและประกอบ
ด้วยสารอะไรบ้าง ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่า ยังไม่บอกไม่ได้ และต้องทำการศึกษาต่อไป
โดยนำของเหลวส่งสัยนั้นไประเหยแห้ง ถ้ามีของแข็งเหลืออยู่ จึงจะสรุปได้ทันทีว่า
ของเหลวนี้เป็นสารละลาย

แต่ถ้าไม่มีของแข็งเหลืออยู่เลย นักเรียน ควรทราบว่าต้องทำการทดลอง
ต่อไป โดยการต้มหาอุณหภูมิขณะเดือดของสาร และถ้าอุณหภูมิขณะเดือดเปลี่ยนแปลงไป
เรื่อย ๆ ไม่คงที่ แสดงว่าของเหลวนี้เป็นสารละลายเช่นกัน

4. ขั้นเสนอทบทวนใหม่

ครูนำตัวอย่าง สารเนื้อเดียวซึ่งเป็นของเหลวใสไม่มีสี มาให้นักเรียนดูอีกครั้งหนึ่ง และซักถามนักเรียนว่า จะบอกทันทีได้หรือไม่ว่าเป็นสารบริสุทธิ์หรือเป็นสารละลาย ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่า ยังบอกไม่ได้ ครูเสนอว่า เราจะมีวิธีตรวจสอบว่าของเหลวใส่นั้นเป็นสารบริสุทธิ์ หรือเป็นสารละลายได้อย่างไร

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ และให้เกิดการเรียนรู้

ครูอธิบายให้นักเรียนทราบถึงวิธีการตรวจสอบของเหลวใสไม่มีสี ว่าเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์ โดยนำของเหลวใส่นั้น มาหาอุณหภูมิขณะเดือด คั่งการทดลอง

1.1 เรื่อง การเดือดของสารละลายกับสารบริสุทธิ์

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 เรื่อง การเดือดของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ ตามรายละเอียดในหนังสือเคมี (ว.031) พร้อมกับบันทึกผลการทดลองตอบคำถามและสรุปผลการทดลองลงสมุด

7. ขั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

ครูกล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้อง แกไขสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติไม่ถูกต้อง

8. ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

สังเกตจากการตอบคำถาม และการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายกับเพื่อน ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปอีกครั้งว่า ถ้ามีสารเนื้อเดียวชนิดหนึ่งเป็นของเหลวใสไม่มีสี หากต้องการตรวจสอบว่า เป็นสารละลายหรือ

สารบริสุทธิ์ ก็ทดลองโดยแบ่งของเหลวนั้นมาระเหยแห้ง ผลจากการระเหยจนแห้ง ถ้ามีของแข็งเหลืออยู่ สรุปได้ทันทีว่า ของเหลวสงสัยนั้นเป็น สารละลาย

แต่ถ้าของเหลวนั้นระเหยหมด โดยไม่มีอะไรเหลืออยู่เลย จะด่วนสรุปว่าเป็นสารบริสุทธิ์ยังไม่ได้ ต้องทำการทดลองต่อไปโดยการหาอุณหภูมิขณะเดือด ถ้าได้อุณหภูมิขณะเดือดคงที่ แสดงว่าของเหลวสงสัยนั้นเป็น สารบริสุทธิ์ แต่ถ้าอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ แสดงว่าของเหลวสงสัยนั้นเป็น สารละลาย

สื่อการเรียนรู้การสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.๐31) พร้อมคู่มือครู
- สารเคมี พร้อมอุปกรณ์การทดลองที่ 1.1
- ตัวอย่างของเหลวใส ไม่มีสี

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
- สังเกตจากการบันทึกผลการทดลองตอบคำถาม การสรุปผลการทดลอง
- สังเกตจากงานที่มอบหมาย
- ตรวจสมุดแบบฝึกหัด

เรื่อง การแยกสาร "การกลั่น"

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

- เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง การแยกสาร "การกลั่น" จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า การแยกสารมีหลายวิธี วิธีหนึ่งคือ "การกลั่น" ซึ่งวิธีนี้จะแยกได้ทั้งตัวทำละลายและตัวถูกละลาย
- นักเรียนบอกได้ว่า การกลั่นเหมาะที่จะใช้กับการแยกสารละลาย เฉพาะที่ตัวถูกละลายเป็นสารที่ระเหยยาก

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกได้ว่า การกลั่น จะใช้ได้เมื่อตัวทำละลายและตัวถูกละลายในสารละลายเคี้ยวที่อุณหภูมิต่างกันค่อนข้างมาก แต่ถ้าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ต้องใช้การกลั่นลำดับส่วนแทน
2. นักเรียนบอกความหมายของ "การกลั่นลำดับส่วน" ได้

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ขอบเขตจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาสมบัติของสารละลาย โดยการหาอุณหภูมิ ขณะเคี้ยวของสารด้วยวิธี "การกลั่น" มาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ให้นักเรียนคุยตัวอย่าง "น้ำหวานสีแสด" แล้วถามนักเรียนว่า น้ำหวานขวดนี้มีส่วนประกอบหลักอะไร ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่ามี น้ำ น้ำตาล ถามนักเรียนต่อไปว่า เราจะแยกเอา น้ำ ออกจาก น้ำตาล ในน้ำหวานขวดนี้ได้หรือไม่ ถ้าได้จะแยกด้วยวิธีการที่เรียกว่าอะไร

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นพบทวนความรู้เดิม

- ครูสนทนาและซักถามนักเรียน ถึงเรื่อง "สมบัติบางประการของสารละลาย" โดยการหาคุณสมบัติของสาร ซึ่งนักเรียนจะตอบได้ว่า คุณสมบัติของสารละลายไม่คงที่ ครูอธิบายวิธีการหาคุณสมบัติของสารหรือเรียกว่า "การกลั่น"
- ครูซักถามนักเรียน ถึงวิธีการแยกสาร ซึ่งจะแยกได้ทั้งตัวทำละลายและตัวถูกละลาย เรียกว่า วิธีการแยกสารนี้ว่า การกลั่น

4. ขั้นเสนอทบทวนใหม่

ครูอธิบายพร้อมซักถามนักเรียนว่า สารต่าง ๆ ในธรรมชาติ ซึ่งปรากฏในรูปสารละลาย สารเนื้อผสม ส่วนใหญ่เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยตรงได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ เราต้องใช้วิธีการที่เรียกว่าอะไร จึงจะเอาน้ำมันจากเมล็ดนุ่น หรือเอาสารหอมระเหยจากดอกไม้บางชนิด ซึ่งคำตอบคือ วิธีการแยกสารและวิธีการแยกสารที่นักวิทยาศาสตร์คิดขึ้นคือ การกลั่น

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ และให้เกิดการเรียนรู้

ครูอธิบายวิธีการนำน้ำเกลือ มากลับ ซึ่งจะแยกตัวทำละลายคือ น้ำ กับตัวถูกละลายคือ เกลือ ออกจากสารละลายของน้ำเกลือได้อย่างไร

ครูอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบให้นักเรียนทราบว่า เมื่อใดจะใช้การกลั่น และเมื่อใดจะใช้การกลั่นลำดับส่วน จึงจะได้น้ำ

ครูอธิบายพร้อมซักถามเพื่อให้ทราบว่า การกลั่นปิโตรเลียม เขาใช้วิธี "การกลั่นลำดับส่วน" ซึ่งจะกลั่นแยกออกเป็น ส่วน ๆ ได้สารใดบ้าง ใช้เป็นประโยชน์อย่างไร และสารที่ถูกกลั่นแยกออกมา ก่อน ควรมีจุดเดือดสูงหรือต่ำ

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ครูซักถามนักเรียน เกี่ยวกับรายละเอียดของการกลั่นและการกลั่นลำดับส่วน ตามที่ได้ให้แนวความรู้ไปแล้ว

7. ขั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

ครูกล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนตอบข้อซักถามได้ถูกต้องและแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ

8. ขั้นประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

สังเกตจากการตอบข้อซักถาม ตอบคำถามหลาย ๆ ข้อ ตามจุดประสงค์

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

1. ครูอธิบายพร้อมซักถามจนได้ข้อสรุป ความหมายของ การกลั่น
2. กระบวนการที่เรียกว่า "การกลั่น" มีหลายประเภท ดังนี้
 - การกลั่นธรรมดา
 - การกลั่นลำดับส่วน
 - การกลั่นภายใต้ความดันต่ำ
 - การกลั่นด้วยไอน้ำ

3. ครูให้นักเรียนค้นคว้ารายละเอียดของ การกลั่นลำดับส่วนในห้องสมุด แล้วทำลงในสมุดแบบฝึกหัด แล้วนำสมุดส่งครู

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.๐๓๑) พร้อมคู่มือครู
- ตัวอย่างสาร "น้ำเชื่อมสีแดง"
- แผนภาพแสดงการกลั่น

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการตอบข้อซักถาม ตอบคำถาม
- สังเกตจากงานที่มอบหมาย
- ตรวจสมุดแบบฝึกหัด
- สังเกตจากการปฏิบัติตนในชั้นเรียน

เรื่อง "การสั้กคั้วยตั้วตั้ละลาย"

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง การสั้กคั้วยตั้วตั้ละลาย จบแล้ว นักเรียนระบุได้ว่า "การสั้กคั้วยตั้วตั้ละลาย" เป็นการแยกสารอีกวิธีหนึ่ง

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนจัดอุปกรณ์ แล้วทำการทดลองเรื่อง "การสั้กคั้วยตั้วตั้ละลาย" ได้
2. นักเรียนอธิบายหลักการสั้กคั้วยตั้วตั้ละลายได้
3. นักเรียนบอกประโยชน์ของการสั้กคั้วยตั้วตั้ละลายในชีวิตประจำวันได้

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง "การสกัดน้ำมันรำโคยไซ้เอ็กเซน เป็นตั้วตั้ละลาย" และ "การสกัดคลอโรฟิลล์จากพืชโคยไซ้แอลกอฮอล์ เป็นตั้วตั้ละลาย" มาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ให้นักเรียนดูตัวอย่าง น้ำมันพืชหลาย ๆ ยี่ห้อ แล้วถามนักเรียนว่า น้ำมันพืชเหล่านี้ ได้จากวัตถุดิบอะไรบ้าง แล้วนักเรียนคิดบ้างไหมว่า เรามีวิธีการแยกน้ำมันพืชออกจากวัตถุดิบต่าง ๆ ดังกล่าวด้วยวิธีการที่เรียกว่าอะไร

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ครูอธิบายและซักถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ "การสกัดด้วยตัวทำละลาย" โดยใช้แอสทอซอลเป็นตัวทำละลาย ในการสกัดเอาสารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์ออกจากใบชบาแดง และใช้เอทเธน เป็นตัวทำละลายในการสกัดน้ำมันจากรำข้าว ซึ่งวิธีการนี้อาจใช้สกัดสารมีกลิ่น น้ำมัน และสารอื่น ๆ ออกจากพืชได้อีกด้วย

4. ขั้นเสนอทบทวนใหม่

ครูอธิบายพร้อมซักถามนักเรียนให้ทราบว่า "การสกัดด้วยตัวทำละลาย" เป็นเทคนิคการแยกสารที่ใช้กันมากอย่างหนึ่งในปัจจุบัน โดยอาศัยสมบัติของการละลายของสารแต่ละชนิด

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้

ครูอธิบายพร้อมซักถามนักเรียน เพื่อให้ทราบว่า "การสกัดด้วยตัวทำละลาย" หมายถึงการแยกสารออกจากของผสม โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมไปแยกสิ่งที่ต้องการออกมาอยู่ในตัวทำละลาย แล้วจึงนำสารละลายที่ได้ไปแยกอีกที ก็จะได้สิ่งที่ต้องการและตัวทำละลาย ซึ่งนำไปใช้ใหม่ได้

ครูอธิบายให้ทราบถึง คุณสมบัติของตัวทำละลายที่เหมาะสมที่ใช้ใน "การสกัดด้วยตัวทำละลาย"

ครูอธิบายพร้อมซักถามนักเรียน เพื่อให้ทราบว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย มีประโยชน์สามารถนำไปใช้แยกสารที่มีประโยชน์ได้หลายประเภท เช่น น้ำมันพืช สารมีสี สารมีกลิ่น เป็นต้น

นักเรียนจะได้ทำการสกัดสารมีสีและกลิ่น ดังการทดลอง 1.2

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองที่ 1.2 เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย ตามรายละเอียดในหนังสือเคมี (ว.031) พร้อมกับบันทึกผลการทดลองตอบคำถาม และสรุปผลการทดลองลงสมุด

7. ขั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

ครูกล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้อง แกไขสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติไม่ถูกต้อง ชี้แนะข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลอง

8. ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง การตอบคำถาม การสรุป

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ครูให้นักเรียนตอบคำถาม 2 ข้อ เป็นการบ้าน

1. จงอธิบายความหมายของ "การสกัดด้วยตัวทำละลาย"

2. "ในการสกัดด้วยตัวทำละลาย" ตัวทำละลายที่เหมาะสมควรมีสมบัติอย่างไรบ้าง

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.031) พร้อมคู่มือครู
- ตัวอย่างน้ำมันพืชหลาย ๆ ยี่ห้อ
- สารเคมี พร้อมอุปกรณ์การทดลองที่ 1.2

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการบันทึกผลการทดลอง ตอบคำถาม ตอบข้อซักถาม การสรุปผลการทดลอง
- สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
- ตรวจสมุดแบบฝึกหัด

เรื่อง "การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ"

เวลา 2 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง "การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ" จบแล้ว นักเรียน
ระบุเทคนิคการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำได้

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือง่าย ๆ ในการทดลอง เรื่อง การสกัด
โดยการกลั่นด้วยไอน้ำได้
2. นักเรียนสามารถระบุความแตกต่างระหว่างหลักการของการสกัดด้วย
ตัวทำละลาย และการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำได้

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง การแยกสารโดยวิธีการกลั่น และการสกัดด้วยตัว
ทำละลาย มาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ครูให้นักเรียนดูตัวอย่าง น้ำมันยูคาลิปตัส แล้วถามนักเรียนว่า น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส นี้ นักเรียนได้มาด้วยวิธีการใด

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นพบทวนความรู้เดิม

ครูอธิบายพร้อมซักถามถึงเรื่องการแยกสาร โดยวิธีการกลั่น และการกลั่นลำดับส่วน และการแยกสารโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย และนอกจากนี้ที่กล่าวมาก็ยังมีการแยกสารโดยวิธีอื่น ๆ อีก ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนต่อไป

4. ขั้นเสนอบทเรียนใหม่

ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า การแยกสารอีกวิธีหนึ่งที่นักเรียนควรรู้จักก็คือ "การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ" โดยอาศัยหลักว่า สารที่ต้องการต้องระเหยได้ง่าย จึงใช้ไอน้ำพาออกมาจากสารอื่นได้

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้

ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ หมายถึง การสกัดโดยใช้ไอน้ำเป็นตัวพาสารที่ระเหยง่าย และไม่ละลายน้ำ ออกมาจากสารระเหยยากผ่านเครื่องควบแน่น แต่น้ำมันที่ได้ไม่รวมกับน้ำ จึงแยกออกเป็น 2 ชั้น ทำให้แยกออกจากกันได้ง่าย

ครูอธิบายถึงข้อจำกัดในการแยกสารโดยวิธีที่เรียกว่า "การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ"

ครูกล่าวถึงประโยชน์ของการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ว่าได้นำไปใช้ในการแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการทำน้ำหอม ยา และเครื่องสำอางอื่น ๆ ดังนั้นนักเรียนจะได้แยกน้ำมันหอมระเหยจากผิวสีเขียวของมะกรูดต่อไป

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ให้นักเรียนปฏิบัติตามการทดลองที่ 1.3 เรื่อง การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ตามรายละเอียดในหนังสือเคมี (ว.031) พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง ตอบคำถาม และสรุปผลการทดลองลงสมุด

7. ขั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

กล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนปฏิบัติตามการทดลองได้ถูกต้อง แก้ไขสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติไม่ถูกต้อง ชี้แนะข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลอง

8. ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

สังเกตจากการปฏิบัติตามการทดลอง การตอบคำถาม การสรุป

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ให้นักเรียนตอบคำถาม 3 ข้อ เป็นการบ้าน

1. จงอธิบายความหมายของ "การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ"
2. ข้อจำกัดของ "การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ" มีอะไรบ้าง
3. จงอธิบายว่า "การสกัดด้วยตัวทำละลาย" และ "การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ" มีหลักการต่างกันอย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.๐31) พร้อมคู่มือครู
- ตัวอย่างน้ำมันยูคาลิปตัส
- สารเคมี พร้อมอุปกรณ์การทดลองที่ 1.3

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการบันทึกผลการทดลอง ตอบคำถาม ตอบข้อซักถาม สรุปผลการทดลอง
- สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
- ตรวจสอบแบบฝึกหัด

เรื่อง โครมาโทกราฟี "การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี"

เวลา 3 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า "โครมาโทกราฟี" เป็นการแยกสารอีกวิธีหนึ่ง และสามารถใช้วิธีนี้ตรวจสอบสารตัวอย่างสองชนิดว่าเป็นสารเดียวกันหรือไม่

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนจับคู่อุปกรณ์แล้วทำการทดลองเรื่อง การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการของ โครมาโทกราฟี ได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า เหตุใด เมื่อใส่ตัวทำละลายลงในขวดแล้ว จึงต้องปิดแน่นกระຈกแล้วตั้งทิ้งไว้
4. นักเรียนบอกได้ว่า สี่ที่ใช้ในการทดลองของแต่ละกลุ่มนั้น เป็นสีชนิดเดียวกันหรือไม่เพราะเหตุใด

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาว์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยทำการแยกสารละลาย โดยวิธีโครมาโทกราฟี มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ครูให้นักเรียนดูตัวอย่าง รายละเอียดบนของสีเขียวเบอร์ 2 ขององค์การ เกษตรกรรม แล้วถามนักเรียนว่า นักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่า ในการผลิตอาหาร ซึ่งมี กฎหมายบังคับว่า ผู้ผลิตจะต้องระบุไว้ว่า ไซส์อะไรผสมลงในอาหารนั้น ถ้าผู้ตรวจวิเคราะห์ ต้องการตรวจสอบว่า ผู้ผลิตใช้สีผสมอาหารตามที่ระบุไว้หรือไม่ เขาใช้วิธีอะไรตรวจสอบ

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นพบทวนความรู้เดิม

ครูอธิบายพร้อมซักถามเพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิมในเรื่องการแยกสารละลายสี โดยวิธีโครมาโตกราฟี โดยการใส่แท่งหลอดและใช้กระดาษกรองตัดมุม เพื่อจุ่มในสารละลายสี ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แล้วชี้ให้เห็นว่าวงค์ประกอบของสีแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายน้ำได้ต่างกัน และถูกดูดซับด้วยแท่งหลอด หรือด้วยกระดาษกรองได้ต่างกัน จึงทำให้สีแต่ละชนิดแยกออกจากกันได้

และสำหรับหลักการของโครมาโตกราฟี มีว่าอย่างไร โครมาโตกราฟี มีกี่ประเภท อะไรบ้างนั้น นักเรียนจะได้ศึกษากันต่อไป

4. ขั้นเสนอทเรียนใหม่

ครูกล่าวถึง การแยกสารอีกวิธีหนึ่ง คือ วิธีโครมาโตกราฟี และอธิบายพร้อม ซักถาม เพื่อให้นักเรียนทราบว่า วิธีโครมาโตกราฟีใช้แยกสารได้เนื่องจากสารต่าง ๆ มีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายได้ต่างกันและถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้ต่างกัน จึงทำให้สารเหล่านั้นแยกออกจากกันให้เห็นเป็นสีต่าง ๆ ได้

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ และให้เกิดการเรียนรู้

ครูอธิบายให้ทราบว่า โครมาโตกราฟี (Chromatography) หมายถึง วิธีการแยกของผสมออกจากกัน โดยอาศัยหลักที่ว่า

1. สารต่างชนิดกันมีความสามารถละลายในตัวทำละลายใดต่างกัน
2. สารต่างชนิดกัน ถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับใดต่างกัน

สารใดมีความสามารถละลายในตัวทำละลายใดได้ดี และ ถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับใดน้อย สารนั้นจะเคลื่อนที่ได้เร็ว ในทางตรงข้าม สารใดละลายได้น้อยและถูกดูดซับได้ดี สารนั้นก็จะเคลื่อนที่ได้ช้า

เนื่องจากสารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายและถูกดูดซับได้ต่างกัน จึงทำให้อัตราการเคลื่อนที่ของแต่ละสารต่างกัน

อัตราการเคลื่อนที่ของสารแต่ละชนิดบนตัวดูดซับหาได้จาก

$$R_F = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

ครูให้ตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับค่า R_F ของสาร แล้วอธิบายให้ทราบว่า ค่า R_F ของสารขึ้นกับอะไรบ้าง พร้อมทั้งให้ดูตารางแสดงค่า R_F ของสารสีต่าง ๆ

ครูอธิบายพร้อมซักถามเพื่อให้นักเรียนทราบถึงข้อดีและข้อจำกัดของเทคนิค โครมาโตกราฟี

ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า "โครมาโตกราฟี" แบ่งเป็นหลายชนิด และชนิดที่นักเรียนจะได้ทำการทดลองต่อไป คือ ชนิดที่เรียกว่า "โครมาโตกราฟีกระดาษ"

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ให้นักเรียนปฏิบัติตามการทดลองที่ 1.4 เรื่อง การแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี ตามรายละเอียดในหนังสือเคมี (ว.031) พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง ตอบคำถาม และสรุปผลการทดลองลงสมุด

7. ขั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

กล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนปฏิบัติตามการทดลองได้ถูกต้อง แก้ไขสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติ การทดลองไม่ถูกต้อง ชี้แนะข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลอง

8. ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง การตอบคำถาม การสรุป

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.1 ในหนังสือเคมี (ว.031) เป็นการบ้าน

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.031) พร้อมคู่มือครู
- ตัวอย่างสิ่งสมอาหารขององค์การเกษตรกรรม
- สารเคมี พร้อมอุปกรณ์การทดลองที่ 1.4

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการบันทึกผลการทดลอง ตอบคำถาม ตอบข้อซักถาม การสรุปผลการทดลอง
- สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
- ตรวจสอบแบบฝึกหัด

เรื่อง "ธาตุกับสารประกอบ"

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษา เรื่อง ธาตุกับสารประกอบ จบแล้ว นักเรียนบอกความแตกต่างระหว่างธาตุกับสารประกอบได้ และเขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่ศึกษาไปได้ถูกต้อง

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกความหมายของ สารบริสุทธิ์ ธาตุ สารประกอบและสัญลักษณ์ของธาตุได้
2. นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่กล่าวถึงได้ถูกต้อง
3. นักเรียนบอกได้ว่า สัญลักษณ์ของธาตุ นอกจากใช้แทน "ชื่อธาตุ" แล้ว ยังใช้แทน "หนึ่งอะตอมของธาตุ" ด้วย

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง สัญลักษณ์ของธาตุ มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และเคยศึกษาเรื่อง สารบริสุทธิ์ ธาตุ สารประกอบ มาแล้วในเรื่องการจัดจำพวกสาร

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ครูเขียนสัญลักษณ์ของธาตุบางตัวให้นักเรียนดูบนกระดานดำ แล้วถามนักเรียนว่า เป็นตัวอักษรที่เราใช้เขียนแทนชื่ออะไร และเราเรียกตัวอักษรที่ใช้เขียนแทนชื่อธาตุเหล่านี้ว่าเป็นอะไร ของธาตุ เมื่อได้คำตอบแล้ว ครูกล่าวต่อไปว่า นักเรียนคงอยากระทราบถึงที่มาของการเขียนสัญลักษณ์ของธาตุ และความหมายของสัญลักษณ์หนึ่ง ๆ ว่าแทนอะไรโดยบ้าง

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นพบทวนความรู้เดิม

ครูซักถามนักเรียนถึงแผนภาพการจัดจำพวกสาร เพื่อให้ นักเรียนตอบได้ว่า สารเนื้อเดียว ประเภทธาตุ และสารประกอบ ต่างก็จัดเป็นสารบริสุทธิ์ ครูทบทวนความหมายของธาตุ และสารประกอบ

ครูยกตัวอย่างสาร แล้วถามนักเรียนว่าตัวใดเป็นธาตุ ตัวใดเป็นสารประกอบ

4. ขั้นเสนอพบเรียนใหม่

ครูให้นักเรียนดูแผ่นทองแดง และแผ่นตะกั่ว แล้วถามนักเรียนว่าสิ่งใดคือธาตุทองแดง และสิ่งใดคือธาตุตะกั่ว

เมื่อนักเรียนได้รู้จักตัวอย่างธาตุทองแดง และธาตุตะกั่ว แล้วครูกล่าวต่อไปว่า โดยทั่วไป ถ้าเราต้องการพูดถึงธาตุใดธาตุหนึ่งและให้เป็นที่รู้ทั่วกันเป็นสากล เราจะใช้ "สัญลักษณ์" แทน หลังจากนั้น ครูให้นักเรียนช่วยกันให้ความหมายของสัญลักษณ์ของธาตุ

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ และให้เกิดการเรียนรู้

ครูให้นักเรียนดูตัวอย่างสัญลักษณ์ของธาตุตามแนวความคิดของ จอห์น ดาลตัน แล้วอธิบายให้ทราบว่า ในสมัยของ ดาลตัน ธาตุที่พบมีเพียงไม่กี่ธาตุ จึงสามารถใช้ภาพเป็นสัญลักษณ์ของธาตุได้ แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้พบธาตุต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 105 ธาตุ การใช้ภาพจึงเป็นการไม่สะดวก ในศตวรรษที่ 19 โจนส์ จากอบ เบอร์ซีเลียส นักเคมีชาวสวีเดน ได้เสนอให้ใช้ตัวอักษรแทนชื่อธาตุ และเป็นที่ยอมรับกันจนถึงปัจจุบัน

ครูให้ความหมายสัญลักษณ์ของธาตุ และวิธีการเขียนสัญลักษณ์แทนชื่อธาตุ พร้อมตัวอย่าง และย้าให้นักเรียนทราบว่าสัญลักษณ์ของธาตุ นอกจากใช้แทนชื่อธาตุ ยังใช้แทนหนึ่งอะตอมของธาตุนั้นด้วย

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ครูให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของธาตุ ตามในตาราง 1.3 ในหนังสือเคมี (ว.031)

7. ขั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

ครูกล่าวชมเชยสำหรับนักเรียนที่เขียนสัญลักษณ์ของธาตุได้ถูกต้อง สำหรับนักเรียนที่เขียนผิดให้แก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

8. ขั้นประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารบริสุทธิ์ หมายถึง
2. สารประกอบ หมายถึง
3. ธาตุ หมายถึง
4. สัญลักษณ์ของธาตุ หมายถึง
5. สัญลักษณ์ของธาตุ ใช้แทนอะไรบ้าง

6. ให้เขียนสัญลักษณ์ของธาตุ 5 - 10 ตัว

7. ให้เขียนชื่อธาตุโดยกำหนดสัญลักษณ์ของธาตุให้ 5 - 10 ตัว

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติม แล้วทำเป็นรายงาน นำส่งในสัปดาห์ต่อไป โดยให้เขียนสัญลักษณ์ของธาตุประมาณ 105 ธาตุ พร้อมทั้งชื่อธาตุภาษาไทย ภาษาอังกฤษ (และภาษาละติน ถ้ามี) และตรงสัญลักษณ์ของธาตุให้เขียนธาตุละ 5 ตัว โดยให้ใช้แบบฟอร์มเดียวกัน ดังตัวอย่าง

"สัญลักษณ์ของธาตุ"

ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาละติน (ถ้ามี)	สัญลักษณ์ของธาตุ
ไฮโดรเจน	Hydrogen	-	H H H H H
เหล็ก	Iron	Ferrum	Fe Fe Fe Fe Fe

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.031) พร้อมคู่มือครู
- ตัวอย่างแผ่นทองแดง แผ่นตะกั่ว
- ตารางแสดง "ตัวอย่างสัญลักษณ์ของธาตุ"

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการตอบคำถาม ตอบข้อซักถาม
- ตรวจรายงาน

เรื่อง "พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร"

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง "พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร" จบแล้ว
นักเรียนตัดสินใจว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน
หรือดูด ความร้อน

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกความหมายของ "ระบบ" และ "สิ่งแวดล้อม" ได้ถูกต้อง
2. นักเรียนบอกความหมายของ "การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน"
และ "การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน" ได้ถูกต้อง
3. นักเรียนยืนยันได้ว่า มีพลังงานเข้าไปเกี่ยวข้องในการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ
หรือไม่

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาว์ปัญญา
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง "การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า" และ "การเผาเหล็กกับกำมะถัน"
มาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ให้นักเรียนดูภาพของ "ภาพที่ออกจากท่อไอเสียรถยนต์" และภาพ "โซ่ควา" เพื่อให้นักเรียนตอบได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของสารเหล่านี้ มีพลังงานเข้าไปเกี่ยวข้องด้วยเสมอ

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ครูทบทวนเรื่อง การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า แล้วซักถามเพื่อให้นักเรียนตอบได้ว่า ก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงและภายหลังการเปลี่ยนแปลง มีสารใดบ้าง อยู่ในภาชนะ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้พลังงานอะไร

หลังจากนั้น ครูทบทวนเรื่อง การเผาเหล็กกับกำมะถัน แล้วซักถามนักเรียนเพื่อให้ตอบได้ว่า ก่อนการเปลี่ยนแปลง และภายหลังการเปลี่ยนแปลง มีสารใดบ้าง และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้พลังงานอะไร

จากนั้นครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า การกล่าวถึงสารทั้งก่อนและภายหลังการเปลี่ยนแปลง เป็นการกล่าวถึง "สิ่งต่าง ๆ ภายในขอบเขตที่เราต้องการศึกษา" ซึ่งนักเคมีเรียกว่า "ระบบ" ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาเรื่อง "ระบบ" ต่อไป

4. ขั้นเสนอบทเรียนใหม่

ครูให้ความหมายของ "ระบบ" และ "สิ่งแวดล้อม" และกล่าวถึง "สมบัติของระบบ" ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้

- หลังจากให้นักเรียนทราบความหมายของ "ระบบ" และ "สิ่งแวดล้อม"
แล้ว ครูยกตัวอย่างเรื่องการเปลี่ยนแปลงของน้ำเป็นน้ำแข็ง และการจุดเทียนไขใน
กรอบแก้วที่ปิดสนิท ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนบอกได้ว่า ระบบ
ก่อนการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยสารใดบ้าง ระบบหลังการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย
สารใดบ้าง และกล่าวถึงสมบัติของระบบทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงด้วย

- ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ถ้าสิ่งหนึ่งสิ่งใดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง เราอาจ
จัดสิ่งเหล่านั้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบด้วยก็ได้

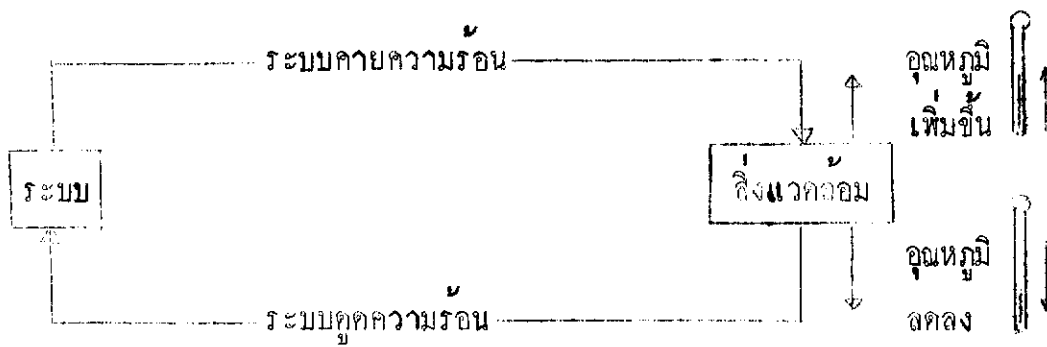
- ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนทราบถึงชนิดของระบบ แล้วสรุปให้เห็นง่าย ๆ
ดังตาราง

ชนิดของระบบ	มวลสาร	พลังงาน
เปิด	✓	✓
ปิด	×	✓
แยกตัว	×	×

✓ = มีการถ่ายเท ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

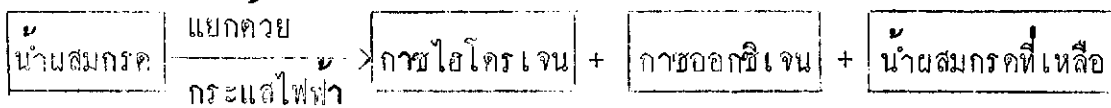
× = ไม่มีการถ่ายเทระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

- ครูอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบว่าแบ่งเป็น 2 ประเภท
คือ การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน และการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน
ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน แล้วสรุปเป็นแผนภาพง่าย ๆ ดังนี้



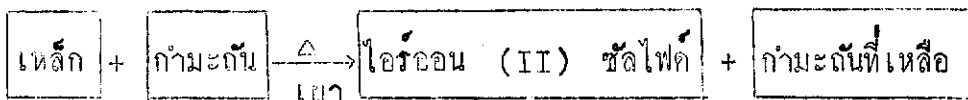
6. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

- ครูเขียนแผนภาพการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ดังนี้



แล้วให้นักเรียนตอบว่า ระบบก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยสารใดบ้าง

- ครูเขียนแผนภาพการทดลองเผาเหล็กกับกำมะถัน



แล้วให้นักเรียนตอบว่า ระบบก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยสารใดบ้าง

- ครูยกตัวอย่าง การนำแคลเซียมคาร์ไบด์มาทำปฏิกิริยากับน้ำ จะได้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และก๊าซอะเซทิลีน อธิบายให้ทราบถึงการได้กลิ่นเหม็นของก๊าซ และมวลของสารลดลง และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (จับข้างภาชนะจะรู้สึกร้อน) แสดงว่ามีการถ่ายเทมวลสารและพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมแล้วถามให้นักเรียนตอบได้ว่า การทดลองนี้จัดเป็นระบบเปิด และเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภท คายความร้อน

- ครูยกตัวอย่างการนำสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ทำปฏิกิริยากับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ จะได้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดคือ โซเดียมคลอไรด์ กับแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งเป็นตะกอนสีขาว ครูอธิบายให้ทราบถึงว่า สารใหม่ทั้ง 2 ชนิด ยังคงอยู่ในภาชนะ

มวลสารจึงคงเดิม แต่พบว่าภาชนะจะเป็นดิน แสดงว่ามีการถ่ายเทพลังงานอย่างเกี่ยว
 แต่มวลสารคงเดิม แล้วถามเพื่อให้นักเรียนตอบได้ว่า การทดลองนี้ จัดเป็นระบบปิด
 และเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภทความร้อน

7. ชั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

ครูกล่าวชมเชยสำหรับนักเรียนที่ตอบคำถามได้ถูกต้อง สำหรับนักเรียนที่ตอบผิด
 ให้แก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

8. ชั้นประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. ระบบ หมายถึง
2. สิ่งแวดล้อม หมายถึง
3. การเปลี่ยนแปลงประเภทกายความร้อน หมายถึง
4. การเปลี่ยนแปลงประเภทศักยความร้อน หมายถึง
5. "จากการทดลองผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ กับแอมโมเนียมคลอไรด์

ในบีกเกอร์ ปรากฏว่ามีกลิ่นฉุนของก๊าซแอมโมเนียเกิดขึ้น และจับข้างบีกเกอร์จะรู้สึกเย็น"

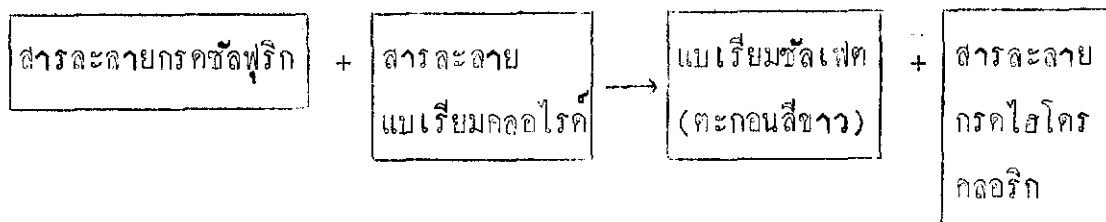
- การทดลองนี้ จัดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิด
- การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ ในการทดลองนี้ เป็นประเภทศักย
หรือกายความร้อน

9. ชั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ให้นักเรียนศึกษาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1 - 4 "จากการทดลอง
 ผสมสารละลายกรดซัลฟิวริก และสารละลายเบสแอมโมเนียมคลอไรด์ สังเกตเห็นตะกอนสีขาว
 ของเบสแอมโมเนียมซัลเฟตเกิดขึ้น และเมื่อเอามือจับข้างบีกเกอร์จะรู้สึกร้อน และถ้าใช้
 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสารทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลง จะได้ว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น
 ภายหลังการเปลี่ยนแปลง ส่วนมวลสารหลังปฏิกิริยาไม่เปลี่ยนแปลง"

1. จากการทดลองนี้ อาจจัด "บิกเกอร์" และ "เทอร์โมมิเตอร์" เป็นระบบ หรือสิ่งแวดล้อม

2. ถ้าสารละลายทั้งสองชนิด ทำปฏิกิริยาจนหมดไม่มีสารใดเหลือ โดยได้สารใหม่เกิดขึ้น 2 ชนิด (ทั้งสมการ)



ดังนั้น ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วยสารใดบ้าง
และ ระบบหลังการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วยสารใดบ้าง

3. ถ้าจากข้อความดังกล่าว สรุปได้ดังตาราง

สารเคมีที่ผสมกัน	อุณหภูมิ (°C)		การเปลี่ยนแปลง ที่ สังเกตเห็น	มวลสาร (กรัม)	
	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง
สารละลายกรด ซัลฟริกและสารละลาย แบเรียมคลอไรด์	29	31	ได้ตะกอนสีขาว	20	20

- การทดลองนี้ จัดเป็นระบบปิด หรือระบบเปิด
- การจัดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิดนั้น เกี่ยวข้องกับการปิดหรือเปิดของภาชนะหรือไม่

4. การเปลี่ยนแปลงนี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใดหรือคายความร้อน

5. ระบบปิด ต่างกับระบบเปิดอย่างไร จงอธิบายให้เข้าใจ
6. การเปลี่ยนแปลงประเภทของความร้อนต่างกับการเปลี่ยนแปลงประเภท
ความวุ่นวายอย่างไร จงอธิบายให้เข้าใจ

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.031) พร้อมคู่มือครู
- ภาพจากท่อไอเสียรถยนต์
- ภาพโซดา

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการตอบคำถาม ตอบข้อซักถาม
- ตรวจสมุดแบบฝึกหัด

เรื่อง "พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ"

เวลา 2 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า ในการเปลี่ยนสถานะของสาร เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใดหรือคายความร้อน และคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องในกรณีนั้น ๆ ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกได้ว่า ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว หรือจากของเหลวเป็นไอ เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใดหรือคายความร้อน
2. นักเรียนบอกได้ว่า ถ้าไอเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว หรือของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใดหรือคายความร้อน
3. นักเรียนบอกได้ว่า ทำไมขณะ "ของแข็งหลอมเหลว" และ "ของเหลวเดือดเป็นไอ" อุณหภูมิจึงไม่เปลี่ยนแปลง เป็นเพราะเหตุใด
4. นักเรียนบอกความหมายของ "ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว" และ "ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ" ของสารได้
5. นักเรียนคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ไป เพื่อเปลี่ยนสถานะของสาร และเพื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารได้ถูกต้อง

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง และการหาจุดเดือดของน้ำ ความร้อนแฝง และการคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะมาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ให้นักเรียนดูภาพ น้ำแข็ง น้ำ ไอน้ำ เพื่อให้นักเรียนตอบได้ว่า เป็นภาพแสดง "สถานะ" ของน้ำ ซึ่งมีครบทั้ง 3 สถานะ ในภาวะปกติ คือ ของแข็ง (น้ำแข็ง) ของเหลว (น้ำเหลว) และก๊าซ (ไอน้ำ) และซักถามเพื่อให้นักเรียนตอบได้ว่า เราสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่ง ซึ่งต้องมีพลังงานเข้าเกี่ยวข้อง

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

- ครูทบทวนเรื่อง การทดลองหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง พร้อมด้วยผลการเขียนกราฟ (ในชั้น ม.1)
- ครูทบทวนเรื่อง การทดลองหาจุดเดือดของน้ำ พร้อมด้วยผลการเขียนกราฟ (ในชั้น ม.1)
- ครูทบทวน การทดลองเพื่อคำนวณค่าความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะ (ในชั้น ม.2)
- ครูทบทวน การทดลองเพื่อคำนวณหาค่าความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (ในชั้น ม.2)

จากแผนภาพ สามารถคำนวณหาพลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลง
ได้จากสูตร (1) $Q = mL_v$ ในกรณีที่เปลี่ยนสถานะ

และ (2) $Q = mct$
หรือ (3) $Q = m\Delta t$ } กรณีที่ไม่เปลี่ยนสถานะ แต่เปลี่ยนอุณหภูมิ

- เมื่อ Q แทน พลังงานความร้อน (กิโลจูล)
 m แทน มวลของสาร (กรัม, กิโลกรัม)
 L_v แทน ค่าความร้อนแฝง (กิโลจูล/กรัม, กิโลจูล/กิโลกรัม)
 c แทน ความจุความร้อนของสาร (กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส)
 Δt แทน ความต่างอุณหภูมิ (ไม่มีหน่วย และปกติ ถ.พ. ของน้ำ = 1)
 t แทน อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (องศาเซลเซียส)

ถ้ากำหนดให้

ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง = 0.33 กิโลจูล/กรัม
 ค่าความร้อนแฝงของไอน้ำเดือด = 2,268 กิโลจูล/กิโลกรัม
 ค่าความจุความร้อนของน้ำ = 4.2 กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส

กรุณาโจทย์ต่อไปนี้ แสดงวิธีทำเป็นตัวอย่างการคำนวณบนกระดานดำ โดยใช้
ค่าที่กำหนดให้ดังกล่าว

1. น้ำแข็ง 5 กิโลกรัม เปลี่ยนเป็นน้ำ 5 กิโลกรัมที่ 0°C ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล
2. น้ำ 5 กิโลกรัม 0°C กลายเป็นน้ำเดือด 5 กิโลกรัมที่ 100°C ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

3. น้ำแข็ง 5 กิโลกรัม 100°C กลายเป็นไอน้ำแข็ง 5 กิโลกรัม 100°C ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

6. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

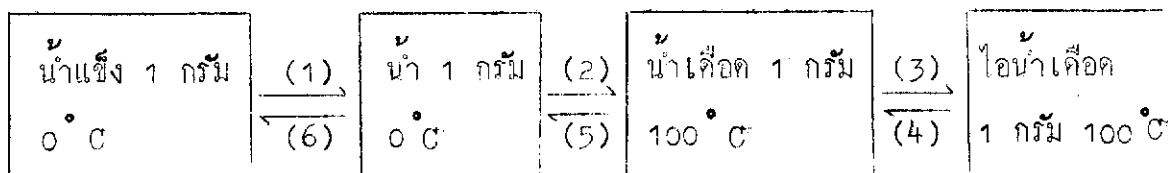
ครูให้นักเรียนฝึกทำโจทย์การคำนวณต่อไปนี้

1. น้ำแข็ง 2 กิโลกรัม เปลี่ยนเป็นน้ำ 2 กิโลกรัมที่ 0°C ต้องใช้พลังงานความร้อนเท่ากับกี่กิโลจูล

2. น้ำ 10 กิโลกรัม ที่ 25°C ให้อุ่นขึ้นจนมีอุณหภูมิเป็น 50°C ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

3. น้ำร้อน 100°C จำนวน 2 กิโลกรัม กลายเป็นไอน้ำ 2 กิโลกรัม 100°C ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

4. ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้างล่างนี้



- กระบวนการดูดความร้อน ได้แกหมายเลขอะไรบ้าง
- กระบวนการคายความร้อน ได้แกหมายเลขอะไรบ้าง
- ความร้อนแฝงที่ใช้ในหมายเลข (1) เรียกว่า
- ความร้อนแฝงที่ใช้ในหมายเลข (3) เรียกว่า

5. ให้นักเรียนบอกความหมายของ "ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของ เอทานอล มีค่า 857 กิโลจูล/กิโลกรัม"

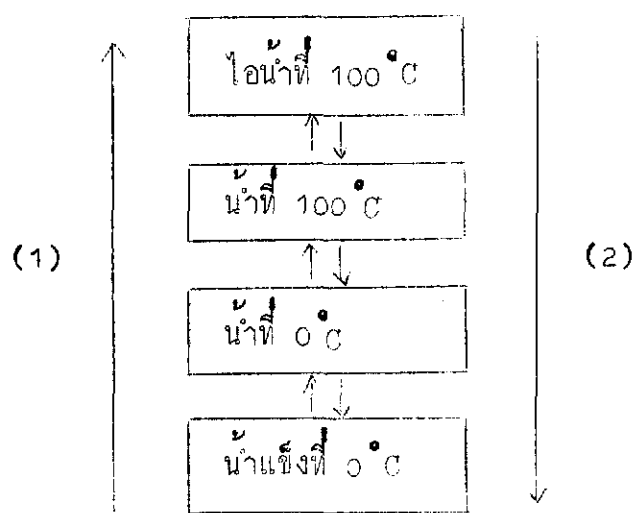
6. ให้นักเรียนบอกความหมายของ "ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของ แนพทาซีน มีค่าเท่ากับ 149 กิโลจูล/กิโลกรัม"

7. นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

ครูกล่าวชมเชยสำหรับนักเรียนที่ตอบคำถาม ทำโจทย์คำนวณได้ถูกต้อง สำหรับผู้ที่ทำผิดให้แก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

8. ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

1. ครูให้นักเรียนศึกษาแผนภาพ "การถ่ายเทพลังงานในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ" แล้วตอบคำถามข้างล่าง



จากแผนภาพ หมายเลข (1) เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดหรือคายความร้อน

หมายเลข (2) เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดหรือคายความร้อน

2. ให้นักเรียนบอกความหมายของ "ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 0.33 กิโลจูล/กรัม

3. ให้นักเรียนบอกความหมายของ "ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้ำเดือดเท่ากับ $2,268$ กิโลจูล/กิโลกรัม

4. ให้นักเรียนคำนวณหาพลังงานความร้อนจากโจทย์ต่อไปนี้

- น้ำแข็ง 3 กิโลกรัม 0°C เปลี่ยนเป็นน้ำ 3 กิโลกรัม 0°C ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

- น้ำ 5 กิโลกรัม 2°C ทำให้อุณหภูมิขึ้นจนมีอุณหภูมิเป็น 27°C ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

- น้ำเดือด 1 กิโลกรัม 100°C กลายเป็นไอน้ำเดือด 1 กิโลกรัม 100°C ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

9. เน้นให้เกิดความแม่นยำ

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 1 ข้อ ลงสมุด โดยใช้ค่าที่กำหนดให้ดังที่กล่าวแล้ว

- น้ำแข็ง 2 กิโลกรัม 0°C กลายเป็นไอน้ำเดือดที่ 100°C จนหมด ต้องใช้พลังงานความร้อนรวมทั้งสิ้นกี่กิโลจูล

สื่อการเรียนรู้การสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.031) พร้อมคู่มือครู
- ภาพ ก้อนน้ำแข็ง น้ำเหลว ไอน้ำจากพวยกา
- แผนภาพการถ่ายเทพลังงานในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการตอบคำถาม ตอบข้อซักถาม
- ตรวจสมุดแบบฝึกหัด

เรื่อง "พลังงานกับการละลาย"

เวลา 2 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง พลังงานกับการละลาย จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า ในการละลายของสาร มีพลังงานเข้าเกี่ยวข้องหรือไม่ และมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภทใดหรือคายความร้อน

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนจัดอุปกรณ์ แล้วทำการทดลองเรื่อง พลังงานกับการละลายได้
2. นักเรียนบอกได้ว่า ในการละลายของสาร มีพลังงานเกี่ยวข้องหรือไม่
3. นักเรียนบอกได้ว่า สารแต่ละชนิดเมื่อเกิดการละลาย จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภทใดหรือคายความร้อน

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยทำการทดลองเพื่อศึกษาการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำมาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และเคยศึกษาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของระบบ ในหัวข้อ พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ให้นักเรียนดูภาพ การพ่นน้ำตาสดทรายลงในถ้วยกาแฟ หลังจากนั้นก็ต้องคนสักครู่ แล้วถามนักเรียนว่า ทำไมจึงต้องไ้ช้ช้อนคนไปรอบ ๆ ภายในถ้วยกาแฟ ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่า ก็เพื่อให้น้ำตาสดทรายนั้น ละลายหมดไปในนั่นเอง แล้วชี้ให้นักเรียนเห็นว่า การละลายของน้ำตาสดทราย รวมทั้งการละลายของสารอื่น ๆ นั้นล้วนมีพลังงานเข้าเกี่ยวข้องทั้งสิ้น

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ครูทบทวนการทดลองเพื่อศึกษาการละลายของสารต่าง ๆ ในชั้น ม.1 เพื่อให้นักเรียนบอกได้ว่า สารใดละลายได้ สารใดละลายไม่ได้ แล้วชี้ให้นักเรียนเห็นว่าในการละลายของสารต้องมีพลังงานเข้าเกี่ยวข้อง และทบทวนเรื่องการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของระบบว่ามีอยู่ 2 ประเภทคือ "การดูดความร้อน" และ "การคายความร้อน"

4. ขั้นเสนอทบทวนใหม่

ครูบอกให้นักเรียนทราบว่าในครั้งนี้เราจะศึกษาถึง "ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการละลาย" แล้วชี้ให้นักเรียนเห็นว่าในการละลายของสาร จะประกอบด้วยตัวถูกละลาย และตัวทำละลายมาผสมกันแล้วเกิดการละลายจนเป็นสารละลาย และสารละลายส่วนใหญ่จะมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และในการละลายของสารจะเกี่ยวข้องกัพลังงานด้วยเสมอ อาจมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบดูดความร้อนหรือคายความร้อนก็ได้ แล้วแค้ชนิดของสาร และตัวทำละลายที่เกี่ยวข้อง

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ และให้เกิดการเรียนรู้

- ครูอธิบายว่า ในการละลายของของแข็งในน้ำ จะเป็นการละลายประเภท
คู่หรือคายความร้อนก็ตาม ขึ้นอยู่กับพลังงาน 2 ชนิด คือ

1. พลังงานโครงร่างผลึก เป็นพลังงานที่ถูกเข้าไปเพื่อใช้แยกอนุภาคของ
ของแข็งออกจากกัน แล้วอนุภาคเหล่านี้จะกระจายไปทั่วระหว่างโมเลกุลของน้ำ และ
จะยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกัน

2. พลังงานไฮเดรชัน เป็นพลังงานที่คาย ออกมาเมื่ออนุภาคของของแข็ง
ยึดเหนี่ยวหรือรวมตัวกับโมเลกุลของน้ำ

ถ้าพลังงานในข้อ 1 มากกว่าในข้อ 2 จะเป็นการละลายประเภทคู่พลังงาน

ถ้าพลังงานในข้อ 2 มากกว่าในข้อ 1 จะเป็นการละลายประเภทคายพลังงาน

แต่ถ้าพลังงานในข้อ 1 มากกว่าในข้อ 2 มาก ๆ สารนั้นจะไม่ละลาย

- ครูให้นักเรียนดูรูป 1.9 ก. และ 1.9 ข. ในหนังสือ ซึ่งนักเรียนควร
ตอบได้ว่า รูป 1.9 ก. เป็นการละลายประเภทคายพลังงาน ส่วนในรูป 1.9 ข.
เป็นการละลายประเภทคู่พลังงาน

- ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า การละลายของสารใดมีผลให้สารละลาย
ที่ไคมีอุณหภูมิลดลง การละลายนั้นเป็นการละลายประเภทคู่ความร้อน ส่วนการละลาย
ของสารใดมีผลให้สารละลายที่ไคมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น การละลายนั้น เป็นการละลายประเภท
คายความร้อน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากการทดลอง 1.5 (ให้ครูชี้แจงข้อควรระวัง
ขณะทดลองด้วย)

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

นักเรียนปฏิบัติการทำทดลอง 1.5 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเสร็จแล้ว
บันทึกผลการทดลอง ตอบคำถาม สรุปผลการทดลองลงสมุด

7. นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

- ครูกล่าวชมเชยสำหรับนักเรียนที่ไปปฏิบัติการทดลอง ตอบคำถาม สรุป ได้ถูกต้อง
- ให้ขอแนะนำสำหรับผู้ไปปฏิบัติการทดลอง ตอบคำถาม สรุป ยังไม่ถูกต้อง

8. ขั้นประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

ครูประเมินผลโดยให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้อีกครั้ง

1. ในการละลายของสาร จะมีพลังงานเกี่ยวข้องหรือไม่
2. จากการทดลอง ถ้าสารละลายของโพแทสเซียมไนเตรต มีอุณหภูมิลดลง แสดงว่าการละลายของโพแทสเซียมไนเตรตเป็นการละลายประเภทใด
3. ถ้าสารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แสดงว่าการละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นการละลายประเภทใด
4. ถ้าสารละลายของโซเดียมคลอไรด์มีอุณหภูมิคงที่ เราจะบอกได้หรือไม่ว่าการละลายของโซเดียมคลอไรด์เป็นการละลายประเภทใด

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้ด้วยสมุด แล้วนำส่งครู

1. ในการละลายของของแข็งในน้ำ จะเกี่ยวข้องกับพลังงาน 2 ชนิด คือ ..
 2. พลังงานโครงสร้างผลึก หมายถึง
 3. พลังงานไฮเดรชัน หมายถึง
 4. ในการละลายของของแข็งในน้ำ ถ้าพลังงานโครงสร้างผลึกมากกว่าพลังงานไฮเดรชัน จะเป็นการละลายประเภทใด
- แต่ถ้าพลังงานไฮเดรชันมากกว่าพลังงานโครงสร้างผลึกจะเป็นการละลายประเภทใด
5. การละลายของสารใด มีผลให้สารละลายที่ได้มีอุณหภูมิลดลง การละลายของสารนั้น จัดเป็นการละลายประเภทใด

6. ในทางตรงกันข้าม ถ้าการละลายของสารใดมีผลให้สารละลายที่ได้มี
อุณหภูมิเพิ่มขึ้น การละลายของสารนั้นจัดเป็นการละลายประเภทใด

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.031) พร้อมคู่มือครู
- ภาพ การใช้ช้อนตักน้ำตาลทรายแดงในถ้วยกาแฟ
- ภาพการถ่ายเทพลังงานในการเกิดสารละลาย (1.9 ก, 1.9 ข)
- อุปกรณ์และสารเคมีการทดลอง 1.5

ประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การตอบคำถาม
- การสรุป
- ตรวจสอบคแบบฝึกหัด

เรื่อง "พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี"

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร มีพลังงานเกี่ยวข้องหรือไม่ และมีการเปลี่ยนแปลง พลังงานประเภทใดหรือคายความร้อน

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนจัดอุปกรณ์แล้วทำการทดลอง เพื่อศึกษาเรื่องพลังงานกับปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง
2. นักเรียนบอกได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น มีพลังงานเกี่ยวข้องหรือไม่
3. นักเรียนบอกได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น มีการดูดหรือคายพลังงาน

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเขาวนปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเกณฑ์ในการตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ครูนำตะปูเหล็กไปจุ่มลงในกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งจะสังเกตเห็นฟองก๊าซเกาะที่แท่งตะปูเต็มไปหมด แล้วครูถามนักเรียนว่าจากภาพที่สังเกตเห็น แสดงว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่า "ใช่" เนื่องจาก "การเกิดฟองก๊าซ" เป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งที่ใช้ตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ตามต่อไปว่า นักเรียนสงสัยหรือไม่ว่า ขณะเกิดปฏิกิริยาเคมี ถ้าเราลองใช้มือแตะข้างภาชนะทำไมมือเรารู้สึกร้อน แต่บางปฏิกิริยามือเรากลับรู้สึกเย็น

2. ขั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ขั้นพบทวนความรู้เดิม

ครูพบทวนให้นักเรียนทราบว่า ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนเคยผสมสารละลายของกรดซัลฟูริกกับสารละลายเบโซรียมคลอไรด์ ซึ่งจะเกิดตะกอนสีขาวของเบโซรียมซัลเฟต ที่เป็นสารใหม่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ เรียกว่าเกิดปฏิกิริยาขึ้นแล้วจะทำให้ให้นักเรียนบอกได้ว่า "การเกิดตะกอน" ในครั้งนี้ ถือเป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งที่ใช้ตัดสินว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น

และถ้านักเรียนได้วัดอุณหภูมิของสารในครั้งนี้นี้ด้วย ได้ว่าอุณหภูมิเพิ่มจากเดิม แสดงว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นมีพลังงานเข้าเกี่ยวข้องด้วย

4. ขั้นเสนอบทเรียนใหม่

ครูอธิบายถึง "พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี" โดยกล่าวว่า การเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วให้สารใหม่ (มีลักษณะผิดไปจากสารเดิมโดยสิ้นเชิง) เรียกว่าเกิด "ปฏิกิริยาเคมี" และเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ได้แก่ การเปลี่ยนแปลง การเกิดตะกอน การเกิดก๊าซ ฯลฯ

และในการเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีพลังงานเข้าเกี่ยวข้องเสมอ เช่น พลังงานความร้อน โดยครูยกตัวอย่างประกอบคำอธิบาย 1 - 2 ตัวอย่าง

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ และให้เกิดการเรียนรู้

ครูอธิบายในหัวข้อ "ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี" ว่า ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะต้องมีพลังงานมาเกี่ยวข้องเสมอ เพราะในการเกิดปฏิกิริยาเคมี ต้องมีการสลายพันธะ และสร้างพันธะอยู่เสมอ โดยการดูดพลังงานเพื่อให้สลายพันธะเดิม และคายพลังงานเนื่องจากการสร้างพันธะใหม่

ถ้าพลังงานที่ดูดเข้ามาเพื่อใช้ในการสลายพันธะของสารตั้งต้นมากกว่าพลังงานที่ได้ (คายออก) จากการสร้างพันธะของสารใหม่ จะเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อน

และปฏิกิริยาเคมีใด ๆ ที่มีผลให้ระบบมีอุณหภูมิต่ำลง ระบบจะดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อมทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิต่ำลงเรียกว่า ปฏิกิริยาดูดความร้อน

และสำหรับปฏิกิริยาคายความร้อนก็อธิบายได้ในลักษณะตรงกันข้าม ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากการทดลอง 1.6 (ให้ครูชี้แจงข้อควรระวังขณะทดลองให้นักเรียนทราบด้วย)

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ครูให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองที่ 1.6 ดังรายละเอียดในหนังสือเรียน เสร็จแล้วบันทึกผลการทดลอง ตอบคำถาม และสรุปผลลงสมุด

7. ขั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

- ครูกล่าวชมเชยสำหรับนักเรียนที่ปฏิบัติการทดลอง ตอบคำถาม สรุปได้ถูกต้อง
- ให้ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ปฏิบัติการทดลอง ตอบคำถาม สรุป ยังไม่ถูกต้อง

8. ขั้นประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

ครูให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้

1. ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ มีพลังงานเข้าเกี่ยวข้องหรือไม่

2. พลังงานเคมีเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ ได้แก่ พลังงานรูปใดบ้าง (ให้ตอบอย่างน้อย 3 ชนิด)

3. ในการทดลองตอน 1 ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกลีเซอรอลกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เป็นปฏิกิริยาดูดหรือคายความร้อน

4. ในการทดลองตอน 2 ปฏิกิริยาเคมีระหว่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์กับแอมโมเนียมคลอไรด์ เป็นปฏิกิริยาดูดหรือคายความร้อน

5. ในการทดลองทั้ง 2 ตอน ตอนใดมีผลให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ครูให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้ลงสมุด แล้วนำเสนอครู

1. ปฏิกิริยาดูดความร้อน หมายถึง

2. ปฏิกิริยาคายความร้อน หมายถึง

3. ให้นักเรียนศึกษาจากตารางบันทึกผลการทดลองแล้วตอบคำถามข้างล่าง

สารเคมีที่ผสมกัน	อุณหภูมิที่วัดได้ ($^{\circ}\text{C}$)		การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
	ก่อน	หลัง	
สารละลายไฮดรอกไซด์ของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายไฮดรอกไซด์ของ แลค (II) ในเตตระ	29	27	ตะกอนสีขาวเหลือง

- การผสมของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ กับแลค (II) ในเตตระ มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ ศักดินได้จากอะไร

- ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น เป็นปฏิกิริยาดูดหรือคายความร้อน

- ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น มีผลให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.๖31) พร้อมคู่มือครู
- ตะปูเหล็ก บีกเกอร์ กรดไฮโดรคลอริก
- สารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง 1.6

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการตอบคำถาม ตอบข้อซักถาม
- สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง บันทึกผล สรุป
- ตรวจสมุดแบบฝึกหัด

เรื่อง "พลังงานกับชีวิตประจำวัน"

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง "พลังงานกับชีวิตประจำวัน" จบแล้ว นักเรียนสามารถยกตัวอย่างและบอกความสำคัญของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างเชื้อเพลิง ที่ให้พลังงานต่าง ๆ ได้ พร้อมทั้งบอกประโยชน์ของเชื้อเพลิงนั้น ๆ
2. นักเรียนบอกความสำคัญของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาว์ปัญญา
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลงมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นเร้าความสนใจ

ครูให้นักเรียนดูภาพ "การต้มน้ำให้เดือด" แล้วถามนักเรียนว่า น้ำในกาต้มน้ำใบนี้จะเดือดได้ ต้องอาศัยพลังงานรูปใด ซึ่งนักเรียนจะตอบได้ว่าต้องอาศัยพลังงาน

ความร้อน และพลังงานความร้อนนี้จะได้จากเชื้อเพลิงต่าง ๆ เช่น ถ่าน ฟืน ก๊าซหุงต้ม ฯลฯ

2. ชั้นบอกจุดประสงค์

ครูบอกจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบโดยทั่วกัน

3. ชั้นทบทวนความรู้เดิม

ครูทบทวนเรื่อง "พลังงานและการเปลี่ยนแปลง" ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้นักเรียนทราบว่า ในชีวิตประจำวันของเราต้องเกี่ยวข้องกับพลังงานต่าง ๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานเสียง พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ

ครูยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรา เพื่อชี้ให้เห็นว่า ล้วนมีพลังงานเข้าไปเกี่ยวข้องทั้งสิ้น

ครูอธิบายเพื่อชี้ให้เห็นว่าต้นกำเนิดของพลังงานความร้อนและแสงสว่างที่สำคัญ และเป็นต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์คือ ดวงอาทิตย์

ครูอธิบายว่า ในชีวิตประจำวันของมนุษย์เกี่ยวข้องกับพลังงานหลายรูปด้วยกัน นอกเหนือจากพลังงานความร้อนและพลังงานแสงสว่าง ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป

4. ชั้นเสนอทบทวนใหม่

ครูอธิบายว่า ในชีวิตประจำวัน เราจะพบตัวอย่างของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสารอยู่มาก เช่น การหมักปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งจะให้พลังงานความร้อนออกมา

ครูอธิบายถึงการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงว่าจะเริ่มด้วยการให้ความร้อนกับเชื้อเพลิงจนเชื้อเพลิงนั้นมีอุณหภูมิสูงถึง "ขีดติดไฟ" ก่อนต่อจากนั้นเชื้อเพลิงจึงจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนแล้วให้ความร้อนออกมาและความร้อนที่เกิดขึ้น จะช่วยให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป

5. ขั้นครูให้แนวความรู้ และให้เกิดการเรียนรู้

ครูนำอภิปรายถึงเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในประเทศไทย เช่น ฟืน แกลบ ถ่าน ถ่านหิน และผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ฯลฯ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน พร้อมยกตัวอย่างและกล่าวถึงความสำคัญของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่าง ๆ

ครูนำอภิปรายถึงเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น เชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ หินน้ำมัน สารกัมมันตรังสี ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

6. ขั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ครูนำอภิปราย เพื่อให้นักเรียนยกตัวอย่างเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานต่าง ๆ ได้ พร้อมทั้งบอกประโยชน์ของเชื้อเพลิงนั้น ๆ

ให้นักเรียนบอกแหล่งพลังงานทดแทนที่กำลังได้รับความสนใจ

ให้นักเรียนบอกแหล่งพลังงานธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงที่ใช้ในปัจจุบัน

7. ขั้นนักเรียนทราบผลการปฏิบัติ

ครูกล่าวชมเชย สำหรับนักเรียนที่ร่วมอภิปราย และยกตัวอย่างใ้ถูกต้อง ชักชวนให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมอภิปรายแสดงความคิด

8. ขั้นประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงหัวข้อต่าง ๆ ที่ผ่านม่อีกครั้ง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนยกตัวอย่างของเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานอย่างน้อย 8 ชนิด
2. เชื้อเพลิงที่ใช้เพื่อการหุงต้มในปัจจุบันในชนบท ได้แก่
3. เชื้อเพลิงที่ให้พลังงานสูงกว่าฟืน และถ่าน เช่น ลิกไนต์ ซึ่งมีมากที่ จังหวัดลำปาง และกระบี่ คือ

4. เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูง และใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน
ให้ผลิตภัณฑ์มากมาย เช่น ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด ฯลฯ

5. เป็นเชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่งที่ให้พลังงานสูงเช่นเดียวกับ
เชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม มีการพบมากในอ่าวไทย ปัจจุบันใช้มากในการหุงต้ม ใช้เป็น
เชื้อเพลิงในรถยนต์

6. เป็นหินชั้นชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วย "แคลไซต์" ซึ่งเมื่อ
ถูกความร้อนสูงพอ จะสลายให้น้ำมันออกมา

7. เป็นสารที่ใช้ในปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งจะให้พลังงาน
จำนวนมหาศาล

ฯลฯ

9. ขั้นเน้นให้เกิดความแม่นยำ

ให้นักเรียนทำรายงานในเรื่องเกี่ยวกับเชื้อเพลิงธรรมชาติ โดยเลือกทำ
รายงานเพียง 1 เรื่อง จาก 3 เรื่องต่อไปนี้คือ 1. ถ่านหิน 2. หินน้ำมัน
3. ปิโตรเลียม

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี (ว.031) พร้อมคู่มือครู
- ภาพการค้ำน้ำให้เดือดเป็นไอ
- ภาพการสำรวจปิโตรเลียมในอ่าวไทย
- ภาพแหล่งน้ำมันสิริกิติ์ กิ่งอำเภอด่านกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร
- ภาพการเจาะสำรวจหินน้ำมัน

การประเมินผลการเรียน

- สังเกตจากการรวมอภิปรายของนักเรียน
- สังเกตจากการตอบคำถาม ตอบข้อซักถาม
- ตรวจรายงาน

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย

วิชาเคมีชั้น ม.4 (ว.031)

เรื่อง "สารและการเปลี่ยนแปลง"

บทเรียนโปรแกรม

ประกอบ

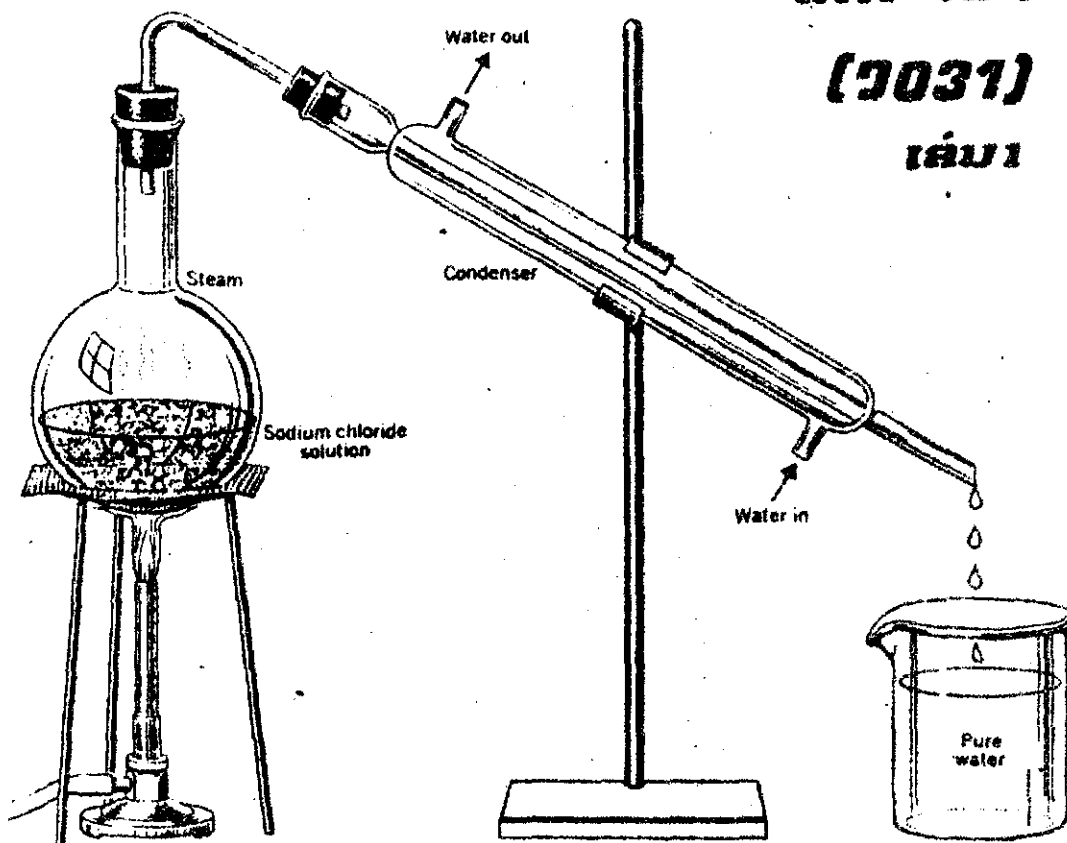
เหตุการณ์การกลั่นของกาน้ำชา

เรื่อง = ..สารและการเปลี่ยนแปลง..

เคมี ม.4

(7031)

เล่ม 1



นิตยา ทวีกิจการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเบ๋

บทที่ 1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

(เคมี ม.4 ว 031)

ลำดับเนื้อหาของบทเรียน เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

1. การจัดจำพวกสาร
2. สารละลายกับสารบริสุทธิ์
3. การแยกสาร
 - 3.1 การกลั่น
 - 3.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย
 - 3.3 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ
 - 3.4 โครมาโตกราฟี
4. ชาติกับสารประกอบ
5. พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร
 - 5.1 พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ
 - 5.2 พลังงานกับการละลาย
 - 5.3 พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี
 - 5.4 พลังงานกับชีวิตประจำวัน

.....

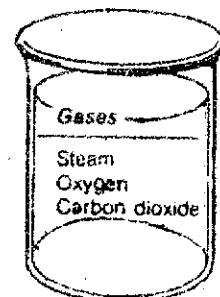
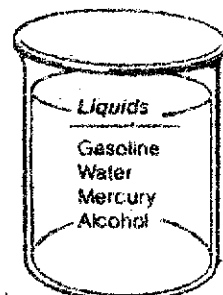
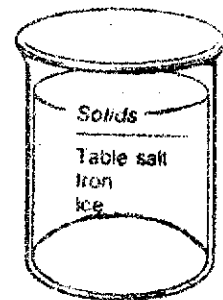
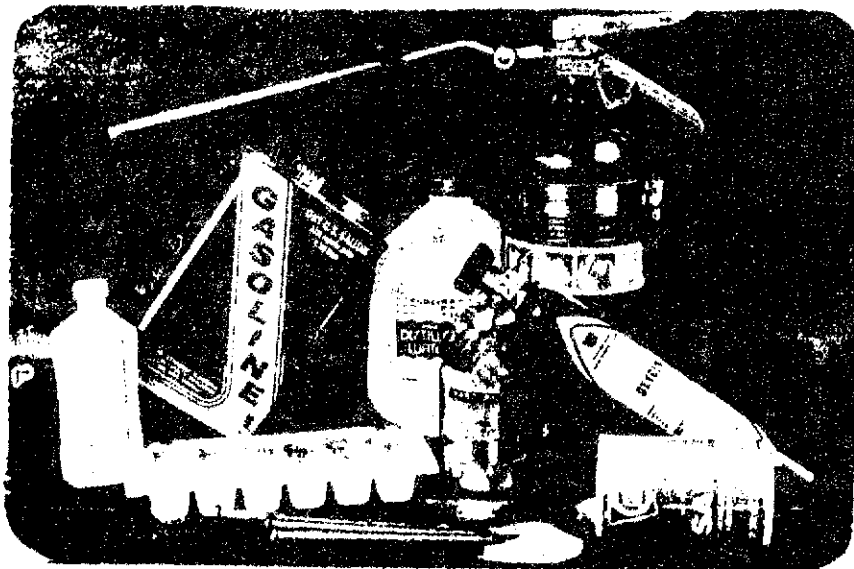
บทเรียนโปรแกรม

ประกอบ

เหตุการณ์การสอนของกานย

เรื่อง....

.การจัดจำพวกสาร.



นักบวช ทวีศักดิ์การ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของงานเย็บ

(บทที่ 1 สารและการเปลี่ยนแปลง)

เรื่อง การจัดทำพวงสาร

เวลา 2 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถจัดทำพวงสารที่กำหนดให้ออกเป็นหมวดหมู่ได้ โดยบอกได้ว่าใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจัดทำพวงสารนั้น ๆ

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกความหมายของ สารเนื้อเดียว, สารเนื้อผสม, สารละลาย, สารบริสุทธิ์, สารประกอบ, ธาตุ และสมบัติของสารได้ และยกตัวอย่างสารเหล่านั้นได้

2. นักเรียนบอกได้ว่า นักเคมีนิยมใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจัดทำพวงสารออกเป็นหมวดหมู่

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาว์ปัญญา
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเกี่ยวกับ สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารประกอบ และ ธาตุ มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย เรื่อง
"การจัดจำพวกสาร" เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอน
ของกานเย 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) เราความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่ 1
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่ 2-4
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่ 5-15
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่ 16-21
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่ 22-32
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	} ได้แก่	กรอบที่ 33-45
7) นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ		
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่ 46-57
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน หาความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่ 58-63

.....

คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

บทเรียนนี้เรียกว่า บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเเย เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้น เพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ครูสอน บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเเย จะทำหน้าที่เสมือนเป็นครูสอนประจำตัวนักเรียน ฉะนั้นนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำสั่งของบทเรียนอย่างเคร่งครัด จึงจะได้ผลดีต่อการเรียน

รายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียน มีดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเเย นี้ เขียนขึ้นตามเนื้อหาวิชาเคมี ม.4 (ว 031) บทที่ 1. เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง
2. เนื้อหาในบทเรียนนี้ แบ่งออกเป็นชั้น ๆ เรียกว่า " กรอบ " เรียงจากง่ายไปหายากตามลำดับ
3. ในแต่ละกรอบจะมีความรู้ให้นักเรียนศึกษา โดยบางกรอบอาจไม่มีคำถาม แต่ส่วนใหญ่จะมีคำถามให้นักเรียนตอบ เมื่อเจอคำถามให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในที่ว่างที่เว้นไว้ให้ เสร็จแล้วให้นักเรียนพลิกตรวจดูคำตอบในด้านหลังได้ทันที เป็นการเรียนรู้ไปทีละขั้น และสามารถทดสอบความเข้าใจไปพร้อม ๆ กับการเรียนด้วยการตอบคำถามเป็นชั้น ๆ ไป
4. นักเรียนควรจะคิดให้รอบคอบก่อนที่จะเขียนตอบ หากนักเรียนไม่แน่ใจว่าจะตอบคำถามในกรอบหนึ่งกรอบใดได้ถูกต้อง นักเรียนอาจย้อนกลับไปที่บทวนความรู้ และคำถามในกรอบที่ผ่านมาได้เสมอ
5. นักเรียนจะทราบทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด เพราะมีการเฉลยคำตอบไว้ในด้านหลังของกรอบคำถามทุกครั้ง

6. เมื่อนักเรียนเปิดดูคำเฉลยแล้ว ให้เปรียบเทียบกับคำตอบของนักเรียน
 ถาตรงกัน หรือเป็นไปในทำนองเดียวกัน ก็ทำกรอบต่อไปได้ แต่ถ้าผิดหรือไม่เป็นไป
 ในทำนองเดียวกัน นักเรียนอย่าชี้คมาคำตอบ แต่ให้กลับไปอ่าน ศึกษาทำความเข้าใจ
 เกี่ยวกับเรื่องราวในกรอบที่ผ่านมา ๆ มาอีกครั้งหนึ่ง แล้วเขียนคำตอบใหม่ควมหมึกสีอื่น

7. นักเรียนจะต้องข้อสำคัญ คือเรียนจากการอ่านและพยายามทำความเข้าใจ
 ในแต่ละชั้นให้ดี ถ้ายังเขียนคำตอบไม่เสร็จ ห้ามพลิกดูคำเฉลยที่ให้ไว้เป็นอันขาด
เพราะถ้าพลิกดูคำเฉลยเสียก่อน นักเรียนก็จะไม่ได้ประโยชน์จากบทเรียนนี้เลย

8. ในกรอบใดที่มีคำสั่งเพิ่มเติมเช่นใด ก็ให้ปฏิบัติตามคำสั่งนั้น ๆ

9. ให้นักเรียนอ่าน ศึกษาทำความเข้าใจเรียงไปที่ละกรอบ อย่าข้ามกรอบ
 ใดกรอบหนึ่ง มิฉะนั้นจะทำให้นักเรียนเกิดความไม่กระจ่างในบทเรียน

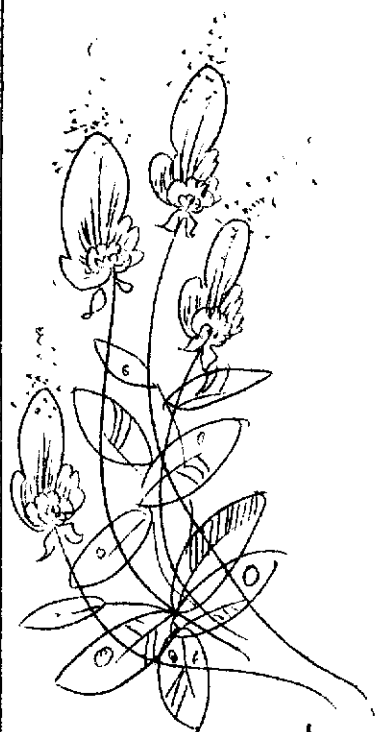
10. เมื่อนักเรียนมีปัญหาข้อใจ ให้ถามครูผู้ควบคุมทันที อย่าปล่อยทิ้งไว้
 เป็นอันขาด

" ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือปฏิบัติตามคำสั่ง "

" นักเรียนคงพร้อมแล้ว ถ้าเช่นนั้นลงมือทำได้เลยละ "

" การจัดจำพวกสาร "

1)



นักเรียนเคยทราบว่า สารต่าง ๆ มีจำนวนมากมาย
เกินกว่าที่เราจะทำความรู้จักและจดจำเป็นรายชนิดได้

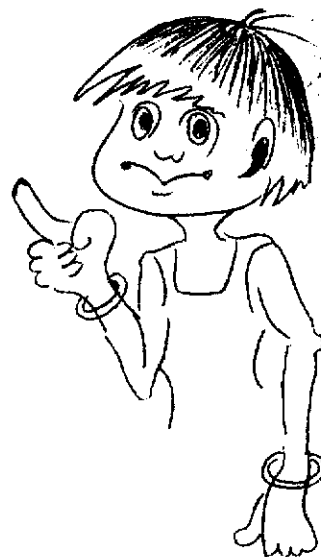
" ดังเช่นภาพในกรอบนี้ "

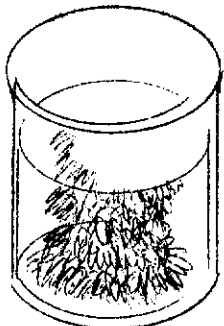
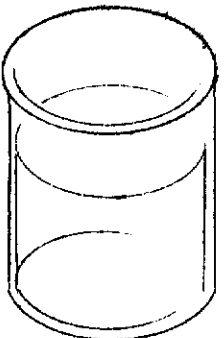
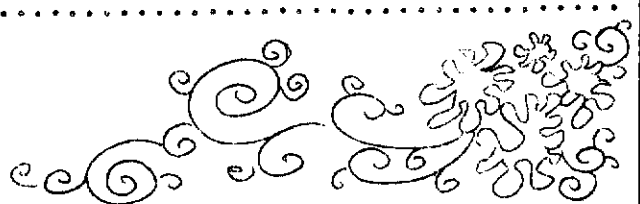
และนักเรียนคงจะสงสัยว่า

นักเคมีใช้วิธีการใดในการศึกษาสมบัติของสาร

และการเปลี่ยนแปลงของสารเหล่านั้น ตัวอย่างกรอบคลุม

เพื่อให้หายสงสัย เรามาติดตามศึกษากันต่อไปดีกว่าค่ะ



2) เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องบอกความหมายของ สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารประกอบ ธาตุ และสมบัติของสารได้ และยกตัวอย่างสารเหล่านั้นได้ครบ
3) เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องบอกได้ว่า นักเคมีนิยมใช้อะไร เป็นเกณฑ์ในการจัดจำพวกสารออกเป็นหมวดหมู่
4) เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องจัดสารที่กำหนดให้ออกเป็นหมวดหมู่ได้ โดยบอกได้ว่าใช้อะไร เป็นเกณฑ์ในการจัดจำพวกสารนั้น ๆ
 5) ก่อนอื่นเรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน คือในเรื่อง "สารเนื้อผสม" (ดังที่เห็นในภาพ) ซึ่งนักเรียนเคยศึกษาและสังเกตลักษณะเนื้อสารต่าง ๆ มาแล้ว และบอกได้ว่า ถ้ามีสารผสมกันอยู่มากกว่าหนึ่งชนิด และลักษณะของเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน เราเรียกสารลักษณะเช่นนั้นว่า.....
 6) ส่วนในเรื่อง "สารเนื้อเดียว" (ดังที่เห็นในภาพ) ต้องเป็นสารที่มองดูคล้ายตาแล้วเห็นมีลักษณะกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน ดังนั้น สารเนื้อเดียว หมายถึง..... 

เคย

5) เราเรียกสารลักษณะเช่นนี้ว่า สารเนื้อผสม

6) สารเนื้อเดียว หมายถึง สารที่มองดูคล้ายแล้ว
เห็นมีลักษณะกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน

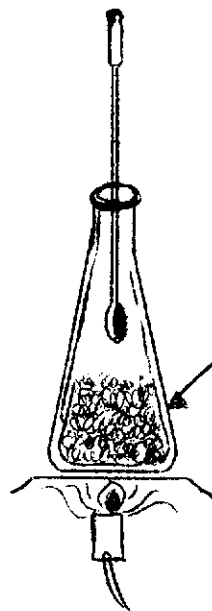
(ก็มักจะที่ยังจำความหมายของสารเนื้อเดียว
และเนื้อผสม ได้)

7) แต่จากการสังเกตด้วยตาเพียงอย่างเดียว เราไม่สามารถบอกได้ชัดเจนว่าที่เราเห็นเป็นสารเนื้อเคี้ยว นั้นจริง ๆ แล้วประกอบไปด้วยสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิด เช่น " น้ำเชื่อม " เรามองเห็นด้วยตาว่าเป็นสารเนื้อเคี้ยวแท้จริง ๆ แล้วมันมีองค์ประกอบหลายชนิดรวมกันอยู่ คือ มีน้ำ และ น้ำตาลทรายละลายจนเป็นเนื้อเคี้ยวกัน เราจึงเรียก น้ำเชื่อม ว่าเป็น สารเนื้อเคี้ยวประเภทสารละลาย

ถ้าน้ำเป็นตัวทำละลายชนิดหนึ่ง และน้ำตาลทรายเป็นตัวถูกละลายชนิดหนึ่ง

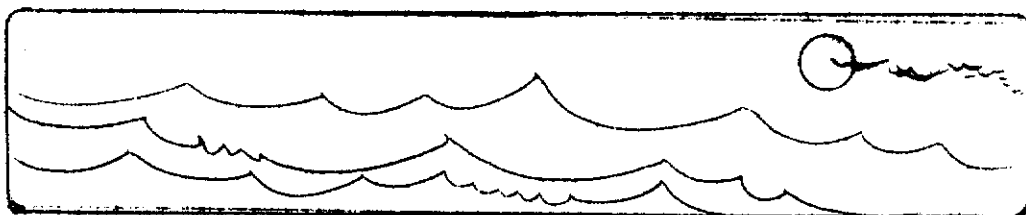
ฉะนั้น เราเรียกสารที่ประกอบด้วยตัวทำละลาย กับตัวถูกละลาย และละลายจนเป็นเนื้อเคี้ยวกัน (เช่น น้ำเชื่อม) ว่า เป็นสารเนื้อเคี้ยว ประเภท

8)



นักเรียนเคยบอกได้ว่า น้ำ เป็นสารเนื้อเคี้ยว และเคยทดลองต้มน้ำจนแห้ง และพบว่า น้ำระเหยไปหมด ไม่มีสารเหลือค้างอยู่เลย ซึ่งนักเรียนสรุปว่า น้ำ ที่กล่าวถึงนั้น เป็นสารเนื้อเคี้ยวประเภท สารบริสุทธิ์

ฉะนั้น เป็นตัวอย่างของสารเนื้อเคี้ยวประเภท สารบริสุทธิ์ คือมีองค์ประกอบของสารเพียงชนิดเดียว

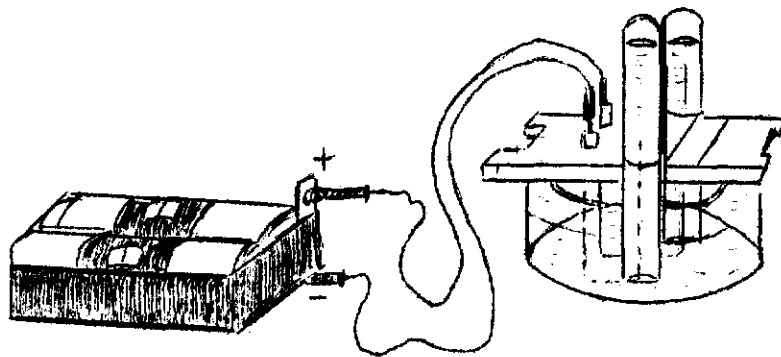


เฉลย

7) เป็นสารเนื้อเดียว ประเภท สารละลาย

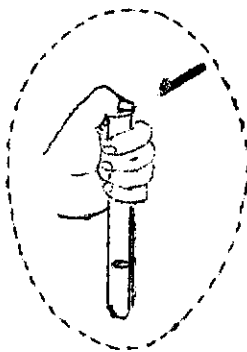
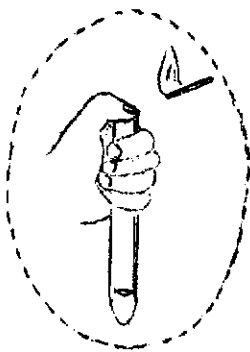
8) น้ำ (น้ำกลั่น) เป็นตัวอย่างของสารเนื้อเดียวประเภท สารบริสุทธิ์

(คือใจความที่ตอบถูกต้องสองกรอบ)



รูปแสดงการผ่านกระแสไฟฟ้าลงในน้ำ

9) จากการที่นักเรียนเคยทดลอง แยกน้ำด้วยไฟฟ้า และทดสอบก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอด



ทั้งสอง แล้วบอกได้ว่า น้ำเป็นสารเนื้อเดียว

บริสุทธิ์ ที่ประกอบไปด้วยธาตุที่เป็นก๊าซ 2

ชนิด คือ ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน และ

เรียก น้ำ ว่าเป็น สารประกอบ

ฉะนั้น เราเรียก สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ทั้งหลายที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเป็นองค์ประกอบ ว่า

10) นักเรียนเคยนำผงสีขาวของ "เลค II ในเตรค" ไปเผาในกระตงอคูมิเนียมปรากฏว่า เลค II ในเตรค แยกสลายให้ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และสารสีเหลืองปนแดง เกิดขึ้นด้วย การที่เลค II ในเตรค แยกสลายให้สารใหม่ได้แสดงว่า เลค II ในเตรค เป็นสารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเป็นองค์ประกอบ และ แยกสลายได้ และเราเรียกสารที่มีคุณลักษณะเช่นนี้ว่า สารประกอบ

ฉะนั้น เลค II ในเตรค จัดเป็น

เคย

9) สารประกอบ

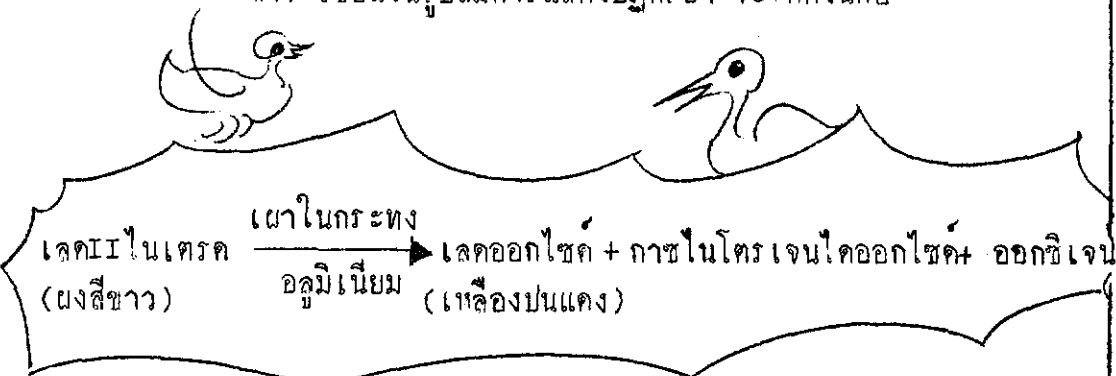
10) เลข I ในเทรต จัดเป็น สารประกอบ

(กรอบที่ 9 และ 10 ก็ถูกอีกแล้ว ชักมันมือแล้วซี)

11)

" จากกรอบที่ 10 "

ถ้าจะเขียนในรูปสมการแสดงปฏิกิริยา จะได้ดังนี้คือ



จากสมการจะเห็นว่า เลคII ใน เทรค แยกสลายให้สารใหม่ แสดงว่า
เลคII ใน เทรค เป็นสารเนื้อเคี้ยววิสุทธ์ ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเป็นองค์
ประกอบ และแยกสลายได้

ฉะนั้น เลคII ใน เทรค จัดเป็น

12) จากเหตุการณ์ในกรอบที่ ⑩ และ ⑪ เมื่อนักเรียนชูดเอาสารสีเหลือง
 ปนแดง นำไปวางบนแท่งไม้ไผ่ที่ใหม่เกรียม แล้วเผาต่อไปอีกประมาณ 5 นาที
 นักเรียนจะสังเกตเห็นว่า สารสีเหลืองปนแดงนี้ แยกสลายให้สารใหม่อีก คือให้ก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์ และได้สารที่มีลักษณะมันวาวแบบโลหะเกิดขึ้นด้วย

การที่สารสีเหลืองปนแดงแยกสลายได้ แสดงว่า สารสีเหลืองปนแดง
เป็นสารเนื้อเคี้ยววิสุทธ์ที่มีธาตุเป็นองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป และเราเรียก
สารที่มีคุณลักษณะเช่นนี้ ว่า สารประกอบ

ฉะนั้น สารสีเหลืองปนแดง จัดเป็นสารเนื้อเคี้ยววิสุทธ์ประเภท.....



เฉลย

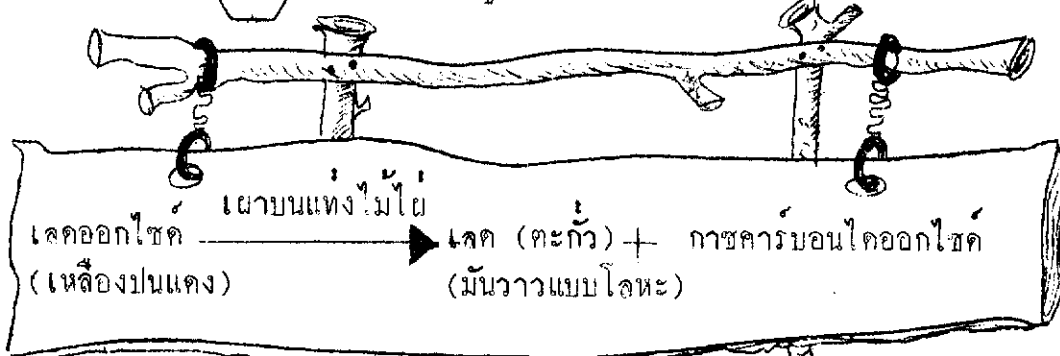
11) จัดเป็น สารประกอบ

(*
อ้อ คำตอบเหมือน กรอบ 10 ใกล้เคียง)

12) ประเภท สารประกอบ

(อี อี ฉันทอบลูกนะ)

13) จากกรอบที่ 12 ถ้าจะเขียนในรูปสมการแสดงปฏิกิริยา จะได้ดังนี้คือ



จากสมการจะเห็นว่า สารสีเหลืองปนแดงของเลคออกไซด์ แยกสลายให้สารใหม่
การที่ เลคออกไซด์ แยกสลายได้ แสดงว่า เลคออกไซด์เป็นสาร เนื้อเดียวบริสุทธิ์
ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเป็นองค์ประกอบ และแยกสลายได้

ฉะนั้น เลคออกไซด์ เป็นสารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ประเภท.....

14) จากเหตุการณ์ในกรอบที่ 12 และ 13 เมื่อนักเรียนเผาสารที่มีลักษณะมีนวาว
แบบโลหะ ต่อไปอีก จะพบว่า ไม่มีการแยกสลายเป็นสารอื่นอีก ซึ่งสารที่มีลักษณะ
มีนวาวแบบโลหะที่กล่าวถึงนี้ คือ เลค หรือ ตะกั่ว นั่นเอง

การที่ตะกั่ว ไม่แยกสลายเป็นสารอื่นอีก แสดงว่า ตะกั่ว เป็นสารเนื้อเดียวบริสุทธิ์
ที่มีองค์ประกอบเดียว ซึ่งเป็นคุณลักษณะของธาตุ

ฉะนั้น ตะกั่ว จัดเป็นสารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ ประเภท



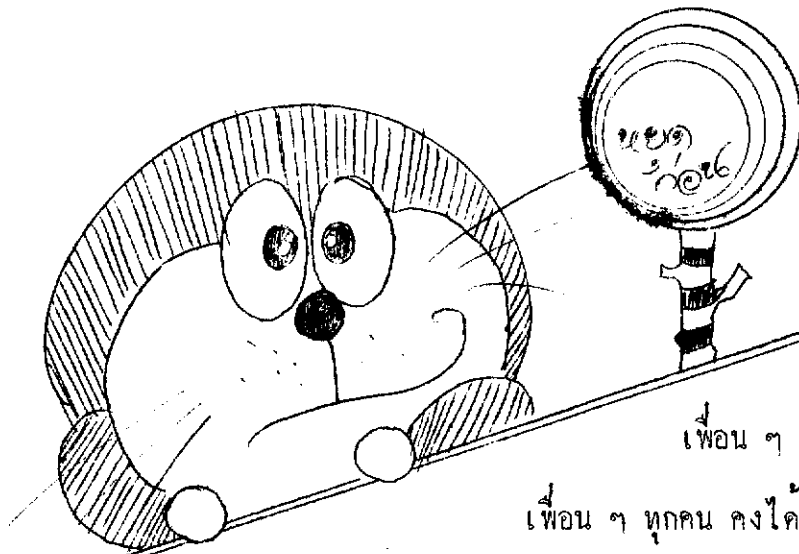
เลข

13) ตอบ สารประกอบ

14) · ตอบ ตะกั่วเป็นสารเนื้อเคี้ยวบริสุทธิ์ ประเภท ธาตุ

(เก่งจัง ตอบถูกทั้ง 2 กรอบเลย)

15)



หยุดก่อน
เพื่อน ๆ ที่รัก เราเชื่อว่า

เพื่อน ๆ ทุกคน คงได้พบทวนความรู้เดิม

เกี่ยวกับ สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย

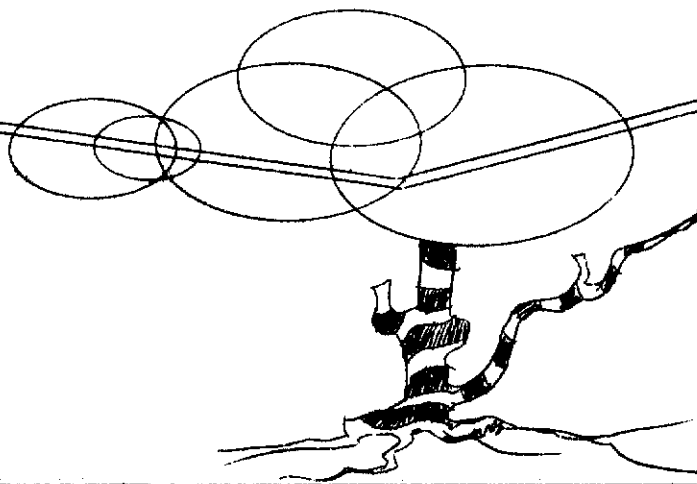
สารบริสุทธิ์ที่เป็นธาตุ สารบริสุทธิ์ที่เป็นสารประกอบ กันเป็นอย่างดีแล้วนะ

แต่ถ้าเพื่อนคนใด ยังมีข้อสงสัย หรือไม่มั่นใจ ขอให้เพื่อน ๆ อภิปรายกันเอง

ภายในกลุ่ม สักประมาณ 5 นาที (แค่อำนาจให้การอภิปราย เป็นการรบกวน

สมาธิเพื่อนที่ยังศึกษาอยู่ หรือเพื่อนในกลุ่มอื่น ๆ นะยะ)

เมื่อครบ 5 นาทีแล้ว เราค่อยศึกษากันต่อไป



16)

เรามาศึกษาปฏิกิริยาใหม่กันเถอะ เนื่องจากสารมีจำนวนมากมายเกินกว่าที่จะหาความรู้จักและจดจำได้หมด เพื่อความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า นักเคมีแบ่งสารออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่สร้างขึ้น

สารต่าง ๆ แม้จะมีสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไปจากสารอื่น ๆ แต่ก็ยังมีสมบัติบางประการที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน จนทำให้เราสามารถจัดสารอยู่ในพวกเดียวกันได้

ฉะนั้น การที่เราจะจัดสารใด ๆ ให้อยู่ในพวกเดียวกันได้นั้น สารเหล่านั้นต้องมี..... บางประการเหมือนกันหรือคล้ายกัน

ธาตุ! ธาตุคืออะไร?

KOH NaOH Ba(OH)₂

Alkali metals
IA

Alkaline earths
IIA

Boron family
Carbon family
Nitrogen family
Oxygen family
Halogens
Inert gases
VIII A

1 H																
3 Li	4 Be															
11 Na	12 Mg															
19 K	20 Ca															
5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne											
13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar											

เลข

16) ตอบว่า สมบัติ (ออ สมบัติของสาร นั้นเอง)

17) ในเรื่องเกี่ยวกับ " สมบัติของสาร " สารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกัน เช่น สารบางชนิด เนื้อแน่นและหนัก บางชนิดนำไฟฟ้าได้ บางชนิดละลายน้ำได้ ฯลฯ สมบัติเหล่านี้ทำให้สารแตกต่างกันไป
 ฉะนั้น ลักษณะเฉพาะที่บ่งแสดงว่าสารชนิดหนึ่งแตกต่างจากสารอีกชนิดหนึ่ง เราเรียกว่าอะไร.....

18) นักเคมีได้พยายามศึกษาสมบัติของสารแต่ละชนิด แล้วจัดแบ่งสารออกเป็นหมวดหมู่ และในการจัดสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่นั้น มีวิธีการจัดได้หลายวิธี ขึ้นกับเกณฑ์ที่ใช้ เช่นถ้าเราจะแบ่งนักเรียนในห้องนี้ออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยให้ เพศ เป็นเกณฑ์ ก็จะแบ่งได้เป็นกี่กลุ่ม คือ กลุ่มของนักเรียนเพศ..... และกลุ่มของนักเรียนเพศ.....
 แต่ถ้าใช้ เกณฑ์อื่น ในการแบ่ง เราอาจแบ่งนักเรียนในห้องนี้ ได้มากกว่า 2 กลุ่ม ซึ่งการจะเลือกใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งกลุ่ม ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการนำไปใช้

19) จากสารตัวอย่างต่อไปนี้ " น้ำเชื่อม น้ำเกลือ เกลือแกง สีส้มอาหาร อากาศ น้ำอัดลม น้ำกลั่น การออกซิเจน น้ำหวานสีต่าง ๆ น้ำตาล น้ำแบ่ง แบ่งเปียก ทองเหลือง ดินปืน "

ถ้าเราแบ่งสารเหล่านี้ออกเป็น 3 พวก

พวกที่ 1. มีสถานะเป็นของเหลว ได้แก่ น้ำเชื่อม น้ำเกลือ น้ำอัดลม น้ำหวานสีต่าง ๆ น้ำแบ่ง น้ำกลั่น

พวกที่ 2. มีสถานะเป็นของแข็ง ได้แก่ เกลือแกง สีส้มอาหาร น้ำตาล ทองเหลือง ดินปืน

(มีต่อหน้าถัดไป)

เฉลย

17) สมบัติของสาร

18) 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของนักเรียนเพศ ชาย
และ เพศ หญิง

พวกที่ 3. มีสถานะเป็นกาช ไคแก์ อากาศ กาชออกซิเจน

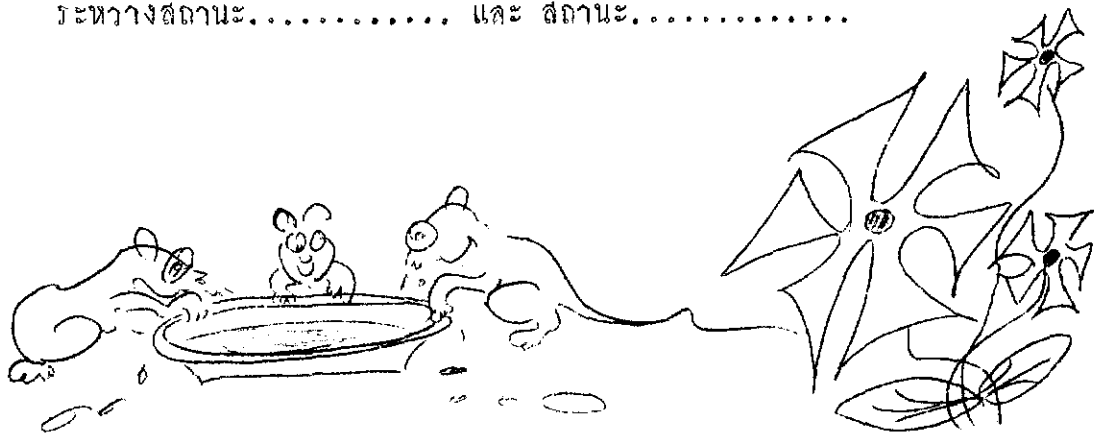
จากการแบ่งสารเหล่านี้ออกเป็น 3 พวกดังกล่าว แสดงว่า เราใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการแบ่งสารเหล่านั้น ตอบ

20) จากกรอบที่ 19 ซึ่งแบ่งสารตัวอย่างออกเป็น 3 พวก โดยใช้ สถานะเป็นเกณฑ์ นักเรียนคิดว่า มีสารใดอยู่หรือไม่ ที่ไม่ได้จัดเข้าพวกหนึ่งพวกใดใน 3 พวกนั้น ตอบ

ถ้ามี นักเรียนตอบได้หรือไม่ว่า สารใด ในกลุ่มสารตัวอย่าง ที่ทำให้เกิดปัญหา จนไม่สามารถจัดสารนั้นเข้าพวกใดพวกหนึ่งได้ ตอบ

21) เกณฑ์หนึ่งที่มีนิยมนำมาใช้ในการจัดจำพวกสารอยู่เสมอ ๆ คือ สถานะ และนักเรียนทราบแล้วว่า ในกรอบที่ 19 นั้น เขาแบ่งสารออกเป็น 3 พวก โดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ และมีปัญหาในการแบ่งคือ " แปรเปือก " ซึ่งมีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างของแข็งกับของเหลว

นั่นคือ ถ้าเราจะจัดจำพวกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ ดังกรอบที่ 19 เราจะไม่สามารถจัด แปรเปือก เข้าพวกใดได้โดยแน่นอน เพราะแปรเปือกมีสถานะก้ำกึ่งระหว่างสถานะ..... และ สถานะ.....



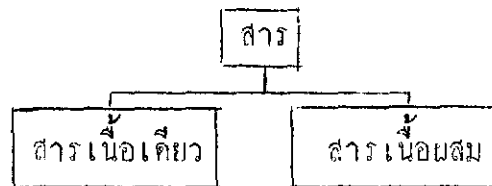
เคย

19) สถานะ

20) มี , แบ่งแยก

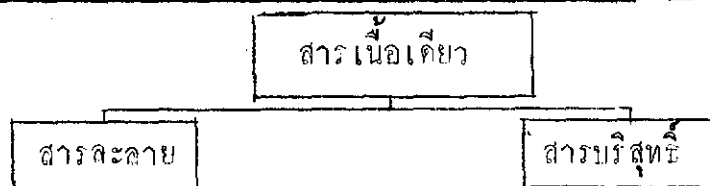
21) แบ่งแยกมีสถานะกำลังระหว่าง สถานะ ของแข็ง
และสถานะ ของเหลว

- 22) เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดจำพวกสาร ดังกรอบที่ 19-21 นักเคมีจึงนิยมใช้ " เนื้อสาร " เป็นเกณฑ์ในการจัดจำพวกสาร โดยแบ่งสารออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ดังแผนภาพ



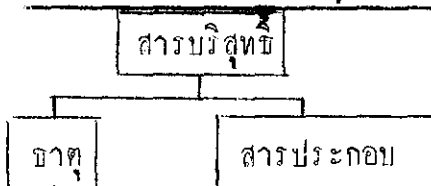
จากแผนภาพ แสดงว่า ถ้าใช้ " เนื้อสาร " เป็นเกณฑ์ จะสามารถแบ่งสารออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของสาร และกลุ่มของสาร.....

- 23) จากกรอบที่ 22 สารเนื้อเคี้ยว ยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังแผนภาพ

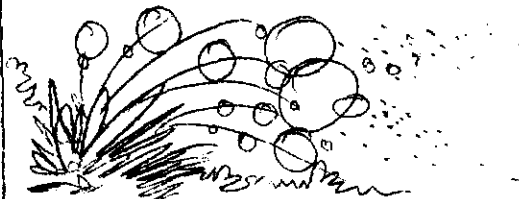


จากแผนภาพแสดงว่า ถ้าใช้เนื้อสาร เป็นเกณฑ์ จะสามารถแบ่งสารเนื้อเคี้ยวออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ.....และกลุ่มของ.....

- 24) จากกรอบที่ 23 สารบริสุทธ์ ยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังแผนภาพ



ฉะนั้น ถ้าใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ จะสามารถแบ่งสารบริสุทธ์ ออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ กลุ่ม คือกลุ่มของ..... และกลุ่มของ.....



เนลย

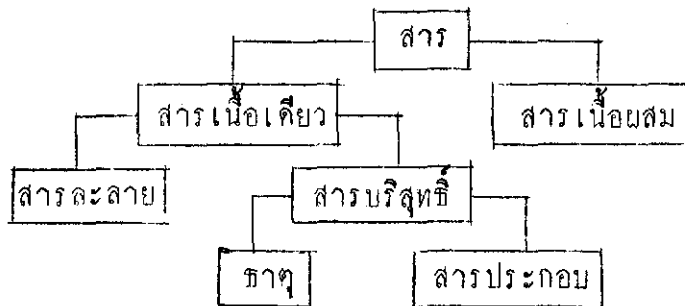
22) กลุ่มของสารเนื้อเคียว และกลุ่มของสารเนื้อผสม

23) สารละลาย และ กลุ่มของสารบริสุทธิ์

24) 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของ ธาตุ และ สารประกอบ

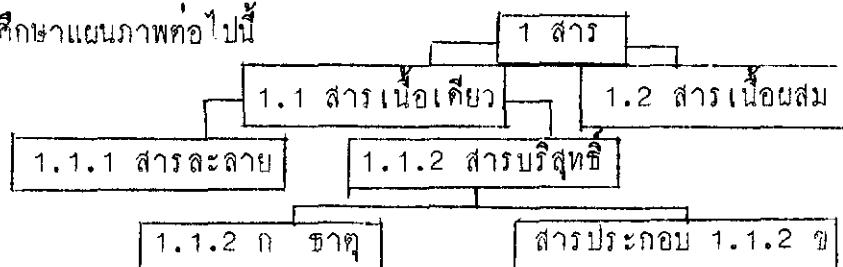
(ตอบถูกทั้ง 3 กรอบ เก่งจังนี่)

25) จากกรอบที่ 22-23-24 เราสามารถเขียนแผนภาพ การจัดจำพวกสาร โดยใช้ " เนื้อสาร " เป็นเกณฑ์ ได้ดังนี้คือ



นั่นคือ นักเคมีนิยมใช้ เนื้อสาร เป็นเกณฑ์ในการจัดจำพวกสาร โดยแบ่งสารออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ คือ สารเนื้อเดียว และ
 สารเนื้อเดียว ยังแบ่งออกเป็น สารบริสุทธิ์ และ
 สารบริสุทธิ์ ยังแบ่งออกเป็น ธาตุ และ

26) ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพต่อไปนี้



จากแผนภาพ ให้นักเรียนดู จาก 1.1.2 ก → 1.1.2 → 1.1

จะกล่าวได้ว่า ธาตุทุกชนิด เป็นสารบริสุทธิ์ และ เป็นสารเนื้อเดียว

แต่ถ้าดู จาก 1.1.2 ข → 1.1.2 → 1.1

จะกล่าวได้ว่า สารประกอบทุกชนิด ก็จัดเป็นสารบริสุทธิ์ และเป็น

..... ค่าย



เฉลย

25) สารเอนไซม์, สารละลาย, สารประกอบ
(เก่งจังนี่)

26) สารเอนเคียว (เก่งแะะ)

27) การดูด้วยตาเปล่า บอกได้เพียง สารใดเป็นสารเนื้อเดียว หรือ สารเนื้อผสม นั่นคือ สารที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เห็นมีลักษณะกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน เราเรียกสารนั้น ว่าเป็น

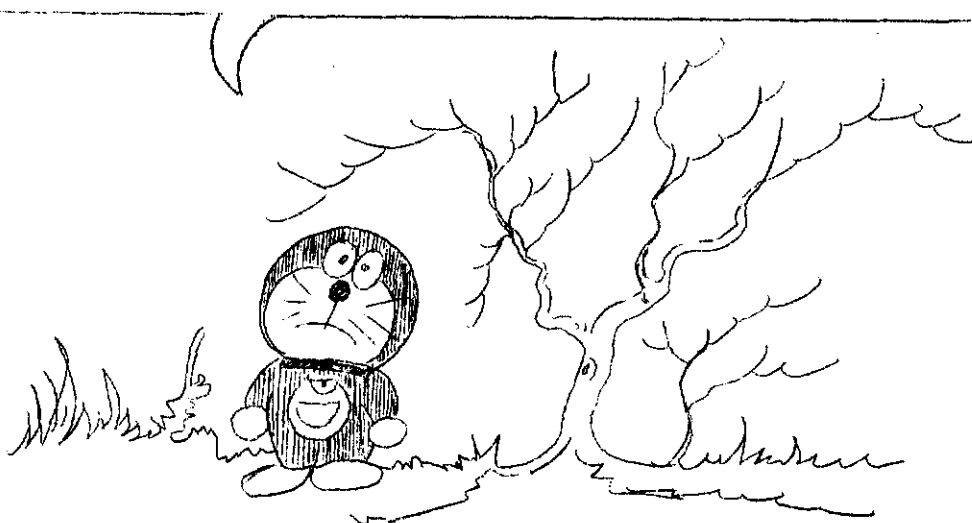
ตัวอย่างของสารเนื้อเดียว เช่น น้ำเชื่อม น้ำเกลือ น้ำ เกลือแกง
น้ำตาลทราย กัมมะถัน นาก เงิน ทอง กาซออกซิเจน
กาซคาร์บอนไดออกไซด์ ;

28) ส่วน สารที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เห็นมีลักษณะเนื้อสาร แยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน เราเรียก สารนั้นว่า

ตัวอย่างของสารเนื้อผสม เช่น น้ำคลอง น้ำแกง พริกกับเกลือ
ผงกัมมะถันผสมผงเหล็ก เกลือแกงผสมผงสังกะสี น้ำตาลทรายผสมเนยพลาติน

29) ในเรื่องของ สารเนื้อผสม จะมีสารเนื้อผสมอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า สารเนื้อผสมประเภท คอลลอยด์ เช่น ควัน น้ำนม ฯลฯ
(มักมีการเข้าใจผิด คิดว่าสารชนิดนี้ เป็น สารละลาย)

ฉะนั้น ควัน น้ำนม เป็นตัวอย่างของสารเนื้อผสมประเภท.....



เฉลย

27) สารเนื้อเคี้ยว

(มันคอบถูกกะเชอ)

28) สารเนื้อผสม

(มันก็คอบถูก)

29) คอลลอยด์

(มันรู้จักคอลลอยด์ แล้วยะ)

- 30) ในเรื่องของสารเนื้อเดียว ที่เป็นสารละลาย : สารละลาย หมายถึง สารที่ประกอบด้วยตัวทำละลาย กับตัวถูกละลาย ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน หรืออาจกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า : สารละลาย หมายถึง สารที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ ทั้ง 2 ชนิดมารวมเป็นเนื้อเดียวกัน

เมื่อพูดถึงสารละลาย ควรบอกองค์ประกอบของสารละลายนั้น ๆ ได้ ดังตัวอย่าง

อากาศ (สารละลายที่เป็นกาซ) มี ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และ ไอน้ำ เป็นองค์ประกอบ

นาก (สารละลายที่เป็นของแข็ง) มีทองแดง และ ทองคำ เป็นองค์ประกอบ

น้ำเชื่อม (สารละลายที่เป็นของเหลว) มีน้ำ และ น้ำตาลทรายเป็นองค์ประกอบ

น้ำเกลือ (สารละลายที่เป็นของเหลว) มี และ เป็นองค์ประกอบ.

- 31) ในเรื่องของ สารเนื้อเดียวที่เป็นสารบริสุทธิ์ประเภท ธาตุ : ธาตุ หมายถึง สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเดียว

เมื่อพูดถึงธาตุ นักเรียนควรบอกสัญลักษณ์ของธาตุนั้น ๆ ได้ ดังตัวอย่าง

ธาตุ กำมะถัน มีสัญลักษณ์ S ธาตุคลอรีน มีสัญลักษณ์ Cl

ธาตุ เงิน มีสัญลักษณ์ Ag ธาตุทองคำ มีสัญลักษณ์ Au

ดังนั้น, ..., ..., ..., เป็นสัญลักษณ์ของธาตุ

ทองคำ, เงิน, คลอรีน และ กำมะถัน ตามลำดับ



เฉลย

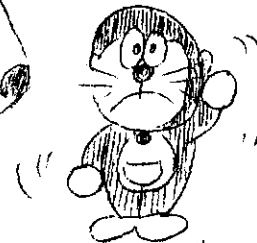
30) มี น้ำ และ เกลือ (เกลือแกง) เป็นองค์ประกอบ
(คำรู้กันมาตั้งนานแล้วละจุง)

31) Au, Ag, Cl, S เป็นสัญลักษณ์ของธาตุ
ทองคำ, เงิน, คลอรีน, กำมะถัน ตามลำดับ
(ดีใจด้วยนะ ตอบถูกอีกแล้ว)

32) ในเรื่องของสารเนื้อเดียวที่เป็นสารบริสุทธิ์ ประเภท สารประกอบ :

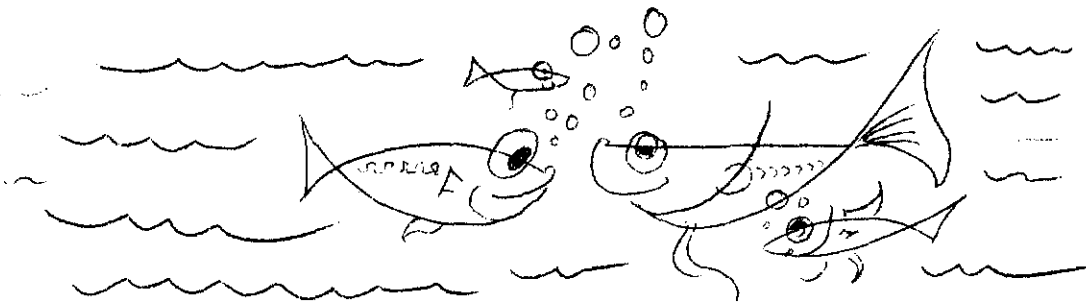
สารประกอบ หมายถึง สารบริสุทธิ์ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเป็นองค์ประกอบ

เมื่อพูดถึงสารประกอบ นักเรียนควรบอกได้ว่า
ในสารประกอบนั้น ๆ มีธาตุใดเป็นองค์ประกอบ
ดังตัวอย่าง



เกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์) (NaCl) มีธาตุโซเดียม (Na) และธาตุคลอรีน (Cl)
น้ำตาลทราย (ซูโครส) ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) มีธาตุคาร์บอน (C), ธาตุไฮโดรเจน (H)
และธาตุออกซิเจน (O)

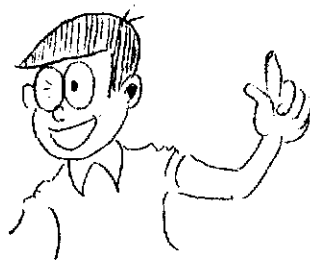
น้ำ (H_2O) มีธาตุ..... (H) และธาตุ..... (O)



33) " น้ำ (H_2O) , เกลือแกง (NaCl) , น้ำตาลทราย ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)
กำมะถัน (S) , เหล็ก (Fe) , ออกซิเจน (O) , ทองแดง (Cu)
ทองคำ (Au) "

ขอถามว่า สารกลุ่มนี้
จัดเป็น สารละลาย
หรือ สารบริสุทธิ์

ตอบ สารกลุ่มนี้จัดเป็น



เคย

32) น้ำมีธาตุ ไฮโดรเจน และ ธาตุออกซิเจน

(เคี้ยวกันทั้งนานแล้วละ)

33) สารกลุ่มนี้จัดเป็น สารบริสุทธิ์ (เพราะบางตัวเป็น ธาตุ
และบางตัวเป็นสารประกอบ ใจละ)

34) น้ำ ประกอบด้วย ธาตุไฮโดรเจน และ ธาตุออกซิเจน

เกลือแกง ประกอบด้วย ธาตุโซเดียม และ ธาตุคลอรีน

น้ำตาลทราย ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ธาตุไฮโดรเจน และ ธาตุออกซิเจน

น้ำ เกลือแกง และน้ำตาลทราย เป็นสารบริสุทธิ์ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
เป็นองค์ประกอบ

ขอถามว่า น้ำ เกลือแกง น้ำตาลทราย
เป็นสารบริสุทธิ์ที่เป็นธาตุหรือสารประกอบ



ตอบ น้ำ เกลือแกง
น้ำตาลทราย
เป็นสารบริสุทธิ์ที่เป็น

.....

35) ถ้า ธาตุ หมายถึง สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ ที่มีองค์ประกอบเดียว

ขอถามนักเรียนว่า จากตัวอย่างสาร ในกรอบที่ (33)

สารที่เป็น ธาตุ ได้แก่สารใดบ้าง

ตอบ, ..., ...,

....., ...



เฉลย

34) ตอบ สารประกอบ (นับตอบถูกนะ)

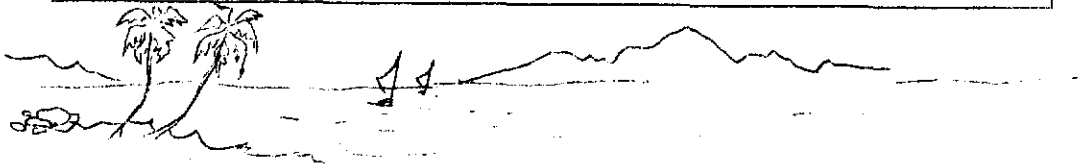
35) จากกรอบที่ 33 สารที่เป็น ธาตุ ได้แก่
กำมะถัน เหล็ก ออกซิเจน ทองแดง ทองคำ

36) จากสารบริสุทธิ์ต่อไปนี้

เงิน(Ag), ทองแดง(Cu), คาร์บอน(C), โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
(ต่างทับทิม)(KMnO_4), กรดอะซิติก(กรดน้ำส้ม)(CH_3COOH), ก๊าซไนโตรเจน
(N_2), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2), แคลเซียมคาร์บอเนต(หินปูน)หรือ
(CaCO_3), โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต(โซดาทำขนม)(NaHCO_3),
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO)

ขอถามว่า สารที่เป็นธาตุ ได้แก่สารใดบ้าง.....

.....

37) จากกรอบที่ 36 สารที่เป็นสารประกอบ ได้แก่.....

.....

.....

.....

38) เป็นไงอะ ถึงกรอบที่ 38 แล้ว เพื่อน ๆ คงตอบถูกหมดใช่ไหมอะ เก่งมาก

ถ้าเพื่อนคนใดตอบผิดไปบ้าง ก็ไม่ต้องเสียใจนะอะ ลองศึกษาที่ผ่านมา

อีกสักครั้ง อีกเพียงครั้งเดียว เพื่อน ๆ ก็มีสิทธิ์เป็นคนเก่ง

เหมือนกัน ขอให้โชคดีอะ กำลังสนุกใช่ไหมอะ

ติดตามบทเรียนต่อไปนะ อะ อะ อะ ..



เนลย

36) สารที่เป็นธาตุ ได้แก่ เงิน,ทองแดง,คาร์บอน,
ก๊าซไนโตรเจน

37) สารที่เป็นสารประกอบ ได้แก่ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต,
กรดอะซิติก, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, แคลเซียมคาร์บอเนต,
โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต, ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์.

(เก่งมากจะ ที่ตอบถูก)

39) เมื่อนำ น้ำตาล มาต้มกับ น้ำ จะได้ น้ำเชื่อม
เมื่อนำ เกลือ มาต้มกับ น้ำ จะได้ น้ำเกลือ

น้ำตาล, เกลือ เป็นสารบริสุทธิ์
ที่เป็นสารประกอบ

+

น้ำ เป็นสารบริสุทธิ์
ที่เป็นสารประกอบ

→

น้ำเชื่อม, น้ำเกลือ
เป็นสารละลาย

ดังนั้น สารที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มารวมเป็น
เนื้อเดียวกัน. เราเรียกว่าอะไร.....



40) " ถ้า น้ำ เป็นสารละลายที่มีสถานะ เป็น ของแข็ง "

แต่ น้ำ เป็นสารละลายของ ทองแดง กับ ทองคำ

ส่วน ทองสำริด เป็นสารละลายของ ทองแดง กับ ดีบุก

เนื่องจาก ทองแดง, ทองคำ, และ ดีบุก ต่างมีสถานะเป็นของแข็ง

ดังนั้น ทองสำริด เป็นสารละลายที่มีสถานะอะไร.....



41) อากาศ มีองค์ประกอบหลายชนิด เช่น ก๊าซไนโตรเจน, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์,
ก๊าซออกซิเจน และ ไอน้ำ ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน

ดังนั้น อากาศ เป็น.....ที่มีสถานะก๊าซ



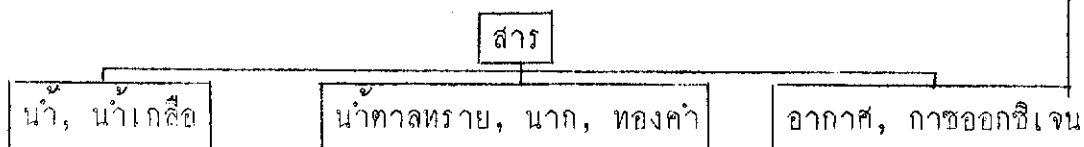
เฉลย

39) เรียกว่า สารละลาย (ข้อนี้ง่ายจริงนะ)

40) ทองสำริด เป็นสารละลายที่มีสถานะ ของแข็ง
(ฉันทว่า ข้อนี้ง่ายกว่า ฮี ฮี)

41) อากาศ เป็น สารละลาย ที่มีสถานะ ก๊าซ
(ฉันทว่าข้อนี้ง่ายที่สุด นะ โจแอนท์)

42) จากสารต่อไปนี้ " น้ำ, น้ำตาลทราย, น้ำเกลือ, นาก, ทองคำ, อากาศ, ก๊าซออกซิเจน " ถ้าเราแบ่งสารเหล่านี้ออกเป็น 3 พวก ตามแผนภาพดังนี้คือ

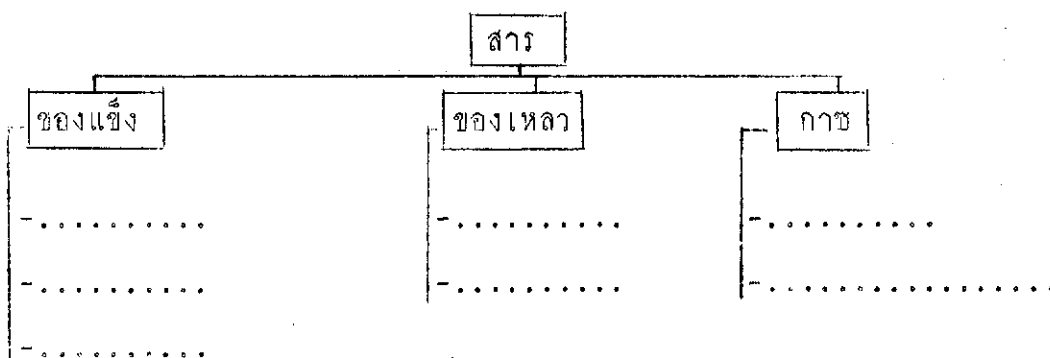


จากแผนภาพ เป็นการจำจำพวกสาร โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

43) จากสารต่อไปนี้ " น้ำ, เกลือแกง, น้ำเชื่อม, ทองสำริด, เงิน, อากาศ, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ "

ถ้าให้นักเรียนจัดสารเหล่านี้ออกเป็นพวก ๆ โดยใช้สถานะ เป็นเกณฑ์ จะจัดได้กี่พวก.....

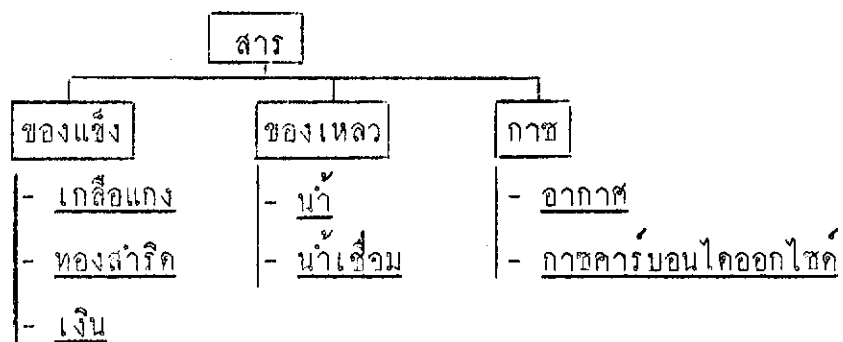
ขอให้นักเรียนเขียนชื่อสารลงในที่ว่างของสารแต่ละพวกในแผนภาพข้างล่างนี้



เฉลย

42) ใช้ สถานะ เป็นเกณฑ์ (อ่า ถูกอีกแล้ว)

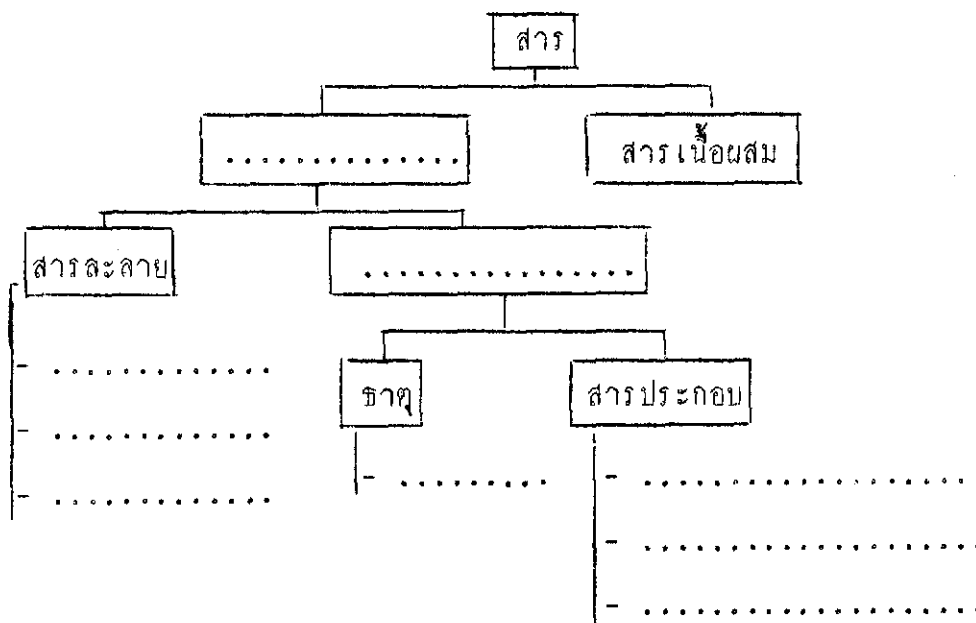
43) จัดได้ 3 พวก



(อี อี ฉันตอบถูกหมดเลย)

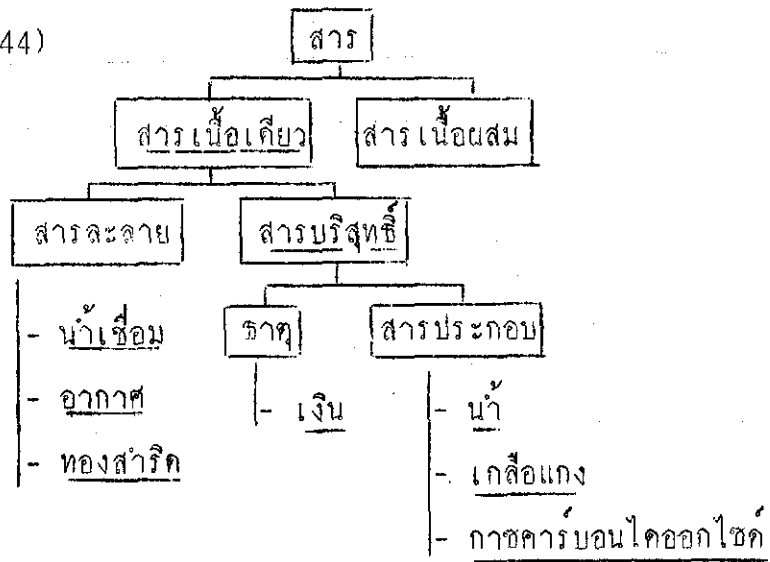
44) จากสารต่อไปนี้ " น้ำ, แก๊สออกซิเจน, น้ำเชื่อม, ทองคำ, เงิน, อากาศ, การสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ "

ให้นักเรียนจัดสารเหล่านี้ ออกเป็นพวก ๆ โดยใช้ เนื้อสาร เป็นเกณฑ์ โดยการเติมประเภทของสาร และชื่อสารตัวอย่างลงในที่ว่างของสารแต่ละพวกในแผนภาพให้สมบูรณ์ และ ถูกต้อง



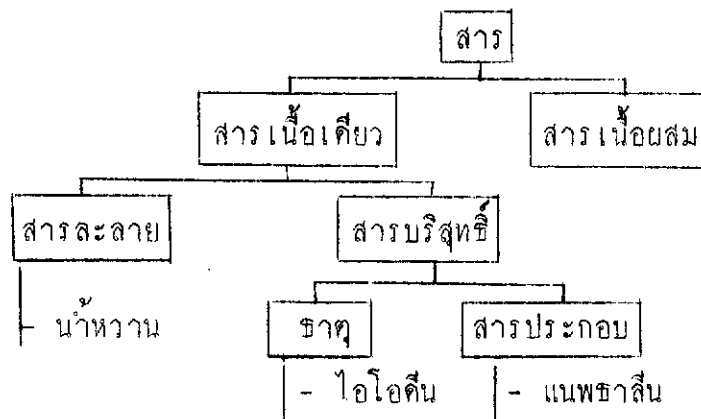
เคย

44)



(ติ๋จควัยนะ คอบถูกอื๋กแล้ว)

45) ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพต่อไปนี้



จากแผนภาพ ให้นักเรียนพิจารณาว่า ข้อความใดในข้อ ก, ข, ค ต่อไปนี้ที่กล่าว
ไม่ถูกต้อง

- ก. น้ำหวน เป็นสารเนื้อเคียวประเภท สารละลาย
 ข. ไอโอสัน เป็นสารเนื้อเคียวบริสุทธิ์ ประเภท χατ
 ค. แนพชาสัน เป็นสารเนื้อเคียวบริสุทธิ์ ประเภทสารละลาย
ตอบ ข้อที่กล่าวไม่ถูกต้อง คือข้อ



เฉลย

- 45) ข้อที่กล่าวไม่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.
(เก่งจังเลย)

46) อ่านถึงกรอบนี้ ขอให้หัวหน้ากลุ่ม ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม ช่วยกันคิด ร่วมกันอภิปราย
 โจทย์ 2 ข้อต่อไปนี้ให้ดี แล้วขอให้ครูจับฉลากให้กลุ่มออกไปรายงานหน้าชั้น
 เสร็จแล้วจึงค่อยศึกษากันต่อไป

(โจทย์ข้อ 1) กำหนดสารให้จำนวนหนึ่ง ได้แก่ " น้ำหวาน, แพนธาสีน (ลูกเหม็น)
 เหยี่ยวบาท, น้ำอัลมอนด์, ทองเหลือง, ตะกั่ว, ไอโคติน, อากาศ, หิงเจอร์ไอโอติน
 ยาบ้วนปาก, ยาล้างแผล, น้ำหมึก "



จากสารตัวอย่างข้างบน สารเนื้อเดียวที่เป็นสารบริสุทธิ์ ได้แก่สารใด



47) (โจทย์ข้อ 2) จากโจทย์ข้อ 1. ในกรอบที่ 46



สารเนื้อเดียวที่เป็นสารละลาย ได้แก่สารใด.....



48)

อ่านถึงตรงนี้ ให้หยุดไว้ก่อนนะ เพราะครูจะจับฉลาก
 ให้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งออกไปรายงานหน้าชั้น

ต่อเมื่อครูบอกจึงค่อยศึกษากันต่อไปนะนะ
 หยุดพักเพื่อฟังเพื่อนรายงานหน้าชั้น



เฉลย

46) สารเนื้อเดียวที่เป็นสารบริสุทธิ์ ได้แก่

- แนพทาลีน ($C_{10}H_8$) (เป็นสารประกอบ)
- ตะกั่ว (Pb) (เป็นธาตุ)
- ไอโอดีน (I) (เป็นธาตุ)

47) สารเนื้อเดียวที่เป็นสารละลาย ได้แก่

- น้ำหวาน (น้ำ, น้ำตาล, สี, สารเกิดกลั่น)
- เหรียญบาท (ทองแดง, นิกเกิล)
- น้ำอัดลม (น้ำ, น้ำตาล, สี, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, สารแต่งกลิ่น)
- ทองเหลือง (สังกะสี, ทองแดง)
- อากาศ (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซไนโตรเจน, ก๊าซออกซิเจน, ไอน้ำ)
- ทิงเจอร์ไอโอดีน (ไอโอดีน, แอลกอฮอล์)
- ยาล้วนปาก (กรดเบนโซอิก, กรดโบริก, ไทโมล, ยูคาลิปตอล, แอลกอฮอล์, น้ำ)
- ยาล้างแผล (น้ำ, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์)
- น้ำหมึก (สี และ น้ำ)

(ตีใจจัง นอกจากตอบถูกแล้ว ยังมีความรู้เพิ่มเติม-

เยอะแยะเลย)

49)



จากโจทย์ในรอบที่ 49 นี้ ให้นักเรียนนำตัวเลขหน้าข้อ
ทางขวามือ มาเติมลงหน้าข้อความทางซ้ายมือ โดยให้
มีความหมายถูกต้องตรงกัน

หลังจากนั้น ให้นักเรียนทำข้อทดสอบย่อย ๆ เพิ่มเติม
ตั้งแต่รอบที่ 50-56 เสร็จแล้วลองตรวจดูคำตอบ
เอง ว่าถูกต้องมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้ทราบว่าที่ศึกษา
ผ่านมา เรายังไม่เข้าใจตรงส่วนใด (อย่าลืมว่า
เราต้องข้อสัคย์ต่อตนเองนะ)

เอาละ เรามาดูคำตอบจากโจทย์ในรอบที่ 49 นี้ก่อน

.....- สารที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เห็นมีลักษณะเป็นเนื้อ
เดียวกัน

.....- สารที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เห็นมีเนื้อสารมาก
กว่าหนึ่งอย่าง ไม่กลมกลืนกัน

.....- ลักษณะเฉพาะที่บ่งแสดงว่า สารชนิดหนึ่ง-
แตกต่างจากสารอีกชนิดหนึ่ง

.....- สารที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดมารวม
เป็นเนื้อเดียวกัน

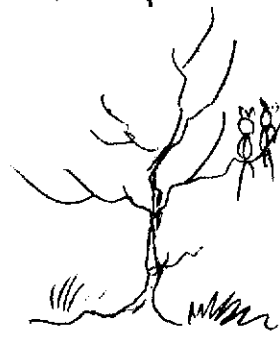
.....- สารที่เกิดจากตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย
มารวมเป็นเนื้อเดียวกัน

.....- สารเนื้อเดียวที่เป็นธาตุ หรือ สารประกอบ

.....- สารบริสุทธิ์ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไปเป็น
องค์ประกอบ แยกสลายได้

.....- สารบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเดียว

1. สมบัติของสาร
2. สารเนื้อผสม
3. สารเนื้อเดียว
4. สารประกอบ
5. สารละลาย
6. สารบริสุทธิ์
7. ธาตุ



เฉลย

49) 3

2

1

5

5

6

4

7

(เห็นไหมละ ฉันจับคู่ถูกต้องหมดเลย

อะ อะ ฉันไม่ได้แอบเปิดดูเฉลยนะ)

50) สารในข้อใดจัดเป็น สารเนื้อเดียว

ก. น้ำส้ม

ค. น้ำโคลน

ข. น้ำแป้ง

ง. น้ำเชื่อม

ตอบ

51) สารต่อไปนี้ สารชนิดใดเป็นสารละลาย

ก. คอนกรีต

ค. ทองเหลือง

ข. น้ำสลัด

ง. นมสดยูเอชที

ตอบ

52) สารต่อไปนี้ สารชนิดใดเป็นธาตุ

ก. ไอโอดีน

ค. เหล็กแกง

ข. แอมโมเนีย

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

ตอบ

53) สารต่อไปนี้ สารชนิดใดเป็นสารประกอบ

ก. ตะกั่ว

ค. ไฮโดรเจน

ข. ออกซิเจน

ง. ซัลเฟอร์

ตอบ

54) ข้อความใดถูกต้องที่สุด

ก. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นธาตุ

ข. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นสารละลาย

ค. สารเนื้อเดียวบางชนิดเป็นสารบริสุทธิ์

ง. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นสารประกอบ

ตอบ

เฉลย

50) ตอบ ง

51) ตอบ ค

52) ตอบ ก

53) ตอบ ง

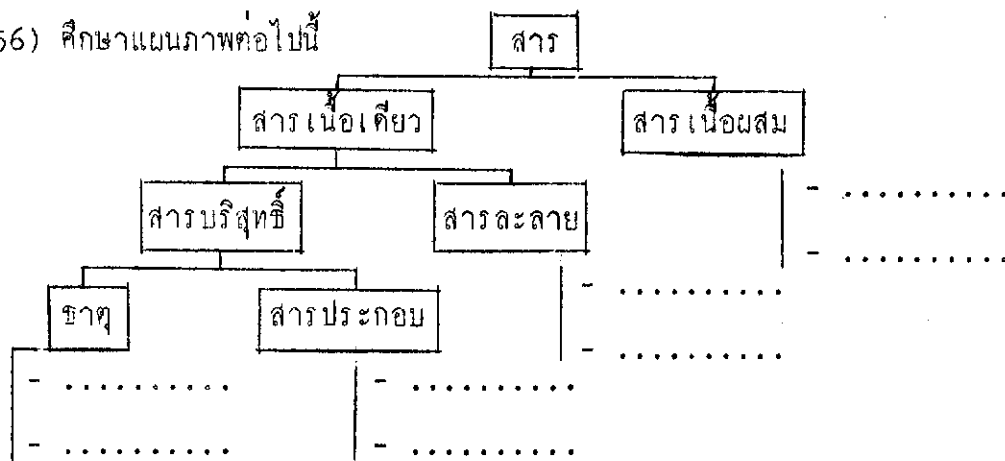
54) ตอบ ข

(เก่งมากค่ะที่ตอบถูกทุกกรอบ โดยที่ไม่แอบดูคำตอบเลยก่อน)

55) ถ้าต้องการจัด " ตะปู สังกะสี น้ำเกลือ " ให้อยู่ในพวกเดียวกัน ควรใช้สมบัติข้อใดเป็นเกณฑ์

- ก. สถานะ ค. การนำไฟฟ้า
ข. การละลาย ง. ความหนาแน่น ตอบ

56) ศึกษาแผนภาพต่อไปนี้



ขอถามว่า

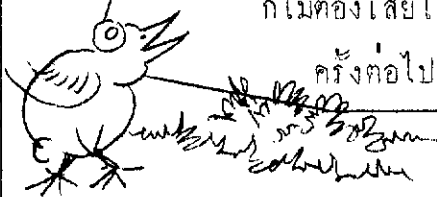
จากแผนภาพ เป็นการจัดจำพวกสารโดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

ถ้ามีสารดังต่อไปนี้ " คอนกรีต, ทองเหลือง, น้ำโคลน, น้ำเกลือ, ไอโอดีน, แอมโมเนีย, ตะกั่ว, ซูโครส "

ให้นักเรียนนำชื่อสารเหล่านี้ เติมลงในที่ว่างในแผนภาพที่เว้นไว้ ให้ถูกต้อง

57)

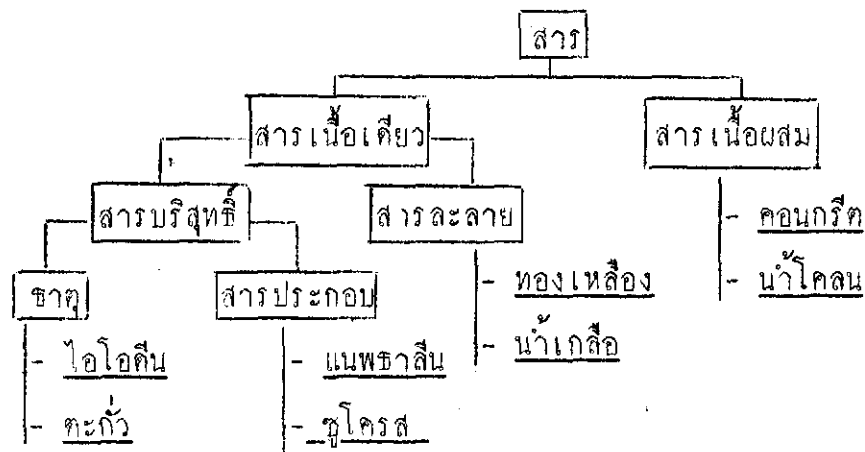
เป็นไงอะ ตั้งแต่รอบที่ 49-56 เพื่อนนักเรียนตอบถูกหมดหรือเปล่าอะ
ขอแสดงความยินดีสำหรับผู้ตอบถูกด้วยอะ แต่สำหรับคนที่ตอบผิดไปบ้าง
ก็ไม่ต้องเสียใจนะอะ ลองทบทวนบทเรียนใหม่ซีอะ รับรองว่า
ครั้งต่อไปต้องตอบได้ถูกต้องแน่ ๆ อะ



เฉลย

55) ตอบ ค

56) จากแผนภาพเป็นการจัดจำพวกสารโดยใช้ เนื้อสาร เป็นเกณฑ์
เมื่อนำชื่อสารตัวอย่างเดิมลงในแผนภาพ จะได้ดังนี้คือ



58)

เพื่อเป็นการย้ำให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนผ่านมา ฉะนั้นขอให้นักเรียน
ทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน ตั้งแต่รอบที่ 58-62 โดยทำลงในสมุดแบบฝึกหัด
ของนักเรียน แล้วนำส่งครูในวันรุ่งขึ้น



- สารเนื้อเดียว กับสารเนื้อผสม มีความหมายแตกต่างกันอย่างไร

59) - จงบอกความหมายของสารละลาย และยกตัวอย่าง สารละลายมา 10 ชนิด
โดยบอกองค์ประกอบของสารละลายชนิดนั้น ๆ ด้วย

60) - จงบอกความหมายของธาตุ และยกตัวอย่างธาตุมา 10 ชนิด
โดยเขียนสัญลักษณ์ของธาตุนั้น ๆ ด้วย

61) - จงบอกความหมายของสารประกอบ และยกตัวอย่างสารประกอบมา 10 ชนิด
โดยเขียนสูตรของสารประกอบนั้น ๆ ด้วย



62) - จากสารต่อไปนี้ " น้ำเชื่อม, น้ำเกลือ, น้ำอัลมอนด์, ทองเหลือง, ทองสำริด, ทองคำ, เงิน, อลูมิเนียม, ก๊าซไฮโดรเจน, ก๊าซออกซิเจน, คอปเปอร์ซัลเฟต, น้ำตาลกลูโคส, เบริลลูม, อากาศ, หินเจอร์โอไอซิน, คาร์บอนไดออกไซด์, โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต, ตะกั่ว, กำมะถัน, น้ำ "

ให้นักเรียนจัดสารเหล่านี้ออกเป็นพวก ๆ โดยใช้ เนื้อสาร เป็นเกณฑ์
โดยเขียนแสดงเป็นแผนภาพที่เข้าใจ

63)

เพื่อนนักเรียนที่รักทุกคน คงศึกษาบทเรียนนี้จนถึงกรอบที่(63) แล้วใช่ไหม
เก่งกันทุกคนเลย แล้วอย่าลืมทำการบ้านส่งครูด้วยนะ ตั้งแต่กรอบที่(58-62)
พยายามศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนะ อาจทบทวนจากบทเรียน หรือศึกษา
ค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุด และอย่าลืมว่า ถ้ามีสิ่งใดไม่เข้าใจ หรือสงสัย
ให้ปรึกษาครูได้เสมอ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากบทเรียนนี้ ไม่ยากเลยใช่ไหม ทำให้ได้รับความรู้
ในหลาย ๆ ด้าน และยังเป็นการฝึกวินัยในตนเองและฝึกความซื่อสัตย์อีกด้วย
สำหรับวันนี้ขอยุติไว้เพียงแค่นี้ก่อน

ไว้พบกันใหม่ในตอนต่อไปนะ

สวัสดิ์นักเรียนทุก ๆ คน



บทเรียนโปรแกรม

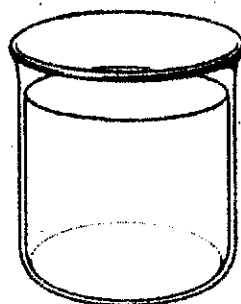
ประกอบ

เหตุการณ์การตัดสินใจชอบทานเย

เรื่อง =

สารละลาย กับ สารบริสุทธิ์

เล่ม ๔



นักบวช กวีศักดิ์

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง สारละลายกับสารบริสุทธิ์

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถบ่งชี้
ตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย ในสารละลายที่มีสถานะต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายได้ และบอกได้ว่าสารละลายนั้น ๆ
มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือกาซ
2. นักเรียนบอกเกณฑ์การตัดสิน ว่าในสารละลายหนึ่ง ๆ มีส่วนประกอบใด
เป็นตัวทำละลาย หรือตัวถูกละลาย ได้

ชนิดของสมรรถภาพ - ทักษะเชาว์ปัญญา
 - ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม นักเรียนเคยศึกษาเรื่องสารเนื้อเดียวประเภทสารบริสุทธิ์
และสารละลายมาแล้ว จากบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่
เรื่องการจัดจำพวกสาร

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง
" สาระละลายกับสารบริสุทธิ์ " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอน
สอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) ได้รับความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่ 1-2
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่ 3-5
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่ 6-12
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่ 13-15
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่ 16-22
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง- พฤติกรรมตามจุดประสงค์	}	ได้แก่ กรอบที่ 23-30
7) นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ		
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่ 31-39
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน ทาความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่ 40-41

.....

" สารละลายกับสารบริสุทธิ์ "

1)



จากภาพของ น้ำหวาน, เหยือกบาท และ พิวส์ไฟฟ้า ในกรอบนี้
นักเรียนคงบอกได้ว่า เป็นสารเนื้อเดียว ที่เป็นสารละลาย
หรือเป็นสารบริสุทธิ์

น้ำหวาน เป็นสารเนื้อเดียวที่เป็น.....

เหยือกบาท เป็นสารเนื้อเดียวที่เป็น.....

พิวส์ไฟฟ้า เป็นสารเนื้อเดียวที่เป็น.....



2) ใช่แล้ว น้ำหวาน, เหยือกบาท และ พิวส์ไฟฟ้า เป็นสารเนื้อเดียวที่เป็นสารละลาย
และนักเรียนคงอยากจะทราบต่อไปอีกว่า ใน น้ำหวาน, เหยือกบาท และ พิวส์ไฟฟ้า
นี้ มีสารใดเป็นส่วนประกอบอยู่บ้าง และจะทราบได้อย่างไรว่า ส่วนประกอบของ
สารละลายนั้น ๆ สารใดทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย และสารใดทำหน้าที่เป็นตัว
ถูกละลาย

ตอบได้ไม่ยากเลย ติดตามบทเรียนนี้ต่อไปสิคะ แล้วนักเรียนจะมีความกระจ่าง
ในคำถามเหล่านั้น

โดย

- 1) น้ำหวาน เป็นสารเนื้อเคี้ยวที่เป็น สารละลาย
เหรียญบาท เป็นสารเนื้อเคี้ยวที่เป็น สารละลาย
ชีวส์ไฟฟ้า เป็นสารเนื้อเคี้ยวที่เป็น สารละลาย

3) ก่อนอื่นเรามาศึกษา<u>จุดประสงค์</u>ของบทเรียนนี้ก่อน ซึ่งมีดังนี้ - เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องยกตัวอย่าง สารละลายได้ และบอกได้ว่าสารละลายนั้น ๆ มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ
4) - เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องบอก <u>เกณฑ์การตัดสิน</u> ว่าในสารละลายหนึ่ง ๆ มีส่วนประกอบใดเป็น<u>ตัวทำละลาย</u> และ<u>ตัวถูกละลาย</u>ได้
5) - เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า ส่วนประกอบในสารละลายนั้น ๆ สารใดเป็นตัวทำละลาย และสารใดเป็นตัวถูกละลาย
6) ก่อนจะบ่งชี้ตัวทำละลาย และตัวถูกละลายในสารละลาย <u>เรามาทบทวนความรู้</u>เดิมเกี่ยวกับ " สารละลาย " ซึ่งนักเรียนได้ศึกษาจากบทเรียนที่แล้วมา - สารที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ ตั้งแต่ 2 ชนิดมารวมเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกว่า.....
7) ไขข้อแล้ว คำจำกัดความที่กล่าวถึงในกรอบที่ 6 คือความหมายของ " สารละลาย " นอกจากนี้ <u>สารละลาย</u> ยังมีความหมายอีกอย่างหนึ่งคือ หมายถึง <u>สารที่ประกอบ-ด้วยตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน</u> ฉะนั้น ในสารละลายชนิดหนึ่ง ๆ ต้องประกอบไปด้วยสารที่ทำหน้าที่เป็นตัว..... และตัว เสมอ
8) และนักเรียนยังได้ศึกษาเกี่ยวกับ ตัวอย่างของสารละลายที่เป็นของแข็ง, ของเหลว และ ก๊าซ เช่น นาก, น้ำเชื่อม, อากาศ. และทราบว่า (มีข้อหน้าที่ 6)

เฉลย

6) เรียกว่า สารละลาย (เก่งมาก ที่ยังทำได้)

7) สารที่ทว่าหน้าที่เป็น ตัวทำละลาย และ ตัวถูกละลาย
(คีจิงเคย ยังจำได้)

น้ำ เป็นสารละลายที่มีสถานะ..... โดยมี ทองแดง และ ทองคำ เป็นส่วนประกอบ
น้ำเชื่อม เป็นสารละลายที่มีสถานะ..... โดยมี น้ำ และ น้ำตาลทราย
 เป็นส่วนประกอบ

อากาศ เป็นสารละลายที่มีสถานะ..... โดยมี ก๊าซไนโตรเจน,
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซออกซิเจน และ ไอน้ำ เป็นส่วนประกอบ

9) ใต้แล้ว น้ำ, น้ำเชื่อม และอากาศ เป็นสารละลายที่มีสถานะ เป็นของแข็ง
 ของเหลว และ ก๊าซ ตามลำดับ
 จากตัวอย่างของสารละลายเหล่านี้ แสดงให้เห็นว่า สารละลายมีได้กี่สถานะ.....

10) นอกจากนี้ในบทเรียนที่ผ่านมา นักเรียนยังได้ศึกษาถึง สารเนื้อเดียวเหล่านี้
 " น้ำหวาน แนนพาสีน(ลูกเหม็น) เหยี่ยวบาท น้ำอัดลม ทองเหลือง ตะกั่ว
 ไอโอดีน อากาศ หิงเจอร์ไอโอดีน ยาบ้วนปาก ยาล้างแผล น้ำหมึก "

จากกลุ่มสารตัวอย่าง นักเรียนบอกครูอีกครั้งที่ว่า
 สารเนื้อเดียวที่เป็นสารบริสุทธิ์ ได้แก่สารใดบ้าง

สารเนื้อเดียวที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้แก่....., ..., ...



11) จากกรอบที่ 10 สารเนื้อเดียวที่เป็นสารละลาย ได้แก่.....,



เฉลย

- 8) นาก เป็นสารละลายที่มีสถานะ ของแข็ง
น้ำเชื่อมเป็นสารละลายที่มีสถานะ ของเหลว
อากาศ เป็นสารละลายที่มีสถานะ ก๊าซ (คือ ใจช่วยนะที่ตอบได้)

- 9) สารละลายมีได้ 3 สถานะ

- 10) สารเนื้อเดียวที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้แก่
แนพชาสิน, ตะกั่ว, ไอโอดีน.

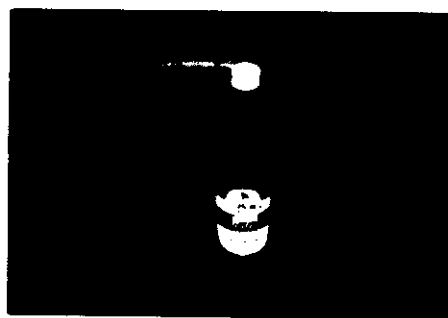
- 11) สารเนื้อเดียวที่เป็นสารละลายได้แก่ น้ำหวาน
เหลืยดบาด, น้ำอัดลม, ทองเหลือง, อากาศ,
ทิงเจอร์ไอโอดีน, ยาบ้วนปาก, ยาล้างแผล และน้ำหมัก

12)



เพื่อน ๆ ที่รักทุกคน เราเชื่อว่าเพื่อน ๆ คงได้ทบทวน
ความรู้เดิมเกี่ยวกับ " สารละลาย " กันพอแล้ว และ
ขณะนี้ คงบอกความหมายของสารละลาย และสถานะ
ของสารละลายได้ด้วย...และสำหรับสารละลายที่คุ้นเคย
ก็คงบอกส่วนประกอบได้ด้วย ต่อจากนี้ไปเราก็จะมารู้จัก
" ตัวทำละลาย " และ " ตัวถูกละลาย " ในสารละลาย

13)



จาก " น้ำเชื่อม " หรือ " น้ำหวาน " ดังในภาพ

ได้จากการนำเอา น้ำ และ น้ำตาลทราย (ซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์ที่เป็นสารประกอบ)
มาต้มจนเป็นเนื้อเดียวกัน และอาจมีการผสม สี และ สารเก็กกลิ่น ให้ดูน่ารับประทาน
และเพื่อให้เก็บไว้ได้นาน อาจเพิ่ม " วัตถุกันเสีย " ไว้ด้วย

ดังนั้น น้ำเชื่อม หรือ น้ำหวาน นี้จึงเป็นสารละลายที่มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ
..... และ

และอาจมี, ... และ..... ด้วย.

เคย

13) น้ำเชื่อมหรือน้ำหวาน มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ

น้ำ และ น้ำตาลทราย

และอาจมี สี , สารเกดกลิ่น และ วัตถุกันเสีย ด้วย

(คือน้ำ ที่ชอบได้หมดเลย)

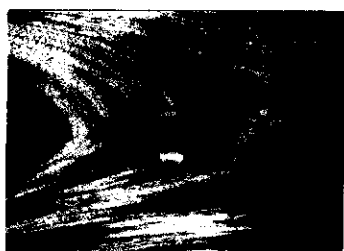
14)



ควาซาร์ (ดังในภาพ) มี ทองแดง และ
นิกเกิล เป็นส่วนประกอบ

ฉะนั้น ควาซาร์ เป็นสารละลายที่มีส่วนประกอบ
คือ..... และ

15)



พิวส์ไฟฟ้า (ดังในภาพ) (เป็นรูปแบบหนึ่งของพิวส์
มีลักษณะแบบเส้นลวด มีใช้ตามบ้านเรือนทั่วไป)

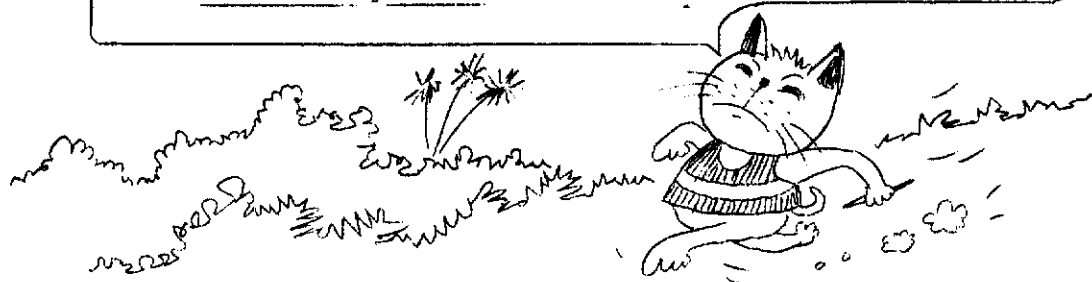
มี บิสมีท์, ตะกั่ว และดีบุก เป็นส่วนประกอบ

ฉะนั้น พิวส์ไฟฟ้า เป็นสารละลายที่มีส่วนประกอบ
คือ, ... และ

16)

เมื่อกล่าวถึงสารละลาย เราจะต้องรู้จักตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย
ในสารละลายนั้น

จากตัวอย่างของสารละลายที่กล่าวถึงในกรอบที่ 13-14-15 และ
สารละลายอื่น ๆ อีกมากมาย เราจะรู้ได้อย่างไรว่า ส่วนประกอบใน
สารละลายนั้น ๆ ตัวใดเป็นตัวทำละลาย และตัวใดเป็นตัวถูกละลาย
เรามาคิดตามกันต่อไป ถึง เกณฑ์การตัดสินใจ หรือแนวทางที่จะบ่งบอก
ว่า ส่วนประกอบในสารละลายหนึ่ง ๆ นั้น สารใดเป็นตัวทำละลาย
และ สารใดเป็นตัวถูกละลาย

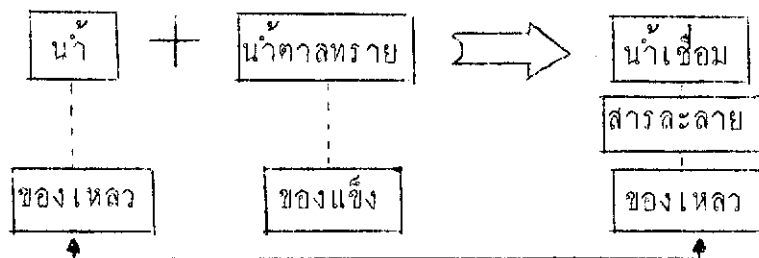


เฉลย

14) เหยี่ยวบาท มีส่วนประกอบคือ
ทองแดง และ นิกเกิล

15) พิวส์ไฟฟ้า มีส่วนประกอบคือ
บิสมีท , ตะกั่ว และ ทิน

17) ในเรื่องของสารละลาย ถ้านำสารที่มีสถานะต่างกัน มาละลายซึ่งกันและกัน เช่น ของแข็งละลายในของเหลว, ก๊าซละลายในของเหลว ฯลฯ เราจะถือว่า สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลาย เป็นตัวทำละลาย : ดังตัวอย่าง

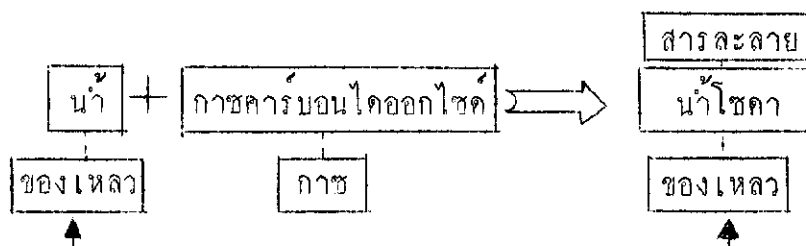


จากแผนภาพ : น้ำ ซึ่งมีสถานะเดียวกับ น้ำเชื่อม

ดังนั้น สารละลาย "น้ำเชื่อม" มีสารที่เป็นตัวทำละลาย คือ.....

และสารที่เป็นตัวถูกละลาย คือ

18)



จากแผนภาพ น้ำ มีสถานะเดียวกับ น้ำโซดา

ดังนั้น สารละลาย "น้ำโซดา" มีสารที่เป็นตัวทำละลาย คือ.....

และสารที่เป็นตัวถูกละลาย คือ.....

19) ในชีวิตประจำวันเราจะพบสารละลายต่าง ๆ ที่มี น้ำ เป็นตัวทำละลายเป็นส่วนมาก ทั้งนี้เพราะน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี ดังนั้นในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย จึงมักไม่ระบุตัวทำละลาย เช่น สารละลายโซเดียมคลอไรด์, สารละลายกรดซัลฟริก ฯลฯ ฉะนั้น เมื่อพูดถึง "สารละลายโซเดียมคลอไรด์" เรามักได้ทันทีว่าสารละลายนี้มี เป็นตัวทำละลาย และมี.....เป็นตัวถูกละลาย.

เฉลย

17) น้ำเชื่อม : ตัวทำละลาย คือ น้ำ
ตัวถูกละลาย คือ น้ำตาลทราย

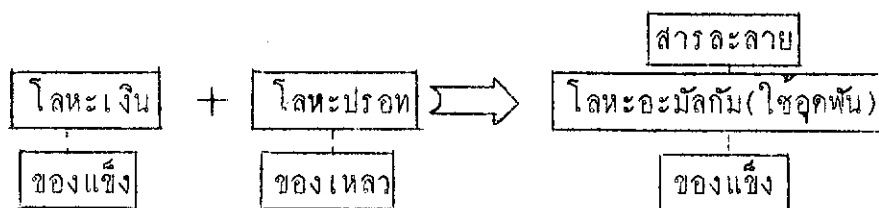
18) น้ำโซดา : ตัวทำละลาย คือ น้ำ
ตัวถูกละลาย คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

19) สารละลายโซเดียมคลอไรด์ มี น้ำ เป็นตัวทำละลาย
และมี โซเดียมคลอไรด์ เป็นตัวถูกละลาย

20) สำหรับสารละลายอื่น ๆ ที่มีสารอื่น (สารที่มีไขมัน) เป็นตัวทำละลาย จะต้องระบุชื่อตัวทำละลายด้วย เช่น สารละลายไอโอดีนในเฮกเซน หมายถึง สารละลายนี้มีไอโอดีน ละลายอยู่ในเฮกเซน

นั่นคือ เมื่อพูดถึง "สารละลายไอโอดีนในเฮกเซน" เราบอกได้ทันทีว่า สารละลายนี้มี.....เป็นตัวทำละลาย และมี..... เป็นตัวถูกละลาย

21) ในกรอบที่ (17-20) กล่าวถึงสารละลายที่มีสถานะเป็น ของเหลว ยังมีสารละลายในสถานะอื่น ๆ อีก แต่อาจจะพบไม่มากนัก เช่น สารละลายในสถานะของแข็ง ดังตัวอย่าง



การจะทราบว่า สารใดเป็นตัวทำละลาย ยังคงยึดหลักเดิม (ดังในกรอบที่ 17) คือ

• สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลาย เป็นตัวทำละลาย •

ฉะนั้น โลหะอะมัลกัมที่ใช้อุดฟัน มีโลหะ..... เป็นตัวทำละลาย และมีโลหะ..... เป็นตัวถูกละลาย

22) จากกรอบที่ (17-21) กล่าวถึงสารละลายที่เกิดจาก สารสถานะต่างกันมาละลายซึ่งกันและกัน และจะยึดหลักว่า สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลาย เป็นตัวทำละลาย แต่ถ้านกรณีที่เป็นสารละลายที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ที่มีสถานะเดียวกันมาละลายซึ่งกันและกัน เช่น ของแข็งกับของแข็ง, ของเหลวกับของเหลว, ก๊าซกับก๊าซ.

เราถือหลักว่า สารที่มีปริมาณมากเป็น ตัวทำละลาย และสารที่มีปริมาณน้อยเป็น -

- ตัวถูกละลาย * ดังตัวอย่าง

แอลกอฮอล์ที่ใสๆ เชื้อโรค	มีส่วนประกอบคือ	เอทานอล 70%	+	น้ำ 30%
		(มีต่อหน้า 11)		

เฉลย

- 20) สารละลายไอโอดีนในเฮกเซน มีเฮกเซน เป็นตัวทำละลาย
และมี ไอโอดีน เป็นตัวถูกละลาย
(ทอยอย่างนี้ ก็ถูกซิคะ)

- 21) โลหะอะมัลกัม มีโลหะ เงิน เป็นตัวทำละลาย
และมีโลหะ ปรอท เป็นตัวถูกละลาย
(คือใจ๋ว้ยที่ทอยเช่นนี้)

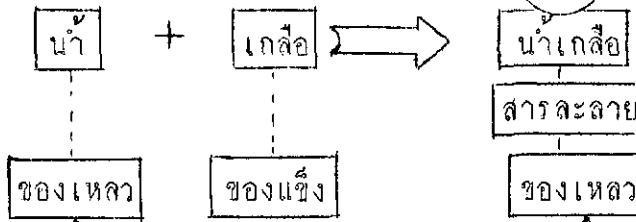
จากตัวอย่าง จะเห็นว่า "แอลกอฮอล์ที่โซ้ฆ่าเชื้อโรค" มีเอทานอลมากกว่าน้ำ
(คือมีเอทานอล 70 ส่วนใน 100 ส่วน และมีน้ำ 30 ส่วนใน 100 ส่วน)

ฉะนั้น " แอลกอฮอล์ที่โซ้ฆ่าเชื้อโรค " มี เป็นตัวทำละลาย
และมี เป็นตัวถูกละลาย

23)

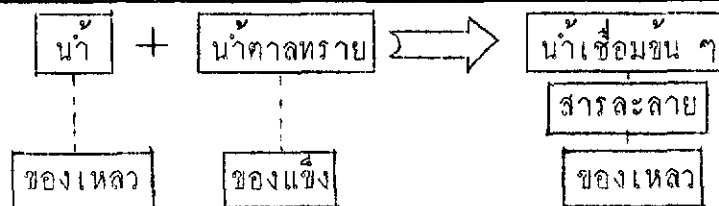


ตั้งแต่กรอบที่ (23) นี้เป็นต้นไป ถึงกรอบที่ (30) นักเรียนจะได้บ่งชี้
ตัวทำละลายและตัวถูกละลายในสารละลายต่าง ๆ ตามหลักเกณฑ์
ที่นักเรียนได้ศึกษาไปแล้วตั้งแต่กรอบที่ (16-22) ดังนี้

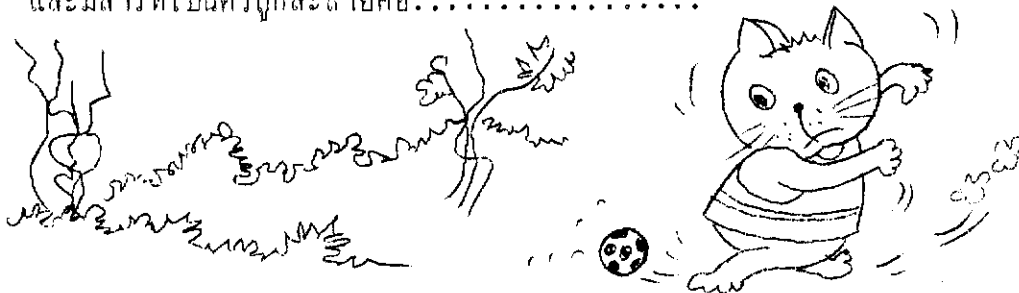


จากแผนภาพ สารละลาย "น้ำเกลือ" มีสารที่เป็นตัวทำละลายคือ.....
และสารที่เป็นตัวถูกละลายคือ.....

24)



สารละลาย " น้ำเชื่อมที่เคี่ยวจนข้น " มีสารที่เป็นตัวทำละลายคือ.....
และมีสารที่เป็นตัวถูกละลายคือ.....



เฉลย

22) แอดกอดฮอลที่ใช้ฆ่าเชื้อโรค มี เอทานอล เป็นตัวทำละลาย
และ น้ำ เป็นตัวถูกละลาย
(ตอบได้ถูก ตามเกณฑ์ที่ศึกษาไป)

23) น้ำเกลือ มีตัวทำละลายคือ น้ำ
ตัวถูกละลาย คือ เกลือ
(ตอบได้ดี)

24) น้ำเชื่อมข้น ๆ มีตัวทำละลายคือ น้ำ
มีตัวถูกละลายคือ น้ำตาลทราย
(ตอบถูกอีกแล้ว)

25) สารละลายน้ำคาลทราย(น้ำเชื่อม), สารละลายโซเดียมคลอไรด์(น้ำเกลือ)
และสารละลายกรดซัลฟูริก

ทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นตัวอย่างของสารละลายที่มี น้ำ เป็นตัวทำละลาย ซึ่งเราจะไม่ระบุ
ตัวทำละลาย(คือจะไม่ระบุว่าในน้ำ ไว้) แต่ถ้ามีสารอื่นที่มีไชน้ำ เป็นตัวทำละลาย
เราจะต้องระบุทั้งตัวทำละลายนั้น ๆ ด้วย

เช่น สารละลายไอโอดีนในเฮกเซน มีเฮกเซน เป็นตัวทำละลาย

และ ไอโอดีน เป็นตัวถูกละลาย

ดังนั้น สารละลายไอโอดีนในเฮกเซนอล(ดึงเจอร์ไอโอดีน) มี.....

เป็นตัวทำละลาย และมี เป็นตัวถูกละลาย

26) สารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ มี.....

เป็นตัวทำละลาย และมี..... เป็นตัวถูกละลาย

27) สารละลายบางชนิด มีตัวถูกละลายหลายชนิด เช่นพิวส์ไฟฟ้า (คังภาพ)

พิวส์ไฟฟ้า	มีส่วนประกอบคือ	บิสมีท ประมาณ 50%	+	ตะกั่ว ประมาณ 25%	+	ดีบุก ประมาณ 25%



จากแผนภาพ พิวส์ไฟฟ้า มี..... เป็นตัว
ทำละลาย มี..... และ
เป็นตัวถูกละลาย

28)

เหล็กกล้าปลอดสนิม	ประกอบด้วย	โครเมียม ประมาณ 18%	+	นิกเกิล ประมาณ 8%	+	คาร์บอน ประมาณ 1%	+	เหล็ก ประมาณ 73%

ฉะนั้น "เหล็กกล้าปลอดสนิม" มีตัวทำละลายคือ.....และตัวถูกละลาย
คือ....., ... และ

เฉลย

25) สารละลายไอโอดีนในเอทานอล มี เอทานอล เป็นตัวทำละลาย
และมี ไอโอดีน เป็นตัวถูกละลาย

26) สารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ มี
คาร์บอนเตตระคลอไรด์ เป็นตัวทำละลาย
และมี โบรมีน เป็นตัวถูกละลาย

27) พิวส์ไฟฟ้า มี ปัสมาท์ เป็นตัวทำละลาย
และมี ตะกั่ว และ ดีบุก เป็นตัวถูกละลาย

28) เหล็กกล้าปลอดสนิม มีตัวทำละลายคือ เหล็ก
และตัวถูกละลายคือ โครเมียม, นิกเกิล และ คาร์บอน
(ติงค้าย สำหรับนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องทั้ง 4 กรอบ
สำหรับนักเรียนที่ตอบผิดไปบ้าง ก็ไม่ต้องเสียใจ
ลองศึกษา ทบทวน ดูอีกครั้ง รับรองไม่พลาดแน่)

29)

"จากภาพของเหรียญบาท"



เหรียญบาท	ประกอบด้วย	ทองแดง	+	นิกเกิล
		75%		25%

ฉะนั้น สารละลาย "เหรียญบาท" มีสารที่เป็นตัวทำละลายคือ.....และตัวถูกละลายคือ.....

30)

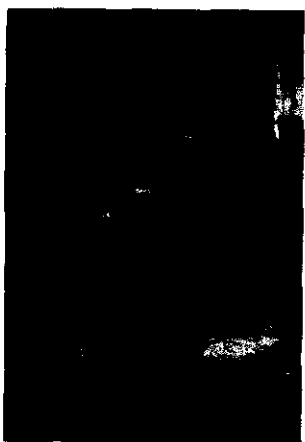
กาซหุงต้ม

ประกอบด้วย

กาซโพรเพน
ประมาณ
70%

+
กาซบิวเทน
ประมาณ
30%

+
สารมีกลิ่น
ปริมาณ
เล็กน้อย



ฉะนั้น สารละลาย "กาซหุงต้ม" (ในถังกาซดังในภาพ)

มีสารที่เป็นตัวทำละลายคือ.....

ตัวถูกละลายคือ..... และสารมีกลิ่น.

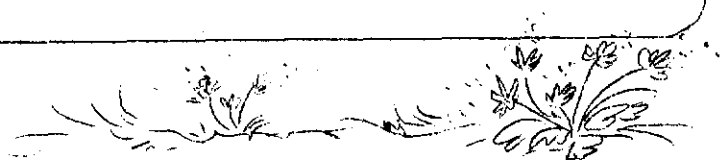
(สารมีกลิ่น เป็นสารประกอบที่ผสมในกาซหุงต้ม เพื่อเตือนให้ทราบว่า มีกาซรั่วจากถังที่บรรจุกาซหรือไม่

31)



เพื่อจะได้ทราบว่า ที่นักเรียนศึกษาไปแล้วนี้ บรรลุจุดประสงค์
มากน้อยเพียงใด จึงขอให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้

- สารละลาย หมายถึง สารที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดมารวมเป็นเนื้อเดียวกัน หรืออาจกล่าวได้อีกความหมายหนึ่งว่า
- สารละลาย หมายถึง สารที่ประกอบด้วยตัว.....และตัว..... ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน



เจดีย์

29) เกรียงปัทม มีตัวทำละลายคือ ทองแดง
ตัวถูกละลายคือ นิกเกิล

30) ก๊าซหุงต้ม มีตัวทำละลายคือ ก๊าซโพรเพน
ตัวถูกละลาย คือ ก๊าซบิวเทน และสารมีกลิ่น

31) ประกอบด้วย ตัวทำละลาย และ ตัวถูกละลาย
(ใจค้ายคะ ที่ตอบได้อีกแล้ว)

32) ในสารละลายหนึ่ง ๆ สารใดเป็นตัวทำละลาย พิจารณาได้จาก

กรณีที่ สารละลายเกิดจากการนำสารที่มีสถานะต่างกันมาละลายซึ่งกันและกัน เช่น
ของแข็งละลายในของเหลว, ก๊าซละลายในของเหลว ฯลฯ
สารที่เป็นตัวทำละลาย ต้องเป็นสารที่มีสถานะเดียวกับ.....
ส่วนสารที่เหลือก็จะเป็นตัวถูกละลาย

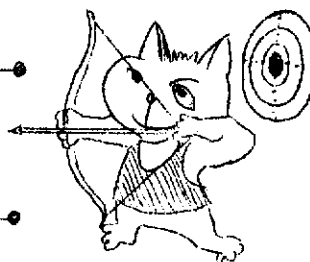
33) กรณีที่ สารละลายเกิดจากการนำสารที่มีสถานะเดียวกัน มาละลายซึ่งกันและกัน
เช่น ของเหลวกับของเหลว, ของแข็งกับของแข็ง ฯลฯ

สารที่เป็นตัวทำละลาย ต้องเป็นสารที่มีปริมาณ.....
ส่วนสารที่มีปริมาณ..... จะเป็นตัวถูกละลาย



34) ถ้า นาก เป็นสารละลายที่ประกอบด้วย ทองคำและทองแดง โดยมีทองคำประมาณ
30-40% (ไม่ถึง 50%) นอกนั้นเป็นทองแดง

ฉะนั้น " นาก " มี..... เป็นตัวทำละลาย
และมี..... เป็นตัวถูกละลาย



35) จงบ่งชี้ ตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย ในสารละลายต่อไปนี้

	สารละลาย	ตัวทำละลาย	ตัวถูกละลาย
1.	สารละลายเกลือแกง	.....	.....
2.	สารละลายกรดไฮโดรคลอริก	.....	.....
3.	สารละลายไอโอดีนในเอทานอล	.....	.....
4.	สารละลายโบรมีนในคาร์บอน- เตตระคลอไรด์	.....	.....

เฉลย

32) ตัวทำละลายต้องมีสถานะเดียวกับ สารละลาย

33) ตัวทำละลายต้องมีปริมาณ มาก
ที่มีปริมาณ น้อย เป็นตัวถูกละลาย

34) นาก มี ทองแดง เป็นตัวทำละลาย
มี ทองคำ เป็นตัวถูกละลาย

35)

	ตัวทำละลาย	ตัวถูกละลาย
1	<u>น้ำ</u>	<u>เกลือแกง</u>
2	<u>น้ำ</u>	<u>กรดไฮโดรคลอริก</u>
3	<u>เอทานอล</u>	<u>ไอโอดีน</u>
4	<u>คาร์บอน-</u> <u>เตตระคลอไรด์</u>	<u>โบรมีน</u>

(ถ้าตอบถูก 3 ใน 4 ตัว ก็นับว่าสี่คะแนน)

36) จากกรอบที่ (35) ชี้ให้เห็นว่า

สารละลายใดที่มี น้ำ เป็นตัวทำละลาย จะมีการระบุตัวทำละลายไว้หรือไม่.....
 แต่ถ้าเป็นสารละลายที่มีสารอื่น(ที่มีโซ่น้ำ) เป็นตัวทำละลาย จะมีการระบุ -
 ตัวทำละลายไว้หรือไม่

37) เหล็ก (สแตนเลส) ประกอบด้วย เหล็ก 70%, โครเมียม 18%,

นิกเกิล 8%, แมงกานีส 2%, ซิลิคอน 1% และธาตุอื่น ๆ 1%

ฉะนั้น " เหล็ก (สแตนเลส) " มี..... เป็นตัวทำละลาย และ
 มีตัวถูกละลายคือ....., ..., ..., ...
 รวมทั้งธาตุอื่น ๆ อีก 1%

38) ทองขาว ประกอบด้วย ทองคำ 30%, แพลเลเดียม 30%, เงิน 40%.

ฉะนั้น " ทองขาว " มี..... เป็นตัวทำละลาย และมีตัวถูกละลาย
 คือ....., ...

39)



เป็นไงอะ ทั้งแต่กรอบที่ (31-38) เพื่อนนักเรียนคงตอบ
 ถูกหมดใช่ไหมอะ ดีใจด้วยอะ แต่ถ้าเพื่อนนักเรียนคนใด
 ตอบผิดไปบ้าง ก็ไม่ต้องเสียใจนะอะ ลองทบทวนบทเรียน
 อีกสักครั้ง รับรองว่า เราก็นั่ง (หนึ่งเดียวคนนี้)
 เหมือนกัน ฮิ ฮิ ฮิ.

เฉลย

- 36) ถ้ามีน้ำเป็นตัวทำละลาย จะไม่มี การระบุตัวทำละลาย
ถ้ามีสารอื่นเป็นตัวทำละลาย จะ มี การระบุตัวทำละลาย

- 37) เหล็ก(สเทนเลส) มี เหล็ก เป็นตัวทำละลาย
ตัวถูกละลายคือ โครเมียม, นิกเกิล, แมงกานีส,
ซิลิกอน

- 38) ทองขาว มี เงิน เป็นตัวทำละลาย
มีตัวถูกละลายคือ ทองคำ และ แพลเลเดียม
(เติ๋ยวนี้ ฉันตอบถูกทั้ง 3 กรอบ เลยละ)

40)



เพื่อเป็นการสรุปทำให้เกิดความเข้าใจในบทเรียนดีขึ้น ฉะนั้น
ขอให้นักเรียนทบทวนจุดที่ยังไม่เข้าใจอีกครั้ง และเมื่อเข้าใจ
ดีแล้ว ให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติม แล้วยกตัวอย่างสารละลาย
โดยเติมลงในตาราง ซึ่งแสดงการแบ่งสารละลายออกเป็น
9 ชนิด ตามประเภทของตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย
(ตามตาราง) (โดยทำลงในสมุดแบบฝึกหัดของนักเรียน
แล้วนำเสนอครู ในวันรุ่งขึ้น)

สถานะของ สารละลาย	สถานะของ ตัวทำละลาย	สถานะของ ตัวถูกละลาย	ตัวอย่างของสารละลาย
ของแข็ง	ของแข็ง	ของแข็ง	.....
	ของแข็ง	ของเหลว	.....
	ของแข็ง	ก๊าซ	.....
ของเหลว	ของเหลว	ของแข็ง	.....
	ของเหลว	ของเหลว	.....
	ของเหลว	ก๊าซ	.....
ก๊าซ	ก๊าซ	ของแข็ง	.....
	ก๊าซ	ของเหลว	.....
	ก๊าซ	ก๊าซ	.....

41)

เพื่อนนักเรียนที่รักทุกคน คงศึกษาถึงกรอบที่ 41 แล้วใช่ไหม ค่ะ
แล้วอย่าลืมทำการบ้านส่งครูด้วยนะ (โจทย์ในกรอบ 40 ใจละ)
อ้อ... ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนะ แหล่งค้นคว้า ก็ห้องสมุดใจละ
ถ้าสงสัยอะไร ให้ปรึกษาครูได้เสมอ ไว้ค่อยพบกันใหม่

● สวัสดีนักเรียนทุกคน ไปละ โอ้ลลลล...



บทเรียนโปรแกรม

ประกอบ

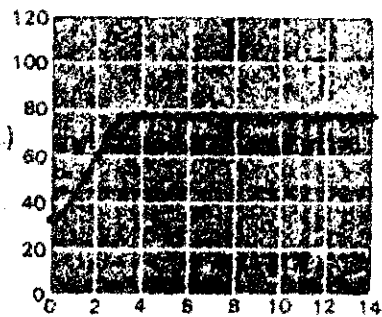
เหตุการณ์การสั่นของแกนเซ

เรื่อง

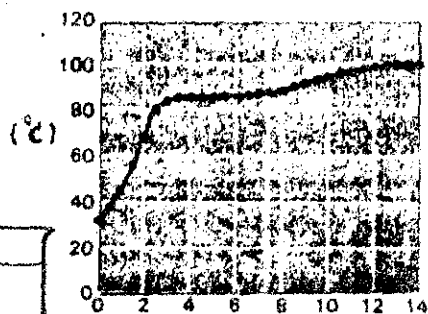
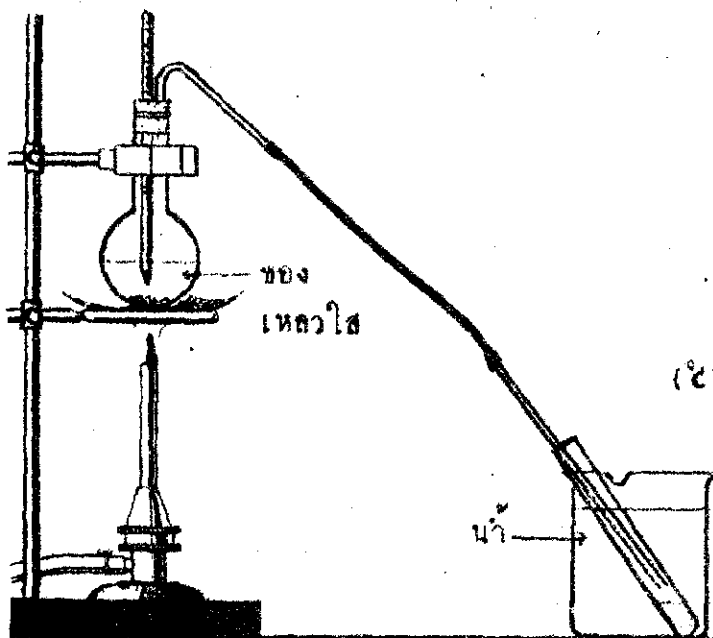
การตรวจสอบ

สารละลายและสารบริสุทธิ์

เล่ม ๑



เวลา (นาที)



เวลา (นาที)

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง การตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์

เวลา 2 คาบ

" การเลือกของสารละลายและสารบริสุทธิ์ "

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถระบุความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิขณะเลือกของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนจัดอุปกรณ์แล้วทำการทดลอง เพื่อศึกษาอุณหภูมิขณะเลือกของสารได้
2. นักเรียนบอกได้ว่า เหตุใดจึงต้องใส่เศษกระเบื้องที่มีรูพรุนลงในหลอกกลั่นสาร
3. นักเรียนบอกความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิขณะเลือกของน้ำ และสารละลายเอทานอลในน้ำ ได้
4. นักเรียนใช้อุณหภูมิขณะเลือกของสาร ตัดสินได้ว่า สารใดเป็นสารบริสุทธิ์ และสารใดเป็นสารละลาย
5. นักเรียนอธิบายได้ว่า เหตุใดขณะสารบริสุทธิ์เลือก อุณหภูมิจึงคงที่ แต่อุณหภูมิขณะเลือกของสารละลายไม่คงที่

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาว์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายมาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่องการตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์ " การเคี้ยวของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) ได้รับความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่ 1
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่ 2-6
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่ 7-10
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่ 11-12
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่ 13-14
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	}	ได้แก่ กรอบที่ 15-20
7) นักเรียนทราบบผลการปฏิบัติ		
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่ 21-29
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน	ได้แก่	กรอบที่ 30-33
ทำรายงาน หากความรู้เพิ่มเติม		

.....

" การตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์ "

" การเลือกของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ "

1)



ถ้ามีสารเนื้อเดียวกันหนึ่ง เป็นของเหลวใส
ไม่มีสี (ดังเช่นในภาพ) เราจะมีวิธีตรวจสอบ

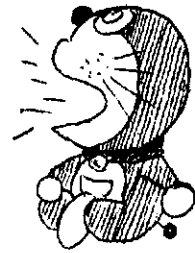
ได้อย่างไรว่า ของเหลวนั้น

เป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์

นักเรียนลองคิดตอบปัญหานี้ไว้

ในใจทุกคน เมื่อได้คำตอบแล้ว

ขอให้นักเรียนศึกษาบทเรียนต่อไป เพื่อจะได้ทราบว่าคำตอบของใคร ถูกต้องมากน้อยเพียงไร

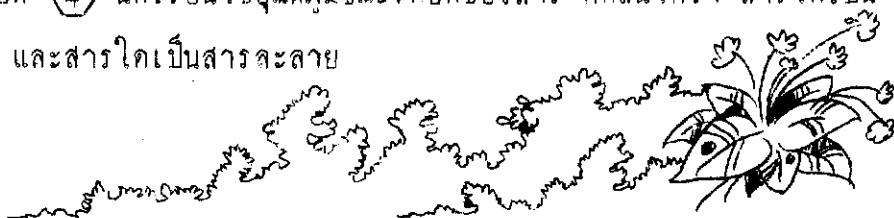


2) ก่อนอื่นเรามาศึกษาจุดประสงค์ของบทเรียนนี้ก่อน ซึ่งมีดังนี้ - ในการศึกษาบทเรียนนี้ นักเรียนต้องจัดอุปกรณ์ทำการทดลอง เพื่อศึกษาคุณสมบัติเลือกของสารได้

3) ในการทดลอง นักเรียนต้องบอกได้ว่า เหตุใดจึงต้องใส่เศษกระเบื้องที่มีรูพรุนลงในหลอดกลั่นสาร

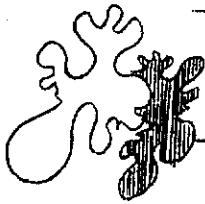
4) เมื่อทำการทดลองในบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องบอกความแตกต่าง ของคุณสมบัติเลือกของน้ำ และสารละลายเอทานอลในน้ำได้

5) จากกรอบที่ (4) นักเรียนใช้คุณสมบัติเลือกของสาร ตัดสินได้ว่า สารใดเป็นสารบริสุทธิ์ และสารใดเป็นสารละลาย

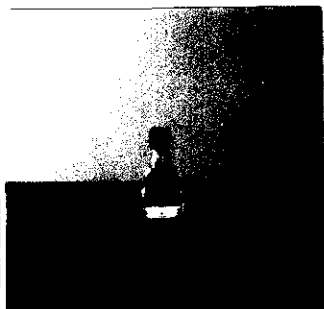


6) เมื่อศึกษาและทำการทดลองในบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องอธิบายได้ว่า เหตุใด
ขณะสารบริสุทธิ์เดือด อุณหภูมิจึงคงที่ แต่อุณหภูมิขณะเดือดของสารละลายไม่คงที่

7)



ก่อนที่จะทำการศึกษาในบทเรียนนี้ต่อไป เรามาทบทวนความรู้
เดิม กันสักเล็กน้อยก่อน

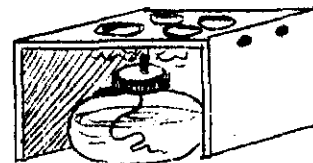


"ในการศึกษาเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย"

ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. เมื่อมีการนำของเหลวชนิดหนึ่ง
มาพิจารณา และมองเห็นเป็นสารเนื้อเดียวไม่มีสี (คงภาพ)
นักเรียนจะบอกทันทีได้หรือไม่ว่า ของเหลวนี้เป็นสารละลาย
และประกอบด้วยสารอะไรบ้าง

8) ใช่แล้ว จากของเหลวใสไม่มีสีที่มองเห็นด้วยตาเปล่า จะด่วนสรุป ว่าเป็นสารละลาย
และประกอบด้วยอะไรบ้างยังไม่ได้ ต้องทำการศึกษาคือไป

ซึ่งนักเรียนได้หยดของเหลวสงสัยนั้น ลงในจานหลุมโลหะ
แล้วต้มจนแห้ง (คงภาพ) ถ้ามีของแข็งเหลืออยู่ จึงจะ
สรุปได้ทันทีว่า ของเหลวนี้เป็น



(เพราะของเหลวนี้มีส่วนประกอบ ที่เป็นของเหลวที่ระเหยได้
และส่วนประกอบที่เป็นของแข็ง และเหลืออยู่ในจานหลุมโลหะ)

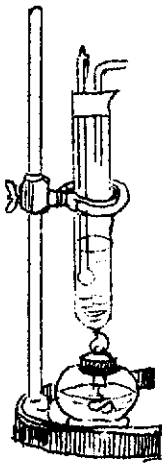


เฉลย

7) บอกไม่ได้

8) สรุปได้ทันทีว่าของเหลวนั้นเป็น สารละลาย

9)



จากกรอบที่ ๘ ถ้านักเรียนต้มของเหลวในจานหลุมโลหะจนแห้ง และไม่มีของแข็งเหลืออยู่เลย นักเรียนต้องทำการทดลองต่อไป โดยการค้นหาอุณหภูมิขณะเดือดของสาร (ค้างภาพ) ถ้าอุณหภูมิขณะเดือดเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ไม่คงที่

นักเรียนก็บอกได้ว่า ของเหลวนั้นเป็น.....
เช่นเดียวกัน.

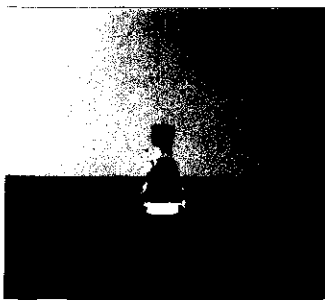
10) จากกรอบที่ ๗-๘-๙ นักเรียนคงได้คิดทบทวนความรู้เดิมเมื่อครั้งเรียนอยู่ชั้นมัธยมต้น และบอกได้ว่า สารละลายมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่หรือไม่.....
(และขณะนี้ นักเรียนคงพร้อมที่จะศึกษาบทเรียนใหม่ กันแล้ว)

11)



ขอให้นักเรียนดูภาพ " สารเนื้อเดียวซึ่งเป็นของเหลวใส ไม่มีสี " อีกครั้งหนึ่ง จากภาพที่สังเกตเห็นด้วยตา เราจะบอกกันที่ว่า เป็นสารบริสุทธิ์ หรือเป็นสารละลาย ยังไม่ได้

แต่เราจะมีวิธีตรวจสอบว่าของเหลวใส นั้น เป็นสารบริสุทธิ์ หรือเป็นสารละลาย โดยแบ่งของเหลวใส นั้นมาส่วนหนึ่ง เพื่อระเหยจนแห้งในจานหลุมโลหะ หรือในถ้วยกระเบื้อง ถ้ามีของแข็งเหลืออยู่ สรุปได้ทันทีว่า ของเหลวใส นั้น เป็น



เฉลย

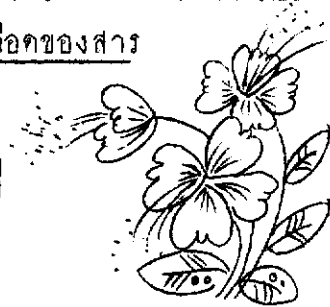
9) ของเหลวนั้นเป็น สารละลาย

10) สารละลายมีอุณหภูมิขณะเดือด ไม่คงที่

11) ถ้ามีของแข็งเหลืออยู่ สรุปได้ทันทีว่า
ของเหลวใส่นั้นเป็น สารละลาย

12) จากกรอบที่ (11) ถ้าผลจากการระเหยนแห้ง ปรากฏว่าไม่มีอะไรเหลืออยู่เลย นักเรียนจะคำนวณรูป ใดหรือไม่ ว่า ของเหลวนั้นเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์
.....

13) ใช่แล้ว คำตอบจากกรอบที่ (12) คือ ถ้าผลการระเหยนแห้ง ปรากฏว่าไม่มีอะไรเหลืออยู่เลย เราก็จะยังสรุปไม่ได้ว่า ของเหลวนั้นเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์ แต่เราจะบอกได้ หลังจากทำการทดลองหาอุณหภูมิขณะเดือดของสาร ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์ อุณหภูมิขณะเดือด จะคงที่ แต่ถ้าเป็น อุณหภูมิขณะเดือด จะไม่คงที่ (ซึ่งนักเรียนจะได้ทำการทดลองต่อไป)



14) ก่อนปฏิบัติการทดลอง ควรปฏิบัติดังนี้

- นักเรียนทุกคนควรศึกษาจุดประสงค์ของการทดลองอย่างละเอียด (มีบอกไว้ในกรอบที่ 2-6 แล้ว)
- นักเรียนทุกคนต้องศึกษาวิธีทำการทดลองให้ละเอียด และเข้าใจ ถ้าสงสัยท่อนใด ต้องรีบปรึกษาครูผู้ควบคุมทันที อย่าปล่อยทิ้งไว้
- เมื่อเข้าใจวิธีทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน ประมาณกลุ่มละ 4 คน ต่ออุปกรณ์ 1 ชุด เพื่อทำการทดลองร่วมกัน

นักเรียนคงพร้อมแล้ว
ปฏิบัติการทดลองที่ 1.1
ทั้งรายละเอียดในกรอบที่ 15
ไว้ต่อไป.



เฉลย

12) ยังสรุปไม่ได้

13) ถ้าเป็น สารละลาย อุณหภูมิขณะเดือดจะไม่คงที่

(คอบได้ก็ ไม่สับสนเลย)

15) การทดลอง 1.1 การเคี้ยวของสารละลายกับสารบริสุทธิ์

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนทราบว่า อุณหภูมิขณะเคี้ยวของสารบริสุทธิ์
กับสารละลาย แตกต่างกันอย่างไร

อุปกรณ์	สารเคมี
1. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 2. หลอดทดลองขนาดเล็ก 3. เทอร์โมมิเตอร์ 0-100 °C 4. หลอดคนำกาชพร้อมสายยางยาว 45 cm 5. จุกยาง 2 รู สำหรับหลอดทดลองขนาดใหญ่ 6. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ 7. ตะเกียงแอลกอฮอล์ และที่กั้นลม 8. ขาค้างพร้อมที่จับหลอด 9. เสมกระเป๋องที่มีรูปพุน	1. น้ำกลั่น 2. สารละลายเอธานอลในน้ำ 3. น้ำ

วิธีทดลอง

- ① รินน้ำกลั่น 10 cm³ ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ใส่เสมกระเป๋องที่มีรูปพุน
ลงไป 2-3 ชิ้น เพื่อช่วยให้ น้ำ เคี้ยวสมว่า เสมอ ปิดปากหลอดด้วยจุกยางที่มี
เทอร์โมมิเตอร์และหลอดคนำกาชเสียบอยู่ โดยให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จุ่ม
ในน้ำ และให้ปลายของหลอดคนำกาชอยู่ในหลอดทดลองที่แช่อยู่ในปีกเกอร์ที่มีน้ำ
บรรจุอยู่ (สังภาพการจึกเครื่องมือเพื่อทดลองการเคี้ยวของสาร)
- ② ท้มน้ำ แล้วบันทึกอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 30 วินาทีจนกระทั่งครบ 6 นาที
- ③ ทำการทดลองซ้ำ แต่ใช้สารละลายเอธานอลในน้ำ แทนน้ำกลั่น
- ④ เขียนกราฟ ระหว่างอุณหภูมิ กับ เวลา



เฉลย

ตัวอย่างผลการทดลอง 1.1

สาร	อุณหภูมิ (°C) ณ วินาทีที่												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
น้ำกลั่น	32	55	74	86	99	100	100.5	101	101	101	101	101	101
เอธานอลในน้ำ	34	52	70	85	85.5	86	87	88.5	91.5	93	95	97	100

หมายเหตุ การตรวจสอบผลการทดลอง กับ เฉลยนี้

(ตัวเลข ไม่จำเป็นต้องเหมือนในเฉลย ให้ดูแต่แนวโน้มของความ
มากขึ้น และความคงที่ของตัวเลขเท่านั้น)

16) จากผลการทดลองของนักเรียน จะได้ว่า

อุณหภูมิขณะเดือดของน้ำกลั่น คงที่หรือไม่ ถ้าคงที่ ได้ว่าคงที่ที่อุณหภูมิเท่าใด

.....

17) อุณหภูมิขณะเดือดของเอธานอลในน้ำ คงที่หรือไม่ ถ้าคงที่ ได้ว่าคงที่ที่อุณหภูมิเท่าใด

.....

18) ใช่แล้ว จากกรอบที่ (16, 17) จะได้ว่า "น้ำกลั่นมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่"

(แต่ละกลุ่ม อาจได้ค่าคงที่นี้แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย) ซึ่งจะตรงกันข้ามกับ

อุณหภูมิขณะเดือดของเอธานอลในน้ำ

นั่นคือ อุณหภูมิขณะเดือดของเอธานอลในน้ำจะ..... (ให้ตอบว่าคงที่หรือไม่คงที่)

19) " ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์ อุณหภูมิขณะเดือดจะคงที่ ส่วนสารละลายอุณหภูมิขณะเดือดจะไม่คงที่ "

ฉะนั้น จากกรอบที่ (18)

" น้ำกลั่น " เป็น..... เพราะอุณหภูมิขณะเดือด คงที่
ส่วน " เอธานอลในน้ำ " เป็น..... เพราะอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่

20)



ให้นักเรียนนำผลการทดลอง จากตารางบันทึกผลการทดลองของกลุ่มนักเรียน แล้วเขียนกราฟระหว่าง อุณหภูมิกับเวลา ลงในกระดาษกราฟ ในกรอบนี้ (การลากเส้นกราฟ ให้ลากเส้นตรงผ่านจุดต่าง ๆ ให้มากที่สุด อาจไม่จำเป็นต้องผ่านทุกจุด) เมื่อได้เส้นกราฟแล้ว ให้เขียนกำกับเส้นกราฟแต่ละเส้นด้วยว่า เป็นเส้นกราฟของ น้ำกลั่น หรือของ เอธานอลในน้ำ

เฉลย

16) คงที่ ที่อุณหภูมิ 101°C

(ของกลุ่มนักเรียนอาจได้ค่าไม่ตรงตามนี้ แต่ถ้าใกล้เคียงก็ใช้ได้)

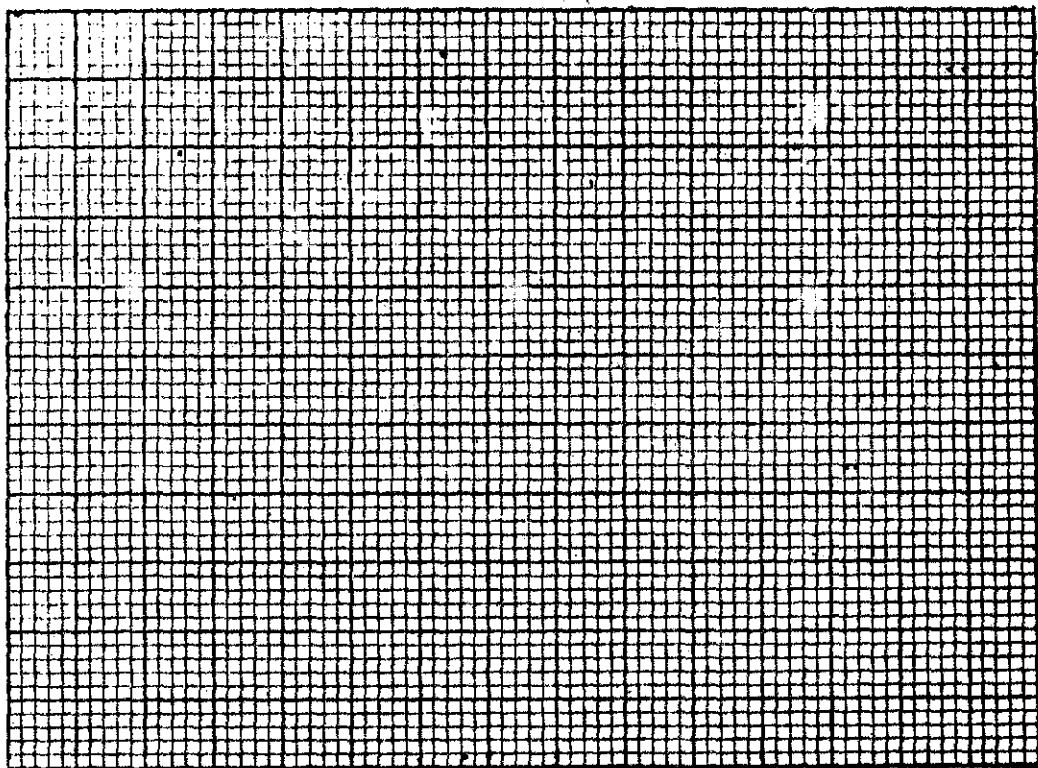
17) ไม่คงที่

18) ไม่คงที่

19) น้ำกลั่น เป็น สารบริสุทธิ์

เอทานอลในน้ำ เป็น สารละลาย

(ต่อจากกรอบ 20) *กราฟแสดง อุณหภูมิขณะเดือดของน้ำก้น และเอธานอลในน้ำ *



เส้นกราฟแสดงอุณหภูมิขณะเดือดของน้ำก้น และเอธานอลในน้ำ เหมือนกัน หรือไม่
ต่างกันอย่างไร

- 21) เพื่อจะได้ทราบว่า พี่นักเรียนทำการทดลอง และศึกษาน้ำที่ไปแล้ว บรรจ
ทุกประสงค์มากนักน้อยเพียงใด จึงขอให้พี่นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้

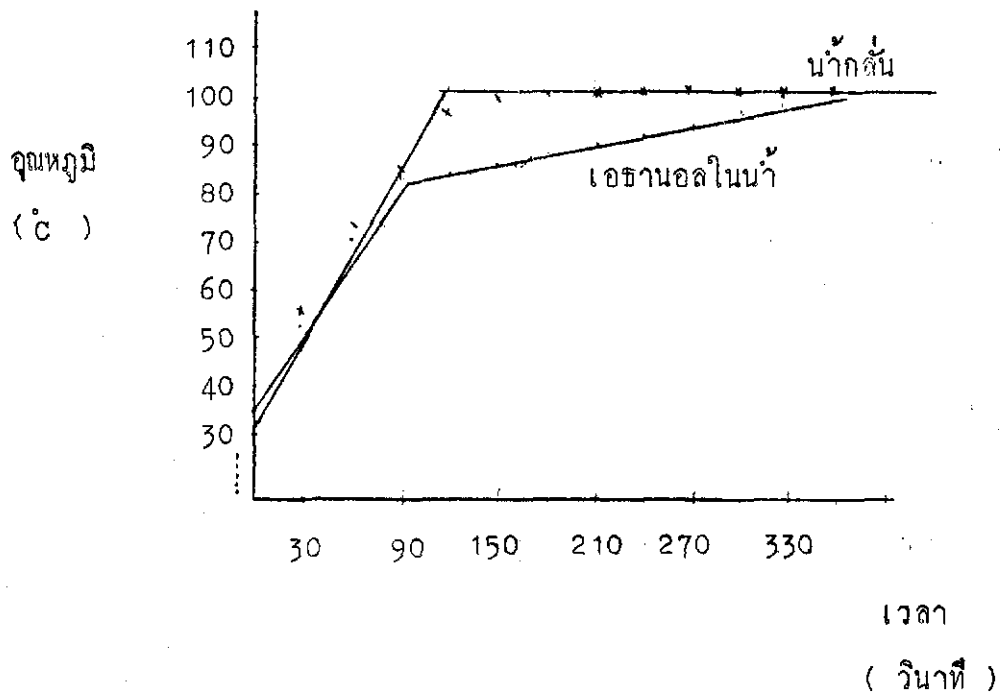
จากการทดลอง 1.1 อุณหภูมิขณะเดือดของ " น้ำก้น " และ
" เอธานอลในน้ำ " แตกต่างกันอย่างไร.....



.....
.....

เฉลย

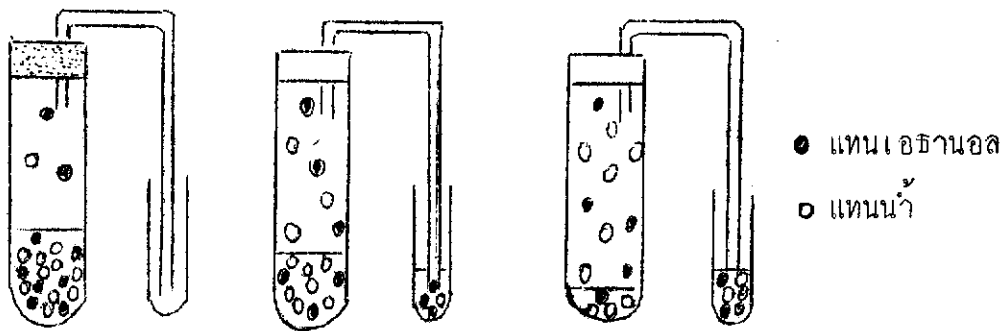
- 20) เส้นกราฟแสดงอุณหภูมิขณะเดือดของ น้ำกลั่น
และ เอธานอลในน้ำ (เป็นตัวอย่าง) ดังนี้



เส้นกราฟแสดงอุณหภูมิขณะเดือดของ น้ำกลั่น และ
เอธานอลในน้ำ แตกต่างกันคือ เส้นกราฟแสดงอุณหภูมิขณะเดือด
ของน้ำกลั่น จะคงที่ ส่วนของเอธานอลในน้ำ จะไม่คงที่

- 21) อุณหภูมิขณะเดือดของน้ำกลั่น จะคงที่
ส่วนของเอธานอลในน้ำ จะไม่คงที่

22) การที่อุณหภูมิขณะเดือดของน้ำกลั่น และเอธานอลในน้ำ ต่างกัน เพราะ ขณะที่สารละลายเอธานอลเดือด เอธานอลจะกลายเป็นไอได้เร็วกว่าน้ำ (เอธานอลมีจุดเดือดประมาณ 78°C น้ำมีจุดเดือดประมาณ 100°C) ทำให้อัตราส่วนของ เอธานอล กับ น้ำ (ในสารละลายเอธานอล) เปลี่ยนแปลงไป (ดูภาพประกอบ)



ก. ก่อนให้ความร้อน ข. เริ่มกลั่นตัว ค. เมื่อกลั่นตัวได้ระยะหนึ่ง

"ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างจำนวนโมเลกุลของเอธานอลกับน้ำ"

ยิ่งเดือดนาน ๆ อัตราส่วนระหว่าง จำนวนโมเลกุลของเอธานอล กับน้ำ (ในสารละลายเอธานอล) จะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ด้วยเหตุนี้อุณหภูมิขณะเดือดของสารละลาย จึง (ให้ตอบว่า คงที่ หรือ ไม่คงที่)

23) นักเรียนคิดว่า จะใช้วิธีการหาอุณหภูมิขณะเดือดของสาร ดังการทดลองที่ 1.1 เพื่อตรวจสอบว่า สารที่สงสัย เป็นสารบริสุทธิ์ หรือสารละลาย ได้หรือไม่ ถ้าได้ ให้นักเรียนตอบคำถาม 2 ข้อ ต่อไปนี้

1. อุณหภูมิขณะเดือดของสารบริสุทธิ์ จะ
2. อุณหภูมิขณะเดือดของสารละลาย จะ



เฉลย

22) คุณทฤษฎีขณะเกิดของสารละลาย จึง ไม่คงที่

23) ใช้วิธีดังการทดลอง 1.1 ได้

1. คงที่

2. ไม่คงที่

24) ใช่แล้ว คุณสมบัติเค็ลคของสารบริสุทธิ์จะคงที่ ส่วนสารละลายคุณสมบัติเค็ลคจะไม่คงที่ และผลจากการทดลอง น้ำกลั่นมีคุณสมบัติเค็ลคคงที่ ส่วนเอธานอลในน้ำ มีคุณสมบัติเค็ลค ไม่คงที่

ฉะนั้น เราใช้คุณสมบัติเค็ลคของสารตัดสินได้ว่า น้ำกลั่นเป็นสาร.....
ส่วนเอธานอลในน้ำ เป็นสาร.....

25) จากการทดลอง 1.1 ถ้าเราให้ความร้อนต่อไปเรื่อย ๆ ของเหลวในหลอดกลั่นจะเป็นอย่างไร

26) ถ้านักเรียน นำ " น้ำเกลือ " มาหาคุณสมบัติเค็ลค ในทำนองเกี่ยวกับการทดลอง 1.1 นี้ นักเรียนคิดว่า คุณสมบัติเค็ลคของน้ำเกลือจะคงที่หรือไม่.....

27) ถูกต้องแล้ว คุณสมบัติเค็ลคของน้ำเกลือ จะไม่คงที่ เพราะน้ำเกลือเป็นสารละลาย ถ้านักเรียนนำ "น้ำเชื่อม" มาหาคุณสมบัติเค็ลคบ้าง นักเรียนก็คงตอบได้ว่า คุณสมบัติเค็ลคของน้ำเชื่อม จะคงที่หรือไม่.....

28) การใช้วิธีระเหยแห้ง เพื่อตรวจสอบว่าของเหลวที่สงสัย เป็นสารละลาย หรือเป็นสารบริสุทธิ์ มีข้อจำกัด คือ ใช้ได้เฉพาะสารละลายที่ตัวถูกละลายเป็นสารระเหยยาก และ เราจะแยกได้เฉพาะตัวถูกละลายซึ่งเหลือค้างอยู่ให้เห็นเท่านั้น (สารระเหยยากหรือจุดเค็ลคสูง เช่น เกลือ, น้ำตาล. ส่วนสารระเหยง่ายหรือจุดเค็ลคต่ำ เช่น เอธานอล)

ฉะนั้น ข้อจำกัดของการใช้วิธีระเหยแห้ง เพื่อตรวจสอบว่าของเหลวสงสัยเป็นสารละลายหรือเป็นสารบริสุทธิ์ คือ ใช้ได้เฉพาะสารละลาย ที่มีตัวถูกละลายเป็นสารที่ระเหยได้ง่าย หรือยาก

เนลย

- 24) น้ำกลั่น เป็นสารบริสุทธิ์
เอธานอลในน้ำ เป็นสารละลาย

- 25) ของเหลวในหลอดกักกันจะลดลงไปเรื่อย ๆ จนหมดไป
(เพราะ ทั้งน้ำกลั่น และเอธานอลในน้ำกลั่น กลายเป็นไอจนหมด)

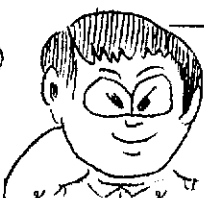
- 26) ไม่คงที่

- 27) ไม่คงที่

- 28) ตัวถูกละลายเป็นสารที่ ระเหยยาก

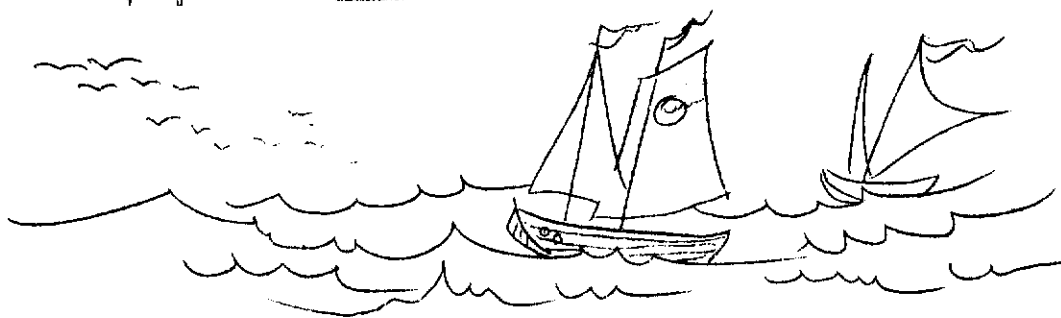
- 29) ขนะทำการทดลอง 1.1 ถ้านักเรียนมีได้ใส่เศษกระเบื้องที่มีรูปวงลงในหลอกกลั่นสาร จะทำให้การเดือดของ " ของเหลว " ไม่สม่ำเสมอ
ฉะนั้น การใส่เศษกระเบื้องที่มีรูปวงลงในหลอกกลั่นสาร ก็เพื่อช่วยให้การเดือดของ " ของเหลว " เป็นไปอย่าง.....

30)



เพื่อเป็นการย้ำให้เกิดความเข้าใจในบทเรียนนี้ ขอให้
นักเรียนร่วมกันอภิปรายกับเพื่อน ๆ เพื่อจะได้ข้อสรุปว่า
ถ้ามีสารเนื้อเดียวชนิดหนึ่ง เป็นของเหลวใสไม่มีสี หากต้องการตรวจสอบว่า
เป็นสารละลายหรือเป็นสารบริสุทธิ์ ก็ทดลองโดยแบ่งของเหลวนั้นมาระเหย
ผลจากการระเหยจนแห้ง ถ้ามีของแข็งเหลืออยู่ สรุปได้ทันทีว่าของเหลว
สงสัยนั้นเป็น
แต่ถ้าของเหลวนั้นระเหยหมด โดยไม่มีอะไรเหลืออยู่เลย จะด่วนสรุปว่า
ของเหลวใส่นั้นเป็นสารละลาย หรือสารบริสุทธิ์ จะได้หรือไม่.....

- 31) จากกรอบที่ (30) ถ้ายังสรุปไม่ได้ว่าของเหลวใส่นั้นเป็นสารละลาย หรือเป็น
สารบริสุทธิ์ ก็คือนำของเหลวนั้นไปหาอุณหภูมิขณะเดือดเช่นการทดลอง 1.1
ถ้าได้อุณหภูมิขณะเดือดคงที่ แสดงว่าของเหลวสงสัยนั้นเป็น.....
แต่ถ้าอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ แสดงว่าของเหลวสงสัยนั้นเป็น.....



เฉลย

29) สม่ำเสมอ

30) สารละลาย
- จะคำนวณสรุป ยังไม่ได้

31) สารบริสุทธิ์
สารละลาย

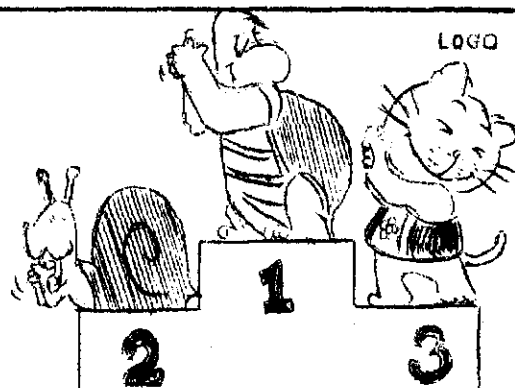
32) จากกรอบ (30-31) แสดงว่า

การหาอุณหภูมิขณะเดือดของสารเนื้อเดียวที่เป็นของเหลวใส่นั้น อาจใช้เป็นวิธี
ตรวจสอบว่า สารนั้นเป็นสารละลาย หรือเป็นสารบริสุทธิ์ ได้

33)



สวัสดิ์นักเรียนทุกคน



บทเรียนโปรแกรม

ประกอบ

เหตุการณ์การคือนชอบกานเซ

เรื่อง

การแยกสาร

"การกลั่น"



นิตยา ทวีกิจการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง การแยกสาร " การกลั่น "

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง - เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า การแยกสารมีหลายวิธี วิธีหนึ่งคือ " การกลั่น " ซึ่งวิธีนี้จะแยกได้ทั้งตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย

- นักเรียนบอกได้ว่า การกลั่นเหมาะที่จะใช้กับการแยกสารละลายเฉพาะที่ตัวถูกละลายเป็นสารที่ระเหยยาก

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกได้ว่า การกลั่น จะใช้ไคดล ต่อเมื่อตัวทำละลายและตัวถูกละลายในสารละลายเคือกที่อุณหภูมิต่างกันค่อนข้างมาก แต่ถ้าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ต้องใช้การกลั่นลำดับส่วน แทน

2. นักเรียนบอกความหมายของ " การกลั่นลำดับส่วน " ได้

ชนิดของสมรรถภาพ - ทักษะเชาวนปัญญา
 - ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม นักเรียนเคยศึกษาสมบัติของสารละลาย โดยการหาอุณหภูมิขณะเคือกของสาร ด้วยวิธี " การกลั่น " มาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง การแยกสาร " การกลั่น " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

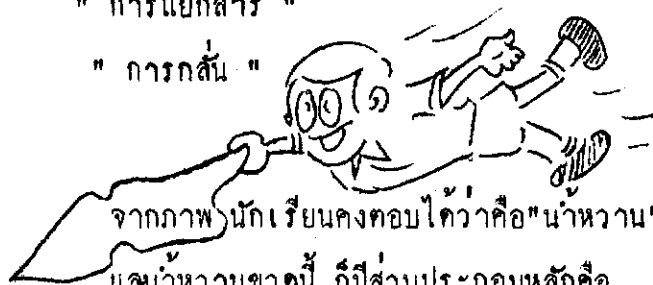
1) ได้รับความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่	1-2
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	3-5
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่	6-8
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่	9-10
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่	11-19
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	}	ได้แก่	กรอบที่ 20-24
7) นักเรียนทราบบผลการปฏิบัติ			
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	25-29
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน ทดความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่	30-34

.....

1)

" การแยกสาร "

" การกลั่น "



จากภาพนักเรียนคงตอบได้ว่าเป็น "น้ำหวาน"
แต่น้ำหวานชนิดนี้ ก็มีส่วประกอบหลักคือ

..... และ
และยังมี สี, สาร เคอกลั่น และ วัตถุ กันเสีย
เล็กน้อย

นักเรียนคิดว่า เราจะแยกเอา น้ำ ออกจาก
น้ำตาล ในน้ำหวานชนิดนี้ ได้หรือไม่.....

ถ้าได้ นักเรียนคิดว่าเราจะแยกด้วยวิธีการที่เรียกว่าอะไร.....

2) ครูแน่ใจว่า คำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ถูกต้องตรงกัน คือตอบว่า แยกด้วยวิธี
" การกลั่น " และนักเรียนก็คงสนใจ และพร้อมที่จะศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับ
" การกลั่น " แล้ว ก่อนติดตามบทเรียนนี้ต่อไปเรามาศึกษาจุดประสงค์ของบทเรียน
นี้กันก่อน

3) จุดประสงค์ของบทเรียนนี้ มีดังนี้

- เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องบอกได้ว่า " การกลั่น "
เป็นวิธีการแยกสารวิธีหนึ่ง ที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดขึ้น ซึ่งจะแยกได้ ทั้ง
ตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย.



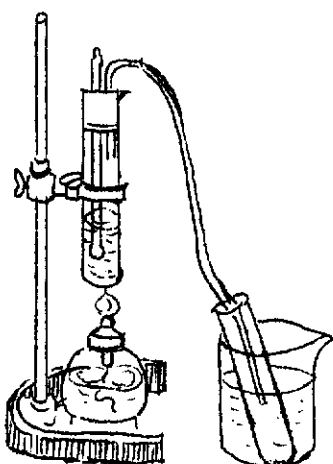
เนลย

- 1) - น้ำ และ น้ำตาลทราย
 - แยกได้
 - ด้วยวิธีการที่เรียกว่า การกลั่น
- (ถ้าตอบเช่นนี้ ก็ถูกหมดชีอะะ)

4) เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องบอกได้ว่า การกลั่นจะใช้ได้ผล
 ต่อเมื่อตัวทำละลาย และตัวถูกละลายในสารละลาย เดือดที่อุณหภูมิต่างกันค่อนข้างมาก
 คือต่างกันอย่างน้อย 20°C แต่ถ้าตัวทำละลาย กับตัวถูกละลาย เดือดที่อุณหภูมิใกล้เคียงกัน (คือจุดเดือดใกล้เคียงกัน) หรือเป็นสารระเหยง่ายทั้งคู่ จะใช้ "การกลั่น"
 ไม่ได้ผล ต้องใช้ " การกลั่นลำดับส่วน " แทน

5) จากกรอบที่④นักเรียนบอกได้ว่า " การกลั่นลำดับส่วน " คือกระบวนการแยกสาร
 ที่มีจุดเดือดต่าง ๆ กัน ออกเป็นส่วน ๆ โดยการกลั่นซ้ำหลาย ๆ ครั้งนั่นเอง

6)



ก่อนอื่น เรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน
 ในชั้น ม.1 นักเรียนเคยศึกษาสมบัติบางประการของ
สารละลาย โดยการหาอุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 (ค้างภาพ) ซึ่งอุณหภูมิขณะเดือดจะเปลี่ยนแปลง
 ไปเรื่อย ๆ
 แสดงว่า สารละลาย จะมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่
 หรือไม่.....

7) ใช้แล้ว สารละลายจะมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ ขณะที่ทำการทดลองค้างภาพในกรอบ
 ที่⑥ ของเหลวชนิดหนึ่งในสารละลายจะกลายเป็นไอ เมื่อไอดำเนินไปยังหลอดทดลอง
 ที่แช่ในน้ำเย็น ไอจะควบแน่นเป็นหยดของเหลว จนกระทั่งของเหลวในหลอดกลั่นสาร
 กลายเป็นไอจนหมด แต่จะเหลือของแข็งอยู่ที่ก้นภาชนะ ทำให้เราสามารถแยกสารได้
 คือแยกของเหลวชนิดหนึ่ง ออกจากของแข็งอีกชนิดหนึ่งในสารละลายนี้ได้
 ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า " การกลั่น "
 ฉะนั้น วิธีการที่เรียกว่า..... เป็นวิธีการแยกสารวิธีหนึ่ง ซึ่งจะแยก
 ได้ทั้งตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย ในสารละลายได้.

นอลย

6) ไม่คงที่

7) วิธีการที่เรียกว่า การกลั่น ใจครับ

8)



นักเรียนคงได้

ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับ

" การกลั่น " ซึ่งเป็นการแยกสารวิธีหนึ่ง ไปแล้ว

ในรอบต่อไป ก็จะเป็นบทเรียนใหม่ ซึ่งก็ยังคงเกี่ยวกับเรื่อง
การแยกสารโดย " การกลั่น " แต่จะมีรายละเอียดเพิ่มเติมอย่างไร ขอให้
นักเรียนติดตามได้ต่อไป

9)

เอาละ
เรามาเริ่มบท
เรียนใหม่
กันนะ



สารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ มักจะอยู่

ในรูปของสารละลาย, สาร-เนื้อผสม ซึ่งส่วนใหญ่ยังไม่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้โดย
ตรง จึงจำเป็นต้องใช้วิธี

"การแยกสาร" เพื่อแยกเอา

สารที่มีประโยชน์ออกมาใช้ เช่น แยกน้ำมันออกจากเมล็ดถั่ว มาใช้ประกอบ
อาหาร แยกสารหอมระเหยจากดอกไม้บางชนิดมาใช้ทำน้ำหอม แยกน้ำมัน
เบนซิน, น้ำมันก๊าด, น้ำมันเตา จากน้ำมันดิบหรือน้ำมันปิโตรเลียม มาใช้
เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

ฉะนั้น สารต่าง ๆ ในธรรมชาติ ซึ่งปรากฏในรูปสารละลาย, สารเนื้อผสม
ส่วนใหญ่เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยตรง ได้หรือไม่.....

ถ้าไม่ได้ ดังนั้น เราจึงต้องใช้วิธีการที่เรียกว่า

จึงจะแยกเอาน้ำมันจากเมล็ดถั่ว, แยกเอาสารหอมระเหยจากดอกไม้บางชนิด
ได้ ฯลฯ

เฉลย

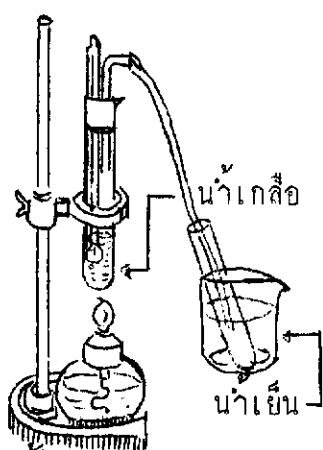
9) นำมาใช้ประโยชน์โดยตรง ไม่ได้

จึงต้องใช้วิธีการที่เรียกว่า การแยกสาร

(นักเรียนตอบเช่นนี้ ก็ถูกสี่อะ)

- 10) วิธีง่าย ๆ ในการแยกสาร ที่พบในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การหีบอ้อย, การคั้นน้ำผลไม้, การคั้นกะทิ, การระเหยน้ำทะเลให้ได้เกลือ วิธีการเหล่านี้ใช้แยกสารได้บางชนิดเท่านั้น และประสิทธิภาพในการแยกก็ไม่สูงนัก นอกจากวิธีดังกล่าว ยังมีวิธีการแยกสารอีกหลายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์คิดค้น เช่น " การกลั่น " ฯลฯ ฉะนั้น เป็นการแยกสารวิธีหนึ่ง ที่นักวิทยาศาสตร์คิดค้น.

11)



ถ้าเรานำ " น้ำเกลือ " มาต้มจนเดือด(ดังภาพ) น้ำจะกลายเป็นไอน้ำ เมื่อผ่านไอน้ำไปยังหลอดทดลองที่แช่อยู่ในน้ำเย็น ไอน้ำจะควบแน่นเป็นหยดน้ำ จนกระทั่ง น้ำในน้ำเกลือกลายเป็นไอระเหยออกหมด จะเหลือเกลือซึ่งเป็นของแข็งอยู่ที่ก้นภาชนะ ทำให้เราสามารถแยก น้ำ ออกจากเกลือได้ กระบวนการนี้เรียกว่า " การกลั่น "

ฉะนั้น เราสามารถแยกเอาตัวทำละลายคือ.....กับตัวถูกละลาย คือ.....ออกจากสารละลาย"น้ำเกลือ" ได้ โดยวิธีที่เรียกว่า.....

12)

จากกรอบที่ (11) ถ้านักเรียนใช้ น้ำเชื่อม แทน น้ำเกลือ

นักเรียนก็จะสามารถแยกเอา ตัวทำละลายคือ..... กับตัวถูกละลายคือ..... ออกจากสารละลาย"น้ำเชื่อม" ได้โดยวิธีที่เรียกว่า.....เช่นเดียวกัน.



เฉลย

10) การกลั่น

11) ตัวทำละลายคือ น้ำ ตัวถูกละลายคือ เกลือ
โดยวิธีที่เรียกว่า การกลั่น

12) ตัวทำละลายคือ น้ำ
ตัวถูกละลายคือ น้ำตาล (น้ำตาลทราย)
โดยวิธีที่เรียกว่า การกลั่น

13) การแยกสารโดยวิธี " การกลั่น "

เหมาะที่จะใช้กับการแยกสารละลาย เฉพาะที่ตัวถูกละลายเป็นสารที่ระเหยง่าย
เช่น น้ำเกลือ, น้ำเชื่อม เมื่อกลั่น ก็จะสามารถแยกเฉพาะตัวทำละลาย
ออกมาได้ เช่นในการกลั่น " น้ำเกลือ " เฉพาะน้ำเท่านั้นที่ระเหยออกมา
ดังนั้น ถ้าเป็นการกลั่น " น้ำเชื่อม " เฉพาะ.....เท่านั้นที่ระเหยออกมา
เช่นเดียวกัน ของเหลวที่กลั่นได้ จึงเป็น น้ำบริสุทธิ์

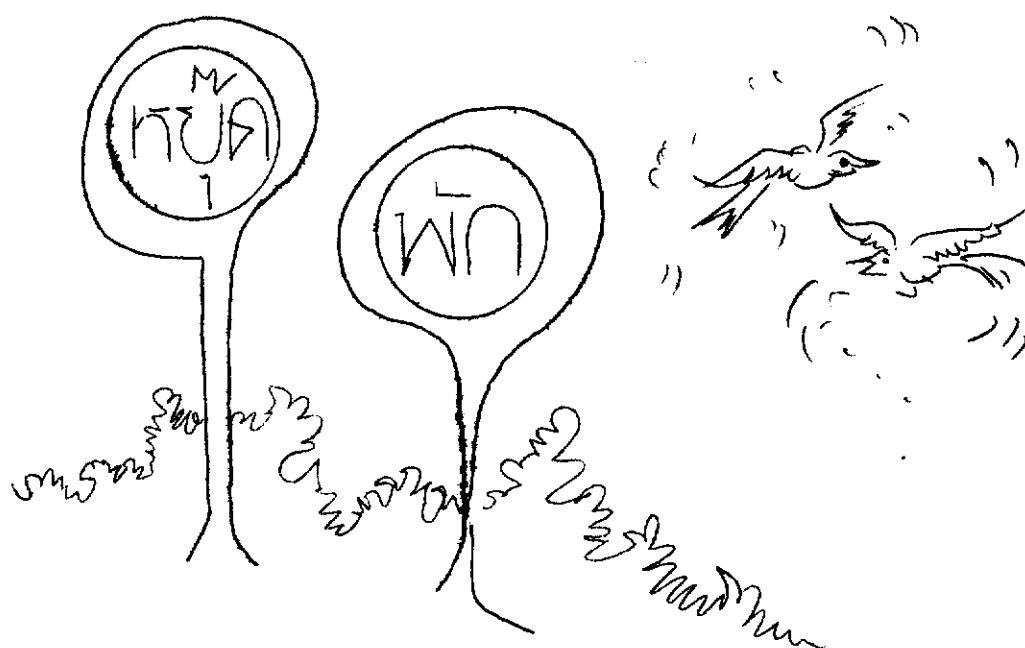
14) จากกรอบที่ 13

ถ้าเรากลั่น " น้ำเกลือ " ต่อไปจนแห้ง ก็จะเหลือ เกลือ

เราจึงสามารถแยก เกลือ กับ น้ำ ออกจากกันได้

ดังนั้น ถ้าเรากลั่น " น้ำเชื่อม " ต่อไปจนแห้ง ก็จะเหลือ น้ำตาล

เราจึงสามารถแยก..... กับ ออกจากกันได้เช่นกัน.

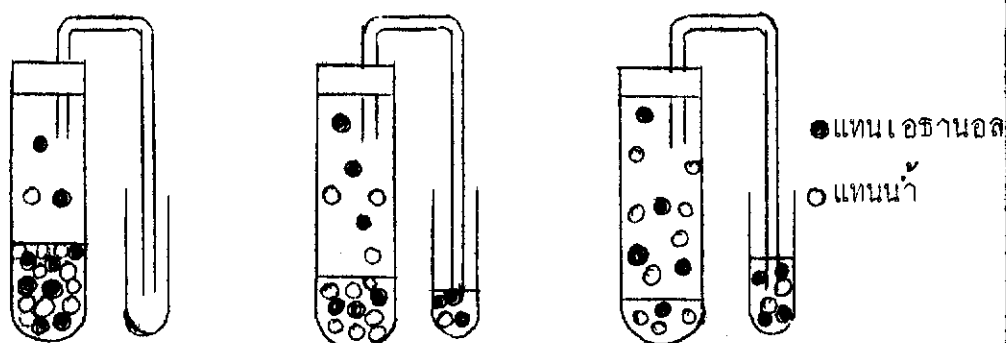


เฉลย

13) เฉพาะ น้ำ เท่านั้นที่ระเหยออกมา

14) ตอบว่า สามารถแยก น้ำตาล กับ น้ำ ออกจากกันได้
(หรือตอบว่า น้ำ กับ น้ำตาล ก็ถูกช้ละ)

- 15) วิธี " การกลั่น " ไม่สามารถแยกสารละลายที่ ตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย เป็นสารระเหยง่ายทั้งคู่ เช่น น้ำ กับ เอทานอล เพราะขณะกลั่น ทั้ง น้ำ และ เอทานอล ระเหยออกมาด้วยกัน เนื่องจากเอทานอลระเหยได้เร็วกว่าน้ำ อัตราส่วนของ เอทานอล ต่อ น้ำ ในสถานะไอ จึงมากกว่าอัตราส่วนของ เอทานอล ต่อ น้ำ ในสารละลายที่เหลือในหลอกลั่นขณะนั้น (ดังรูป ข,ค)
 ดังนั้นของเหลวที่ได้จากการควบแน่นของไอในตอนแรก ๆ (ดังรูป ข) จะมี อัตราส่วนของ เอทานอล ต่อ น้ำ มากกว่า ในของเหลวเดิม (ดังรูป ก)



ก. ก่อนให้ความร้อน

ข. เริ่มกลั่นตัว

ค. เมื่อกลั่นตัวได้ระยะหนึ่ง

ภาพแสดง การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างจำนวนโมเลกุลของเอทานอลกับน้ำ

ถ้าส่วนของเหลวที่กลั่นได้ในตอนแรก ๆ ไปกลั่นซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ก็จะได้ เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ มากขึ้นทุกที แต่ในทางปฏิบัติ เขาจะนำส่วนของเหลวไปกลั่นใน หอกกลั่น ซึ่งทำหน้าที่เหมือนกับ เป็นการกลั่นซ้ำหลาย ๆ ครั้ง การกลั่นในหอกกลั่นนี้เรียกว่า การกลั่นลำดับส่วน

ฉะนั้น กระบวนการแยกสารที่มีจุดเดือดต่าง ๆ กัน ออกเป็นส่วน ๆ โดยการกลั่น ซึ่งเสมือนกลั่นซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้สารบริสุทธิ์ขึ้น เราเรียกวิธีการกลั่นนี้ว่า

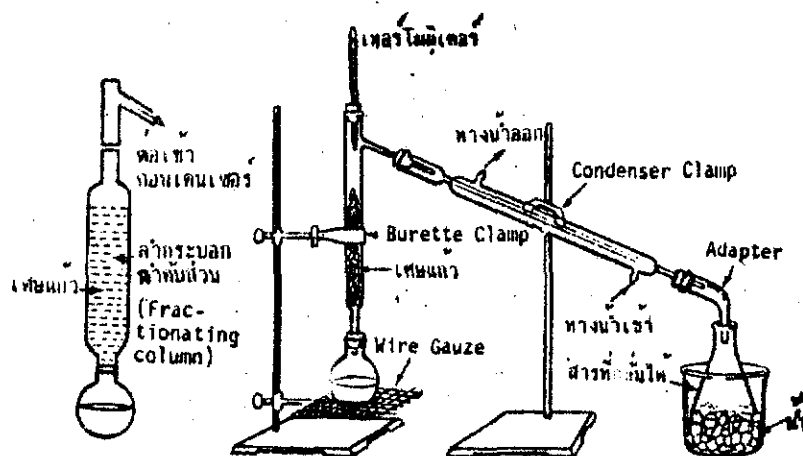
.....



เนลย

15) ถ้าตอบว่า การกลั่นลำดับส่วน ก็ถูกเชียะ

16)



• ภาพแสดงการกลั่นลำดับส่วน •

การกลั่นลำดับส่วน คือกระบวนการแยกสารที่มีจุดเดือดต่าง ๆ กันออกเป็นส่วน ๆ โดยการกลั่นซ้ำหลาย ๆ ครั้งนั่นเอง แต่ในทางปฏิบัติเราจะใช้ท่อแก้วยาวเรียกว่า คอลัมน์ ค่อยอยู่ในแนวตั้งระหว่าง ขวดกลั่น กับ คอนเดนเซอร์ (เครื่องควบแน่น) ในคอลัมน์จะมีลูกบิดกลั่น (หรือเศษแก้ว) บรรจุอยู่ ขณะที่ไอน้ำจากคอลัมน์ไปยังคอนเดนเซอร์ อุณหภูมิของไอจะลดต่ำลงเรื่อย ๆ ไอน้ำบางส่วนจะควบแน่นอยู่ภายในคอลัมน์ ไอที่ควบแน่นในคอนเดนเซอร์ ของคอลัมน์ ส่วนใหญ่จะเป็นสารที่ระเหยง่าย หรือที่มีจุดเดือดสูง ไอน้ำจากคอลัมน์ต่อไปเป็นไอของสารระเหยง่าย หรือที่มีจุดเดือดต่ำ ขณะที่ไอน้ำของสารผ่านคอลัมน์ กระบวนการควบแน่นจะเกิดต่อไปเรื่อย ๆ สารที่ควบแน่นในส่วนต่าง ๆ ของคอลัมน์ จะเป็นสารที่มีจุดเดือดต่างกัน กล่าวคือ สารที่มีจุดเดือดสูงจะควบแน่นก่อน และสารที่มีจุดเดือดต่ำจะควบแน่นทีหลังตามลำดับ จนถึงพวกที่มีจุดเดือดต่ำที่สุดจะควบแน่นในคอนเดนเซอร์ของคอลัมน์ ดังนั้นสารที่มีจุดเดือดต่ำสุด จึงแยกผ่านคอนเดนเซอร์ออกมาได้ก่อน

ในอุตสาหกรรมอาศัยหลักการดังกล่าวนี้ใช้แยกสาร แต่จะคัดแปลงคอลัมน์ให้มีขนาดใหญ่เรียกว่า หอกลั่น และในแต่ละส่วนของหอกลั่น จะมีทางสำหรับให้สารที่ควบแน่นแล้วแยกออกจากหอกลั่นได้ อย่างไรก็ตามการกลั่นลำดับส่วนในอุตสาหกรรม เราไม่ได้แยกเป็นสารบริสุทธิ์ขึ้นแต่ละสาร แต่จะแยกเป็นพวก ๆ ดังนั้นก็เวียนจะได้อีกมากต่อไป

17) การกลั่นลำดับส่วน เป็นวิธีการที่ทำให้สารบริสุทธิ์ขึ้น แต่ถ้าจะแยกให้ได้สารบริสุทธิ์จริง ๆ จะสิ้นเปลืองมาก ในบางครั้งสารที่ใช้ ไม่จำเป็นต้องมีความบริสุทธิ์มากนัก เช่น เอทานอลที่ใช้ทั่ว ๆ ไป มีความเข้มข้นประมาณ 95 %
ฉะนั้น ในการกลั่นเอทานอลให้มีความบริสุทธิ์ขึ้น สามารถใช้วิธีที่เรียกว่า ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้สารบริสุทธิ์ขึ้น

18) " การกลั่นลำดับส่วน " ยังใช้กับการกลั่นปิโตรเลียม

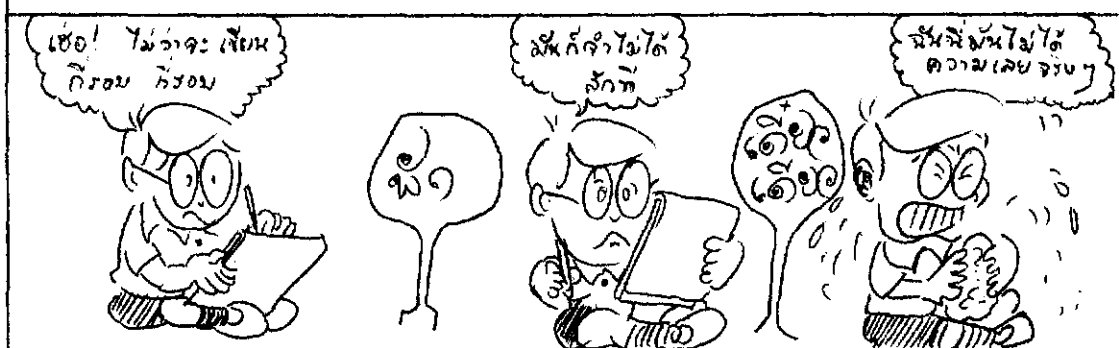
น้ำมันดิบ หรือ ปิโตรเลียม ประกอบด้วยสารหลายชนิดซึ่งมีจุดเดือดต่างกัน แต่ในการกลั่นปิโตรเลียม เขาจะไม่แยกออกเป็นสารบริสุทธิ์แต่ละสาร เพราะน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ไม่จำเป็นต้องเป็นสารบริสุทธิ์ ฉะนั้นในการกลั่นปิโตรเลียม จึงกลั่นแยกออกเป็น ส่วน ๆ คือ

ส่วนที่มีจุดเดือดระหว่าง $20-60^{\circ}\text{C}$ เรียกว่า ปิโตรเลียมอีเธอร์ ใช้เป็น ตัวทำละลายอินทรีย์

ส่วนที่มีจุดเดือดระหว่าง $40-205^{\circ}\text{C}$ เรียกว่า น้ำมันเบนซิน ใช้เป็น น้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์

ส่วนที่มีจุดเดือดระหว่าง $175-325^{\circ}\text{C}$ เรียกว่า น้ำมันก๊าด ใช้เป็น เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบินไอพ่น ฯลฯ

ในการแยกเอา ปิโตรเลียมอีเธอร์, น้ำมันเบนซิน, น้ำมันก๊าด ออกจาก น้ำมันดิบหรือปิโตรเลียม เขาใช้วิธีที่เรียกว่า



เฉลย

17) ตอบว่า การกลั่นลำดับส่วน ก็ถูกชื้อะ

18) ตอบว่า การกลั่นลำดับส่วน ก็ถูกอีกครั้้งแล้วชื้อะ เก่งจังนิ

- 19) ในการกลั่นแยกน้ำมันดิบ สารที่มีจุดเดือดต่ำ จะแยกออกมาก่อน ส่วนพวกที่มีจุดเดือดสูง จะแยกออกมาทีหลัง
 ฉะนั้น จากกรอบที่ (18) จะได้ว่า สารที่ถูกแยกออกมาก่อน เป็นอันดับ 1,2 และ 3 คือ..... , ... , ...ตามลำดับ

20)



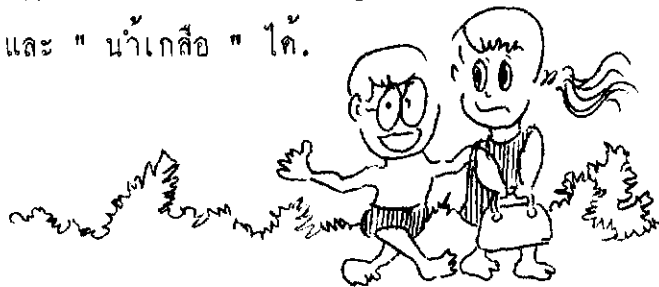
การกลั่น สามารถแยกตัวทำละลาย ออกจากตัวถูกละลาย
 ที่ระเหยยาก ในสารละลายได้

ดังนั้น เราสามารถแยก น้ำ (ตัวทำละลาย) ออกจาก
น้ำตาล (ตัวถูกละลายที่ระเหยยาก) ในสารละลาย-
 "น้ำเชื่อม" ได้โดยวิธีที่เรียกว่า.....

- 21) จากกรอบที่ (20) ถ้ามีสารละลายคือ น้ำเกลือ
 เราสามารถใช้วิธี " การกลั่น " เพื่อแยกเอา.....(ซึ่งเป็นตัวทำละลาย)
 ออกจาก.....(ซึ่งเป็นตัวถูกละลายที่ระเหยยาก) ในสารละลาย
ได้เช่นเดียวกัน

- 22) จากกรอบที่ 20,21 จะได้ว่า

โดยวิธีที่เรียกว่า..... ทำให้เราสามารถแยกเอา น้ำ อย่างบริสุทธิ์
 ซึ่งเป็นตัวทำละลาย ออกจาก น้ำตาล, เกลือ ซึ่งเป็นตัวถูกละลายที่ระเหยยาก
 ในสารละลาย " น้ำเชื่อม " และ " น้ำเกลือ " ได้.



เฉลย

- 19) 1 คือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ ,
2 คือ น้ำมันเบนซิน
3 คือ น้ำมันก๊าด

20) โดยวิธีที่เรียกว่า การกลั่น

21) เพื่อแยกเอา น้ำ ออกจาก เกลือ
ในสารละลาย น้ำเกลือ

22) โดยวิธีที่เรียกว่า การกลั่น

23) เราสามารถแยกเอาตัวถูกละลาย คือ น้ำตาล, เกลือ ออกจากตัวทำละลายคือน้ำ ในสารละลาย " น้ำเชื่อม " และ " น้ำเกลือ " ได้โดยวิธีที่เรียกว่า " การกลั่น " แบบธรรมดา แต่ถ้าเราจะแยก เอธานอล ซึ่งเป็นสารระเหยง่าย ออกจาก น้ำ ในสารละลายของเอธานอลในน้ำ ให้มีความบริสุทธิ์มากขึ้น เราจะใช้วิธีที่เรียกว่า " การกลั่นลำดับส่วน " ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กับการกลั่นแยก น้ำมันดิบ ของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย เพื่อให้ได้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล ฯลฯ

ฉะนั้น การกลั่นแยกเอธาน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ใช้วิธีที่เรียกว่า

24) " การกลั่น " แบบธรรมดา จะใช้ได้ผลต่อเมื่อ ตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย เคี้ยวที่อุณหภูมิต่างกันค่อนข้างมาก (ต่างกันอย่างน้อย 20°C) แต่ถ้าตัวทำละลาย กับตัวถูกละลาย เคี้ยวที่อุณหภูมิใกล้เคียงกัน ต้องใช้วิธีที่เรียกว่า " การกลั่นลำดับส่วน "

ฉะนั้น ถ้าจะแยกตัวทำละลาย กับตัวถูกละลายที่มีจุดเคี้ยวต่างกันเล็กน้อยให้ได้ผลดี ควรใช้วิธีที่เรียกว่า

25)

เพื่อจะได้ทราบว่าที่นักเรียนศึกษาไปแล้วนี้ บรรลุจุดประสงค์มากน้อยเพียงใด จึงขอให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้



- วิธีการแยกสารวิธีหนึ่ง ซึ่งใช้แยกได้ทั้งตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย (เช่น แยก น้ำ ออกจาก น้ำตาล ในสารละลาย น้ำเชื่อม) เราเรียกวิธีการแยกสารนี้ว่า

เฉลย

23) ตอบว่า การกลั่นลำดับส่วน ก็ถูกสี่ะ

24) ตอบว่า การกลั่นลำดับส่วน (ตอบถูกอีกแล้ว)

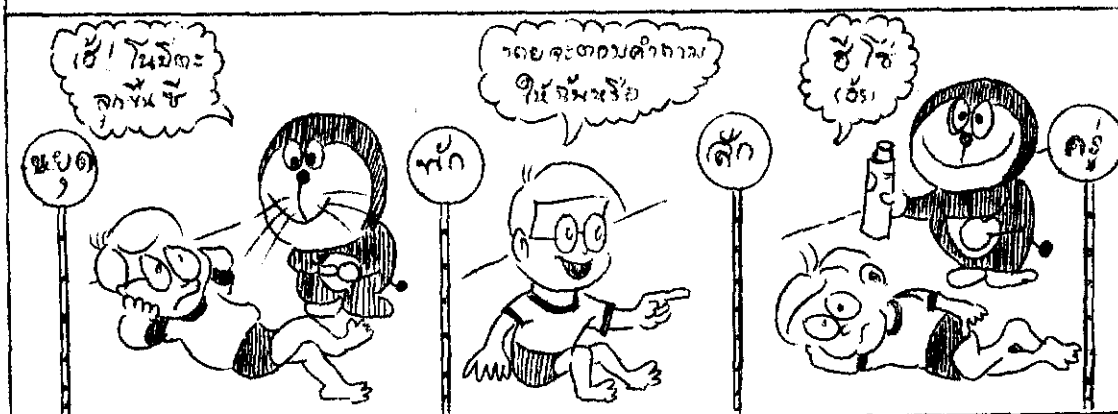
25) ตอบว่า การกลั่น (เก่งชะ ที่ตอบถูก)
(เราหมายถึง การกลั่นแบบธรรมดา นั่นเอง)

26) " การกลั่น " ยังสามารถใช้แยก ตัวทำละลายคือ..... ออกจาก
ตัวถูกละลาย คือ ในสารละลาย น้ำเกลือ ได้ด้วย

27) ระหว่าง น้ำ กับ น้ำตาล เคื่อกที่อุณหภูมิต่างกันมาก (คือมีจุดเดือดต่างกันมาก)
และระหว่าง น้ำ กับ เกลือ ก็มีจุดเดือดต่างกันมากเช่นกัน เราจึงแยกน้ำออกจาก
น้ำตาลในสารละลายน้ำเชื่อม และแยก น้ำออกจากเกลือ ในสารละลายน้ำเกลือได้
โดยวิธีที่เรียกว่า " การกลั่น " แบบธรรมดา แต่ถ้าจะแยกสารที่มีจุดเดือดต่างกัน
ไม่มากนัก (หรือมีจุดเดือดใกล้เคียงกัน) ต้องใช้วิธีการกลั่นที่เรียกว่า
..... แทน จึงจะได้ผลดี.

28) วิธีกลั่นที่เรียกว่า ก็คือกระบวนการแยกสารที่มีจุด
เดือดต่าง ๆ กัน ออกจากกันเป็นส่วน ๆ เปรียบเสมือนเป็นการกลั่นซ้ำหลาย ๆ
ครั้ง นั่นเอง

29) การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ก็ได้ใช้วิธีที่เรียกว่า.....
สำหรับกลั่นแยกเอาน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ออกมาใช้ประโยชน์
และพวกที่แยกออกมาก่อน ควรจะเป็นพวกที่มีจุดเดือด ต่ำ หรือ สูง
ส่วนพวกที่แยกออกมาทีหลัง จะเป็นพวกที่มีจุดเดือด ต่ำ หรือ สูง



เนลย

26) ทัวห่าละลายคือ น้ำ ออกจากทัวถูกละลาย คือ เกลือ

27) การกลั่นลำกับส่วน

28) การกลั่นลำกับส่วน

29) การกลั่นลำกับส่วน

พวกที่แยกออกมาก่อน จะมีจุดเดือด ต่ำ

พวกที่แยกออกมาทีหลังจะมีจุดเดือด สูง

30)



เพื่อเป็นการสรุปย้ำ ให้เข้าใจในบทเรียนนี้มากยิ่งขึ้น จึงขอให้
นักเรียนศึกษาข้อสรุปเหล่านี้อีกครั้งหนึ่งด้วยความตั้งใจ ทำความ
เข้าใจให้ดี สงสัยตรงไหนให้ถามครูผู้ควบคุมได้ทันที

การกลั่น (Distillation) เป็นกระบวนการใช้ความร้อนเพื่อแยกของเหลว
ที่ผสมออกจากกัน โดยอาศัยความแตกต่างของจุดเดือด โดยของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำ
จะกลายเป็นไอออกมาก่อน ผ่านเครื่องควบแน่น (**condenser**) ทำให้ไอกลับ
เป็นของเหลวแยกออกไป ส่วนของเหลวที่มีจุดเดือดสูงจะยังคงอยู่ในขวดกลั่น

31) กระบวนการที่เรียกว่า..... ซึ่งกล่าวถึงในกรอบที่ 30 มีหลายประเภท
ดังนี้

1. การกลั่นธรรมดา (Simple Distillation)
2. การกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation)
3. การกลั่นภายใต้ความดันต่ำ
(Distillation under reduced pressure)
4. การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam Distillation)

แต่วิธีการกลั่นที่ทำในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การกลั่นธรรมดา, การกลั่นลำดับส่วน
ซึ่งมีความจำเป็น

32) " การกลั่นธรรมดา " ใช้กลั่นแยกของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันมาก ๆ ออกจากกัน
หรือแยกของเหลวออกจากสารที่ไม่ระเหยหรือระเหยยาก เช่น การแยกน้ำออกจาก
เกลือ ในน้ำเกลือ น้ำจะระเหยผ่านเครื่องควบแน่นเป็นของเหลวแยกออกไป
ส่วนเกลือ จะยังคงเหลืออยู่ในขวดกลั่น
ฉะนั้น ถ้าจะแยก น้ำ จาก น้ำตาล ในน้ำเชื่อม, แยกน้ำจาก น้ำคลอง ฯลฯ
เราควรใช้วิธีที่เรียกว่า

เนลย

31) การกลั่น

32) การกลั่นธรรมชาติ

33) " การกลั่นลำดับส่วน " เป็นการกลั่นที่มีความสำคัญมาก ใช้แยกของเหลวที่มี จุดเดือดใกล้เคียงกัน ออกจากกัน จุดเดือดต่ำจะออกมาก่อน แต่สารที่กลั่นได้จะไม่บริสุทธิ์ แต่จะมีเปอร์เซ็นต์ของสารที่ระเหยง่ายออกมาตอนบนของหอกลั่น ส่วนสารระเหยยากอยู่ส่วนล่างของหอกลั่น เช่นการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม , การกลั่นสารละลายของเอทานอลในน้ำ

ฉะนั้น การจะกลั่นแยกให้ได้เอทานอลบริสุทธิ์ ออกจากสารละลายเอทานอลในน้ำ หรือกลั่นแยกเอทาน้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ ออกจากน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันดิบ จะใช้วิธีการกลั่นที่เรียกว่า..... โดยพวกที่มีจุดเดือดต่ำจะออกมาก่อน และตามด้วยพวกที่มีจุดเดือดสูง ตามลำดับ

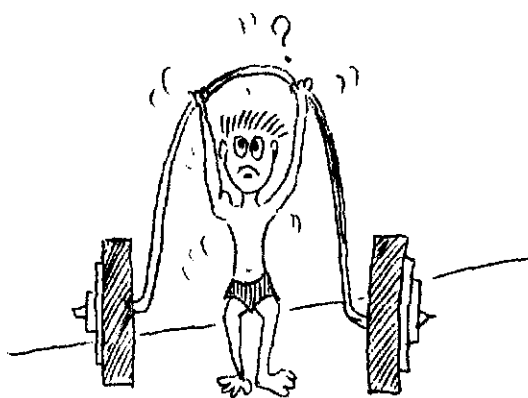
34)



สำหรับเรื่อง การกลั่นหรือการกลั่นธรรมดา, การกลั่นลำดับส่วน ก็ขอยุติไว้เท่านี้ หวังว่าเพื่อน ๆ คงได้ข้อสรุปมากมาย เพื่อไว้เป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาต่อไป
เพื่อนนักเรียนคงอยากจะทำแล้วใช่ไหม ถ้าเช่นนั้นไปพบกันใหม่ในบทเรียนต่อไป

สวัสดิ์เพื่อนนักเรียนทุกคน

บ้ายบาย



เฉลย

33) ทอบว่า การกลั่นลำดับส่วน ก็ถูกที่อะ

บทเรียนโปรแกรม

ประกอบ

เหตุการณ์การสอนชอบทานไข่

- ไข่ -

การสกดด้วยตัวทำละลาย

เล่ม 5

นิตยา ทวีศักดิ์การ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง การสกัดด้วยตัวห้ำละลาย

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนระบุได้ว่า

" การสกัดด้วยตัวห้ำละลาย " เป็นการแยกสารอีกวิธีหนึ่ง

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนจัดอุปกรณ์ แล้วทำการทดลองเรื่อง การสกัดด้วยตัวห้ำละลายได้
2. นักเรียนอธิบาย หลักการสกัดด้วยตัวห้ำละลาย ได้
3. นักเรียนบอกประโยชน์ของการสกัดด้วยตัวห้ำละลายในชีวิตประจำวันได้

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเขาวนปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง " การสกัดน้ำมันรำโคยใช้เฮกเซน เป็นตัวห้ำละลาย " และ " การสกัดคลอโรฟิลล์จากพืชโคยใช้แอลกอฮอล์เป็นตัวห้ำละลาย " มาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

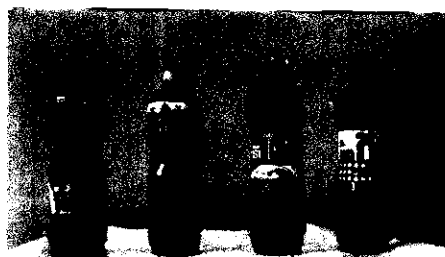
บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง
" การสัปดาห์ด้วยตัวทำละลาย " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การ
สอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) ได้รับความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่	1-3
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	4-5
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่	6-10
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่	11
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่	12-19
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	}	ได้แก่	กรอบที่ 20-25
7) นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ			
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	26-28
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน หาความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่	29-31

.....

" การสังเกตด้วยตัวทำละลาย "

1)



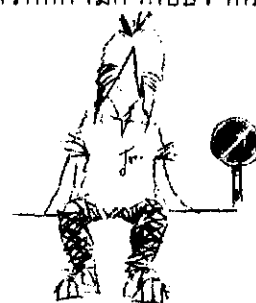
จากภาพ นักเรียนคงจะตอบได้ว่า เป็นตัวอย่างของ.....
ยี่ห้อต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบอาหารในชีวิตประจำวัน

2) ใช่แล้ว เป็นภาพของ " น้ำมันพืช " ยี่ห้อต่าง ๆ และนักเรียนคิดว่าน้ำมันพืชเหล่านี้
นี้ได้จากวัตถุดิบอะไรบ้าง , ... , ... ,
..... , ... , ... , ... ฯลฯ

3) จากกรอบที่ ② ครูคิดว่านักเรียนคงตอบถูกอย่างน้อย 3 ชนิด เอาละเรามาดูคำตอบ
กัน คือน้ำมันพืชเหล่านี้ได้มาจาก งา , รำข้าว , ข้าวโพด , เมล็ดถั่ว ,
ถั่วลิสง , ปาล์ม , ถั่วเหลือง ฯลฯ

แล้วนักเรียนคิดบ้างไหมว่า เขามีวิธีการแยกน้ำมันพืชออกจากวัตถุดิบต่าง ๆ ดังกล่าว
ด้วยวิธีการที่เรียกว่าอะไร (ลองคิดหาคำตอบไว้ทุกคน แล้วติดตามคำตอบจากบท-
เรียนนี้ต่อไป)

ก่อนอื่นเรามาศึกษาจุดประสงค์ของบทเรียนนี้กันก่อน
ซึ่งจะกล่าวถึงในกรอบต่อไป



เฉลย

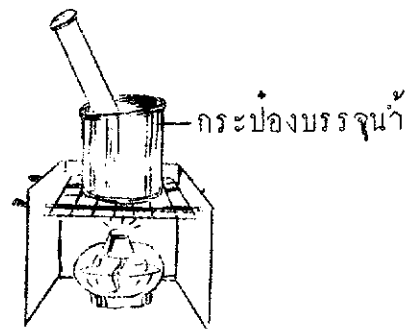
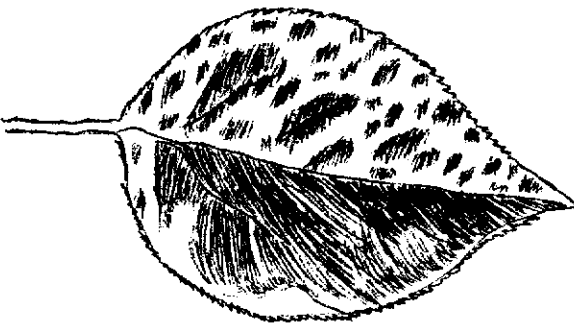
1) น้ำมันพืช

2) ได้จากวัตถุดิบดังนี้ งา , รำข้าว , ข้าวโพด , เมล็ดงา ,
ถั่วลิสง , ปาล์ม , ถั่วเหลือง ฯลฯ
(ถ้านักเรียนตอบถูก 5 ใน 7 ตัว ก็นับว่าดีที่เสียวละ)

4) เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้ พร้อมกับทำการทดลองแล้ว นักเรียนต้องอธิบายหลักการ สกัต์ด้วยตัวทำอะไรได้

5) จากกรอบที่ 4 นักเรียนต้องบอกประโยชน์ของการสกัต์ด้วยตัวทำอะไรในชีวิตประจำวันได้

6) ก่อนจะศึกษาบทเรียนใหม่ เรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนได้ทำการทดลอง เพื่อสรุปว่าสิ่งที่ จำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืชอย่างหนึ่ง คือ สารสีเขียวในใบไม้ ซึ่งเรียกว่า " คลอโรฟิลล์ "



โดยนักเรียนได้นำใบชาค่าง (ดังภาพ) ที่ถูกแสงประมาณ 3 ชั่วโมงมา 1 ใบ แล้ววาศรูปใบไม้ไว้ เพื่อแสงส่วนที่ค่าง (เป็นสีขาว) แล้วนำใบไม้ไปต้มในกระป๋องน้ำเดือด (ดังภาพ) นาน 1 นาที แล้วคีบใบไม้ใส่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ที่มีแอลกอฮอล์อยู่ 15 cm^3 แลหลอดทดลองในกระป๋องน้ำที่ยังต้มอยู่ ต้มต่อไปอีกประมาณ 2-3 นาที จนกระทั่งใบไม้สีซีดหมด ใช้ปากคีบใบไม้ขึ้นแล้วจุ่มลงในน้ำเย็น เมื่อด่างแอลกอฮอล์ออกจากใบแล้ว จึงทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน จะพบว่า ส่วนที่มีสีเขียวเดิม จะเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าตรวจพบแป้ง (มีต่อหน้า 6)

(ต่อจากกรอบที่ 6 ในหน้า 5)

ซึ่งชี้ให้เห็นว่าส่วนนี้มีการสังเคราะห์แสง ซึ่งสิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสงคือ สารสีเขียวในใบไม้ซึ่งเรียกว่า..... นั่นเอง

ส่วนของใบที่เป็นสีขาวเดิมจะไม่พบแป้ง นั่นคือตรงส่วนของใบเมื่อหยกสารละลาย ไอโอดีนลงไป จะไม่เกิดเป็นสี

7) จากข้อความที่ขีดเส้นใต้ 2 เส้น ในกรอบที่ 6 แสดงให้เห็นว่ามีการใช้.....
เป็นตัวทำละลาย เพื่อสกัดสารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์ออกจากใบชบาต่าง ซึ่งเรา
เรียกว่าเป็นการสกัดด้วยตัวทำละลาย

8) จากกรอบที่ 6 การต้มใบชบาต่างในแอลกอฮอล์จนกระทั่งใบมีสีเขียวเข้ม แสดงว่ามีการใช้ แอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย เพื่อไปสกัดสารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์ออกจากใบชบาต่างจนหมด ทำให้ได้สารละลายสีเขียวจากใบชบาต่าง

และถ้ามีการระเหยเอาแอลกอฮอล์ ออกจากสารละลายสีเขียวจากใบชบาต่าง
จะได้สารละลายสีเขียว ที่ไม่มีแอลกอฮอล์

ลักษณะการกระทำเช่นนี้ เราเรียกว่าเป็นการแยกเอาแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็น.....
..... ที่เราไม่ต้องการ ออกไป จะได้เหลือแต่ สารสีเขียวจากใบชบาต่าง ซึ่งสารสีเขียวนี้นี้เป็นตัวถูกละลายที่เราต้องการ

9) นอกจากนี้ในระดับชั้น ม.3 นักเรียนยังได้สกัดน้ำมันรำ โดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย เพื่อสกัดเอาน้ำมันออกจากรำข้าว หลังจากนั้นก็นำสารละลายของน้ำมันรำที่ได้ ไประเหยเอาเฮกเซนออก เพื่อจะได้ได้ " น้ำมันรำ "

(มีต่อหน้า 7)

โดย

6) คลอโรฟิลล์
จะไม่เกิดเป็น สีน้ำเงิน

7) แอลกอฮอล์

8) ตัวทำละลาย

(ต่อจากกรอบที่ 9 ในหน้า 6)

ตัวอย่างของการสกัดน้ำมันว่า ด้วยวิธี " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " นี้ มีการใช้ เป็นตัวทำละลาย และเมื่อระเหยเอาเฮกเซน ออก ก็จะได้ ที่ต้องการ ซึ่งถ้าต้องการน้ำมันว่าที่บริสุทธิ์ ยังต้องนำไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ อีกหลายกระบวนการ

10)



จากกรอบที่ 6-9 คงทำให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " โดยใช้แอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย ในการสกัดเอาสารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์ ออกจากใบชาต่าง และใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย ในการสกัดน้ำมันจากรำข้าว ซึ่งวิธีการนี้อาจใช้สกัด สารมีกลิ่น, น้ำมัน และสารอื่น ๆ ออกจากพืชได้อีกด้วย ดังนั้นนักเรียนจะได้ศึกษาจากบทเรียนนี้ต่อไป

ฉะนั้น เราสามารถสกัด สารมีกลิ่น , น้ำมัน และสารอื่น ๆ ออกจากพืชได้ด้วยวิธีการที่เรียกว่า

11)



ในบทเรียนนี้เราจะกล่าวถึง " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " ซึ่งเป็น เทคนิคการแยกสาร ที่ใช้กันมากอย่างหนึ่งในปัจจุบัน โดยอาศัยสมบัติของการละลายของสารแต่ละชนิด เทคนิคนี้ถูกนำไปใช้ในการสกัด น้ำมัน เช่น น้ำมันพืชต่าง ๆ (กังภาพ) , น้ำมันหอมระเหย และสารมีสีจากส่วนต่างๆ ของพืชบางชนิดด้วย เทคนิคการแยกสาร ที่ใช้กันมากอย่างหนึ่งในปัจจุบัน ซึ่งอาศัยสมบัติการละลายของสารแต่ละชนิด เราเรียกการแยกสารโดยวิธีนี้ว่า

เฉลย

9) เฮกเซน

- เมื่อระเหยเอาเฮกเซนออก ก็จะได้ น้ำมันร่ำ

10) ค่ายวิธีการที่เรียกว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย

11) เรียกการแยกสารโดยวิธีนี้ว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย

12) " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " หมายถึงการแยกสารออกจากของผสม โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม ไปแยกสิ่งที่ต้องการออกมาอยู่ในตัวทำละลาย แล้วจึงนำสารละลายที่ได้ไปแยกอีกที ก็จะได้สิ่งที่ต้องการ และตัวทำละลาย ซึ่งนำไปใช้ใหม่ได้ ดังนั้น การแยกสารออกจากของผสม เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม (คืออาศัยสมบัติของ " การละลายของสารในตัวทำละลาย ") เราเรียกการแยกสารด้วยวิธีนี้ว่า.....

13) จากกรอบที่ 12 เมื่อใช้การแยกสารด้วยวิธีที่เรียกว่า " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " จนได้สิ่งที่ต้องการในรูปของสารละลายแล้ว เราก็จะแยกอีกที เพื่อให้ได้.....
..... และได้..... ด้วย ซึ่งตัวทำละลายที่ได้นี้ นำไปใช้ใหม่ได้อีก

14) ตัวทำละลายที่เหมาะสม ที่ใช้ใน " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " ควรมีสมบัติดังนี้

1. สามารถละลายสารที่ต้องการสกัด ออกมาได้
2. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการ
3. ไม่ละลายสารอื่นหรือสิ่งเจือปนที่เราไม่ต้องการ
4. สามารถแยกสารที่ต้องการ ออกจากตัวทำละลายได้ง่ายภายหลังการสกัด

เพื่อนำตัวทำละลายกลับไปได้ใหม่อีก เป็นการประหยัดตัวทำละลาย

ฉะนั้น จากคำอธิบาย ใน 4 ข้อข้างบนนี้
จัดเป็นคุณสมบัติของตัวทำละลายที่เหมาะสม
ที่ใช้ในการแยกสารโดยวิธีที่เรียกว่า

.....



เฉลย

12) การสกัดด้วยตัวทำละลาย

13) ได้ สิ่งที่ต้องการ และ ได้ ตัวทำละลาย

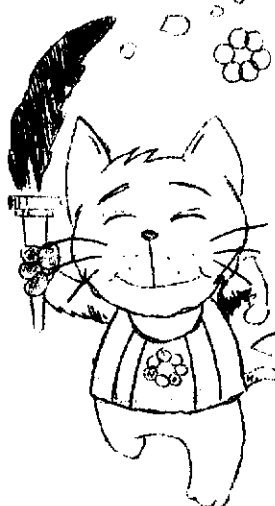
14) การสกัดด้วยตัวทำละลาย

(ตีใจด้วยนะ ที่ตอบถูกทั้ง 3 กรอบเลย)

15) " การสกัดด้วยตัวห้ำละลาย " เป็นวิธีที่นำมาใช้ในวงการอุตสาหกรรม ประเภท การสกัด " น้ำมันพืช " เช่นการสกัด น้ำมัน จาก งา , รำข้าว , เมล็ดพืช , ถั่ว ปาล์ม เป็นต้น โดยใช้ " เฮกเซน " เป็นตัวห้ำละลาย หรือเป็นตัวสกัดน้ำมันออกมา อยู่ในรูปของสารละลาย

ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่ง ที่สกัด..... เพื่อใช้ ประกอบอาหาร โดยสกัดจาก งา,รำข้าว,เมล็ดพืช,ถั่ว,ปาล์ม ฯลฯ ด้วยวิธีการที่ เรียกว่า..... และมักจะใช้.....เป็นตัวห้ำละลาย

16) จากกรอบที่ 15 หลังจากสกัดได้ " น้ำมันพืช " ที่ต้องการออกมาอยู่ในรูปของ สารละลายแล้ว ก็จะมีการนำสารละลายที่ได้ไปกลั่น เพื่อแยกเอา " เฮกเซน " ออก และสามารถนำ เฮกเซน ไปใช้สกัดใหม่ได้อีก ส่วน " น้ำมันพืช " ที่ได้ต้อง นำไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อแยกสารพิษ, ทำการฟอกสี ตูกลั่น ก่อนนำออก จำหน่ายยังท้องตลาด



ดังนั้น เพื่อให้ได้น้ำมันพืชที่ต้องการ ในขั้นแรกต้อง นำสารละลายไปกลั่นเพื่อแยกเอา.....

ซึ่งเป็นตัวห้ำละลาย ออก

และ เฮกเซน ที่แยกออกมาได้ สามารถนำไปใช้ สกัดใหม่ได้อีก

เมื่อได้น้ำมันพืชที่ต้องการแล้ว ก่อนนำสู่ตลาด ต้องนำ น้ำมันพืช ไปผ่านกระบวนการดังนี้..... ,

..... , ... เป็นต้น

เฉลย

15) น้ำมันพืช

การสกัดด้วยตัวทำละลาย

เฮกเซน

16) เฮกเซน

ผ่านกระบวนการดังนี้ การแยกสารพิษ , การฟอกสี , การดูดกลืน

(นักเรียนตอบเช่นเดียวกับที่ เฉลย ก็ถูกชี้อะ)

17) ในการสกัดน้ำมันพืช ซึ่งส่วนมากใช้ " เฮกเซน " เป็นตัวทำละลาย ถ้าแยกเฮกเซนออกไม่หมด แล้วนำมาบริโภค จะเป็นอันตรายต่อร่างกาย นอกจากนี้ ในน้ำมันพืชส่วนมากจะมีสารพิษ เช่น โซยาไนค์ และอาฟลาทอกซิน ซึ่งเชื่อกันว่าทำให้เกิดมะเร็งในตับ ดังนั้นในกระบวนการผลิตน้ำมันพืช จึงต้อง " สกัด " สารเหล่านี้ออกให้หมด

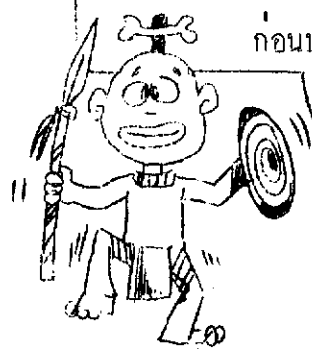
ฉะนั้น ในกระบวนการผลิตน้ำมันพืช เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค จึงต้อง

..... เพื่อแยกเอา เฮกเซน และสารมีพิษทั้งหลายออกให้หมด

18) การแยกสารโดยวิธีที่เรียกว่า "การสกัดด้วยตัวทำละลาย" นับว่ามีประโยชน์มาก สามารถนำไปใช้แยกสารที่มีประโยชน์ได้หลายประเภท เช่น น้ำมันพืช ทั้งที่กล่าวแล้ว น้ำมันหอมระเหย , และสารมีสี เป็นต้น

ดังนั้น น้ำมันพืช, น้ำมันหอมระเหย และ สารมีสี ฯลฯ สามารถแยกได้โดยใช้วิธีการแยกสารที่เรียกว่า

19) เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทำการแยกสารด้วยวิธีที่เรียกว่า "การสกัดด้วยตัวทำละลาย" นักเรียนจะได้ทำการทดลองที่ 1.2 เรื่องการสกัดด้วยตัวทำละลาย ก่อนปฏิบัติการทดลอง นักเรียนควรปฏิบัติดังนี้



● นักเรียนทุกคนควรศึกษาจุดประสงค์ของการทดลองให้เข้าใจ

● นักเรียนทุกคนต้องศึกษาวิธีทำการทดลองให้ละเอียดและเข้าใจ ถ้าสงสัยท่อนใด ต้องรีบปรึกษาครูผู้ควบคุม

ทันทีอย่าปล่อยทิ้งไว้ และเมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน ประมาณกลุ่มละ 4 คน/อุปกรณ์ 1 ชุด เพื่อทำการทดลองร่วมกัน

(ถ้าพร้อมแล้ว ปฏิบัติการทดลอง ดังรายละเอียดในกรอบที่ 20 ใต้ต่อไป)

เฉลย

17) สก็ท

18) การสก็ท้วยหัวห่าละลาย

(เหมียวตีใจค่ายนะ ที่ฟี่ ๆ นักเรียนตอบถูกอีกแล้ว)

20) การทดลองที่ 1.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

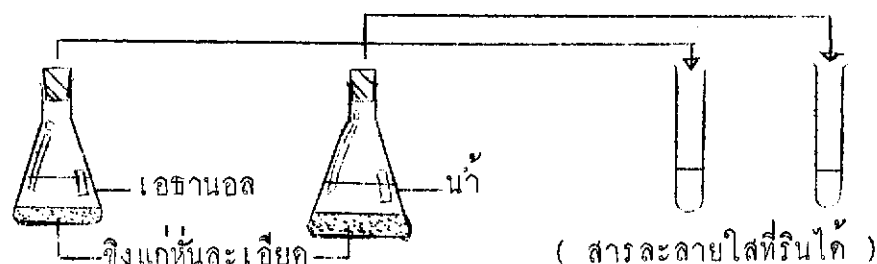
- จุดประสงค์
- เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้ พร้อมกับทำการทดลองแล้ว นักเรียนสามารถอธิบาย หลักการสกัดด้วยตัวทำละลาย ได้
 - นักเรียนบอกประโยชน์ของการสกัดด้วยตัวทำละลายในชีวิตประจำวันได้
 - นักเรียนบอกได้ว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็น การแยกสาร วิธีหนึ่ง

อุปกรณ์	สารเคมี
1. ขวดรูปกรวยขนาด 100 cm^3 2 ใบ	1. ชิงแก่หั่นละเอียด
2. จุกคอร์กหรือจุกยางปิดขวดรูปกรวย 2 จุก	2. เอทานอล
3. หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด	3. น้ำกลั่น

วิธีทดลอง

1. ใส่ชิงแก่หั่นละเอียดประมาณ 30 กรัม ลงในขวดรูปกรวยขนาด 100 cm^3
2. เติมเอทานอล 25 cm^3 ลงในขวดรูปกรวย ปิดด้วยจุกคอร์กให้สนิท แล้วเขย่าประมาณ 5 นาที
3. รินสารละลายที่ได้ ใส่ในหลอดทดลองขนาดกลาง สังเกตสารละลายที่ได้
4. ทำการทดลองซ้ำ แต่ใช้น้ำ แทนเอทานอล สังเกตสารละลายที่ได้ เปรียบเทียบกับข้อ 3

● เนื่องจากเอทานอลเป็นสารระเหยง่าย ขณะทดลองจึงต้องปิดจุกภาชนะให้แน่น ●



▶ นักเรียนกลุ่มที่ทดลองเสร็จแล้ว บันทึกผลลงในตารางต่อไปนี้ได้เลย
ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตัวทำละลาย	ผลที่สังเกตได้
เอทานอล	
น้ำ	

21) จากผลการทดลองของนักเรียนจะได้ว่า

ถ้าใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย จะได้สารละลายมีสี.....
 และมีกลิ่นของ..... ปนกับกลิ่นเอทานอล

22) แต่ถ้าจากการทดลอง ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย จะได้สารละลายมีสีหรือไม่.....

ถ้ามีสี ลักษณะสีเป็นอย่างไร..... และมีกลิ่นของ..... ชักเจน
 (เนื่องจาก น้ำ ไม่มีกลิ่น)

23) จากผลการทดลองจะได้ว่า..... และ ต่างก็เป็นตัวทำ-
 ละลายที่ใช้สกัดกลิ่นของขิงได้เหมือนกัน เพียงแต่การใช้เอทานอล จะมีกลิ่นของ
 เอทานอลปนอยู่มาก ดังนั้นถ้าต้องการสกัดเอากลิ่นขิงเพียงอย่างเดียว ควรใช้
 เป็นตัวทำละลาย

24) จากผลการทดลอง พบว่า ถ้าใช้เอทานอล เป็นตัวทำละลาย ได้สารละลายมีสี
เหลืองชักเจน แต่ถ้าใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ได้สารละลายไม่มีสี (หรือพบว่ามีสี
 เหลืองจาง ๆ) แสดงว่า เป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัดสารมีสีจากขิง
 ได้ดีกว่า น้ำ

เจดย

20) ตัวอย่างผลการทดลอง

ตัวห้ละลาย	ผลที่สังเกตได้
เอธานอล	<u>สารละลายมีสีเหลือง มีกลิ่นขิงปนกับเอธานอล</u>
น้ำ	<u>สารละลายไม่มีสี (หรือสีเหลืองจาง ๆ) มีกลิ่นขิงชัดเจน</u>

21) สีเหลือง มีกลิ่นของ ขิง

22) มีสี เป็นสีเหลืองจาง ๆ มีกลิ่น ขิง ชัดเจน

(คำตอบกรอบนี้ บางกลุ่มอาจพบว่า สารละลายไม่มีสี
หรืออาจพบว่า มีสีเหลืองจาง ๆ ก็ถือเป็นคำตอบที่ถูกต้อง)

23) น้ำ และ เอธานอล

เอากลิ่นขิงเพียงอย่างเดียวกว ใช้ น้ำ

24) เอธานอล

25) จากผลการทดลอง การจะใช้อะไรเป็นตัวห้ำละลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ว่าการจะสกัดอะไร เช่นถ้านักเรียนต้องการ กลิ่นขิง เพียงอย่างเดียว ควรใช้.....
 เป็นตัวห้ำละลาย แต่ถ้าต้องการสีเหลืองจากขิง นักเรียนควรใช้.....
 เป็นตัวห้ำละลาย ซึ่งถ้าเอธานอลที่ใช้ เป็นชนิดที่รับประทานได้ และถูกต้องตาม
 เกสซ์คำรับ ก็ไม่ต้องแยกเอาเอธานอลออก แต่โดยทั่วไปใน"การสกัดด้วยตัวห้ำละลาย"
 เมื่อสกัดแล้ว มักจะต้องแยกเอาตัวห้ำละลายออก เพราะตัวห้ำละลายส่วนใหญ่เป็น
 พิษ และตัวห้ำละลายที่แยกออกนั้น สามารถนำกลับไปได้ใช้ได้อีก

26) เพื่อให้มั่นใจว่า ที่นักเรียนได้ศึกษาไปแล้วนี้ บรรจุจุดประสงค์
 มากน้อยเพียงใด จึงขอให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้

การทดลองในบทเรียนนี้ จัดเป็นการแยกสารวิธีหนึ่ง
 ซึ่งเรียกว่า



27) หลักการของ " การสกัดด้วยตัวห้ำละลาย " คือเป็นการแยกสารที่ต้องการออก
 จากของผสม โดยใช้ ที่เหมาะสม ไปแยกสิ่งที่ต้องการออกมาอยู่ใน
 ตัวห้ำละลายที่ใช้นั้น แล้วจึงนำสารละลายที่ได้ไปแยกอีกที ก็จะได้ สารที่ต้องการ
 และยังได้ ตัวห้ำละลาย ซึ่งนำไปใช้ได้ใหม่อีก

28) การหีบอ้อย, การคั้นกะทิ, การสกัดน้ำตาลขิง, การสกัดน้ำตาลกระเจี๊ยบ, การสกัดน้ำตาล
 ถั่วเหลือง, การสกัดน้ำตาลไม้ต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นประโยชน์ของการสกัดด้วยตัว
 ห้ำละลายในชีวิตประจำวันทั้งสิ้น
 นอกจากที่กล่าวมานี้ นักเรียนลองคิดหาคำตอบอื่น ๆ อีกสัก 2-3 ตัวอย่าง ที่คิดว่า
 เป็นประโยชน์ของการสกัดด้วยตัวห้ำละลายที่พบในชีวิตประจำวัน (ตอบได้อย่างอิสระ)

เฉลย

- 25) ต้องการกลั่นซึ่งอย่างเดียว ควรใช้ น้ำ
ต้องการสีเหลืองจากขิง ควรใช้ เอทานอล

- 26) การสกัดด้วยตัวทำละลาย

- 27) ตัวทำละลาย ที่เหมาะสม

- 28) (กรอบนี้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระ)

นักเรียนอาจตอบอะไรก็ได้ แต่ถ้าตอบว่า การสกัดน้ำใบเตย
การสกัดน้ำสีจากดอกอัญชัน , การสกัดน้ำมัน , ชา ฯลฯ
คำตอบเหล่านี้ล้วนเป็นตัวอย่างที่เป็นประโยชน์ของการสกัด
ด้วยตัวทำละลายทั้งสิ้น

29) เพื่อเป็นการสรุปทำให้เข้าใจเกี่ยวกับ การแยกสารโดยวิธีที่เรียกว่า



" การสกัดด้วยตัวทำละลาย " ขอให้นักเรียนได้ทบทวนบทเรียน แล้วตอบคำถามต่อไปนี้เป็นการบ้าน (กรอบ 29-30) โดยทำลงในสมุดแบบฝึกหัดของนักเรียน แล้วนำเสนอในวันรุ่งขึ้น

- จงอธิบายความหมายของ " การสกัดด้วยตัวทำละลาย "

30) - ในการสกัดด้วยตัวทำละลาย ดังรายละเอียดที่นักเรียนตอบในกรอบที่ (29) แล้วนั้น ให้นักเรียนบอกว่า ตัวทำละลายที่เหมาะสมควรมีสมบัติอย่างไรบ้าง

31) จากบทเรียนในคาบที่แล้ว จนถึงขณะนี้ นักเรียนได้รู้จัก การแยกสาร ไปแล้วรวม 2 วิธี ด้วยกัน ได้แก่

1. การแยกสาร โดย " การกลั่นธรรมดา " , " การกลั่นลำดับส่วน "

2. การแยกสาร โดยวิธีที่เรียกว่า " การสกัดด้วยตัวทำละลาย "

ขอให้นักเรียนได้ทบทวนทำความเข้าใจ วิธีการแยกสารเหล่านี้ให้ดี และคอยติดตาม การแยกสารด้วยวิธีอื่น ๆ ต่อไป

สำหรับบทเรียนนี้ ขอขอบคุณไว้เพียงเท่านี้
ขอให้เพื่อน ๆ นักเรียนทุกคน นอนหลับ
และฝันดี แล้วอย่าลืมฝันถึงบทเรียนนี้บ้างนะ
อ้อ แล้วอย่าลืมการบ้านที่ต้องส่งวันพรุ่งนี้นะ

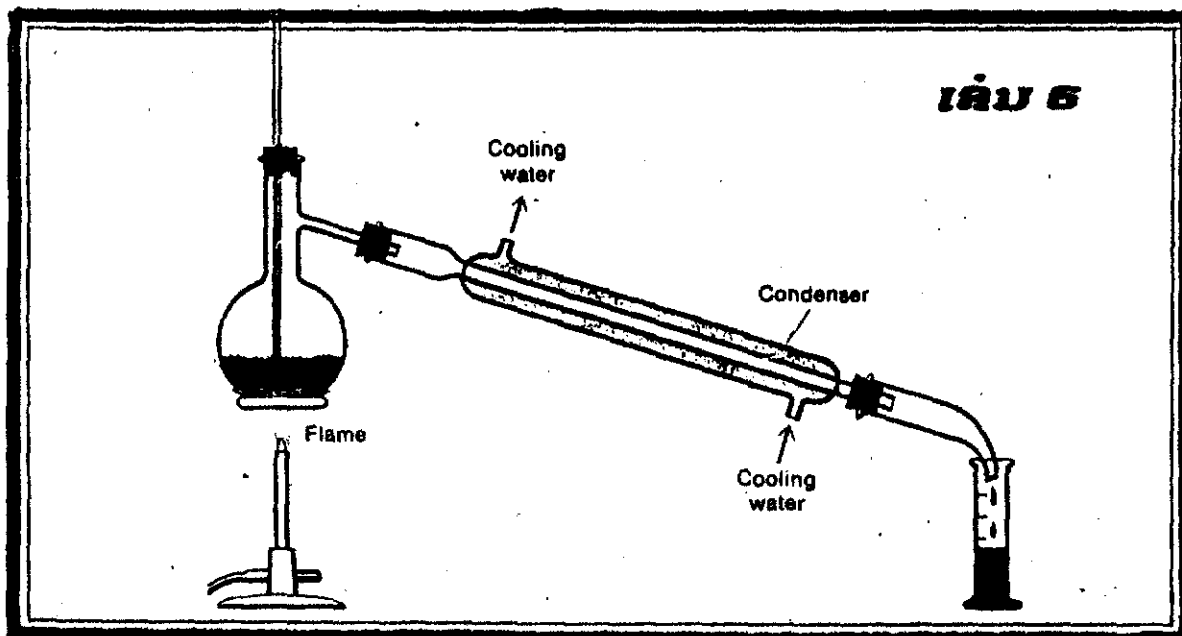
สวัสดีเพื่อนนักเรียนที่รักทุกคน ไปละ...



บทเรียนโปรแกรม
ประกอบ
เหตุการณ์การกลั่นของกาน้ำชา

เรื่อง

การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ



นิตยา ทวีกิจการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

เวลา 2 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนระบุเทคนิคการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ได้

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือง่าย ๆ ในการทดลองเรื่อง การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ได้

2. นักเรียนสามารถระบุความแตกต่าง ระหว่าง หลักการของการสกัดด้วยตัวทำละลาย และการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ได้

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษา เรื่องการแยกสารโดยวิธีการกลั่น และการสกัดด้วยตัวทำละลาย มาแล้ว ในบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง การแยกสาร " การกลั่น " และ การสกัดด้วยตัวทำละลาย

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง
" การสักรักโดยการกลั่นค้ายไอน้ำ " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์
การสอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) ได้รับความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่	1
2) มอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	2-3
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่	4-7
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่	8
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่	9-15
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	}	ได้แก่	กรอบที่ 16-22
7) นักเรียนทราบบผลการปฏิบัติ			
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	23-26
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุปย่อ ให้การบ้าน ทำรายงาน ทาความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่	27-30

• การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ •

1)



จากฉลากยาของ "น้ำมันยูคาลิปตัส" นักเรียนคงสงสัยว่า น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส นี้ นักเรียนได้มาด้วยวิธีการใด นักเรียนทุกคนลองศึกษาคำตอบไว้ในใจสิครับ แล้วศึกษามบทเรียนนี้ต่อไป นักเรียนจะได้ทราบว่า คำตอบที่นักเรียนคิดไว้นั้น ถูกต้องเพียงใด

2) ก่อนอื่นมาดูว่าจุดประสงค์ของบทเรียนนี้มีอะไรบ้าง : ซึ่งจุดประสงค์มีดังนี้คือ

● นักเรียนสามารถใช้เครื่องมืออย่าง ๗ ในการทดลองเรื่อง

• การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ • ได้

3) หลังจากศึกษามบทเรียนนี้ พร้อมกับทำการทดลองแล้ว นักเรียนคงอธิบายได้ว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย และ การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ มีหลักการต่างกันอย่างไร

4)



ก่อนศึกษามบทเรียนใหม่ เรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน

(มีค่อนหน้า 5)

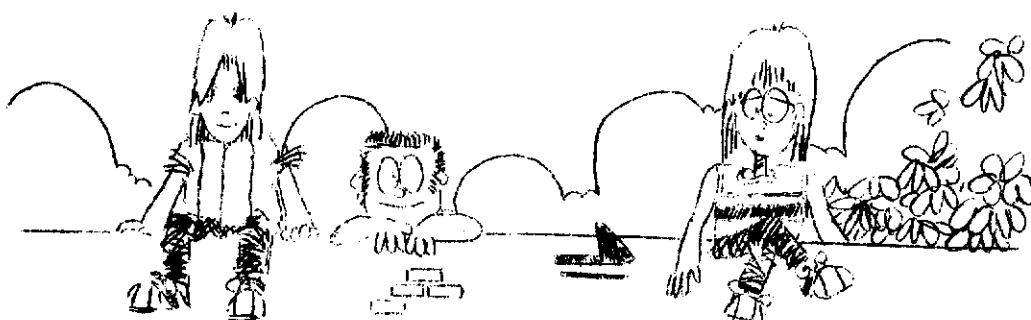
(ต่อจากกรอบที่ 4) จากการศึกษาบทเรียน 2 ความที่ผ่านมา นักเรียนได้ศึกษาถึง เรื่องการแยกสาร ว่ามีหลายวิธีเช่น การแยกสารโดยวิธีการกลั่น ซึ่งได้ศึกษาเรื่อง " การกลั่นธรรมดา " กับ " การกลั่นลำดับส่วน " และการแยกสารโดยวิธี " การสกัดด้วยตัวทำละลาย "

สำหรับการแยกสารโดยวิธีการกลั่น ใช้แยกสารได้ทั้งตัวทำละลายและตัวถูกละลาย แต่การกลั่น(หรือที่เรียกว่า การกลั่นธรรมดา) จะใช้ได้เมื่อ ตัวทำละลาย และ ตัวถูกละลาย เคี้ยวที่อุณหภูมิต่างกันค่อนข้างมาก (คือต่างกันอย่างน้อย 20°C)

ฉะนั้น ถ้าจะแยก น้ำ ออกจาก เกลือแกง ใน สารละลายเกลือแกง ซึ่งน้ำ และ เกลือแกง มีจุดเดือดต่างกันมาก ควรจะแยกสารทั้ง 2 ตัวดังกล่าว โดยวิธีที่เรียกว่า หรือที่เรียกว่า

5) ในเรื่องของการแยกสาร เพื่อให้ได้ ทั้งตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย นั้น ถ้าตัวทำละลาย กับ ตัวถูกละลาย เคี้ยวที่อุณหภูมิใกล้เคียงกัน หรือเป็นสารระเหย - ง่ายทั้งคู่ การกลั่น(หรือการกลั่นธรรมดา) จะใช้ไม่ได้ผล ถ้าจะให้ได้ผลต้องใช้ วิธีที่เรียกว่า " การกลั่นลำดับส่วน " แทน

ฉะนั้น ถ้าจะแยกน้ำมันเชื้อเพลิงพวกต่าง ๆ (ซึ่งแต่ละพวกมันจะมีจุดเดือดใกล้เคียงกัน) ออกจากน้ำมันดิบ(น้ำมันปิโตรเลียม) เขาใช้วิธีที่เรียกว่า



เฉลย

4) โดยวิธีที่เรียกว่า การกลั่น หรือที่เรียกว่า -
การกลั่นธรรมชาติ

5) การกลั่นลำดับส่วน

(คือ ใจความนะ สำหรับผู้ที่ตอบว่า การกลั่นลำดับส่วน)

6) ในเรื่องการแยกสารโดยวิธี " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " เป็นวิธีการแยกสาร โดยอาศัยสมบัติของ " การละลายของสารในตัวทำละลาย " โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมไปแยกสิ่งที่ต้องการออกมาอยู่ในตัวทำละลาย แล้วจึงนำสารละลายที่ได้ไปแยกอีกที จะได้ สิ่งที่ต้องการ และได้ ตัวทำละลาย ซึ่งนำไปใช้ใหม่ได้

ถ้า เอธานอลเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการสกัดเอสารสีเหลือง และกลั่นของแข็ง ส่วนเฮกเซนเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับใช้สกัดน้ำมันจากรำข้าว

ฉะนั้น การสกัดสีและกลั่นจากขิง, การสกัดน้ำมันรำ ฯลฯ จึงเป็นตัวอย่างของการแยกสาร โดยวิธีที่เรียกว่า



จากกรอบที่ 4-5-6 นักเรียนก็ได้ทบทวนความรู้เกี่ยวกับการแยกสารโดยวิธีการกลั่น(หรือการกลั่นธรรมดา) , การกลั่นลำดับส่วน และ การสกัดด้วยตัวทำละลาย ไปแล้ว นอกจากที่กล่าวนี้ ก็ยังมี การแยกสารโดยวิธีอื่น ๆ อีก ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

8)



เรามาศึกษาบทเรียนใหม่สำหรับคาบนี้กันเลยนะ
การแยกสารอีกวิธีหนึ่ง ที่นักเรียนควรรู้จักก็คือ
" การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่ง
ที่ใช้แยกสาร โดยอาศัยหลักว่า สารที่ต้องการ
ต้องระเหยได้ง่าย จึงใช้ไอน้ำพาออกมาจากสารอื่น ได้

ฉะนั้น การแยกสารโดยอาศัยหลักที่ว่า " สารที่ต้องการ ต้องระเหยได้ง่าย
จึงใช้ไอน้ำพาออกมาจากสารอื่นได้ " เราเรียกการแยกสารโดยอาศัยหลักการนี้ว่า
.....

เคย

6) การสกัดด้วยตัวทำละลาย

8) การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

9) " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " หมายถึงการสกัดโดยใช้ไอน้ำ เป็นตัวพาสารที่ระเหยง่าย และไม่ละลายน้ำ ออกมาจากสารระเหยยาก ผ่านเครื่องควบแน่น แต้น้ำมันที่ได้ ไม่รวมกับน้ำ จึงแยกออกเป็น 2 ชั้น ทำให้แยกออกจากกันได้ง่าย ซึ่งการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ นี้ ได้นำไปใช้ในการแยก น้ำมันหอมระเหย ออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เพื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการทำ น้ำหอม, ยา และเครื่องสำอางอื่น ๆ

ฉะนั้น การแยก น้ำมันหอมระเหยจากกาบใบของตะไคร้หอม, จากใบของยูคาลิปตัส และจากผิวสีเขียวของมะกรูด ฯลฯ เป็นตัวอย่างของการแยกสาร โดยวิธีที่เรียกว่า

10) ข้อจำกัดในการแยกสารโดยวิธีที่เรียกว่า " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " มีดังนี้ คือ

1. สารที่จะแยกต้องเป็นสารที่ระเหยง่าย ที่ปนอยู่กับสารระเหยยาก (สารที่มีจุดเดือดต่ำมาก ๆ ปนอยู่กับสารที่มีจุดเดือดสูงมาก ๆ เช่นน้ำมันหอมระเหยในพืช)
2. สารนั้นต้องไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ หรือไม่ละลายน้ำ
3. สารนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ
4. สารนั้นต้องไม่สลายตัวด้วยน้ำ

ดังนั้น คำอธิบายทั้ง 4 ข้อข้างบนนี้
จัดเป็นข้อจำกัดในการแยกสาร โดย
วิธีที่เรียกว่า

.....

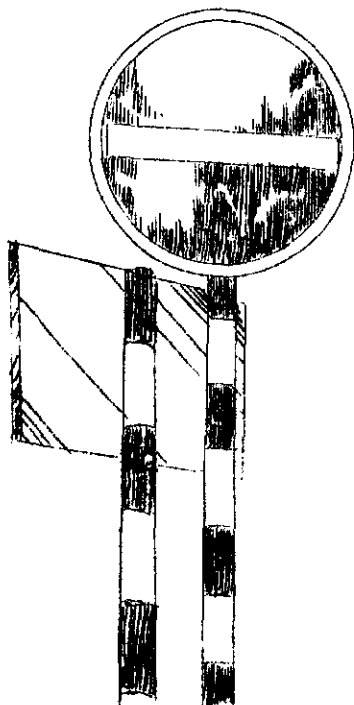


โดย

9) นักเรียนที่ตอบว่า การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ก็ถูกอีกครับ

10) นักเรียนที่ตอบว่า การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ก็ถูกอีกครับ

- 11) " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " ทำให้สารอินทรีย์ที่มีจุดเดือดสูงกลายเป็นไอออกมาที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของมันเอง ตัวอย่าง เช่น
- เมื่อสกัดสาร A ซึ่งมีจุดเดือด 150°C ด้วยไอน้ำ ปรากฏว่า สาร A จะกลายเป็นไอออกมาได้ที่อุณหภูมิ 95°C อธิบายได้ว่า
- ที่ 95°C ความดันไอของสาร A เท่ากับ 120 มิลลิเมตรของปรอท และของไอน้ำ เท่ากับ 640 มิลลิเมตรของปรอท เมื่อรวมความดันไอของสาร A กับ น้ำ จะเท่ากับ $120 + 640$ เท่ากับ 760 มิลลิเมตรของปรอท ซึ่งเท่ากับความดันบรรยากาศ จึงทำให้สาร A และ น้ำ กลายเป็นไอออกมาได้ที่อุณหภูมิ 95°C
- ฉะนั้น การที่สาร A มีจุดเดือดปกติ 150°C แต่กลายเป็นไอออกมาได้ที่อุณหภูมิ 95°C ชี้ให้เห็นว่า การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ทำให้สาร A กลายเป็นไอออกมาที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือสูงกว่า จุดเดือดของมันเอง



โดย

11) ต่ำกว่า จุกเคี้ยวของมันเอง

12) น้ำหอมชนิดต่าง ๆ ที่มีขายในท้องตลาด เป็นสารละลายระหว่าง น้ำมันหอมระเหย กับตัวทำละลาย เช่น แอลกอฮอล์

น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่สกัดได้จาก ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มีกลิ่น ดังตัวอย่างพืชตามตารางข้างล่างนี้

ตารางแสดงส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ใช้สกัดน้ำมันหอมระเหย (ซึ่งบางชนิดเท่านั้นที่ใช้วิธี " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " ได้ ตามข้อจำกัดของการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ)

ตัวอย่างพืช	ส่วนของพืช
ตะไคร้ ตะไคร้หอม	กาบใบ
ยูคาลิปตัส กะเพรา โหระพา	ใบ
กุหลาบ มะลิ กระดังงา การะเวก	ดอก
จันทน์เทศ	ผล
มะกรูด มะนาว ส้ม	เปลือกของผล
กระวาน กานพลู	เมล็ด
จันทน์ สน	เนื้อไม้
อบเชย	เปลือกไม้
แฝกหอม	ราก
ชิง ข่า	เหง้า

จากตาราง เนื่องจาก ชิง ข่า จะลายนำได้ก็ แต่จากข้อจำกัดของ " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " กล่าวว่า สารที่ต้องการ ต้องไม่ละลายน้ำ

ฉะนั้น นักเรียนคิดว่า ถ้าจะสกัดกลิ่นหอมจากชิง โดยใช้วิธี " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " จะได้ผล หรือไม่

ถ้าใช้วิธี การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ แล้วไม่ได้ผล นักเรียนคิดว่า ควรใช้วิธีใด จึงจะสกัดกลิ่นหอมจากชิงอย่างได้ผลดี.....

(ตอบตามที่นักเรียนเคยศึกษามา)

เคย

12) ทอบว่า ไม่ได้ผล ครับ

ถ้าจะให้ได้ผล ต้องใช้วิธี การสกัดด้วยตัวทำละลาย

13) ในเรื่องการแยกสาร หรือการสกัด ซึ่งมีหลายวิธีเช่น การกลั่น (การกลั่นธรรมดา การกลั่นลำดับส่วน) การสกัดด้วยตัวทำละลาย, การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ดังนั้น นักเรียนคิดว่า ถ้าจะสกัดกลิ่นหอมจากขิง ควรใช้วิธีใดจากหลายวิธีที่กล่าวมา (ถ้าตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการ สกัดกลิ่นขิง คือ น้ำ และเอทานอล)

14) จากกรอบ (12-13) ถ้านิวมะกรูดให้น้ำมันหอมที่ระเหยง่ายและไม่ละลายน้ำ และตามหลักการของ " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " สารที่ต้องการ ต้อง ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ จึงใช้ไอน้ำพาจากสารอื่น ได้ ดังนั้น นักเรียนคิดว่า เราจะสกัดน้ำมันหอมระเหยจากนิวมะกรูด ได้โดยการแยกสาร (การสกัด) วิธีใดตามที่กล่าวมาในกรอบที่ (13).....

15) ใช่แล้ว เราสามารถสกัด น้ำมันหอมระเหยจากนิวมะกรูดได้ ด้วยวิธี การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ซึ่งนักเรียนจะได้ทำการทดลอง ดังการทดลองที่ 1.3 เรื่อง การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

- ก่อนปฏิบัติการทดลอง นักเรียนทุกคนควรศึกษาจุดประสงค์ของการทดลองให้เข้าใจ
- นักเรียนทุกคนต้องศึกษาวิธีทำการทดลองให้ละเอียดและเข้าใจ ถ้ามีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ ให้รีบปรึกษาครูผู้ควบคุมทันที อย่าปล่อยทิ้งไว้
- เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนรวมกลุ่มกันประมาณกลุ่มละ 4 คน/อุปกรณ์ 1 ชุด เพื่อทำการทดลองร่วมกัน



นักเรียนคงพร้อมแล้ว ถ้าเช่นนั้น ปฏิบัติการทดลองที่ 1.3 ดัง รายละเอียดในกรอบที่ 16 ไปด้วย

เฉลย

13) การสกัดด้วยตัวทำละลาย

14) ใช้วิธี การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

16) การทดลองที่ 1.3 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนทราบเทคนิค " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " ซึ่งเป็นการแยกสารอีกวิธีหนึ่ง
2. นักเรียนใช้เครื่องมืออย่างง่าย ๆ ในการทดลองเรื่อง " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " ได้
3. นักเรียนอธิบายได้ว่า " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " และ " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " มีหลักการต่างกันอย่างไร

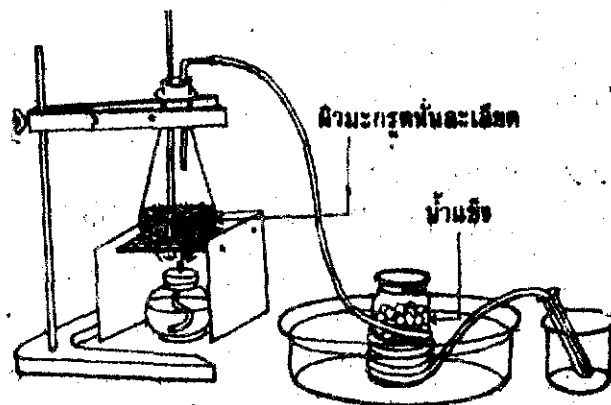
อุปกรณ์	สารเคมี
1. ขวดรูปกรวยขนาด 250 cm^3	1. ผิวมะกรูดหั่นละเอียด
2. หลอดนำกาชยาว 40 cm	2. น้ำกลั่น
3. จุกยาง (หรือจุกคอรัค) 2 รู สำหรับปิดปากขวดรูปกรวยขนาด 250 cm^3	3. น้ำแข็ง
4. หลอดนำกาชพร้อมสายยางยาวประมาณ 120 cm	
5. ขวดทรงสูงสำหรับพันสายยาง	
6. อ่างน้ำพลาสติก	
7. หลอดทดลองขนาดกลาง	

วิธีทดลอง

1. ใส่เปลือกมะกรูดหั่นละเอียดประมาณ 50 กรัม ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 cm^3 ซึ่งมีน้ำอยู่ 100 cm^3
2. ปิดขวดด้วยจุกยางที่มีหลอดแก้วยาวประมาณ 40 cm และหลอดนำกาชเสียบอยู่ ต่อหลอดนำกาชด้วยสายยางยาวประมาณ 120 cm พันสายยางรอบภาชนะทรงสูงที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่ ปลายสายยางอีกข้างหนึ่ง อยู่ในหลอดทดลองขนาดกลาง (ดังรูป)
3. คมกลั่น และสังเกตสารที่กลั่นได้

ข้อควรระวังขณะทดลอง

- ในการจัดเครื่องมือ ต้องปิดปากยางให้แน่น เพื่อไม่ให้ไอของสารรั่วออกจากขวดกักเก็บ และใช้เวลาากั่นประมาณ 4-5 นาที สารที่กักเก็บได้อาจจะค้างอยู่ในสายยาง ยกสายยางให้สารที่กักเก็บได้ไหลลงหลอดทดลอง



รูป เครื่องมือสกัดโดยการกักเก็บด้วยไดน้ำ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชั้นของของเหลว	ลักษณะของของเหลวที่สังเกตได้
ชั้นบน	
ชั้นล่าง	

- 17) จากผลการทดลองได้ว่า สารที่กักเก็บได้ในหลอดทดลองเป็นของเหลว ซึ่งแบ่งเป็น ชั้น ของเหลวชั้นบนมีลักษณะ และสีของ ส่วนชั้นล่างมีลักษณะเป็น
.....

เนลย

16) ตัวอย่างผลการทดลอง

ชั้นของของเหลว	ลักษณะของของเหลวที่สังเกตได้
ชั้นบน	<u>เป็นน้ำมันสีเหลืองอ่อน ๆ (หรือขาวขุ่น)</u> <u>มีกลิ่นมะกรูด</u>
ชั้นล่าง	<u>เป็นของเหลวใส ไม่มีสี</u>

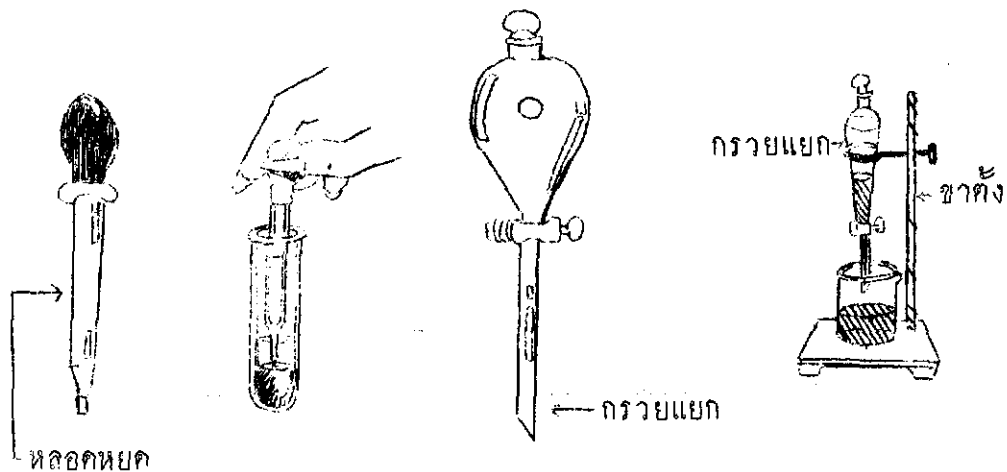
หมายเหตุ กลิ่นที่ได้อาจไม่เหมือนมะกรูด 100 % เพราะ
ก. บางส่วนถูกความร้อน แปรสภาพเป็นสารอื่น
ข. บางส่วนติดค้างในหลอดกลั่น
ค. บางส่วนระเหยไปในอากาศ

17) 2 ชั้น ของเหลวชั้นบนมีลักษณะ เป็นน้ำมันสีเหลืองอ่อน ๆ
หรือขาวขุ่น และมีกลิ่นของมะกรูด
ชั้นล่างมีลักษณะ เป็นของเหลวใส ไม่มีสี

18) ในการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ นี้ ไอน้ำจะช่วยทำให้ น้ำมันหอมระเหยของ มะกรูด กลายเป็นไอแยกตัวออกมาพร้อมกับไอน้ำ ดังนั้นของเหลวที่กลั่นได้ จะมีทั้ง น้ำมันหอมระเหยของมะกรูด และ น้ำ แต่น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการทดลอง จะไม่ รวมกับน้ำ จึงแยกออกเป็น 2 ชั้น ทำให้แยกน้ำมันหอมระเหยของมะกรูด ออกจากน้ำ ได้ง่าย

ฉะนั้น ผลจากการทดลองของนักเรียนคงสรุปได้ว่า น้ำมันสีเหลืองอ่อน(หรือขาวขุ่น) ในชั้นบนคือ.....ส่วนของเหลวสีไม่มีสีชั้นล่างคือ.....

19) ถ้ามีของเหลวแยกชั้นกันอยู่ในหลอดทดลอง และเราจะแยกของเหลวทั้ง 2 ชั้นนั้น ออกจากกัน เราอาจใช้หลอดหยด (ดังภาพ) ดูดของเหลวชั้นบนออก หรืออาจใช้ กรวยแยก (ดังภาพ) แยกของเหลวทั้ง 2 ชั้นออกจากกันได้



ฉะนั้น จากการทดลอง เราได้ของเหลว 2 ชั้น ซึ่งชั้นบนคือ น้ำมันหอมระเหยของ มะกรูด และชั้นล่าง คือน้ำ ถ้าต้องการแยกเอา น้ำมันหอมระเหยของมะกรูด ออกจาก น้ำ ควรทำอย่างไร ให้ออกมาอย่างน้อย 2 วิธี

1.
2.

เฉลย

- 18) ชั้นบน คือ น้ำมันหอมระเหยของมะกรูด
ชั้นล่าง คือ น้ำ

- 19) - 1. โดยใช้หลอดหยดดูดของเหลวชั้นบนออก
- 2. โดยใช้กรวยแยก แยกเอาของเหลวทั้ง 2 ชั้นออกจากกัน
(นักเรียนลองคิดหาคำตอบอื่นเพิ่มเติมอีก ว่านอกจาก การใช้ หลอดหยด และกรวยแยก แล้ว ยังใช้อะไรได้อีกบ้าง)

20) เนื่องจาก " สารสีเหลือง และกลิ่นซึ่งละลายได้ดีในเอทานอล " และในการทดลองเรื่อง " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " ซึ่งนักเรียนได้สกัดสารสีเหลือง และกลิ่นซึ่ง โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ได้สารที่ต้องการอยู่ในสารละลาย
 ฉะนั้น หลักการของ " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " คือ สารที่ต้องการสกัด
 ต้อง..... ได้ดีในตัวทำละลายที่เหมาะสม ซึ่งตัวทำละลายมักเป็นสารที่
 ระเหยง่าย เราค่อยระเหยแยกออกไป ก็จะได้สารที่ต้องการ

21) เนื่องจาก "น้ำมันหอมระเหยของมะกรูด" เป็นสารที่ระเหยง่าย และไม่ละลายน้ำ
 ในการทดลองเรื่อง " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " ในครั้งนี้ ได้สกัดน้ำมันหอม
 ระเหยของมะกรูด โดยใช้ไอน้ำพาเอาน้ำมันหอมระเหยของมะกรูดออกมา ได้สารที่
ต้องการ ซึ่งแยกชั้นกับ น้ำ ในหลอดทดลอง

ฉะนั้น หลักการของ " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " คือ สารที่ต้องการ
 ต้อง และ สารนั้นก็จะระเหยเป็นไอออกมาพร้อมกับ
 กับไอน้ำ และแยกชั้นให้เห็นในหลอดทดลอง ซึ่งถ้าใช้อุปกรณ์การทดลอง เช่น
 หรือใช้ ก็จะแยก น้ำมันหอมระเหยของมะกรูด
 ออกจากน้ำ ได้

22) จากกรอบที่ (20-21) นักเรียนคงสรุปได้ว่า ความแตกต่างระหว่าง
 " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " และ " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " คือ
 การสกัดด้วยตัวทำละลาย สารที่ต้องการสกัด ต้อง..... ได้ดี
 ในตัวทำละลายที่เหมาะสม ซึ่งตัวทำละลายส่วนมากมักเป็นสารระเหยง่าย
 ส่วนการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ สารที่ต้องการสกัด ต้อง.....
 และ สารที่ต้องการสกัด ก็จะระเหยเป็นไอออกมา
 พร้อมกับไอน้ำ และแยกชั้นจากน้ำให้เห็นในหลอดทดลอง



เฉลย

20) ต้อง ละลาย ได้ดีในตัวทำละลายที่เหมาะสม

21) ต้อง ระเหยง่าย และ ไม่ละลายน้ำ
- ใช้ หลอดหยด หรือใช้ กรวยแยก

22) - สารที่ต้องการสกัดต้อง ละลาย ได้ดี
- สารที่ต้องการสกัดต้อง ระเหยง่าย และ ไม่ละลายน้ำ
(คือใจด้วยนะ ที่นักเรียนบอกได้ว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย
และ การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ มีหลักการต่างกันอย่างไร)

23)



เพื่อให้มั่นใจได้ว่า ที่นักเรียนได้ศึกษาไปแล้วนี้ บรรลุจุดประสงค์
 มากน้อยเพียงใด จึงขอให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้

- การทดลองในบทเรียนนี้ จัดเป็นการ แยกสารอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า

.....

24) หลักการของ " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " คือ สารที่ต้องการสกัด ต้อง
 และ สารนั้นก็จะระเหยเป็นไอออกมาพร้อม
 กับ ไอน้ำ และแยกชั้นให้เห็นในหลอดทดลอง ซึ่งถ้าเราใช้ หลอดหยด หรือ อาจใช้
กรวยแยก ก็จะแยกสารที่ต้องการออกจากชั้นของน้ำ ได้

25) จากหลักการในกรอบที่ (24) ถ้าน้ำมันหอมระเหยของยูคาลิปตัส เป็นสารระเหยง่าย
 และไม่ละลายน้ำ เช่นเดียวกับน้ำมันหอมระเหยของมะกรูด
 นักเรียนคิดว่า ถ้าเราจะสกัดน้ำมันหอมระเหยของยูคาลิปตัส เราควรใช้วิธีที่เรียกว่า

26) จากหลักการในกรอบที่ (24) ซึ่งจะแตกต่างไปจาก หลักการของ " การสกัดด้วย
 ตัวทำละลาย "

ดังนั้น นักเรียนคงบอกได้ว่า หลักการของ " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " คือ
 สารที่ต้องการสกัด ต้อง ได้ดี ในตัวทำละลายที่เหมาะสม สารนั้นก็
 จะละลายในตัวทำละลาย อยู่ในสารละลาย ซึ่งเมื่อแยกเอาตัวทำละลายออก
 ก็จะได้ สารที่ต้องการ และได้ ตัวทำละลาย ไว้ใช้ใหม่ได้อีก

เฉลย

23) การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

24) ต้อง ระเหยง่าย และ ไม่ละลายน้ำ

25) ใช้วิธีที่เรียกว่า การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

(ไม่ทราบว่าคำตอบในกรอบนี้ ตรงกับคำตอบ
ที่นักเรียนได้คิดไว้ในกรอบที่ 1 กันหรือไม่)

26) ต้อง ละลาย ได้ในตัวทำละลายที่เหมาะสม

- 27) เพื่อเป็นการสรุปทำให้เข้าใจเกี่ยวกับ การแยกสารโดยวิธีที่เรียกว่า "การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ" ขอให้นักเรียนได้ทบทวนบทเรียน แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ เป็นการบ้าน (ตั้งแต่กรอบที่ 27-29) โดยทำลงในสมุดแบบฝึกหัด แล้วนำเสนอในวันรุ่งขึ้น



- จงอธิบายความหมายของ " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ "

- 28) ข้อจำกัดของ " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " มีอะไรบ้าง ให้เขียนเป็นข้อ ๆ ให้ชัดเจน

- 29) จงอธิบายว่า " การสกัดด้วยตัวทำละลาย " และ " การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ " มีหลักการต่างกันอย่างไร

- 30) จนถึงขณะนี้ นักเรียนได้ศึกษาถึง การแยกสาร ว่ามีหลายวิธีได้แก่

- การกลั่น (การกลั่นธรรมดา, การกลั่นลำดับส่วน)
- การสกัดด้วยตัวทำละลาย
- การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

ขอให้นักเรียนได้ทบทวนทำความเข้าใจ ถึงการแยกสารโดยวิธีต่าง ๆ เหล่านี้ให้ดี และคอยติดตาม การแยกสาร โดยวิธีอื่นต่อไป

สำหรับวันนี้ขอยุติไว้เพียงเท่านี้ก่อน อ้อ อย่าลืมการบ้าน ที่ต้องส่งวันพรุ่งนี้นะ ขอให้คิดตอบด้วยตนเอง ไว้พบกันใหม่ ในบทเรียนต่อไป
สวัสดิ์นักเรียนทุกคน ไปละ บ้าย บาย



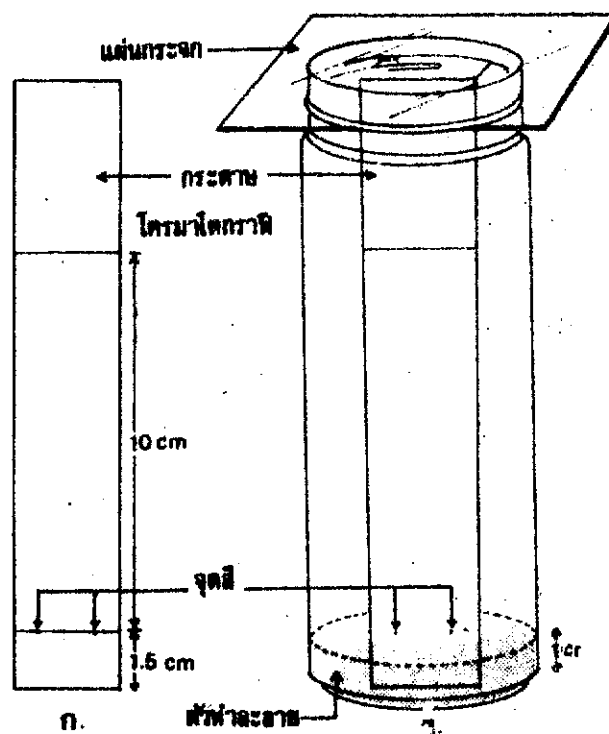
บทเรียนโปรแกรม

ประกอบ

เหตุการณ์การคำนวณขอบทวนเข็

เรื่อง

โครมาโตกราฟี เล่ม ๗



เครื่องมือแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี

นิตยา ทวีกิจการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง โครมาโตกราฟี " การแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี " เวลา 3 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า " โครมาโตกราฟี " เป็นการแยกสาร อีกวิธีหนึ่ง และสามารถใช่วิธีนี้ตรวจสอบสารตัวอย่างสองชนิด ว่าเป็นสารเดียวกันหรือไม่

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนจับคู่อุปกรณ์แล้วทำการทดลองเรื่อง การแยกสาร โดยวิธีโครมาโตกราฟี ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการของโครมาโตกราฟี ได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า เหตุใด เมื่อใส่ตัวทำละลายลงในขวดแล้ว จึงต้องปิดแน่นกระຈกแล้วตั้งทิ้งไว้
4. นักเรียนบอกได้ว่า สี่ที่ใช้ในการทดลองของแต่ละกลุ่มนั้น เป็นสีชนิดเดียวกัน หรือไม่ เพราะเหตุใด

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวนปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม นักเรียนเคยทำการแยกสารละลายโดยวิธีโครมาโตกราฟี มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง
"โครนาโคกราฟี" การแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประ
กอบไปด้วย เหตุการณ์การสอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) เร้าความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่	1
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	2-4
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่	5-9
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่	10
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่	11-25
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	} ได้แก่	กรอบที่	26-44
7) นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ			
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	45-49
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน หาความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่	50-55

.....

• โครมาโคกราฟี • (การแยกสารโดยวิธีโครมาโคกราฟี)

1)



จากภาพ นักเรียนคงตอบได้ว่า เป็นรายละเอียดของสีเขียวเบอร์ 2 ขององค์การเกษตรกรรม และนักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่า

- ในการย้อมสีอาหารซึ่งมีกฎหมายบังคับว่าผู้ย้อมสีจะต้องระบุว่า ใช้สีอะไรผสมลงในอาหารนั้น ถ้าผู้ตรวจวิเคราะห์ต้องการตรวจสอบว่าผู้ย้อมสีใช้สีผสมอาหารตามที่ระบุไว้หรือไม่ เราใช้วิธีอะไรตรวจสอบ

นักเรียนคิดความหมายของเรื่องนี้หรือไม่ แล้วนักเรียนจะหาคำตอบ

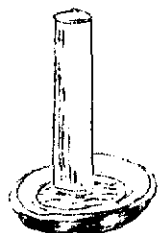
- 2) ก่อนอื่น เรามาศึกษาจุดประสงค์ของบทเรียนนี้ก่อน ซึ่งมีดังนี้
- นักเรียนต้องอธิบายหลักการของโครมาโคกราฟี ได้

- 3) ในการทดลอง 1.4 นักเรียนต้องอธิบายได้ว่า เหตุใดเมื่อใส่ตัวทำละลายลงในขวดแล้ว จึงต้องบดแผ่นกระดาษแล้วทิ้งไว้

- 4) หลังจากปฏิบัติการทดลอง 1.4 แล้ว นักเรียนต้องบอกได้ว่า สีที่ใช้ในการทดลองของแต่ละกลุ่มนั้น เป็นสีชนิดเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

5)

ก่อนอื่นเรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน



รูป: แสดงการวางซอลล์

ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. นักเรียน

ได้ทำการแยกสารละลายโดยวิธีโครมาโตกราฟี โดยวางซอลล์สีขาว 1 แท่งในถ้วยพลาสติกที่ใส่ สารละลายสี ไว้ (ดังภาพ) สำหรับสารละลายสีที่ใช้ สังเกตเห็นเป็นสารเนื้อเดียว และเห็นเป็นสีเดียว ในเวลา 5 นาทีต่อมา สังเกตเห็นสารละลายสี สีม่วงแท่งซอลล์สีขาว และเห็นเป็นหลาย ๆ สี แยกออกจากกันเป็นส่วน ๆ เห็นได้ชัดเจน

ดังนั้น การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า สารเนื้อเดียวที่เราเห็นเป็นสีเดียวนั้น แท้จริงมีองค์ประกอบของสีเพียงชนิดเดียว ใช่หรือไม่

- 6) ถูกแล้ว แท้จริง สารเนื้อเดียวที่เราเห็นเป็นสีเดียวนั้น มิได้มีองค์ประกอบของสีเพียงชนิดเดียว แต่มีองค์ประกอบของสีหลายชนิด วิธีนี้จึงแสดงให้เห็นถึงการแยกสารสีต่าง ๆ ออกจากสารที่เราเห็นเป็นสีเดียว
- ดังนั้น วิธีการแยกสารสีต่าง ๆ ออกจากสารละลาย นี้ เรียกว่าวิธี

- 7) ใช่แล้ว เรียกวิธีการแยกสารเช่นนี้ว่า " วิธีโครมาโตกราฟี "
- และโดยวิธีเดียวกันนี้ นักเรียนยังได้ทำการทดลองแยกสารเนื้อเดียวที่เห็นเป็นสีเดียว ลงตรงกึ่งกลางกระดาษกรอง 1 หยด แล้ววางกระดาษกรองบนปีกเกอร์ โดยให้กระดาษส่วนที่อ้วนเป็นมุมจากจุดลงสีในน้ำ (ดังภาพ) ซึ่ง 5 นาทีต่อมา ก็สังเกตเห็นการแยกเป็นสีต่าง ๆ บนกระดาษกรอง

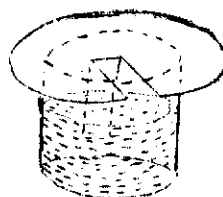
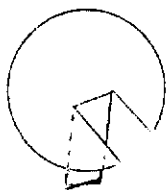
(มีต่อหน้า 6)

เลข

5) ใบใช้

6) เรียบกว่าวิธี โคจรนาโทกราฟี

(ต่อจากกรอบที่ 7)



รูป : แสดงการตัดกระดาษทรงและวางบนปิกเจอร์

ดังนั้น วิธีการแยกสารสีต่าง ๆ ออกจากสารละลายโดยวิธีนี้ ก็ยังคงเรียกว่า
วิธี เช่นกัน

- 3) จากกรอบที่ (5-6-7) ชี้ให้เห็นว่า องค์ประกอบของสีแต่ละชนิดมีความสามารถ
ในการละลายน้ำได้ต่างกัน และถูกดูดซับด้วยแท่ง หรือด้วยแผ่น
..... ได้ต่างกัน จึงทำให้สีแต่ละชนิดแยกออกจากกันได้

9)



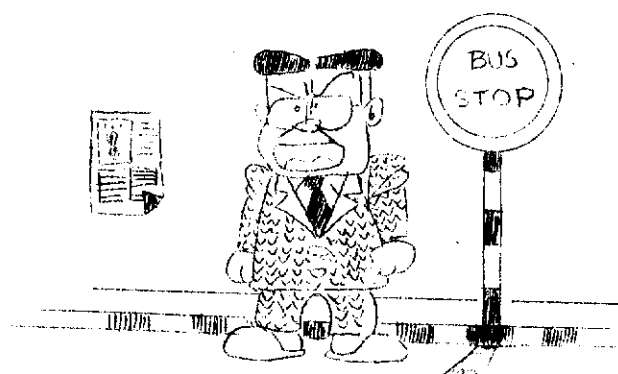
เพื่อนนักเรียนก็ได้ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการทดลองแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟีกันแล้ว
หลักการของวิธีโครมาโตกราฟี มีว่าอย่างไร,
โครมาโตกราฟีมีกี่ประเภท อะไรบ้างนั้น
ซึ่งจะกล่าวถึงอย่างละเอียดต่อไป
อะ อะ กำลังสนุกใช้ไหม ติดตามบทเรียนต่อไปสิ

โดย

7) โครนาโตกราฟี

8) แบ่ง คอลัมน์ หรือด้วยแผ่น กระดาษกรอง

10)



ในบทเรียนใหม่นี้จะกล่าวถึง การแยกสารวิธีหนึ่งคือ การแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี นั่นเอง

วิธีโครมาโตกราฟี ใช้แยกสารได้ เนื่องจาก สารต่าง ๆ มีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายได้ต่างกัน และถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้ต่างกัน จึงทำให้สารเหล่านั้น แยกออกจากกันให้เห็นเป็นสีต่าง ๆ ได้

ฉะนั้น การแยกสารโดยอาศัยหลัก " ความสามารถในการละลาย และการถูกดูดซับ ได้ต่างกัน " คือการแยกสารโดยวิธี

11)



โครมาโตกราฟี (Chromatography) หมายถึงวิธีการแยกของผสมออกจากกัน โดยอาศัยหลักที่ว่า

1. สารต่างชนิดกันมีความสามารถละลายในตัวทำละลายได้ต่างกัน
2. สารต่างชนิดกัน ถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้ต่างกัน

ฉะนั้น วิธีการแยกสารโดยอาศัยหลัก " การละลายและการถูกดูดซับที่ต่างกัน " เป็นการแยกสารโดยวิธีที่เรียกว่า

โดย

10) โครนาโตกราฟี

11) โครนาโตกราฟี

(ตัวอย่างนะ ที่ใช้คำว่า โครนาโตกราฟี ได้ถูกต้อง)

12) จากหลักการ 2 ข้อ ของวิธีโครมาโทกราฟี ในกรอบที่ 11 จะได้ว่า

สารใดมีความสามารถละลายในตัวทำละลายได้ดี และถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้น้อย สารนั้นจะเคลื่อนที่ได้เร็ว จึงเคลื่อนที่ออกมาก่อน (หรือเคลื่อนที่ได้ระยะทางมากกว่า)

ฉะนั้น ในทางตรงกันข้าม สารใดมีความสามารถละลายในตัวทำละลายได้น้อย และถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้ดี สารนั้นจะเคลื่อนที่ได้ จึงเคลื่อนที่ออกมาทีหลัง (หรือเคลื่อนที่ได้ระยะทางน้อยกว่า ในระยะเวลาเท่ากัน)

จึงทำให้แยกสารออกจากกันได้

13) เนื่องจากสารต่างชนิดกัน มีความสามารถละลายในตัวทำละลายและถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับ ได้ต่างกัน จึงทำให้อัตราการเคลื่อนที่ของสารแต่ละชนิดบนตัวดูดซับต่างกัน

● อัตราการเคลื่อนที่ของสารแต่ละชนิดบนตัวดูดซับ หาได้จาก -

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}} \quad \left(\text{คำว่า } R_f \text{ ย่อมาจาก Rate of flow} \right)$$

ดังนั้น อัตราการเคลื่อนที่ของสารแต่ละชนิดบนตัวดูดซับต่างกัน เนื่องจาก.....

.....

.....

14) ถ้า R_f จะมีค่าคงที่ ในสารชนิดเดียวกัน เมื่อใช้ตัวทำละลายเหมือนกัน และตัวดูดซับเหมือนกัน และทำการทดลองที่ภาวะเดียวกัน

ดังนั้น สารชนิดเดียวกัน เมื่อใช้ตัวทำละลายเหมือนกัน และตัวดูดซับเหมือนกัน และทำการทดลองที่ภาวะเดียวกัน ค่า R_f ของสารนั้นจะมีค่า

เฉลย

12) เคลื่อนที่ได้ ช้า

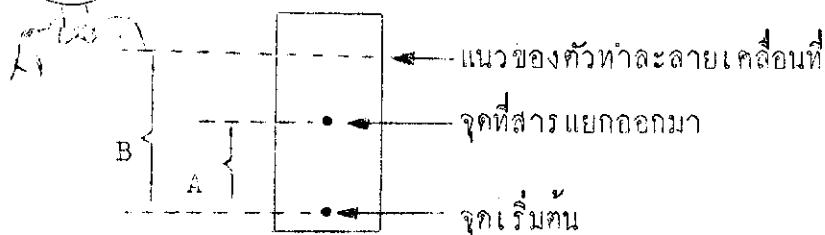
13) เนื่องจาก สารต่างชนิดกัน มีความสามารถละลายใน
ตัวทำละลายได้ต่างกัน และถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับ
ได้ต่างกัน

14) จะมีค่า คงที่

15)



ขอให้นักเรียนศึกษา วิธีคำนวณหาค่า R_f ดังนี้



เมื่อ A เป็นระยะทางที่สารเคลื่อนที่

และ B เป็นระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่

เพราะว่า $R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$

ฉะนั้น ในที่นี้ R_f เท่ากับ $\frac{A}{B}$

- ถ้าระยะทางที่สารเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ x

และระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ y

ดังนั้น ค่า R_f ของสาร เท่ากับ

16)

จากกรอบที่ 15

ถ้าระยะทางที่สารเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 7 cm

ส่วนระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 10 cm

ดังนั้น ค่า R_f ของสารนี้ เท่ากับ $\frac{7}{10} \frac{\text{cm}}{\text{cm}}$

เท่ากับ 0.7

(ค่า R_f ของสาร ไม่มีหน่วย เนื่องจาก หน่วยของตัวเศษ และตัวส่วน เหมือนกัน จึงตัดทอนกันหมดไป)

โดย

15) R_f ของสาร เท่ากับ $\frac{x}{y}$

17)

ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณเพิ่มเติม

- ถ้าค่า R_f ของสารชนิดหนึ่งเท่ากับ 0.5 , และระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 10 cm จงหาระยะทางที่สารนั้นเคลื่อนที่ได้

วิธีทำ สมมติให้ระยะทางที่สารนั้นเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ X cm.

$$\text{จากสูตร } R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

แทนค่าสูตร $0.5 = \frac{X}{10}$

เอา 10 คูณตลอด

ฉะนั้น $0.5 \times 10 = \frac{X}{10} \times 10$

$$0.5 \times 10 = X$$

$$X = 5$$

หรือ $0.5 = \frac{X}{10}$

หรือ $\frac{0.5}{1} = \frac{X}{10}$

คูณไขว้ (คูณทะแยง)

$$1 \times X = 0.5 \times 10$$

$$X = 5$$

ฉะนั้น ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 5 cm

- ถ้า R_f ของสารชนิดหนึ่งเท่ากับ 0.6 , และระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 12 cm ฉะนั้น ระยะทางที่สารนั้นเคลื่อนที่ได้เท่ากับ.....cm .

18)

ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณอีกครั้งดังนี้

- ถ้าค่า R_f ของสารชนิดหนึ่งเท่ากับ 0.2 , และระยะทางที่สารนั้นเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 4 cm จงหาระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้

วิธีทำ สมมติให้ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้เท่ากับ Y

$$\text{จากสูตร } R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

(ไม้ท่อน้ำ 11)

โดย

17) ระยะทางที่สารนั้นเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 7.2 cm.

(ค่อยจากกรอบที่ 18)

$$\text{แขนค่าสูตร} \quad 0.2 = \frac{4}{Y}$$

เอา Y คูณตลอด

$$0.2 \times Y = \frac{4}{Y} \times Y$$

$$0.2 Y = 4$$

$$Y = \frac{4}{0.2}$$

$$Y = \frac{4}{0.2} \times \frac{10}{10}$$

$$Y = \frac{40}{2}$$

$$Y = 20$$

$$\text{หรือ} \quad 0.2 = \frac{4}{Y}$$

$$\text{หรือ} \quad \frac{0.2}{1} = \frac{4}{Y}$$

คูณไขว้ (คูณทะแยง)

$$0.2 \times Y = 4 \times 1$$

$$Y = \frac{4}{0.2}$$

$$Y = \frac{40}{2}$$

$$Y = 20$$

ฉะนั้น ระยะทางที่ตัวห้ำจะลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 20 cm

- ถ้า R_f ของสารชนิดหนึ่ง เท่ากับ 0.3

และ ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 9 cm

ฉะนั้น ระยะทางที่ตัวห้ำจะลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ cm

19) ค่า R_f ของสาร ขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดของตัวห้ำจะลาย
2. ชนิดของตัวดูดซับ
3. สภาวะ เช่น อุณหภูมิ



ฉะนั้น ในการบอกค่า R_f ทุกครั้ง ต้องระบุ 1) ชนิดของ

2) ชนิดของ โดยทำการทดลองที่สภาวะปกติ .

เฉลย

18) ระยะทางที่ตัวห้ำละลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 30 cm.

19) 1) ชนิดของ ตัวห้ำละลาย

2) ชนิดของ ตัวดูดซับ

- 20) ในการบอกค่า R_f ทุกครั้ง จะต้องระบุ 1) ชนิดของตัวทำละลาย และ
 2) ชนิดของตัวดูดซับ ควบคู่กันไปด้วย ดังตัวอย่างในตารางต่อไปนี้
 ตารางแสดงค่า R_f ของสารสีต่าง ๆ

สารที่ให้สี	ค่า R_f	สารที่ให้สี	ค่า R_f
<u>สีแสด</u>		<u>สีเขียว</u> <u>สีน้ำเงิน</u> <u>สีม่วง</u>	-
ปองโซ 4 อาร์	0.32	กรีน เอส	0.68
คาร์บวีน	0.54	อินดิโกคาร์มิน	0.25
เรค 10 บี	0.37	ไวโอเลต บี เอน พี	0.72
อีรีโทรซิน บี เอส	0.61	<u>สีส้ม</u>	
เรค 2 จี	0.43	ออร์เรนจ์ จี	0.51
เรค 6 บี	0.26	ออร์เรนจ์ อาร์ เอน	0.81
เรค เอช บี	0.22	ซันเซตเยลโล เอช ซี เอช	0.46
ฟาสต์เรค อี	0.50	<u>สีน้ำตาล</u> <u>สีฟ้า</u>	
<u>สีเหลือง</u>		บรอนซ์ เอช เค	0.39
คาร์ตราซิน	0.28	ชอคโคแลตบรอนซ์ เอช บี	0.22
เยลโล 2 จี	0.63	ชอคโคแลตบรอนซ์ เอช ที	0.22
		แบลค พี เอน	0.17
		แบลค 7984	0.12

ตัวทำละลาย ใช้ 2-เมธิล-1-โพรพานอล : เอทานอล : น้ำ ในอัตราส่วน

1 : 2 : 1 โดยปริมาตร

ตัวดูดซับ ใช้ กระดาษโครมาโตกราฟีวอชแมน เบอร์ 1

(มีค่อนหน้า 13)

(ต่อจากกรอบที่ 20) จากตารางแสดงค่า R_f ของสารสีต่าง ๆ ทำให้ทราบว่า
ค่า R_f ของสารสีต่าง ๆ เหล่านี้ ได้จากการใช้ " 2-เมธิล-1-โพรพานอล :
เอทานอล : น้ำ ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 โดยปริมาตร " เป็นตัว

และใช้ กระดาษโครมาโตกราฟีวอคแมนเบอร์ 2 เป็นตัว

- ถ้าจากการทดลองและคำนวณได้ว่า สารสีแดงตัวหนึ่งมีค่า R_f เท่ากับ 0.22
แสดงว่า สารสีแดงตัวนั้นคือ

21) ข้อดี ของ " เทคนิคโครมาโตกราฟี " ได้แก่

- 1) ใช้แยกสารตัวอย่างที่มีปริมาณน้อยได้
- 2) ใช้หาว่ามีสารตัวอย่างปริมาณมากน้อยเท่าใด (Quantitative Analysis
ซึ่งเรียกทั่ว ๆ ไปว่า ปริมาณวิเคราะห์) และหาได้ว่าเป็นสารอะไร
(Qualitative Analysis ซึ่งเรียกทั่ว ๆ ไปว่า คุณภาพวิเคราะห์)
(ในข้อ 2 นี้ พุดย่อ ๆ คือ ใช้หาได้ทั้งปริมาณวิเคราะห์ และคุณภาพวิเคราะห์)
- 3) ใช้แยกสารที่ผสมกันหลาย ๆ ตัวออกจากกันได้
- 4) ใช้แยกสารที่มีสี หรือ ไม่มีสี ก็ได้

จงกล่าวถึงข้อดี ของ " เทคนิคโครมาโตกราฟี " โดยย่อ ๆ

- 1
- 2
- 3
- 4
-



เฉลย

20) เป็นตัว ทำละลาย

เป็นตัว ถูกขับ

สารสีแดงตัวนั้น คือ เรด เฮฟ ปี

(โดยเอาค่า R_f ที่คำนวณได้ ไปเปิดเทียบค่า R_f
ในการารางแสดงค่า R_f ของสารสีต่าง ๆ)

21) ข้อดีของเทคนิคโครมาโตกราฟี

- 1) ใช้แยกสารตัวอย่างที่มีปริมาณน้อย ๆ ได้
- 2) ใช้หาได้ทั้งปริมาณวิเคราะห์และคุณภาพวิเคราะห์
- 3) ใช้แยกสารที่ผสมกันหลาย ๆ ตัวออกจากกันได้
- 4) ใช้แยกสารที่มีสี หรือ ไม่มีสี ก็ได้

22) ข้อจำกัดของ " เทคนิคโครมาโตกราฟี " คือ ถ้าสารที่ปนกัน เคลื่อนที่บนตัวดูดซับ ได้ เกือบเท่ากัน หรือ เท่ากัน จะแยกออกจากกัน ไม่ได้ หรือแยกได้ไม่บริสุทธิ์นั่นเอง
จงกล่าวถึงข้อจำกัด หรือข้อเสียของ " เทคนิคโครมาโตกราฟี " ให้เข้าใจ....
.....
.....

23) " ตัวกลาง " ในการแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี มี 2 ชนิด คือ
1. ตัวกลางที่เคลื่อนที่ (Mobile phase) ได้แก่ตัวทำละลายที่ใช้
2. ตัวกลางที่ไม่เคลื่อนที่ (Stationary phase) ได้แก่ตัวดูดซับ เช่น
กระดาษกรอง , ซิลิกา , อลูมินา
" ตัวกลาง " ในการแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี มี ชนิด คือ
1. 2.

24) " ชนิดของโครมาโตกราฟี " โครมาโตกราฟี แบ่งเป็นหลายชนิด คือ
1. โครมาโตกราฟีกระดาษ (Paper Chromatography)
2. โครมาโตกราฟีคอลัมน์ (Column Chromatography)
3. โครมาโตกราฟีชั้น-เฉื่อย (Thin - Layer Chromatography)
4. โครมาโตกราฟีแก๊ส-ของเหลว (Gas - Liquid Chromatography)
(แต่ในห้องปฏิบัติการ ม.4 ทำเฉพาะ โครมาโตกราฟีกระดาษ)

ฉะนั้น " โครมาโตกราฟี " ที่นักเรียนจะได้
ทำการทดลองต่อไปในบทเรียนนี้ คือ ชนิดที่เรียกว่า
.....



เฉลย

22) ถ้าสารที่ปนกันเคลื่อนที่บนตัวดูดซับได้เท่ากันหรือ
เกือบเท่ากัน จะแยกออกจากกันไม่ได้
หรือแยกได้ไม่บริสุทธิ์

23) มี 2 ชนิด คือ

1. ตัวกลางที่เคลื่อนที่
2. ตัวกลางที่ไม่เคลื่อนที่

24) ชนิดที่เรียกว่า โครมาโตกราฟีกระดาษ

- 25) ก่อนที่นักเรียนจะปฏิบัติการทดลองที่ 1.4 เรื่อง การแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี
- นักเรียนทุกคนต้องศึกษาจุดประสงค์ของการทดลองให้เข้าใจ (ซึ่งมีกล่าวอย่างละเอียดในกรอบที่ 2-3-4 แล้ว)
 - นักเรียนทุกคนต้องศึกษาวิธีทำการทดลองให้ละเอียดและเข้าใจ ถ้ามีข้อสงสัย หรือไม่เข้าใจ ให้ปรึกษาครูผู้ควบคุมทันที อย่าปล่อยทิ้งไว้
 - เมื่อเข้าใจวิธีทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน กลุ่มละ 4 คน ทำ อุปกรณ์ 1 ชุด เพื่อทำการทดลองร่วมกัน

นักเรียนคงพร้อมแล้ว ถ้าเช่นนั้น
ปฏิบัติการทดลอง ที่ 1.4 ดัง
รายละเอียดในกรอบที่ 26 ได้ต่อไป



- 26) การทดลองที่ 1.4 การแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี
- จุดประสงค์ ให้นักเรียนรู้จักการแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี และใช้วิธีนี้ตรวจสอบสารตัวอย่าง 2 ชนิดว่าเป็นสารเดียวกันหรือไม่

อุปกรณ์	สารเคมี
1. ขวดโสปากกว้างทรงสูง	1. สีแดง ก.
2. กระดาษนาฬิกา หรือแผ่นกระจกสำหรับปิดปากขวด	2. สีเขียว ก.
3. กระดาษโครมาโตกราฟีขนาดกว้าง 2.5 cm ยาวเท่ากับความสูงของขวด	3. สีนํ้าเงิน ก.
4. สีกอศเทป	4. สีแดง ข.
	5. สีเขียว ข.
	6. สีนํ้าเงิน ข.
	7. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 %

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทดสอบสรีรวิทยาคู่หนึ่งเท่านั้น เช่นทดสอบสีเขียว ก. กับ ข. ●
เวลา -

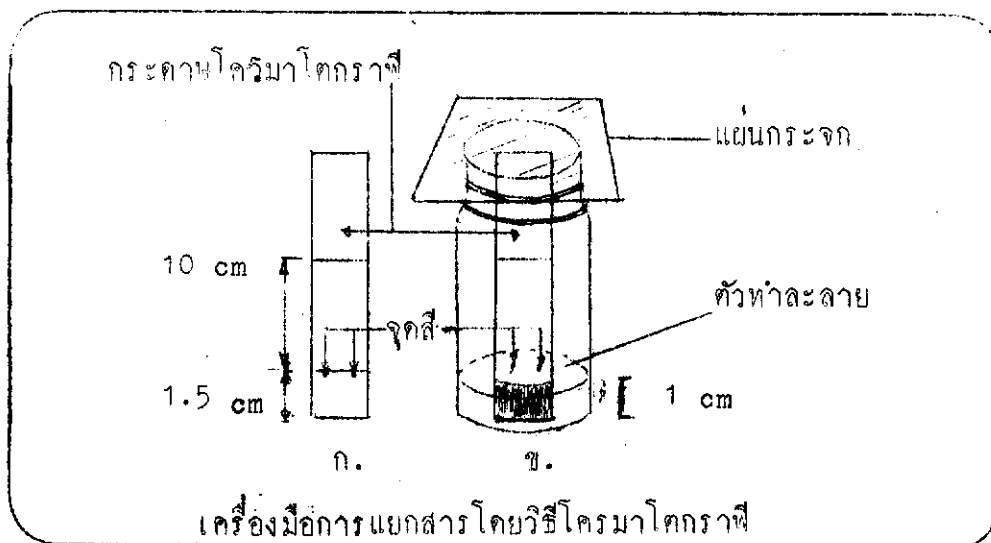
วิธีทดลอง

1. ใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 % ลงในขวดปากกว้างทรงสูง ให้สารละลายสูงจากก้นขวดประมาณ 1 cm ใช้แผ่นกระจกปิดปากขวด เช้าแล้วทิ้งไว้ประมาณ 2-3 นาที (เพื่อให้ภายในขวดอิมมัลชันของตัวทำละลาย ทำให้ตัวดูดซับไม่แห้ง)
2. ตัดกระดาษโครมาโตกราฟีกว้างประมาณ 2.5 cm และให้ยาวพอ ๆ กับความสูงของขวด ชีตเส้นด้วยคินสอห่างจากปลายแถบกระดาษด้านหนึ่งประมาณ 1.5 cm แล้ววัดระยะจากแนวเครื่องหมายนี้ขึ้นไปให้สูงอีก 10 cm ชีตเส้นด้วยคินสอไว้อีกเส้นหนึ่ง (ดังรูป)
3. ใช้หลอดคะปิลลารีชนิดปลายตีบ จุ่มลงในน้ำสีที่ต้องการทดสอบ นำมาแตะลงบนกระดาษให้ทรงเส้นเครื่องหมายที่ทำไว้ครั้งแรก กระดาษแถบหนึ่ง จุดสาร 2 ชนิด ที่มีสีเดียวกัน ชนิดละจุด โดยให้แต่ละจุดห่างกัน 1.5 cm พยายามให้จุดเล็กที่สุด ถ้าต้องการให้จุดสีเข้ม ต้องรอให้แห้งเสียก่อนจึงค่อยแตะซ้ำ
4. นำแถบกระดาษในข้อ 3 ไปปะติดกลางแผ่นกระจก โดยใช้แถบกาหรือเทป แล้วหย่อนปลายกระดาษแถบที่มีสีลงในขวดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (ดังรูป) (ระวังอย่าให้จุดสี จุ่มลงในสารละลาย) ทิ้งไว้และคอยสังเกตการเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่เริ่มหย่อนแถบกระดาษจนกระทั่งสารละลายซึมขึ้นมาถึงขีดบนที่ขีดไว้
5. วัดระยะจากเส้นขีดล่างถึงจุดกึ่งกลางของส่วนที่เข้มที่สุดของแต่ละสีที่ปรากฏบนแถบกระดาษ บันทึกที่เอาออกจากขวด

▶ ข้อควรระวังขณะทดลอง ◀

1. กระดาษโครมาโตกราฟีต้องสะอาด โดยใช้มือจับที่ขอบบนของกระดาษ
2. การติดกระดาษโครมาโตกราฟีกับแผ่นกระจกนาฬิกา กระดาษต้องไม่เอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง
3. เมื่อจุ่มกระดาษลงในตัวทำละลาย ระดับของตัวทำละลายต้องต่ำกว่าหยดสี
4. คอยสังเกตว่า เมื่อตัวทำละลายซึมขึ้นไปถึงรอยขีดคินสอขีดบนพอดี ให้ยกแผ่นกระจกพร้อมกระดาษโครมาโตกราฟีออก แล้ววัดระยะจากขีดคินสอล่างถึงจุดกึ่งกลางของส่วนที่เข้มที่สุดของแต่ละสี บันทึก

รูป เครื่องมือการแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี



เครื่องมือการแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี

ผลการทดลอง

สีตัวอย่าง	สีของสารที่แยกได้	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	R_f ของสาร
.....	1. ....	.....	.....
	2. ....	.....	.....
	3. ....	.....	.....
.....	1. ....	.....	.....
	2. ....	.....	.....
	3. ....	.....	.....



ครูจะให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลองบนกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาเปรียบเทียบกับผลการทดลองของกลุ่มอื่นเมื่ออภิปรายเสร็จแล้ว ค่อยศึกษากันต่อไป

เจดย

ตัวอย่างผลการทดลอง

สีตัวอย่าง	สีของสารที่แยกได้	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	R _f ของสาร
สีเขียว ก.	1. เหลือง	4.3	0.43
	2. น้ำเงิน	2.5	0.25
	3. —	—	—
สีเขียว ข.	1. เหลือง	4.3	0.43
	2. น้ำเงิน	9.2	0.92
	3. —	—	—
สีแสด ก.	1. แสด	6.2	0.62
	2. —	—	—
	3. —	—	—
สีแสด ข.	1. ม่วงแสด	1.4	0.14
	2. เหลือง	4.2	0.42
	3. แสด	6.2	0.62

27) ในการทดลองที่ 1.4 " การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี " นี้ มีการใช้ เป็นตัวทำละลาย และใช้ เป็นตัวดูดซับ
28) สาเหตุที่ " หลังจากใส่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 % ลงในขวดแล้ว ต้องปิด แบนกระຈก เขย่าแล้วทิ้งไว้ 2-3 นาที ก่อนดำเนินการทดลองต่อไป " ก็เพื่อให้ " ภายในขวด<u>อิมัลชัน</u>ของตัวทำละลาย ทำให้<u>ตัวดูดซับไม่แห้ง</u> " ใช่ หรือ ไม่
29) ใช่แล้ว คำตอบในรอบที่ (28) คือคำตอบที่ถูกต้องแล้ว และในการทดลองนี้ ทุกกลุ่มต้องกำหนดให้ ระยะทางที่<u>ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้</u>เท่ากัน คือเท่ากับ cm ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มได้ขีดเส้นกำหนดระยะทางไว้แล้ว
30) " เพื่อให้ทราบระยะทางที่<u>สารเคลื่อนที่ได้</u> " ซึ่งในขั้นสุดท้ายของการทดลองนี้ นักเรียนได้วัดระยะจาก <u>เส้นขีดล่าง</u> ถึง <u>จุดกึ่งกลางของส่วนที่เข้มที่สุดของแต่ละสี</u> ที่ปรากฏบนแถบกระดาษ (พื้นที่ที่เอาออกจากขวด) จึงทำให้ได้ ระยะทางที่ เคลื่อนที่ได้ นั้นเอง
31) สาเหตุที่ " ต้องทำการวัดระยะทางที่<u>สารเคลื่อนที่ได้</u> ในพื้นที่ที่ยกกระดาษโครมา- โทกราฟีออกจากขวด " เพราะถ้าทิ้งไว้นาน สารมีสีจะเคลื่อนที่ต่อไปอีก ทำให้ระยะ ทางที่ได้ผิดพลาดไป <u>ซึ่งถ้าต้องการวัดระยะทางที่สารเคลื่อนที่ได้</u>ค่าถูกต้อง ในการทำโครมาโทกราฟี จะต้องทำใน<u>ระบบปิด</u> ทั้งนี้เพื่อให้ระบบ <u>อิมัลชัน</u> ทำให้ ไม่แห้ง นั้นเอง

เลข

27) สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1 % เป็นตัวทำละลาย
และใช้ กระดาษโครมาโตกราฟี เป็นตัวดูดซับ

28) ค่าตอบคือ โซ่

29) เท่ากับ 10 cm.

30) ได้ระยะทางที่ สาร เคลื่อนที่ได้

31) เพื่อให้ระบบมีตัวช่วย ไอของตัวทำละลาย
ทำให้ ตัวดูดซับ ไม่แห้ง

32) ถ้าอัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับ หรือค่า R_f หาได้จาก

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}} \quad (\text{ค่า } R_f \text{ ไม่มีหน่วย})$$

และในการทดลองนี้ นักเรียนทราบระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้เท่ากับ 10 cm (ซึ่งในที่นี้กำหนดให้คงที่ทุกครั้ง) เมื่อใช้สีตัวอย่างเป็น สีแดง ก. และสีของสารที่แยกได้ ก็ยังคงได้สีแดงเพียงสีเดียว วัดระยะทางได้เท่ากับ 6.2 cm

ฉะนั้น สีแดงที่แยกได้ มีค่า R_f เท่ากับ

33) ถ้าสีแดง ข. แยกได้เป็น 3 สี คือ

1. ม่วงแดง (วัดระยะทางที่สีม่วงแดงเคลื่อนที่ได้เท่ากับ 1.4 cm.)
 2. เหลือง (วัดระยะทางที่สีเหลืองเคลื่อนที่ได้เท่ากับ 4.2 cm.)
 3. สีแดง (วัดระยะทางที่สีแดงเคลื่อนที่ได้เท่ากับ 6.2 cm.)
- (ถ้าระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 10 cm.)

นักเรียนจะคำนวณหาค่า R_f ของสีทั้ง 3 ที่แยกได้ ดังนี้คือ

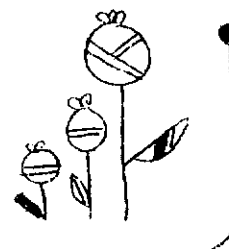
สีม่วงแดง มีค่า R_f เท่ากับ
 สีเหลือง มีค่า R_f เท่ากับ
 สีแดง มีค่า R_f เท่ากับ



34) ถ้าสีของสารที่แยกได้ มีค่า R_f เท่ากับ 0.43

และระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 10 cm.

ฉะนั้น ระยะทางที่สารสีนั้นเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ cm.



โดย

32) สีแดงที่แยกได้มีค่า R_f เท่ากับ 0.62

33) สีม่วงแดง มีค่า R_f เท่ากับ 0.14

สีเหลือง มีค่า R_f เท่ากับ 0.42

สีแดง มีค่า R_f เท่ากับ 0.62

34) ระยะทางที่สารนั้นเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 4.3 cm.

35) ถ้าสีของสารที่แยกได้ มีค่า R_f เท่ากับ 0.25

และระยะทางที่สารนี้เคลื่อนที่ได้ เท่ากับ 2.5 cm.

ฉะนั้น ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ cm.

36) จากผลการทดลอง และ ค่า R_f ที่คำนวณได้ นักเรียนจะสังเกตได้ว่า

สารสีใด ที่มีค่า R_f มาก จะเคลื่อนที่ได้เร็ว แยกออกมาก่อน ในทางตรงกันข้าม

ถ้าสารสีใด มีค่า R_f น้อย จะเคลื่อนที่ได้ และแยกออกมา.....

37) จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า "อัตราการเคลื่อนที่ของสารคนละชนิดกัน จะต่างกัน"

เนื่องจากสารคนละชนิดกัน มีความสามารถในการละลายและถูกดูดซับได้ต่างกัน คือ

ถ้าสารใดละลายได้ดี และถูกดูดซับได้น้อย สารนั้นจะเคลื่อนที่ได้เร็ว ในทางตรงกัน

ข้าม ถ้าสารใดละลายได้น้อย และถูกดูดซับได้ดี สารนั้นจะเคลื่อนที่ได้

38) จากผลการทดลอง เราจะทราบได้ว่า สี ที่นำมาทดสอบ เป็นสารบริสุทธิ์ หรือ

เป็นสารไม่บริสุทธิ์ ดังนี้คือ

ถ้าสีที่นำมาทดสอบ แยกได้เพียงส่วนประกอบเดียว (คือแยกได้สีเดียว) เรายังสรุป

ไม่ได้ว่า สีที่นำมาทดสอบเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่ เพราะสารนั้นอาจเป็นสารบริสุทธิ์

ก็ได้ หรืออาจเป็นสารไม่บริสุทธิ์ก็ได้ แต่ที่เห็นแยกได้เป็นสีเดียว อาจเนื่องจาก

ส่วนประกอบต่าง ๆ เคลื่อนที่บนตัวดูดซับด้วยอัตราเร็วใกล้เคียงกันมาก

หรือส่วนประกอบบางชนิด ไม่มีสี ก็ได้

แต่ถ้าสีที่นำมาทดสอบ แยกได้หลายส่วนประกอบ สรุปได้ทันทีว่า

สีที่นำมาทดสอบนั้น เป็นสาร.....



เจดีย์

35) ระยะทางที่หัวตะลวยเคลื่อนที่ได้เท่ากับ 10 cm

36) เคลื่อนที่ได้ ช้า และแยกออกมา ทีหลัง

37) สารถนั้นเคลื่อนที่ได้ ช้า

38) เป็นสาร โมบิลิตี (หรือเป็นสารละลาย)

- 39) จากการทดลองที่ 1.4 นี้ ถ้าจะพิจารณาว่า สารที่มีสีเหมือนกัน (เช่น สีเขียว ก. กับ สีเขียว ข.) แทนมาจากต่างภาชนะกัน เป็นสารเดียวกันหรือเป็นสารต่างชนิดกัน ก็พิจารณาได้จากผลการทดลองดังนี้คือ
ถ้าแยกได้ส่วนประกอบเหมือนกัน และค่า R_F ของสีที่แยกได้เท่า ๆ กัน ก็พอที่จะบอกได้ว่า น่าจะเป็นสารชนิดเดียวกัน
 แต่ ถ้าแยกได้ส่วนประกอบที่มีค่า R_F แตกต่างกัน ก็สรุปได้ทันทีว่า สารที่มีสีเหมือนกันนั้น แท้จริงแล้วเป็นสาร

- 40) ค่า R_F ของสีที่แยกได้ จากสีตัวอย่างเดียวกัน ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้ค่าใกล้เคียงกันหรือไม่ (ให้นักเรียนสำรวจดู ถ้าใกล้เคียงกัน ให้นักเรียนบอกว่า ใกล้เคียงกับกลุ่มใด มีค่าเท่าใด)

สำหรับค่า R_F ของสารที่แยกได้จากสีตัวอย่าง ถ้าได้ค่า R_F ใกล้เคียงกัน ก็อาจเป็นสารเดียวกัน ตัวอย่างเช่น

สีเขียว ก. แยกได้สารสีเหลือง มีค่า R_F เท่ากับ 0.43

และ สีเขียว ข. แยกได้สารสีเหลือง มีค่า R_F เท่ากับ 0.43 เช่นกัน

ดังนั้น สารสีเหลืองในสีเขียว ก. และสารสีเหลืองในสีเขียว ข. น่าจะเป็น

41)



โครมาโตกราฟีชนิดที่นักเรียนได้ปฏิบัติ ในการทดลองที่ 1. 4 นี้ เป็นชนิดที่เรียกว่า

เฉลย

39) เป็นสาร ต่างชนิดกัน

40) - (ค่า R_f จะใกล้เคียงกันหรือไม่ กับกลุ่มใด
ให้ตอบตามที่ทดลองได้)
- น่าจะเป็น สารเดียวกัน

41) เรียกว่า โครมาโตกราฟีกระดาษ

42) เราอาจนำการแยกสารโดยวิธีที่เรียกว่า " โครมาโตกราฟีกระดาษ " ไปใช้ตรวจสอบสีผสมอาหาร ได้ ว่าเป็นสีที่ถูกต้องตามที่ทางการกำหนดให้ใช้หรือไม่ โดยวิธีการทำ ดังนี้

ขั้นที่ 1. สกัดสีออกจากอาหาร

- ใช้ไหมพรมสีขาวต้มในน้ำแอมโมเนียเจือจาง 10 นาที แล้วไหมพรมให้สะอาด แล้วต้มในน้ำอีก 10 นาที
- นำอาหารมาละลายในกรกอะซิติก 3 % แล้วต้มกับไหมพรมที่เตรียมไว้ประมาณ 10 นาที
- นำไหมพรมที่ติดสีมาล้างด้วยน้ำ แล้วนำไปต้มในน้ำแอมโมเนียเจือจาง จนกระทั่งสีละลายออกมาหมด แล้วนำสารละลายไปอุ่นเพื่อให้เข้มข้นขึ้น

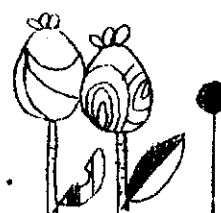
ขั้นที่ 2. ขันวิเคราะห์สีโดยใช้โครมาโตกราฟีกระดาษ

- นำสารละลายที่ได้มาทำโครมาโตกราฟี เช่นเดียวกับการทดลอง 1.4 โดยใช้ 2-เมธิล-1-โพรพานอล : เอทานอล : น้ำ เท่ากับ 1 : 2 : 1 โดยปริมาตร เป็นตัวทำละลาย แล้วนำค่า R_f ที่ได้ ไปเทียบกับค่า R_f ในตารางในกรอบที่ 20 ในบทเรียนนี้

ก็จะทราบได้ว่า สีที่นำมาทดสอบมีสารใดเป็นองค์ประกอบบ้าง และตรงกับองค์ประกอบของสารที่เขียนไว้บนฉลากที่ของบรรจุสีผสมอาหาร ที่ผู้ผลิตอาหารนั้น ๆ ใช้หรือไม่

จากที่กล่าวมาในกรอบที่ (42) นี้ จัดเป็นประโยชน์ของโครมาโตกราฟีชนิดที่เรียกว่า โดยสรุปสั้น ๆ ได้ว่า ในการทดสอบสีผสมอาหารนั้น ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

- 1) ขั้น
- 2) ขั้น โดยใช้



เฉลย

42) ชนิดที่เรียกว่า โครมาโตกราฟีกระดาษ

1) ชั้น สีกัดสีออกจากอาหาร

2) ชั้น วิเคราะห์สี โดยใช้ โครมาโตกราฟีกระดาษ

43) โครมาโทกราฟีกระดาษนี้ ส่วนมากใช้วิเคราะห์สารที่มีสี เมื่อทำการทดลอง ส่วนประกอบที่มีสีจะแยกกันอยู่บนส่วนต่าง ๆ ของกระดาษ ถ้าต้องการสกัดเอาส่วนประกอบนั้นออกมา ก็อาจทำได้โดย ตัดกระดาษส่วนนั้นไปแช่ในตัวทำละลายที่เหมาะสม ก็จะแยกเอาส่วนประกอบนั้นออกมาได้

ฉะนั้น โครมาโทกราฟีกระดาษ ส่วนมากใช้แยกและวิเคราะห์ สารที่มีสี ใช้หรือไม่

44) ใช่แล้ว โครมาโทกราฟีกระดาษส่วนมาก ใช้แยกและวิเคราะห์สารที่มีสี แต่ โครมาโทกราฟีกระดาษ ก็อาจนำไปใช้กับสารที่ไม่มีสี ได้ ในกรณีนี้ หลังจากทำการทดลอง ดังที่นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง (1.4) แล้ว จะต้องมีการตรวจสอบว่า ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่แยกได้นั้น อยู่ ณ. ที่ใดบนกระดาษ ซึ่งอาจทำได้หลายวิธีเช่น

- พ่นสารสีอื่นลงไป เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบที่แยกได้ แล้วเกิดสารมีสีขึ้น
(สารที่ใช้พ่น อาจเรียกว่า สารย้อม ซึ่งต้องเป็นสารระเหยง่าย เช่น ไอโอดีน)
(อาจทำได้โดย นำกระดาษโครมาโทกราฟี ที่ผ่านการทดลองแล้วตั้งการทดลอง (1.4) ไปแช่ในขวดที่มีเกล็ดไอโอดีน ปิดฝา ก็จะเห็นสีของสารตามบริเวณที่มันเคลื่อนที่ไปได้)
- หรือส่องดูด้วยแสงอุลตราไวโอเลต

ฉะนั้น โครมาโทกราฟีกระดาษ ใช้แยกและวิเคราะห์ สารที่ไม่มีสี ได้หรือไม่.....

ถ้าได้, ในการตรวจสอบว่าส่วนประกอบต่าง ๆ ที่แยกได้นั้น อยู่ ณ. ตำแหน่งใด อาจใช้สารย้อม เช่น ไอโอดีน หรืออาจส่องดูด้วยแสง.....

45) เพื่อจะได้ทราบว่า ที่นักเรียนศึกษาไปแล้วนี้ บรรลุจุดประสงค์ มากน้อยเพียงใด ก็ขอให้นักเรียนได้ตอบคำถามเหล่านี้

- การทดลองในบทเรียนนี้ เป็นการแยกสารอีกวิธีหนึ่ง
- ซึ่งเรียกว่าการแยกสารโดยวิธี



ณลย

43) ไข่

44) ไข่

ถ้วยแสง อุตสาหกรรม

45) โครมาโทกราฟี

46) หลักการของ " โครมาโทกราฟี " คือ สารต่างชนิดกันมีความสามารถ.....

ในตัวทำละลาย และถูก ด้วยตัวดูดซับได้ต่างกัน จึงเคลื่อนที่ได้เร็วช้าต่างกัน โดยสารใดละลายในตัวทำละลายได้ดี และถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้น้อย สารนั้นจะเคลื่อนที่ได้

ในทางตรงกันข้าม สารใดละลายในตัวทำละลายได้น้อย และถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้ดี สารนั้นจะเคลื่อนที่ได้

47) จากความสามารถในการละลาย และถูกดูดซับได้ต่างกัน จึงทำให้สารต่างชนิดกันเคลื่อนที่ได้เร็วช้าต่างกัน ซึ่งอัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับ (ค่า R_F) หาได้จาก อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ เคลื่อนที่ได้ ต่อ ระยะทางที่ เคลื่อนที่ได้

48) ในการทดลองที่ (1.4) ในบทเรียนนี้ สาเหตุที่ " เมื่อใส่ตัวทำละลายลงในขวดแล้ว ต้องปิดแผ่นกระจกแล้วตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที " ก็เพื่อให้ ภายในขวดอึดตัวไปด้วยไอของ จึงทำให้ ไม่แห้ง

49) จากการทดลอง 1.4 สารที่มีสีเหมือนกัน แต่นำมาจากต่างภาชนะกัน จะเป็นสารเดียวกันหรือไม่ ให้พิจารณาจากการทดลองดังนี้คือ

▶ ถ้าแยกได้ส่วนประกอบเหมือนกัน และค่า R_F ของสีที่แยกได้เท่า ๆ กัน ก็พอจะบอกได้ว่า น่าจะเป็น

▶ แต่ถ้าแยกได้ส่วนประกอบที่มีค่า R_F แตกต่างกัน ก็สรุปได้ทันทีว่า

สารที่มีสีเหมือนกันนั้น เป็นสาร



เคย

46) ละลาย

และถูก ดูดซับ

เคลื่อนที่ได้ เร็ว

เคลื่อนที่ได้ ช้า

47) ระยะทางที่ สาร เคลื่อนที่

ต่อ ระยะทางที่ ตัวทำละลาย เคลื่อนที่

48) อิ่มตัวด้วยไอของ ตัวทำละลาย

จึงทำให้ ตัวดูดซับ ไม่แห้ง

49) น่าจะเป็น สารเดียวกัน

เป็นสาร ต่างชนิดกัน

50)



เพื่อเป็นการสรุป และย้ำถึงความเข้าใจในบทเรียนนี้
 ขอให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 1 และ ข้อ 2 และให้
 นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากบทเรียนที่ผ่านมา ๗ มาแล้ว
 เพื่อตอบคำถามข้อ 3-5 โดยทุกข้อให้ทำลงในสมุด
 แบบฝึกหัด (เป็นการบ้าน) แล้วนำเสนอครูในวันรุ่งขึ้น
 (ถ้านักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง ด้วยความตั้งใจ
 จริง และมีความมุ่งมั่น ไม่ทอดทิ้ง จะเกิดผลดี)

- ข้อ 1. การทดลองแยกสารสีแสดชนิดหนึ่งโดยวิธีโครมาโตกราฟี
 พบว่าแยกเป็น 3 ส่วนประกอบดังนี้

ส่วนประกอบ	ระยะทางที่ ส่วนประกอบที่เคลื่อนที่ (cm)	ระยะทางที่ตัว ทำละลายเคลื่อนที่ (cm)
1	12	15
2	10	15
3	7	15

จากการทดลองนี้ ให้นักเรียนหาค่า R_f ของส่วนประกอบทั้งสาม

- 51) - ข้อ 2. เพราะเหตุใดส่วนประกอบทั้งสามในข้อ 1. จึงเคลื่อนที่ได้ระยะทาง
 ต่างกัน

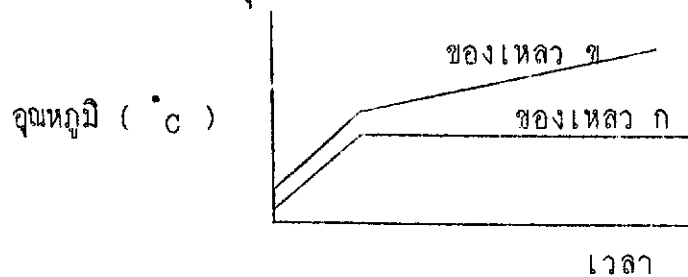
- 52) - ข้อ 3. ถ้าสารละลายชนิดหนึ่งประกอบไปด้วยสาร 3 ชนิด ซึ่งมีสมบัติดังแสดง
 ในตารางต่อไปนี้ นักเรียนจะแยกสารเหล่านี้ออกจากกันได้โดยวิธีใด
 (มีค่อนหน้า 26)

(ต่อจากกรอบ 52)

สาร	จุดเดือด (°C)	สี
เบนซีน	80.10	ไม่มีสี
โทลูอีน	110.63	ไม่มีสี
ไซลีน	144.41	ไม่มีสี

53) - ข้อ 4. ถ้ามีของเหลว 2 ชนิด จะทดสอบได้อย่างไรว่า ของเหลวใดเป็นสารละลาย ของเหลวใดเป็นสารบริสุทธิ์

54) - ข้อ 5. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการต้มของเหลว 2 ชนิด ข้างล่างนี้ จงพิจารณาว่าของเหลวใดเป็นสารบริสุทธิ์ เพราะเหตุใด



55) นักเรียนก็ได้ศึกษาถึงวิธีการแยกสารไปแล้วหลายวิธี อันได้แก่

- การกลั่น (การกลั่นธรรมดา, การกลั่นลำดับส่วน)
- การสกัดด้วยตัวทำละลาย
- การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ
- โครมาโตกราฟี

ขอให้นักเรียนได้ทบทวนหลักการของการแยกสารแต่ละวิธีให้เข้าใจ

สำหรับบทเรียนนี้ ขอยุติไว้เพียงเท่านี้

พบกันใหม่ในบทเรียนต่อไป สวัสดีนักเรียนทุกคน ไปละ



บทเรียนโปรแกรม

ประกอบ

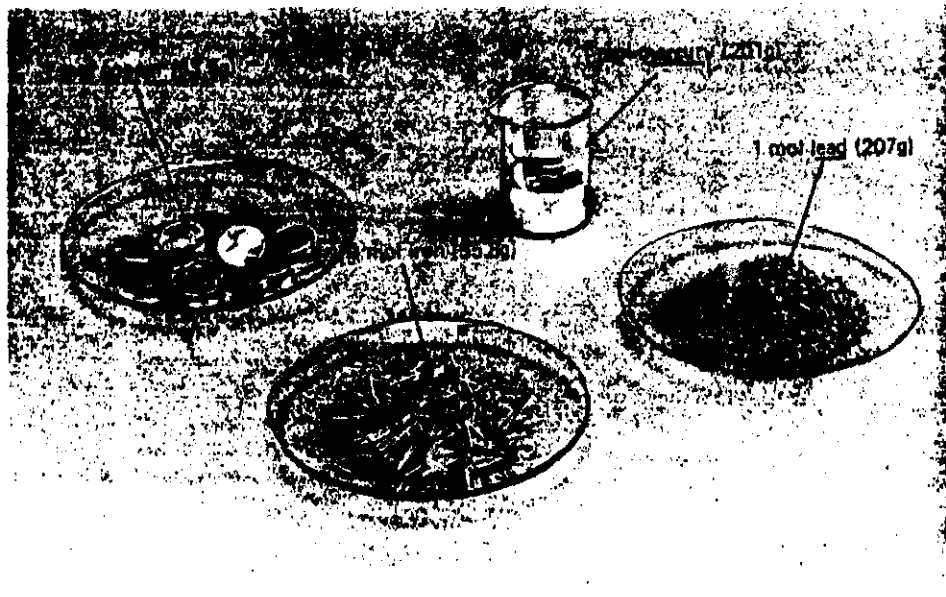
เหตุการณ์การสอนชอบทานไข่

เรือ



ธาตุกับสารประกอบ

เล่ม ๘



นิตยา ทวีทองการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง ชาติกับสารประกอบ

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกความแตกต่างระหว่าง ชาติ กับ สารประกอบ ได้ และเขียนสัญลักษณ์ของชาติ ในบทเรียนนี้ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกความหมายของ สารบริสุทธิ์, ชาติ, สารประกอบ และสัญลักษณ์ของชาติ ได้
2. นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของชาติที่กล่าวถึงในบทเรียนนี้ได้ถูกต้อง
3. นักเรียนบอกได้ว่า สัญลักษณ์ของชาติ นอกจากใช้แทน " ชื่อชาติ " แล้ว ยังใช้แทน " หนึ่งอะตอมของชาติ " ด้วย

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม นักเรียนเคยศึกษา เรื่อง สัญลักษณ์ของชาติ มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และเคยศึกษาเรื่อง สารบริสุทธิ์ , ชาติ , สารประกอบ มาแล้วในบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง การจักจำพวกสาร

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

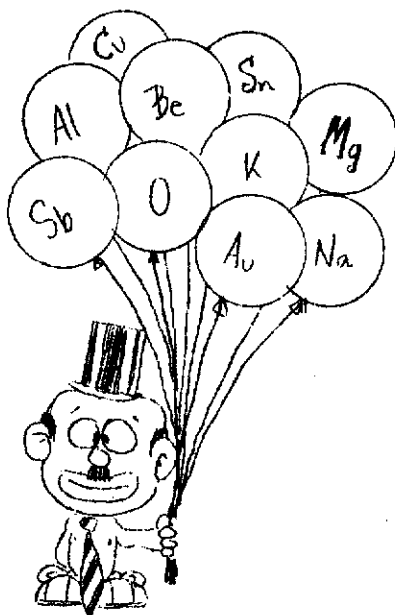
บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง "ธาตุ กับ-
สารประกอบ" เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอนของกานเย่
9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) เร้าความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่ 1
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่ 2-4
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่ 5-11
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่ 12-13
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่ 14-23
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	} ได้แก่	กรอบที่ 24-29
7) นักเรียนทราบบผลการปฏิบัติ		
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์ได้แก่		กรอบที่ 30-41
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน หาคำความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่ 42-43

.....

" ธาตุ กับ สารประกอบ "

1)



จากภาพของตัวอักษรบนลูกโป่งเหล่านี้ นักเรียน
คงทราบว่า เป็นตัวอักษรที่เราใช้เขียนแทน
ชื่อ

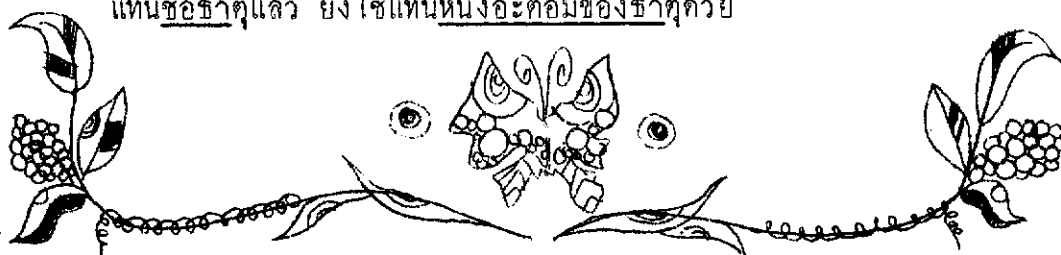
และเรียกตัวอักษรที่ใช้เขียนแทนชื่อธาตุเหล่านี้
ว่าเป็น ของธาตุ
และนักเรียนก็คงอยากรู้ถึงที่มาของการ
เขียน " สัญลักษณ์ของธาตุ " และความหมาย
ของสัญลักษณ์หนึ่ง ๆ ว่าแทนอะไรได้บ้าง
ติดตามบทเรียนนี้ต่อไปซิคะ แล้วนักเรียนจะได้
ทราบอย่างละเอียด

2) ก่อนอื่น เรามาศึกษาจุดประสงค์ของบทเรียนนี้กันก่อน ซึ่งมีดังนี้

- เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องบอกความหมายของ สารบริสุทธิ์ , ธาตุ
สารประกอบ และ สัญลักษณ์ของธาตุ ได้

3) - เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่กล่าวถึงในบทเรียน
นี้ ได้ถูกต้อง

4) - เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า สัญลักษณ์ของธาตุ นอกจากใช้
แทนชื่อธาตุแล้ว ยังใช้แทนหนึ่งอะตอมของธาตูกว้ย

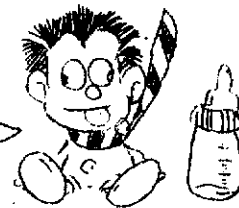


เฉลย

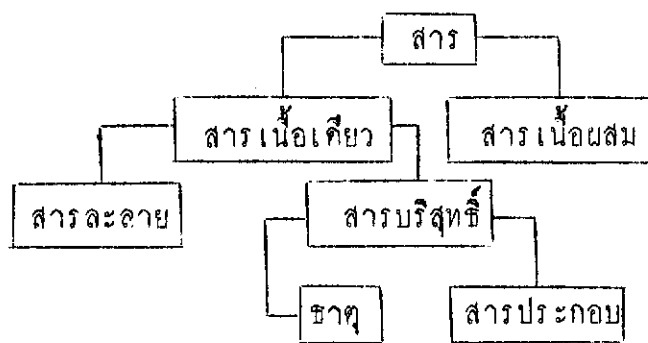
- 1) ไข่เขียนแทน ชื่อ ธาตุ
เป็น สัญลักษณ์ ของธาตุ

5)

ก่อนศึกษาบทเรียนใหม่ เรามาทบทวน
ความรู้เดิม กันสักเล็กน้อยก่อน



จากการศึกษา เรื่อง การจัดจำพวกสาร โดยให้ เนื้อสาร เป็นเกณฑ์ ดังแผนภาพ



จากแผนภาพ นักเรียนบอกได้ว่า สารบริสุทธิ์ หมายถึงสารเนื้อเดียวที่อาจเป็นธาตุ หรือ สารประกอบ ก็ได้

ฉะนั้น สารเนื้อเดียวประเภท ธาตุ จัดเป็น

และ สารเนื้อเดียวประเภทสารประกอบ ก็จัดเป็น เช่นกัน

6) และนักเรียนเคยทราบว่า สารประกอบ สลายตัวเป็น ธาตุองค์ประกอบ ได้ เช่น
น้ำ (H_2O) สลายตัวด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นธาตุไฮโดรเจน และธาตุออกซิเจน
(ซึ่งธาตุทั้งสองชนิดนี้ สภาวะปกติเป็นก๊าซ เรามักเรียกว่าก๊าซไฮโดรเจน ,
ก๊าซออกซิเจน) ซึ่งไม่สามารถสลายตัวต่อไปได้อีก

ดังนั้น สารต่อไปนี้ สารใดเป็นธาตุ และสารใดเป็นสารประกอบ

" น้ำ " เป็น " ไฮโดรเจน " เป็น

" ออกซิเจน " เป็น

เฉลย:

5) จัดเป็น สารบริสุทธิ์

จัดเป็น สารบริสุทธิ์ เช่นกัน

6) น้ำ เป็น สารประกอบ ไฮโดรเจน เป็น ธาตุ
ออกซิเจน เป็น ธาตุ

7) และนักเรียนยังทราบว่า สารประกอบ เกิดจากธาตุ ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปทำปฏิกิริยากัน เช่น เมื่อเผาเหล็กกับกำมะถัน เหล็กและ กำมะถัน จะทำปฏิกิริยารวมตัวกันได้ สารประกอบที่มีชื่อว่า ไอร์ออน (II) ซัลไฟด์ (อ่านว่า ไอร์ออน หู ซัลไฟด์) (หรืออาจเรียกชื่อสารประกอบนี้ว่า เหล็กซัลไฟด์) ซึ่งมีสมบัติผิดไปจากเหล็ก และกำมะถัน โดยสิ้นเชิง

ดังนั้น สารต่อไปนี้ สารใดเป็น ธาตุ และสารใดเป็น สารประกอบ

" เหล็ก " เป็น " กำมะถัน " เป็น

" ไอร์ออน (II) ซัลไฟด์ " เป็น

8) จากกรอบที่ (6-7) จะได้ว่า " สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ อาจมีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเป็นองค์ประกอบ และสามารถสลายตัวเป็นธาตุองค์ประกอบได้ "

ซึ่งที่กล่าวมานี้ เป็นความหมายของ

9) และนักเรียนทราบว่า ธาตุ หมายถึง สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเดียว ซึ่งไม่สามารถสลายตัวต่อไปได้อีก

ดังนั้น " เลด (II) ไนเตรต " หรือ (ตะกั่วไนเตรต) มาแยกสลายโดยการเผาหลายขั้นตอน สุดท้ายจะได้ เลด หรือก็คือ " ตะกั่ว " ซึ่งไม่สามารถทำให้สลายตัวต่อไปได้อีก ฉะนั้น " ตะกั่ว " เป็น

10) ดังนั้น " คอปเปอร์ (II) ออกไซด์ " หรือ (ทองแดงออกไซด์) มาแยกสลายโดยการเผากับผงคาร์บอน สุดท้ายจะได้ คอปเปอร์ หรือก็คือ " ทองแดง " ซึ่งไม่สามารถทำให้สลายตัวต่อไปได้อีก

ฉะนั้น " ทองแดง " เป็น



เฉลย

7) เหล็ก เป็น ธาตุ กัมมะถัน เป็น ธาตุ
ไฮดรอกซิล (H) ซัลไฟด์ เป็น สารประกอบ

8) เป็นความหมายของ สารประกอบ

9) ตะกั่ว เป็น ธาตุ

10) ทองแดง เป็น ธาตุ

11)



นักเรียนก็ได้ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับความหมายของสารบริสุทธิ์ สารประกอบ และ ธาตุ ไปแล้ว และนักเรียนคงเรียกความจำเก่าเกี่ยวกับ สารบริสุทธิ์ , สารประกอบ , ธาตุ กลับคืนมาได้แล้ว ในกรอบต่อไป เราก็จะได้เริ่มบทเรียนใหม่ที่กล่าวถึง " ธาตุ " อย่างละเอียด ต่อไป

12)



ในบทเรียนนี้เราก็จะกล่าวถึง " ธาตุ " อย่างละเอียด ก่อนอื่น นักเรียนลองศึกษา ธาตุตัวอย่าง ซึ่งเป็น ทองแดง และ ตะกั่ว ฯลฯ

1.



2.



ฉะนั้น หมายเลข 1. คือธาตุ และหมายเลข 2. คือธาตุ.....

13) นักเรียนก็รู้จักธาตุทองแดง และธาตุตะกั่ว (ในรูปของโลหะทองแดง และ โลหะตะกั่ว) ไปแล้ว

และโดยทั่วไป ถ้าเราต้องการพูดถึงธาตุใดธาตุหนึ่ง และให้เป็นที่รู้ทั่วกันเป็นสากล เขาก็จะใช้ " สัญลักษณ์ " แทน

ฉะนั้น ของธาตุ หมายถึง สิ่งที่ใช้แทนชื่อธาตุ เพื่อให้เป็นที่รู้จักกันเป็นสากล

โดย

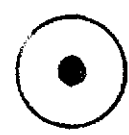
- 12) หมายเลข 1. คือราชทู ทองแดง
หมายเลข 2. คือราชทู ตะกั่ว

- 13) สัญลักษณ์ ของราชทู

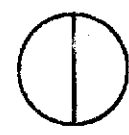
14) ในชีวิตประจำวัน เราเคยพบ สัญลักษณ์ต่าง ๆ หลายชนิดที่สื่อความหมายให้เป็นที่
เข้าใจตรงกัน เช่น เครื่องหมายจราจร หรือตัวโน้ตดนตรีระดับเสียงคนตรี ฯลฯ
นักเคมี ก็มี สัญลักษณ์ที่ใช้แทนธาตุ เพื่อเป็นที่เข้าใจกันเป็นสากล โดย
จอห์น ดาลตัน (คณิตภาพ) ซึ่งเป็นนักเคมีชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่เสนอให้ใช้
• สัญลักษณ์ของธาตุ • โดยใช้รูปภาพ ดังตัวอย่างข้างล่างนี้



John Dalton (1766-1844)



ไฮโดรเจน



ไนโตรเจน



คาร์บอน



ออกซิเจน



กำมะถัน



สังกะสี

“ตัวอย่างสัญลักษณ์ของธาตุความแนวความคิดของดาลตัน”

ฉะนั้น รูปภาพต่อไปนี้ เป็นสัญลักษณ์แทนธาตุอะไร



เป็นสัญลักษณ์แทนธาตุ.....



เป็นสัญลักษณ์แทนธาตุ.....

สัญลักษณ์ของธาตุเหล่านี้เสนอโดย.....

ซึ่งเป็นนักเคมี ชาว.....

เฉลย

14) เป็นสัญลักษณ์ แทนธาตุ ไนโตรเจน

เป็นสัญลักษณ์ แทนธาตุ ออกซิเจน

เสนอโดย จอห์น กาลตัน

ชาว อังกฤษ

15) ในสมัยของคาลตัน ธาตุที่พบมีเพียงไม่กี่ธาตุ จึงสามารถใช้ภาพ เป็นสัญลักษณ์ของธาตุ (ดังกรอบที่ 14) ได้ แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้พบธาตุต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 105 ธาตุ การใช้ภาพจึงเป็นการไม่สะดวก ในศตวรรษที่ 19 โจนส์ จากอบเบอร์ซีเลียส นักเคมีชาวสวีเดน ได้เสนอให้ใช้ตัวอักษรแทนชื่อธาตุ และเป็นที่ยอมรับกันจนถึงปัจจุบัน

ฉะนั้น การใช้ตัวอักษรเป็นสัญลักษณ์เพื่อใช้เขียนแทนชื่อธาตุ เสนอโดย
..... ซึ่งเป็นนักเคมีชาว.....

16) " สัญลักษณ์ของธาตุ " หมายถึง ตัวอักษรที่ใช้เขียนแทนชื่อธาตุ และการเขียนสัญลักษณ์แทนชื่อธาตุในปัจจุบัน นักเคมีตกลงกันให้ใช้ ตัวอักษรตัวแรก-ของชื่อธาตุในภาษาอังกฤษหรือภาษาละติน (ถ้ามีชื่อภาษาละติน) โดยเขียนด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ และถ้าอักษรตัวแรกซ้ำกัน ก็ให้เพิ่มอักษรตัวถัดไปตัวใดตัวหนึ่ง โดยเขียนด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็ก ทั้งตัวอย่าง ธาตุคาร์บอน ชื่อภาษาอังกฤษ -Carbon ชื่อภาษาละติน-ไม่มี, สัญลักษณ์ของธาตุ C ดังนั้น เป็นสัญลักษณ์ของธาตุคาร์บอน

17) ธาตุคลอรีน, ชื่อภาษาอังกฤษ- Chlorine ชื่อภาษาละติน-ไม่มี, สัญลักษณ์ของธาตุ Cl
(เนื่องจากอักษรตัวแรกซ้ำกันกับธาตุอื่น จึงเพิ่มอักษรตัวถัดไปตัวใดตัวหนึ่ง แล้ว-เขียนด้วยตัวพิมพ์เล็ก)

ดังนั้น เป็นสัญลักษณ์ของธาตุ คลอรีน.



เฉลย

15) โจนส์ จากอบ เบอร์ชีเลียส ชาว สวีเดน

16) c เป็นสัญลักษณ์ของคาร์บอน

17) cl เป็นสัญลักษณ์ของคลอรีน

18) ธาตุฟอสฟอรัส

ชื่อภาษาอังกฤษ-Phosphorus ชื่อภาษาละติน-ไม่มี สัญลักษณ์ของธาตุ P

ดังนั้น เป็นสัญลักษณ์ของธาตุฟอสฟอรัส

19) ธาตุโพแทสเซียม

ชื่อภาษาอังกฤษ- Potassium ชื่อภาษาละติน- Kalium สัญลักษณ์ของธาตุ K

(เนื่องจากมีชื่อภาษาละติน สัญลักษณ์จึงใช้ภาษาละติน)

ดังนั้น เป็นสัญลักษณ์ของธาตุโพแทสเซียม

20) ธาตุทองแดง

ชื่อภาษาอังกฤษ- Copper ชื่อภาษาละติน- Cuprum สัญลักษณ์ของธาตุ Cu

(เนื่องจากมีชื่อภาษาละติน สัญลักษณ์จึงใช้จากภาษาละติน แต่ถ้าใช้ c ตัวเดียว
ก็ทำกับธาตุอื่น จึงเพิ่มอักษรตัวถัดไป ตัวใดตัวหนึ่ง ในที่นี้เขาใช้ u จึงเป็น Cu)

ดังนั้น เป็นสัญลักษณ์ของธาตุทองแดง

21) จากกรอบที่ 16-20 จะได้ว่า

..... , ... , ... , ... และ

เป็นสัญลักษณ์ของธาตุ

คาร์บอน , คลอรีน , ฟอสฟอรัส , โพแทสเซียม และ ทองแดง

ตามลำดับ

เฉลย

18) P เป็นสัญลักษณ์ของ ฟอสฟอรัส

19) K เป็นสัญลักษณ์ของ โพแทสเซียม

20) Cu เป็นสัญลักษณ์ของ ทองแดง

21) C , Cl , P , K และ Cu เป็นสัญลักษณ์ของ
คาร์บอน, คลอรีน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียมและทองแดง ตามลำดับ

22) ให้นักเรียนศึกษา * ตัวอย่างสัญลักษณ์ของธาตุ * ดังในตารางต่อไปนี้

ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาละติน	สัญลักษณ์ของธาตุ
อะลูมิเนียม	Aluminium		Al
เบริลเลียม	Beryllium		Be
คาร์บอน	Carbon		C
คลอรีน	Chlorine		Cl
ไฮโดรเจน	Hydrogen		H
แมกนีเซียม	Magnesium		Mg
ออกซิเจน	Oxygen		O
สังกะสี	Zinc		Zn
พลวง	Antimony	Stibium	Sb
ทองแดง	Copper	Cuprum	Cu
ทอง	Gold	Aurum	Au
เหล็ก	Iron	Ferrum	Fe
ตะกั่ว	Lead	Plumbum	Pb
ปรอท	Mercury	Hydragyrum	Hg
โพแทสเซียม	Potassium	Kalium	K
เงิน	Silver	Argentum	Ag
โซเดียม	Sodium	Natrium	Na
ดีบุก	Tin	Stannum	Sn

23) * สัญลักษณ์ของธาตุ * นอกจากใช้แทน "ชื่อธาตุ" ยังใช้แทน หนึ่งอะตอมของธาตุ

ด้วย เช่น "C" * เป็นสัญลักษณ์แทน * ธาตุคาร์บอน *

และ "C" * ยังหมายถึง * ธาตุคาร์บอน หนึ่งอะตอม * ด้วย

หรือ "Cl" * เป็นสัญลักษณ์แทน * ธาตุคลอรีน *

และ "Cl" * ยังหมายถึง * ธาตุคลอรีน หนึ่งอะตอม * ด้วย



24) ถ้า " P " ดังนั้น " P "	เป็นสัญลักษณ์แทน " ธาตุฟอสฟอรัส " ยังหมายถึง " ธาตุ หนึ่งอะตอม " ด้วย
25) ถ้า " K " ดังนั้น " K "	เป็นสัญลักษณ์แทน " ธาตุโพแทสเซียม " ยังหมายถึง " ธาตุโพแทสเซียม อะตอม " ด้วย
26) ถ้า " Cu " ดังนั้น " "	หมายถึง " ธาตุทองแดง หนึ่งอะตอม " เป็นสัญลักษณ์แทน " ธาตุทองแดง " นั่นเอง
27) อะตอม ด้วย	เป็นสัญลักษณ์ของ " ธาตุทอง " และยังหมายถึง ธาตุทองหนึ่ง
28) " Na " และยังหมายถึง " "	เป็นสัญลักษณ์ของ " ธาตุ " ด้วย
29) สัญลักษณ์ของ " ธาตุเงิน " และหมายถึง " ธาตุเงินหนึ่งอะตอม " คือ	
30) 	เพื่อจะได้ทราบว่า พี่นักเรียนศึกษาไปแล้วนี้ บรรลุจุดประสงค์ มากน้อยเพียงใด ขอให้พี่นักเรียนได้ตอบคำถามต่อไปนี้ - สารบริสุทธิ์ หมายถึง
31) สารประกอบ หมายถึง .....	.....

เฉลย

24) ธาตุ ฟอสฟอรัส

25) หนึ่ง อะตอม

26) Cu

27) คือ Ag

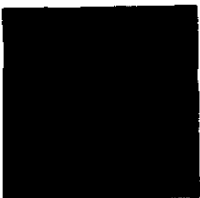
28) " ธาตุโซเดียม "

" ธาตุโซเดียม หนึ่ง อะตอม "

29) คือ Ag

30) หมายถึง สารเนื้อเดียวที่อาจเป็น ธาตุ หรือ สารประกอบ ก็ได้

31) หมายถึง สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
เป็นองค์ประกอบ และสามารถสลายตัวเป็นธาตุองค์ประกอบได้

32) ธาตุ หมายถึง
.....
33) ในปัจจุบัน สัญลักษณ์ของธาตุ หมายถึง.....
34) สัญลักษณ์ของธาตุ ให้แทนอะไรได้บ้าง 1) ใช้แทน..... 2) ใช้แทน
35)  เป็นธาตุ.....มีสัญลักษณ์คือ.....
36)  เป็นธาตุ.....มีสัญลักษณ์คือ.....
37) ธาตุไนโตรเจน, ชื่อภาษาอังกฤษ- Nitrogen ชื่อภาษาละติน-ไม่มี ฉะนั้น ธาตุไนโตรเจน มีสัญลักษณ์คือ
38) สัญลักษณ์ของธาตุคาร์บอน คือ
39) สัญลักษณ์ของธาตุปรอท คือ.....
40) ธาตุ ซึ่งมีสัญลักษณ์ คือ " I "

เฉลย

32) หมายถึง สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเดียว
ซึ่งไม่สามารถสลายตัวต่อไปได้อีก

33) ตัวอักษร ที่ใช้เขียนแทนชื่อธาตุ

34) 1) ใช้แทน ชื่อธาตุ 2) ใช้แทน หมู่อะตอมของธาตุ

35) ธาตุ ทองแดง สัญลักษณ์ คือ Cu

36) ธาตุ ตะกั่ว สัญลักษณ์ คือ Pb

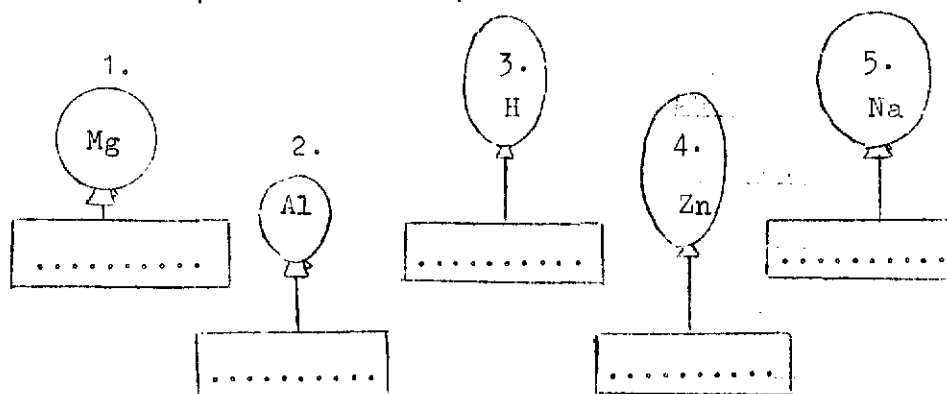
37) N

38) C

39) Hg

40) ธาตุ ไอโอดีน

41) จงเขียนชื่อธาตุ ใต้สัญลักษณ์ของธาตุเหล่านี้



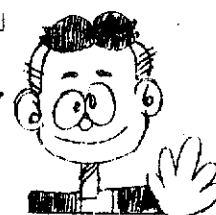
42) เพื่อเป็นการสรุป ย้ำ ให้เข้าใจในบทเรียนนี้ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ฉะนั้นขอให้นักเรียน
ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม แล้วทำเป็น รายงาน นำส่งในสัปดาห์ต่อไป โดยให้เขียน
สัญลักษณ์ของธาตุประมาณ 105 ธาตุ พร้อมทั้งชื่อธาตุภาษาไทย, ภาษาอังกฤษ
(และภาษาละติน ถ้ามี) และ ตรงสัญลักษณ์ของธาตุให้เขียนธาตุละ 5 ตัว
โดยให้ใช้แบบฟอร์มเดียวกัน ดังตัวอย่าง

" สัญลักษณ์ของธาตุ "

ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาละติน(ถ้ามี)	สัญลักษณ์ของธาตุ
ไฮโดรเจน	Hydrogen	-	H H H H H
เหล็ก	Iron	Ferrum	Fe Fe Fe Fe Fe

43) ในบทเรียนนี้ คงช่วยให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของธาตุได้ถูกต้อง
ไม่มาก ก็ น้อย ขอให้นักเรียนได้ทบทวนบทเรียน และฝึกเขียน
สัญลักษณ์ของธาตุให้ได้ เพื่อใช้ในการเขียนสูตรของสารประกอบ
ต่อไป

สำหรับบทเรียนนี้ขอยุติไว้เพียงเท่านี้
สวัสดีนักเรียนทุกคน ไปละ บ้าย บาย ...



เฉลย

- 41) 1) แมกนีเซียม
2) อะลูมิเนียม
3) ไฮโดรเจน
4) สังกะสี
5) โซเดียม

บทเรียนโปรแกรม

ประกอบ

เหตุการณ์การศอนชอบทานเย

เรือ

ผลงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร

เล่ม ๑



นิตยา ทวีกิจการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนจักคิดว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อนหรือดูดความร้อน

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกความหมายของ " ระบบ " และ " สิ่งแวดล้อม " ได้ถูกต้อง
2. นักเรียนบอกความหมายของ " การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน " และ " การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน " ได้ถูกต้อง
3. นักเรียนยืนยันได้ว่า มีพลังงานเข้าไปเกี่ยวข้องในการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ หรือไม่

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาว์ปัญญา
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง " การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า " และเรื่อง " การเผาเหล็กกับกำมะถัน " มาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

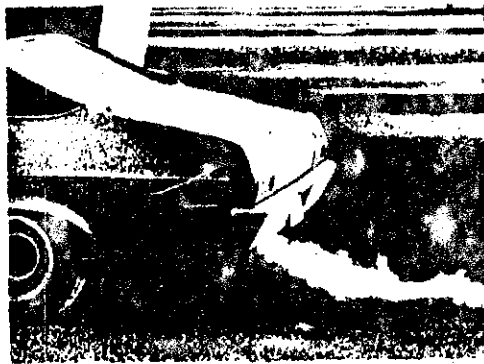
บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง
 " พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) รู้จักความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่	1-2
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	3-5
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่	6-11
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่	12-14
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่	15-27
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	} ได้แก่	กรอบที่	28-33
7) นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ			
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	34-39
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน หากความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่	40-46

.....

• พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร •

1)



จากภาพของ • ภาพที่ออกจากท่อไอเสียรถยนต์ •
และภาพของ • ไข่ดาว • อ้วนเป็นภาพที่แสดงให้
เห็นถึง การเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งแน่นอนต้องมี
พลังงาน เข้าไปเกี่ยวข้องกับตัวเสมอ

ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของสารใด ๆ ต้องมี..... เข้าเกี่ยวข้องกับเสมอ

2) และในการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ต้องมีการกล่าวถึงคำว่า "ระบบ"
และ "สิ่งแวดล้อม" นักเรียนคงสงสัยว่า ระบบ และ สิ่งแวดล้อม มีความหมายเป็น
เช่นใด คิดความบทเรียนนี้ก่อนนะ แล้วนักเรียนจะได้ศึกษาถึงคำว่า ระบบ และ
สิ่งแวดล้อม อย่างละเอียด

ดังนั้น ในการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของสาร จะมีการกล่าวถึง

1) 2) เสมอ

3)



ก่อนอื่น เรามาศึกษาจากประสงค์ของบทเรียนนี้ก่อน ซึ่งมีดังนี้

- เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จนแล้ว นักเรียนต้องบอกความ
หมายของ "ระบบ" และ "สิ่งแวดล้อม" ได้ถูกต้อง

เฉลย

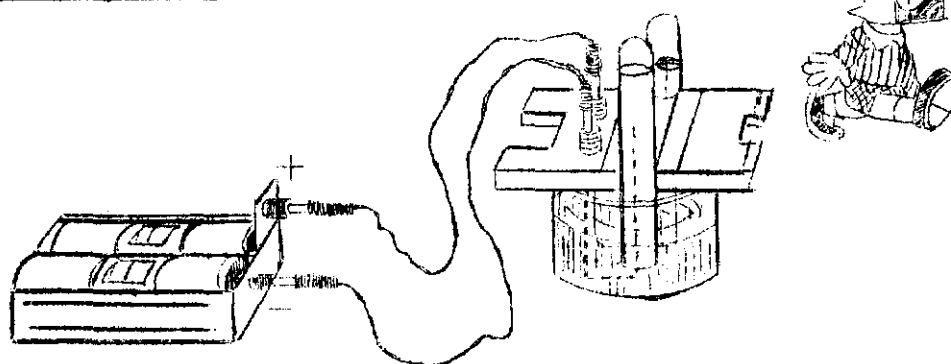
1) พลังงาน

2) - 1) ระบบ 2) สิ่งแวดล้อม

4) เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องบอกความหมายของ " การเปลี่ยนแปลง-
ประเภทคายความร้อน " และ " การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน " ได้ถูก

5) เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนต้องยืนยันได้ว่า มีพลังงาน เข้าไปเกี่ยวข้อง
ในการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของสาร หรือไม่

6) ก่อนศึกษาบทเรียนใหม่ เรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน



" รูปแสดงการผ่านกระแสไฟฟ้าลงในน้ำ "

ในการทดลองแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนต้องหยดกรด
ลงในน้ำ เพื่อช่วยให้น้ำไฟฟ้าได้ดี ก่อนการเปลี่ยนแปลง จึงมี น้ำ และ กรด
อยู่ในภาชนะ

ฉะนั้น ก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลง ในการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า จะมี

และ อยู่ในภาชนะ

7) จากกรอบที่⑥ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าลงไป น้ำจะสลายตัวให้ก๊าซไฮโดรเจน และ
ก๊าซออกซิเจน และ ยังมี น้ำผสมกรด ที่เหลืออยู่จำนวนหนึ่ง

ดังนั้น ภายหลังการเปลี่ยนแปลง จะมี และ ที่เหลือ

และยังมีสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่คือ ก๊าซ..... กับ ก๊าซ.....

เจดีย์

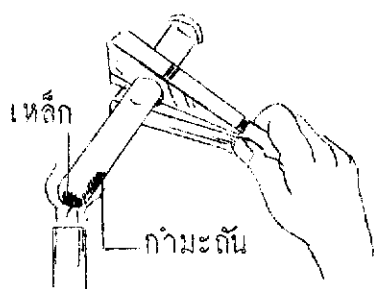
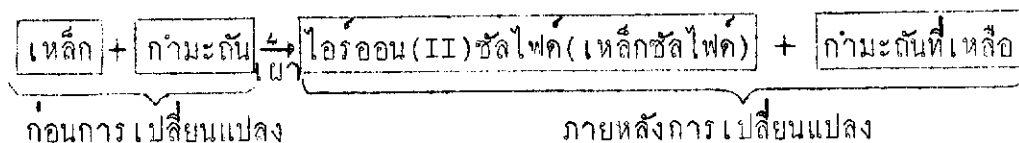
6) จะมี น้ำ และ กรด อยู่ในภาชนะ

7) จะมี น้ำ และ กรด ที่เหลือ

- ก๊าซไฮโดรเจน กับ ก๊าซออกซิเจน

๘) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จากการทดลองในกรอบที่ 6-7 เนื่องจากมีการใช้พลังงานอะไร

๙) นักเรียนเคย เผา เหล็ก กับกำมะถัน มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น(ดังภาพ)



เหล็กจะทำปฏิกิริยากับ กำมะถัน ให้สารใหม่ คือ ไอร่อน(II)ซัลไฟด์ ซึ่งมีสมบัติผิดไปจากสารเดิม และยังมี เหล็ก หรืออาจเป็นกำมะถัน ที่เหลือ ด้วย (ถ้าใส่กำมะถันให้มากเกินไป ก็จะได้ว่า เหล็ก ทำปฏิกิริยาหมดไป แต่จะมีกำมะถันเหลือ)

ดังนั้น ถ้าก่อนการเปลี่ยนแปลง มี เหล็ก และ กำมะถัน (ใส่กำมะถันให้มากเกินไป) ภายหลังการเปลี่ยนแปลง จะมี และ ที่เหลือ

10) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกรอบที่(๙) เนื่องจากการใช้พลังงาน

11) ในกรอบที่(6-10) นักเรียนก็ได้พบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับ "การเปลี่ยนแปลงของสาร" ซึ่งมี "พลังงาน" เข้าไปเกี่ยวข้องด้วยทุกครั้ง และที่สำคัญคือ มีการกล่าวถึง สารก่อนการเปลี่ยนแปลง และ สารภายหลังการเปลี่ยนแปลง การกล่าวถึงสารทั้งก่อนและภายหลังการเปลี่ยนแปลง เป็นการกล่าวถึง " สิ่งต่าง ๆ ภายในขอบเขตที่เราต้องการศึกษา " ซึ่งนักเคมี เรียกว่า " ระบบ " และนักเรียนจะได้ศึกษาถึง " ระบบ " อย่างละเอียดในบทเรียนใหม่นี้ ฉะนั้น "ระบบ" หมายถึง.....

โดย

8) พลังงานไฟฟ้า

9) ไอออน(II)ซัลไฟด์ และ กำมะถัน ที่เหลือ

10) พลังงาน ความร้อน

11) ระบบ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ภายในขอบเขต
ที่เราต้องการศึกษา

12)

สวัสดีนักเรียนทุกคน เรามาเริ่มบทเรียนใหม่
ที่เกี่ยวกับ " ระบบ " กันเลยนะ



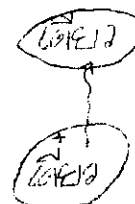
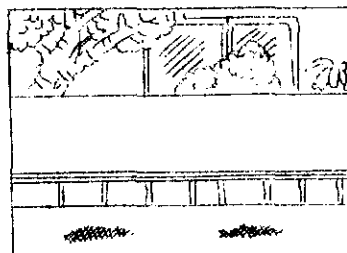
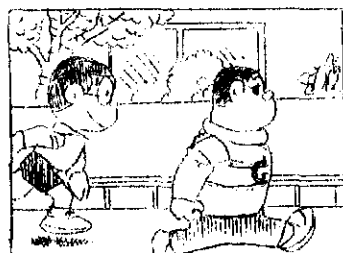
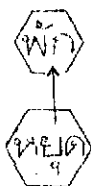
นักเคมี เรียกสิ่งต่าง ๆ ภายในขอบเขตที่เราต้องการศึกษา ว่า " ระบบ " หรืออาจกล่าวได้ว่า ระบบ (System) หมายถึงสิ่งที่กำลังศึกษาหรือทดลองอยู่ ฉะนั้น " สิ่งต่าง ๆ ภายในขอบเขตที่เราต้องการศึกษา หรือสิ่งที่กำลังศึกษา หรือทดลองอยู่ " นี่เป็นความหมายของคำว่า

13) และนักเคมีเรียกสิ่งต่าง ๆ นอกขอบเขตที่จะศึกษาว่า " สิ่งแวดล้อม " หรืออาจกล่าวได้ว่า สิ่งแวดล้อม (Surrounding) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่นอกระบบ เช่น ภาชนะ , เทอร์โมมิเตอร์ ฯลฯ

ฉะนั้น " สิ่งต่าง ๆ นอกขอบเขตที่จะศึกษา หรือสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่นอกระบบ " นี่เป็นความหมายของ คำว่า

14) เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง สมบัติของระบบ (อันได้แก่ มวล, อุณหภูมิ, ปริมาตร, ความดัน และ ส่วนประกอบ ฯลฯ) ก่อนการเปลี่ยนแปลง และ ภายหลังการเปลี่ยนแปลง จะต่างกัน

ฉะนั้น เมื่อใดที่สมบัติใดตัวหนึ่งของระบบเปลี่ยนแปลงไป ก็ถือว่า เกิดการ ขึ้น ในระบบแล้ว



โดย

12) ระบบ

13) ถ้าตอบว่า สิ่งแวดล้อม ก็ถูกครับ

14) เกิดการ เปลี่ยนแปลง ขึ้นในระบบ

15) จากการที่ " ระบบ " หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ภายในขอบเขตที่เราต้องการศึกษา หรือ หมายถึงสิ่งที่กำลังศึกษาหรือทดลองอยู่

ดังนั้น ในการทดลองทำ น้ำ $\rightarrow$ น้ำแข็ง

ถ้าระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง คือ น้ำ ในสถานะที่เราใช้

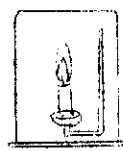
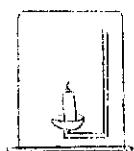
ฉะนั้น ระบบหลังการเปลี่ยนแปลงก็คือ ในสถานะนั้น

และถ้า สมบัติของระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง คือ น้ำ มีสถานะเป็น ของเหลว มีจุดหลุมเหลวเท่ากับจุดหลุมแข็ง

ฉะนั้น สมบัติของระบบหลังการเปลี่ยนแปลง คือ น้ำ มีสถานะเป็น

และมีจุดหลุมเหลว 0°C หรือต่ำกว่า

16) ในการทดลองจุดเทียนไข ในครอบแก้วที่ปิดสนิท (ดังภาพ)



ก่อนการทดลอง ก็จะมี เทียนไข และ อากาศ ในครอบแก้ว

เมื่อจุดเทียนไข เทียนไขจะลุกไหม้ โดยใช้ก๊าซออกซิเจนในครอบแก้ว และให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ ไอน้ำ เกิดขึ้น

(สำหรับอากาศในครอบแก้วอาจยังไม่หมด แต่คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นหนักกว่า อากาศ ไป กดทับเทียนไข ทำให้เทียนไขดับเสียก่อน)

ดังนั้น หลังการทดลอง ก็จะมี เทียนไขส่วนที่เหลือ อากาศส่วนที่เหลือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ ไอน้ำ ที่เกิดขึ้น (สำหรับครอบแก้ว จัดเป็นสิ่งแวดล้อม)

ฉะนั้น ในการจุดเทียนไขในครอบแก้วที่ปิดสนิท ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วย และ ภายในครอบแก้ว

โดย

15) น้ำแข็ง

น้ำมีสถานะเป็น ของแข็ง

16) ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย

เทียนไข และ อากาศ ภายในครอบแก้ว

17) จากการจุดเทียนไขในกรอบแก้วที่ปิดสนิท ในกรอบ 16 จะได้ว่า
ระบบ หลังการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วย ที่เหลือ ,
..... ที่เหลือ และยังมี และ ที่เกิดขึ้น

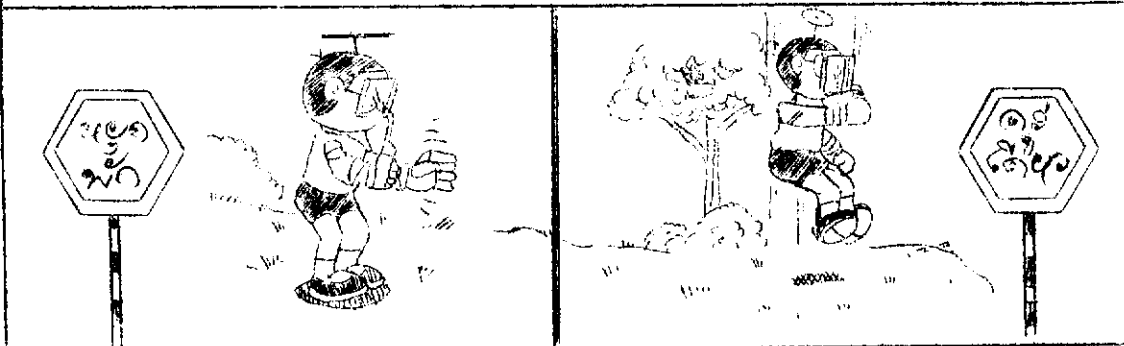
18) จากกรอบ 16 ถึงแม้ มวลและปริมาตร ของเทียนไข และอากาศในระบบ
เปลี่ยนแปลงไป แต่เนื่องจาก การจุดเทียนไข กระทำในกรอบแก้วที่ปิดสนิท
มวลและปริมาตรรวมจึงไม่เปลี่ยนแปลง

การจุดไหม้ของเทียนไข มีก๊าซถูกใช้ไป และมีก๊าซใหม่เกิดขึ้น จึงทำให้
ความดันของระบบเปลี่ยนแปลงจากเดิม และ อุณหภูมิ กับ ส่วนประกอบของระบบ
ก็เปลี่ยนไป

ฉะนั้น สรุปได้ว่า การจุดเทียนไขในกรอบแก้วที่ปิดสนิท
สมบัติที่ไม่เปลี่ยนแปลงของระบบ คือ กับ
ส่วนสมบัติที่เปลี่ยนแปลง คือ, อุณหภูมิ และ ส่วนประกอบของระบบ ด้วย

19) การกำหนดว่า ระบบประกอบด้วยอะไรบ้าง ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการศึกษา
บางครั้งเราอาจถือว่า อากาศภายในภาชนะหรือ ตัวภาชนะที่บรรจุ เป็นส่วนหนึ่ง
ของระบบด้วย ก็ได้ ถ้าสิ่งเหล่านั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

ฉะนั้น ถ้าสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มีผลต่อการ..... เราอาจจัดสิ่งเหล่านั้น
เป็นส่วนหนึ่งของระบบด้วยก็ได้



เคย

17) เทียนไข ที่เหลือ และ อากาศ ที่เหลือ
และยังมี ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ ไอน้ำ ที่เกิดขึ้น

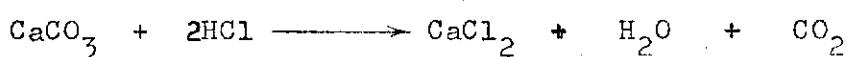
18) มวล กับ ปริมาตร
สมบัติที่เปลี่ยนแปลงคือ ความดัน

19) มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลง

20) ชนิดของระบบ ระบบแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ระบบเปิด, ระบบปิด, ระบบแยกตัว.

1) ระบบเปิด (Open System) หมายถึง ระบบที่มีการถ่ายเททั้ง มวลสาร และพลังงาน ระหว่างระบบ กับ สิ่งแวดล้อม

เช่น นำหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต ทำปฏิกิริยากับ กรดเกลือหรือกรดไฮโดรคลอริก (HCl) จะเกิด แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl₂) , น้ำ (H₂O) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ดังสมการ



พบว่า มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หนีออกไป มวลของสารจึงลดลง และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงด้วย แสดงว่า มีการถ่ายเทมวลสาร และ พลังงาน ระหว่างระบบ กับ สิ่งแวดล้อม

ฉะนั้น ระบบที่มีการถ่ายเททั้ง..... และ ระหว่างระบบ กับ สิ่งแวดล้อม จัดเป็น ระบบเปิด

(ข้อสังเกต ถ้าทำการทดลองในภาชนะเปิด แล้วมีก๊าซเกิดขึ้น เป็นระบบเปิดแน่)

21) 2) ระบบปิด (Closed System) หมายถึง ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงาน อย่างเดียว แต่ไม่มีการถ่ายเทมวลสาร (มวลสาร คงที่)

เช่น นำสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ทำปฏิกิริยากับสารละลายเลด (II) ไนเตรต (Pb(NO₃)₂) จะได้สารใหม่คือโพแทสเซียมไนเตรต (KNO₃) และตะกอนสีเหลืองของ เลด(II) ไอโอไดด์ (PbI₂) ดังสมการ



พบว่า มีเลด(II) ไอโอไดด์ (PbI₂) ตกตะกอนสีเหลืองที่ก้นภาชนะ สารใหม่ทั้ง 2 ตัวยังคงอยู่ในภาชนะ มวลสารจึงคงเดิม แต่พบว่าภาชนะเย็นลง แสดงว่ามีการถ่ายเทเฉพาะพลังงานอย่างเดียว แต่มวลสารคงเดิม

ฉะนั้น ระบบที่มีการถ่ายเทเฉพาะ..... อย่างเดียวระหว่าง ระบบ กับ สิ่งแวดล้อม ส่วน คงเดิม เราจัดเป็น ระบบ ปิด

เคย

20) มีการถ่ายทอด มวลสาร และ พลังงาน
(จัดเป็น ระบบ เปิด นั้นเอง)

21) ถ่ายเท เฉพาะ พลังงาน อย่างเดียว
ส่วน มวลสาร คงเดิม จัดเป็นระบบ ปิด
(ข้อสังเกต ระบบปิด ไม่ได้หมายถึง การ ปิด ภาชนะ)

22) 3) ระบบแยกตัว (Isolated System) หมายถึง ระบบที่ไม่มีการถ่ายเท ทั้งมวลสาร และ พลังงาน ระหว่าง ระบบ กับสิ่งแวดล้อม เช่น คาลอรีมิเตอร์ , กระติกน้ำ ซึ่งถือว่า มวลสาร และ พลังงาน คงที่ เนื่องจากมี ฉนวน กัน ความ ร้อน อย่างดี

ฉะนั้น ระบบที่ไม่มีการถ่ายเท ทั้ง และ

ระหว่าง ระบบ กับ สิ่งแวดล้อม จัดเป็น ระบบแยกตัว

23) จากกรอบ (20-22) อาจสรุปให้เห็นง่าย ๆ ดังตาราง

ชนิดของระบบ	มวลสาร	พลังงาน
เปิด	✓	✓
ปิด	×	✓
แยกตัว	×	×

✓ = มีการถ่ายเท ระหว่าง ระบบ กับ สิ่งแวดล้อม

× = ไม่มีการถ่ายเท ระหว่าง ระบบ กับ สิ่งแวดล้อม

ฉะนั้น จากตารางอาจกล่าวได้ว่า

1) ทั้งระบบ เปิด และ ระบบ ปิด จะมีการถ่ายเท

ระหว่าง ระบบ กับ สิ่งแวดล้อม

2) ระบบ เปิด มีการถ่ายเท แต่ ระบบ ปิด ไม่มีการถ่ายเท

..... ระหว่าง ระบบ กับ สิ่งแวดล้อม

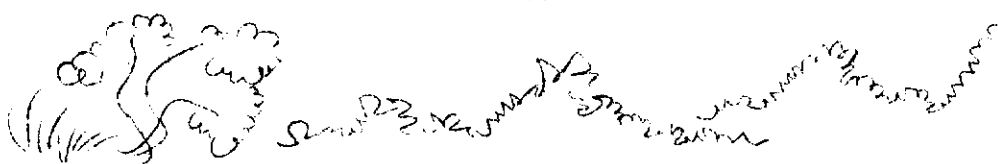
3) ระบบ เปิด และ ระบบ ปิด ไม่เกี่ยวข้องกับการ เปิด หรือ ปิด ของภาชนะ

แต่ขึ้นกับ มวลสาร (ถ้า มวลสาร เปลี่ยนไป จัดเป็น ระบบ เปิด ,

ถ้ามวลสาร คงเดิม จัดเป็นระบบ ปิด)

4) ระบบ แยกตัว ไม่มีการถ่ายเท ทั้ง และ

ระหว่าง ระบบ กับ สิ่งแวดล้อม นั่นคือ มวลสาร และ พลังงาน คงเดิม



เฉลี่ย

- 22) ไม่มีการถ่ายเททั้ง มวลสาร และ พลังงาน
(ออ ระบบ แยกตัว นั้นเอง)

- 23) 1) พลังงาน
2) มวลสาร , มวลสาร
3) -
4) ไม่มีการถ่ายเท ทั้ง มวลสาร และ พลังงาน

24) " การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ " ทั้งระบบ เปิด และ ระบบ ปิด มีการถ่ายเท พลังงาน ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม และ พลังงานส่วนใหญ่ เป็นพลังงานความร้อน ด้วย จึงแบ่งการเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบเป็น 2 ประเภท คือ

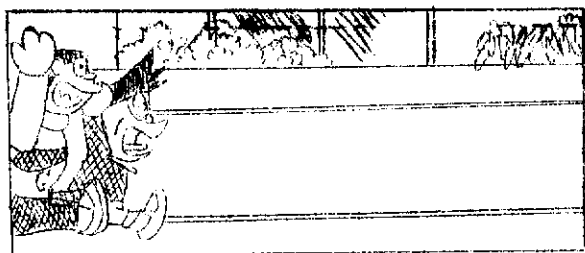
- 1) การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน (หรือคายพลังงาน)
- 2) การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน (หรือดูดพลังงาน)

ฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ แบ่งเป็น ประเภท คือ
การเปลี่ยนแปลงประเภท.....ความร้อน และการเปลี่ยนแปลงประเภท
..... ความร้อน

25) การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน (Exothermic change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่ระบบถ่ายเทพลังงานให้แก่สิ่งแวดล้อม จึงทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (อุณหภูมิของระบบ สูงกว่า สิ่งแวดล้อม ความร้อนจึงไหลออกจากระบบสู่สิ่งแวดล้อม)

เช่น การจุดเทียนไขในครอบแก้ว ทำให้อุณหภูมิของระบบสูงกว่าเคม (ฉะนั้น เพื่อปรับให้อุณหภูมิของระบบเท่าเคม) จึงมีการถ่ายเทพลังงานออกจากระบบไปสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (สังเกตจาก เอามือจับครอบแก้ว จะรู้สึกร้อน)

ฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบในลักษณะที่กล่าวมานี้ เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงประเภท ความร้อน.



เจดีย์

24) 2 ประเภท

ประเภท กาย ความร้อน

ประเภท จิต ความร้อน

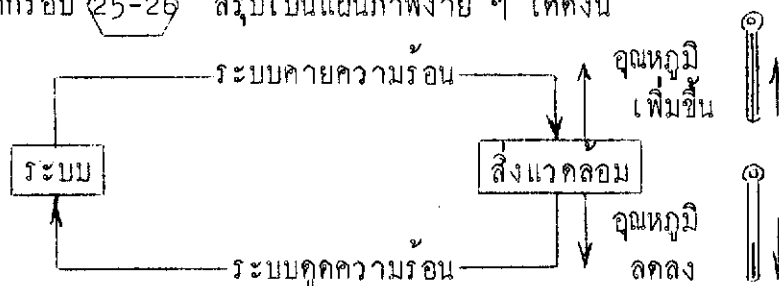
25) ประเภท กาย ความร้อน

26) การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน (Endothermic change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่ ระบบดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม (อุณหภูมิของระบบต่ำกว่าสิ่งแวดล้อม ระบบจึงดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม หรือ ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมไหลเข้าสู่ระบบ) จึงทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง

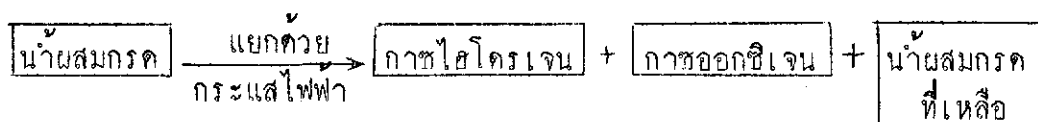
เช่น การผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ กับแอมโมเนียมคลอไรด์ ทำให้อุณหภูมิของระบบลดลงกว่าเดิม (เพื่อปรับให้อุณหภูมิของระบบเท่าเดิม) ในกรณีนี้ระบบจะปรับตัวโดยการดูดความร้อน จากสิ่งแวดล้อม เข้าสู่ระบบ ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง (สังเกตจากการเอามือจับปึกเกอร์จะรู้สึกเย็น)

ฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ ในลักษณะที่กล่าวมานี้ เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงประเภท ความร้อน

27) จากกรอบ (25-26) สรุปเป็นแผนภาพง่าย ๆ ได้ดังนี้



28) ในการทดลองแยกน้ำด้วยไฟฟ้า เพื่อให้ได้ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซออกซิเจน เราต้องหยดกรดลงไปในน้ำ เพื่อให้น้ำไฟฟ้าได้ดี ซึ่งเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ถ้า ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง คือ น้ำ และ กรด

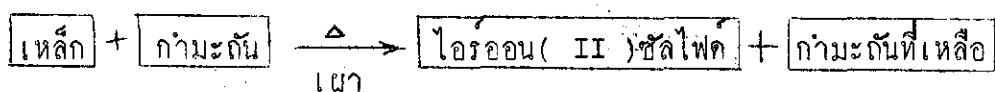
ฉะนั้น ระบบหลังการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย..... กับ
ที่เกิดขึ้นใหม่ และ กับ ที่เหลือ

เฉลย

26) ประเภท ถูก ความร้อน

28) ก๊าซไฮโดรเจน กับ ก๊าซออกซิเจน ที่เกิดขึ้นใหม่
และ น้ำ กับ กรด ที่เหลือ

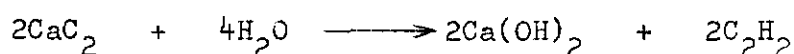
29) ในการทดลองเผาเหล็กกับกำมะถัน ให้ได้ ไอร่อน(II)ซัลไฟด์(หรือเหล็กซัลไฟด์) ซึ่งเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



(ถ้าใส่ กำมะถันให้มากเกินไป เหล็ก ก็จะทำปฏิกิริยาหมดไป ได้สารใหม่ และมีกำมะถัน เหลือ)

ดังนั้น ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย และ
และ ระบบ หลังการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย ที่เกิดขึ้นใหม่ และ ที่เหลือ

30) จากการทดลองนำ แคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) ทำปฏิกิริยากับ น้ำ (H_2O) จะได้นผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) และ ก๊าซอะเซทิลีน (C_2H_2) (ซึ่งมีกลิ่นเหม็นและติดไฟได้) ดังสมการ



พบว่า มีก๊าซอะเซทิลีน (C_2H_2) เกิดขึ้น ซึ่งได้กลิ่นเหม็นของก๊าซ ฉะนั้น มวลของสารจึงลดลง และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงด้วย (จับข้างภาชนะจะรู้สึกร้อน) แสดงว่ามีการถ่ายเท มวลสาร และ พลังงาน ระหว่าง ระบบกับสิ่งแวดล้อม

ฉะนั้น การทดลองนี้ จัดเป็น ระบบ ปิด หรือ ระบบ เปิด
และ ระบบ เปิด หมายถึง ระบบที่มีการถ่ายเท และ
ระหว่าง ระบบ กับ สิ่งแวดล้อม



เนลย

29) เหล็ก และ กำมะถัน

หลังการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย ไอรอน(II)ซัลไฟด์

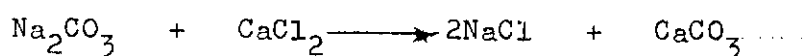
และ กำมะถัน ที่เหลือ

30) ระบบ เปิก

มีการถ่ายเท มวลสาร และ พลังงาน

31) จากกรอบ (30) " เมื่อจับข้างภาชนะจะรู้สึกร้อน " แสดงว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ระบบถ่ายเทพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น
 ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบในลักษณะนี้ เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน หรือ คายความร้อน

32) จากการทดลองนำ สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ทำปฏิกิริยากับ สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) จะได้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) กับ แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็น ตะกอนสีขาว ดังสมการ



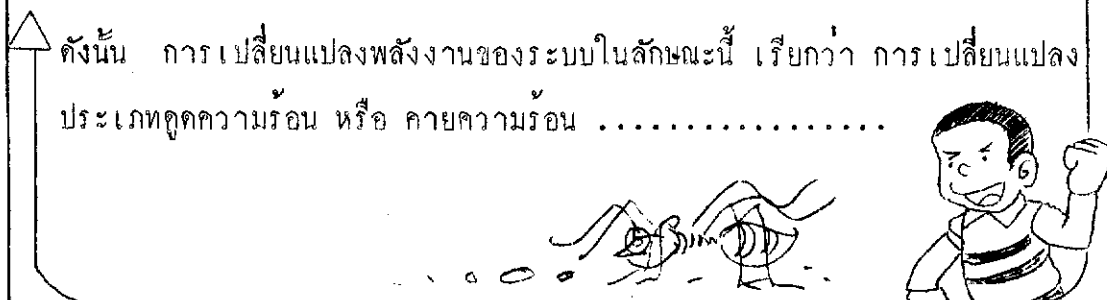
พบว่า (CaCO_3) เป็นตะกอนสีขาวที่ก้นภาชนะ และสารใหม่ทั้ง 2 ชนิดยังคงอยู่ในภาชนะ มวลสารจึงคงเดิม แต่พบว่าภาชนะ จะเย็นลง แสดงว่า มีการถ่ายเทพลังงานอย่างเดียว แต่มวลสารคงเดิม

" การเปลี่ยนแปลงที่มีการถ่ายเทพลังงานอย่างเดียวโดยไม่มีการถ่ายเทมวลสาร " จัดเป็น ระบบ ปิด หรือ ระบบ เปิด

ฉะนั้น การทดลองนี้ จัดเป็น ระบบ ปิด หรือ ระบบ เปิด

33) จากกรอบที่ (32) " เมื่อจับข้างภาชนะจะรู้สึกเย็น " แสดงว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ ระบบ ดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง

ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบในลักษณะนี้ เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน หรือ คายความร้อน



เฉลย

31) คายความร้อน

32) ระบบ ปิด

การทดลองนี้เป็น ระบบ ปิด

33) ดูดความร้อน

34)

เพื่อจะได้ทราบว่า ที่นักเรียนศึกษาไปในคาบเรียนนี้
บรรจุดูจุดประสงค์มากน้อยเพียงใด จึงขอให้นักเรียน
ตอบคำถามต่อไปนี้



- ระบบ หมายถึง

.....

35) สิ่งแวดล้อม หมายถึง

36) การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน หมายถึง

.....

37) การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน หมายถึง

.....

38) " จากการทดลอง ผสม แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) กับ แอมโมเนียม
คลอไรด์ (NH_4Cl) ในบีกเกอร์ ปรากฏว่ามีกลิ่นฉุนของก๊าซแอมโมเนีย (NH_3)
เกิดขึ้น และ จับข้างบีกเกอร์จะรู้สึกเย็น "

แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงนี้ ทำให้มวลสารลดลง (เพราะเกิดก๊าซหนีออกไป)

และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงด้วย (เพราะจับข้างบีกเกอร์จะรู้สึกเย็น)

นั่นคือ มีการถ่ายเททั้งมวลสาร และ พลังงาน ระหว่างระบบกับ สิ่งแวดล้อม

ฉะนั้น การทดลองนี้ จัดเป็น ระบบ ปิด หรือ ระบบ เปิด

.....



เฉลย

34) สิ่งต่าง ๆ ภายในขอบเขตที่ต้องการศึกษา หรือ
สิ่งที่กำลังศึกษาหรือทดลองอยู่

35) สิ่งต่าง ๆ นอกขอบเขตที่จะศึกษา หรือ
สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่นอกระบบ

36) การเปลี่ยนแปลงที่ระบบถ่ายเทพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อม
ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

37) การเปลี่ยนแปลงที่ระบบสูญเสียพลังงานจากสิ่งแวดล้อม
ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง

38) ระบบ เปิด

- 39) จากกรอบที่ 38 " เมื่อจับข้างบิกเกอร์จะรู้สึกเย็น " แสดงว่า ระบบดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง
 ฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ ในการทดลองนี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน หรือ คายความร้อน

- 40) เพื่อเป็นการสรุป ย้ำ ให้นักเรียนได้เข้าใจในบทเรียนนี้ยิ่งขึ้น
 ขอให้ให้นักเรียนได้ทบทวนและทำความเข้าใจในบทเรียนนี้อีกครั้ง แล้วทำโจทย์ตั้งแต่ กรอบที่ 40 ถึง 45 ลงในสมุดแบบฝึกหัด เป็นการบ้าน แล้วนำส่งครูในวันรุ่งขึ้น



ให้นักเรียนศึกษาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม กรอบ 40-43

" จากการทดลองผสมสารละลายกรดซัลฟิวริก และสารละลายเบเรียมคลอไรด์ (ดังภาพ) สังเกตเห็นตะกอนสีขาวของเบเรียมซัลเฟตเกิดขึ้น และเมื่อเอามือจับข้างบิกเกอร์จะรู้สึกร้อน หรือถ้าใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสารทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลง จะได้ว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นภายหลังการเปลี่ยนแปลง , ส่วนมวลสารหลังปฏิกิริยาไม่เปลี่ยนแปลง "

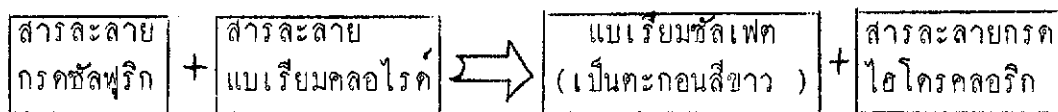


- จากการทดลองนี้ อาจจัด " บิกเกอร์ และเทอร์โมมิเตอร์ " เป็น ระบบ หรือ สิ่งแวดล้อม

เฉลย

39) ประเภท บุคคลความร่อน

41) จากกรอบ [40] ถ้าสารละลายทั้ง 2 ชนิด ทำปฏิกิริยาจนหมด ไม่มีสารใดเหลือ โดยได้สารใหม่เกิดขึ้น 2 ชนิด (ทั้งสมการ)



ดังนั้น ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วยสารใดบ้าง

และ ระบบหลังการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วยสารใดบ้าง

42) จากกรอบ [40] ถ้าสรุปข้อมูลได้ดังตาราง

สารเคมีที่ผสมกัน	อุณหภูมิ (° C)		การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น	มวลสาร (กรัม)	
	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง
สารละลายกรด-ซัลฟูริก และ สารละลาย-แบเรียมคลอไรด์	29	31	ได้ตะกอนสีขาว	20	20

จากตารางจะเห็นว่า อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง (แสดงว่ามีการถ่ายเทพลังงาน) , แต่มวลสารคงเดิม (แสดงว่าไม่มีการถ่ายเทมวลสาร)

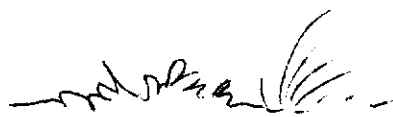
ดังนั้น การทดลองนี้ จัดเป็น ระบบ ปิด หรือ ระบบ เปิด

และ การจัดเป็นระบบ ปิด หรือ ระบบ เปิด นั้น เกี่ยวข้องกับการ ปิด หรือ เปิด ของภาชนะหรือไม่

43) จากกรอบที่ [40,42] " เมื่อเอามือจับข้างมิกเกอร์จะรู้สึกร้อน " หรือ

" หลังการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิของสารเพิ่มขึ้น " ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงนี้

เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภท คุกความร้อน หรือ คายความร้อน



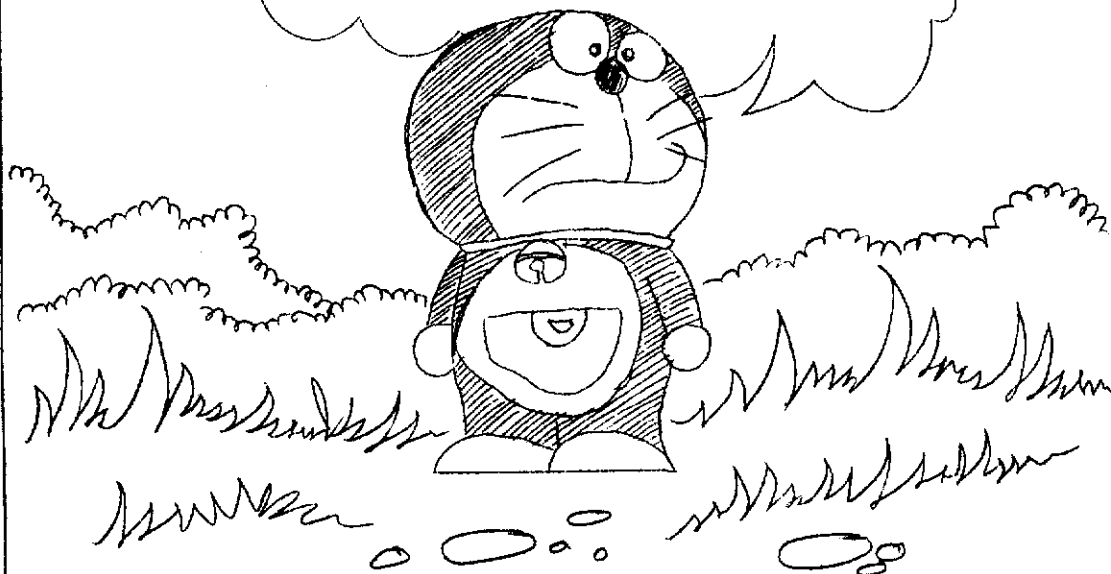
44) ระบบ ปิด ต่างกับ ระบบ เปิด อย่างไร จงอธิบายให้เข้าใจ

45) การเปลี่ยนแปลงประเภทอุณหภูมิความร้อน ต่างกับ การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน อย่างไร จงอธิบายให้เข้าใจ

46) นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับ " ระบบ " , " สิ่งแวดล้อม " , " ระบบปิด " , " ระบบเปิด " , " การเปลี่ยนแปลงประเภทอุณหภูมิความร้อน " , " การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน " ซึ่งล้วนแต่เป็นการเปลี่ยนแปลงของสารโดยมี พลังงาน เข้าเกี่ยวข้องทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ พลังงานความร้อน ฯลฯ

และสำหรับ บทเรียนต่อไป นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับ ลักษณะของการเปลี่ยนแปลง ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับ ระบบ

สำหรับบทเรียนนี้ ก็ขอยุติไว้เพียงเท่านี้
ไว้พบกันใหม่ในบทเรียนต่อไป
สวัสดิ์เพื่อนนักเรียนที่รักทุกคนนะ ไปละ



บทเรียนโปรแกรม

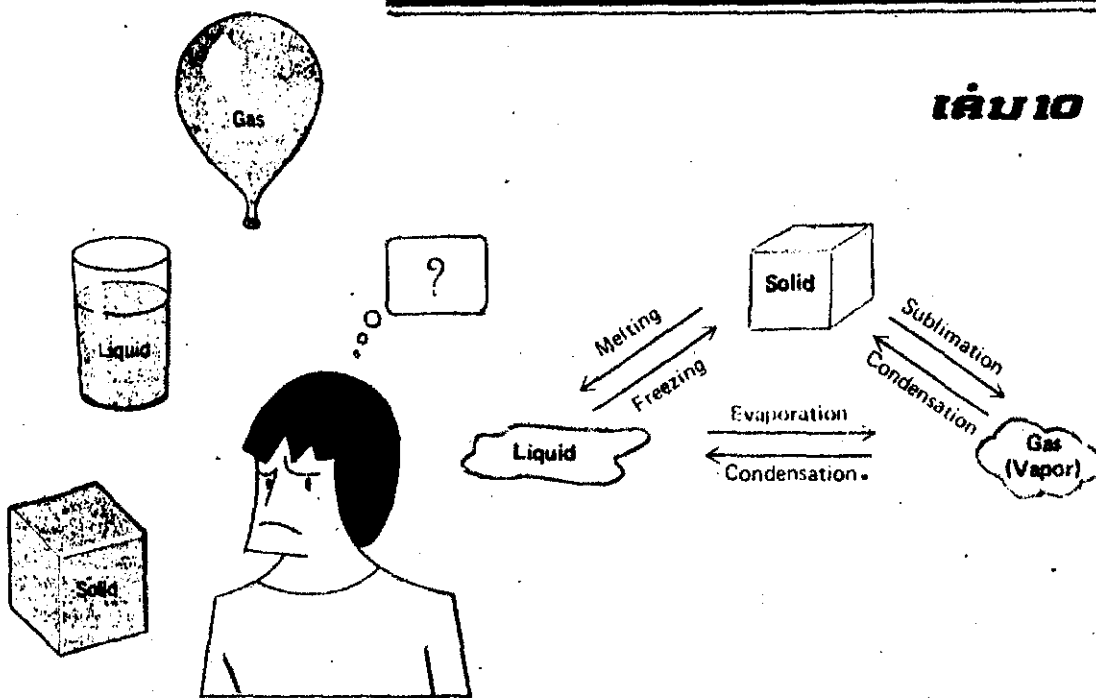
ประกอบ

เหตุการณ์การสื่อนชอบกานเซ

เรื่อง

พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ

เล่ม 10



นิตยา ทวีกิจการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ

เวลา 2 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า ในการเปลี่ยนสถานะของสาร เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใดหรือคายความร้อน และคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องในกรณีนั้น ๆ ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกได้ว่าในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว หรือจากของเหลวเป็นไอ เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใดหรือคายความร้อน
2. นักเรียนบอกได้ว่า ถ้าไอเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว หรือของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใด หรือคายความร้อน
3. นักเรียนบอกได้ว่า ทำไมขณะ " ของแข็งหลอมเหลว " และ " ของเหลวเดือดเป็นไอ " อุณหภูมิจึงไม่เปลี่ยนแปลง เป็นเพราะเหตุใด
4. นักเรียนบอกความหมายของ " ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว " และ " ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ " ของสาร ได้
5. นักเรียนคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ไป เพื่อเปลี่ยนสถานะของสาร และ เพื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร ได้ถูกต้อง

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาว์ปัญญา
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม นักเรียนเคยศึกษาเรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง และการหาจุดเดือดของน้ำ , ความร้อนแฝง และการคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ทำให้ให้น้ำเปลี่ยนสถานะ มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

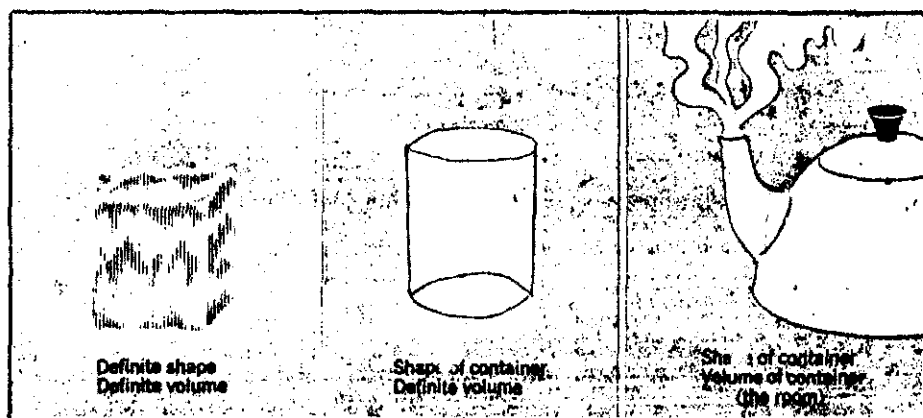
บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง
" พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์
การสอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) ได้รับความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่	1
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	2-6
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่	7-22
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่	23-25
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่	26-38
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	}	ได้แก่	กรอบที่ 39-42
7) นักเรียนทราบบผลการปฏิบัติ			
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	43-48
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน หาความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่	49-50

.....

• พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ •

1)



จากภาพ นักเรียนคงบอกได้ว่า เป็นการแสดง "สถานะ" ของน้ำ ซึ่งมีครบทั้ง 3 สถานะในภาวะปกติ คือ.....(น้ำแข็ง), ... (น้ำเหลว) และ (ไอน้ำ)

และนักเรียนก็คงทราบว่า เราสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่ง ได้ ซึ่งแน่นอน คงมีพลังงานเข้าเกี่ยวข้อง จะเป็นพลังงานอะไร และเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำ และของสารอื่นอย่างไร ซึ่งนักเรียนจะศึกษาเรื่องที่น่าสนใจเหล่านี้ได้จากบทเรียนนี้ต่อไป

แต่ก่อนอื่น ให้ศึกษาจุดประสงค์ของบทเรียนนี้ ดังกรอบที่ 2-6 ก่อน

2)

จุดประสงค์ของบทเรียนนี้ มีดังนี้

- เมื่อศึกษามบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า การเปลี่ยนสถานะจากของแข็ง เป็นของเหลว หรือจากของเหลวเป็นไอ เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูด หรือคายความร้อน

3) เมื่อศึกษามบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า ถ้า ไอ เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว หรือของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง จะเป็นการเปลี่ยนแปลงประเภท ดูด หรือ คายความร้อน

เฉลย

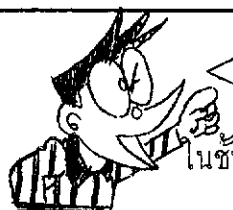
1) ครบทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง, ของเหลว, ก๊าซ

4) เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า ทำไมขณะของเหลวเดือดเป็นไอ อุณหภูมิจึงไม่เปลี่ยนแปลง ทั้ง ๆ ที่ยังคงให้ความร้อนอยู่ , ในทำนองเดียวกันขณะของแข็งหลอมเหลว ทำไมอุณหภูมิจึงไม่เปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด

5) เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกความหมายของ " ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ " และ " ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว " ของสาร ใดถูกต้อง

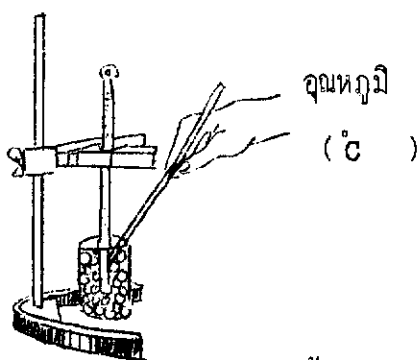
6) เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ไปเพื่อเปลี่ยนสถานะของสาร และเพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร ใดถูกต้อง

7)

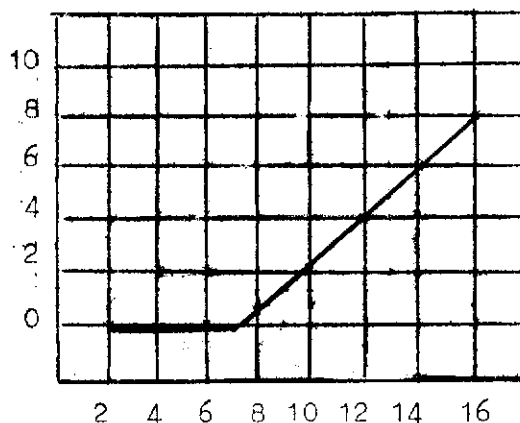


ก่อนอื่นเรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน

ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนได้ทำการทดลองหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง (คังภาพ) โดยอ่านและบันทึกอุณหภูมิทุก 1 นาที จนน้ำแข็งหลอมเหลวหมด หลังจากนั้นก็อ่านและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาทีต่อไปอีก 5 นาที แล้วนำผลที่ได้มาเขียนกราฟ ระหว่าง อุณหภูมิกับเวลา ได้กราฟคังภาพ



การหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง



จากกราฟ ช่วงเวลาที่ 2 ถึงนาทีที่ 7 ที่แสดงว่า น้ำแข็งมีการเปลี่ยนสถานะ

(มีค่อนหน้า 6)

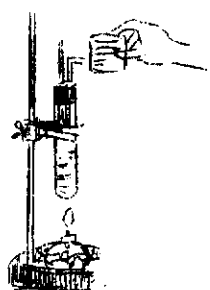
(ต่อจากกรอบที่ 7)

- ขณะน้ำแข็งยังหลอมเหลวไม่หมด เส้นกราฟจะคงที่ หรือไม่
และอุณหภูมิขณะนั้น เปลี่ยนแปลงหรือไม่
- เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวหมดแล้ว อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างไร

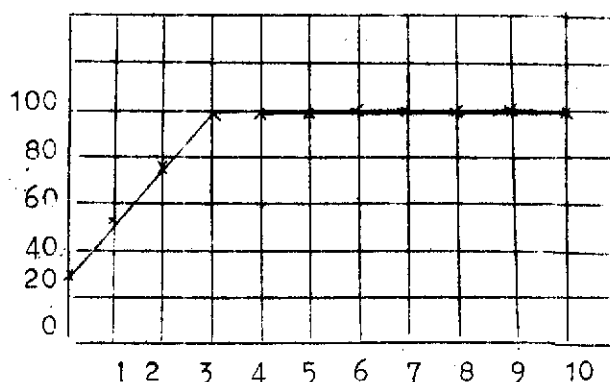
8) จากกรอบที่ ⑦ ช่วงที่น้ำแข็งยังละลายไม่หมดนี้ ถือว่าเป็นช่วงที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลว และถือว่าอุณหภูมิตั้งแต่ 0°C เป็นจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง ในขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวอยู่และอุณหภูมิตั้งแต่ 0°C เป็นเพราะว่าน้ำแข็งเอาพลังงานความร้อนจากภายนอก(สิ่งแวดล้อม) ไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ พลังงานความร้อนที่ใช้ไปนี้ เรียกว่า " ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง "

ดังนั้น " ความร้อนที่ใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งที่ 0°C เป็นน้ำที่ 0°C " เรียกว่า นั่นเอง

9) และนักเรียนได้ทำการทดลองหาจุดเดือดของน้ำ (คงภาพ) โดยต้มน้ำในหลอดทดลอง อ่านและบันทึกอุณหภูมิไว้ทุก 1 นาที จนถึงนาทีที่ 10 แล้วนำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่าง อุณหภูมิ กับเวลา คงภาพ



อุณหภูมิ
(°C)



รูป แสดงการหาจุดเดือดของน้ำ

จากกราฟ ช่วงนาทีที่ 3 ถึงนาทีที่ 10 แสดงว่า น้ำเดือดมีการเปลี่ยนสถานะ

(มีต่อหน้า 7)

เฉลย

7) คงที่

ไม่เปลี่ยนแปลง

อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ

8) ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง

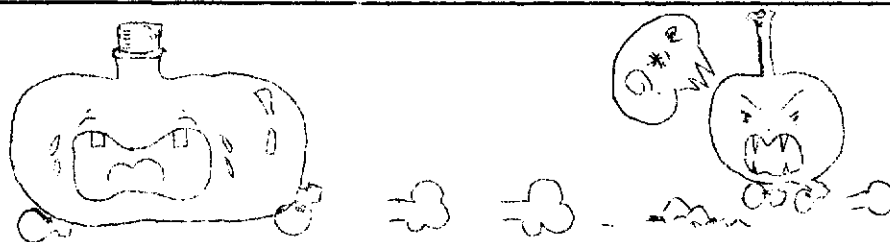
(ต่อจากกรอบที่ 9)

- เมื่อน้ำได้รับความร้อน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- เมื่อถึงจุดเดือด ขณะที่น้ำเดือดกำลังเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นไอน้ำเดือด เส้นกราฟจะคงที่ หรือไม่ และขณะนั้นอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงหรือไม่

10) จากการทดลอง และ กราฟที่ได้ในกรอบที่ 9 จะเห็นว่า เมื่อให้ความร้อนปริมาณหนึ่งแก่น้ำ อุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้น และสังเกตเห็นได้ว่า มีไอน้ำเกิดขึ้นด้วย เราเรียกปรากฏการณ์ที่ของเหลวได้รับความร้อนแล้วเปลี่ยนเป็นไอ ว่า " การระเหย " หรือ " การกลายเป็นไอ " และเมื่อให้ความร้อนแก่ ไอน้ำจนถึงจุดหนึ่ง น้ำก็จะเดือด ขณะนั้นอุณหภูมิของน้ำคงที่ เราเรียกอุณหภูมิขณะนั้นว่า " จุดเดือดของน้ำ " ดังนั้น ขณะที่น้ำกำลังเดือด อุณหภูมิจะ..... และเราเรียกอุณหภูมิขณะที่น้ำกำลังเดือดเป็นไอน้ำเดือดนั้น ว่า ของน้ำ.

11) ในขณะที่น้ำกำลังเดือด อุณหภูมิของน้ำคงที่ ทั้ง ๆ ที่เรายังคงให้พลังงานความร้อนเป็นเพราะว่า น้ำ เอาพลังงานความร้อนนี้ไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวให้กลายเป็นไอ พลังงานความร้อนนี้ เรียกว่า " ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด "

ดังนั้น " ความร้อนที่ใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะของน้ำเดือดที่ 100°C เป็นไอน้ำเดือดที่ 100°C " เรียกว่า
.....นั่นเอง



เฉลย

9) อุณหภูมิ สูงขึ้น
เส้นกราฟ คงที่
อุณหภูมิ ไม่เปลี่ยนแปลง

10) อุณหภูมิจะ คงที่
จุดเดือด ของน้ำ

11) เรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด

12) และนักเรียนได้ทำการทดลอง เพื่อคำนวณหาค่าความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะ โดยใช้น้ำแข็งหุบละเอียดใส่บีกเกอร์ตั้งไว้ แล้วจับเวลาเป็น 3 ช่วงคือ

1) ช่วงเวลาที่น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำจนหมด

2) ช่วงเวลาที่น้ำ ร้อนขึ้นจนเป็นน้ำเดือด

3) ช่วงเวลาที่น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำ ฯลฯ

แล้วนำเวลาที่ได้ใน 3 ช่วงดังกล่าวไปคำนวณ (ซึ่งก่อนคำนวณ นักเรียนได้รู้จัก หน่วยวัดพลังงานความร้อน เป็น " คาลอรี ") และทราบว่า

"พลังงานความร้อน 1 คาลอรี" หมายถึง พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม

มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1°C (และยังทราบว่า 1 คาลอรีมีค่าเท่ากับ 4.2 จูล)

ในที่สุดนักเรียนก็สามารถคำนวณหาค่า ความร้อนที่ใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

แข็ง 1 กรัม ที่ 0°C ได้ ซึ่งเราเรียกว่า "ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำ

แข็ง" และโดยปกติ ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็งมีค่าประมาณ

80 คาลอรีต่อกรัม (หรือ .33 กิโลจูลต่อกรัม) ซึ่งค่านี้มีความหมายว่า

ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็ง 1 กรัม ที่ 0°C เป็น น้ำ 1 กรัม ที่ 0°C

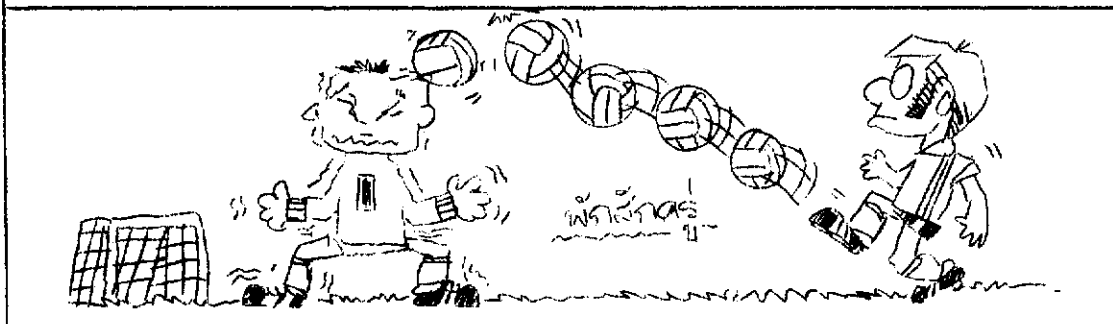
ต้องใช้พลังงานความร้อน 80 คาลอรี

ในทำนองเดียวกัน ถ้า ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง มีค่า

.33 กิโลจูล ต่อ กรัม หมายความว่า

.....

.....



เฉลย

- 12) หมายความว่า ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็ง
1 กรัม ที่ 0°C เป็นน้ำ 1 กรัม ที่ 0°C
ต้องใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ .33 กิโลจูล

13) จากการทดลอง นักเรียนยังสามารถคำนวณหาค่าความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำเดือด 1 กรัม ที่ 100°C ได้ ซึ่งเราเรียกว่า " ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด " และโดยปกติค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด มีค่าประมาณ 540 แคลอรีต่อกรัม (หรือ 2,268 กิโลจูลต่อกิโลกรัม) ซึ่งค่านี้มีความหมายว่า ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำเดือด 1 กรัม ที่ 100°C เป็นไอน้ำเดือด 1 กรัม ที่ 100°C ต้องใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 540 แคลอรี

ในทำนองเดียวกัน ถ้าค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือดมีค่า 2,268 กิโลจูลต่อกิโลกรัม หมายความว่า ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำเดือด 1 กิโลกรัม ที่ 100°C เป็นไอน้ำเดือด 1 กิโลกรัม ที่ 100°C ต้องใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ

14) และนักเรียนได้คำนวณหาพลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำแข็ง 30 กรัม หลอมเหลวหมด ได้ดังนี้คือ

จากค่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง เท่ากับ 80 แคลอรีต่อกรัม
หมายความว่า

น้ำแข็ง 1 กรัม (ที่ 0°C) หลอมเหลวหมด ต้องใช้ความร้อนเท่ากับ 80 แคลอรี
ถ้าน้ำแข็ง 30 กรัม (ที่ 0°C) หลอมเหลวหมด ต้องใช้ความร้อนเท่ากับ $\frac{80 \times 30}{1}$

เท่ากับ 2,400

นั่นคือ น้ำแข็ง 30 กรัม หลอมเหลวหมดต้องใช้ความร้อน 2,400 แคลอรี

ดังนั้น ถ้าจะทำน้ำแข็ง 5 กรัม ให้หลอมเหลวหมด
ต้องใช้ความร้อน..... แคลอรี



เฉลย

13) เท่ากับ 2,268 กิโลจูล

14) 400 คาลอรี

15) จากกรอบที่ (14) นักเรียนอาจคำนวณหาโดยใช้สูตร

$$H = mL$$

เมื่อ H แทน พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะ เป็นหน่วย คาลอรี

m แทน มวลของน้ำแข็ง มีหน่วย กรัม

L แทน ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง = 80 คาลอรี/กรัม

ดังนั้น จากโจทย์ตัวอย่างในกรอบที่ (14) อาจคำนวณได้ดังนี้

$$H = ? \text{ คาลอรี}$$

$$m = 30 \text{ กรัม}$$

$$L (\text{น้ำแข็ง}) = 80 \text{ คาลอรี/กรัม}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร } H = mL$$

$$H = 30 \text{ กรัม} \times 80 \text{ คาลอรี/กรัม}$$

$$H = 2,400 \text{ คาลอรี}$$

นั่นคือ น้ำแข็ง 30 กรัม หลอมเหลวหมดต้องใช้ความร้อน 2,400 คาลอรี

ดังนั้น ถ้าจะทำน้ำแข็ง 20 กรัมให้หลอมเหลวหมด ต้องใช้ความร้อนเท่าใด

(ให้คำนวณโดยใช้สูตร)

16) และนักเรียนได้คำนวณหาพลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำเดือด 10 กรัม กลายเป็นไอน้ำ
หมด ดังนี้คือ

จากค่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือดเท่ากับ 540 คาลอรี/กรัม

หมายความว่า

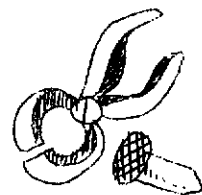
น้ำเดือด 1 กรัม (ที่ 100°C) เดือดกลายเป็นไอน้ำต้องใช้ความร้อน 540 คาลอรี

ถ้า น้ำเดือด 10 กรัม (ที่ 100°C) เดือดกลายเป็นไอน้ำต้องใช้ความร้อน 540×10

$$= 5,400$$

นั่นคือ น้ำเดือด 10 กรัม กลายเป็นไอน้ำ ต้องใช้ความร้อน 5,400 คาลอรี

ดังนั้น ถ้าจะทำ น้ำเดือด 3 กรัม ให้เดือดกลายเป็นไอน้ำ
ต้องใช้ความร้อน คาลอรี



โดย

15) 1,600 คาลอรี

16) 1,620 คาลอรี

17) จากกรอบที่ (16) นักเรียนอาจคำนวณหาโดยใช้สูตร $H = mL$

เมื่อ H แทน พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำเดือดเปลี่ยนสถานะ มีหน่วย คาลอรี

m แทน มวลของน้ำเดือด มีหน่วย กรัม

L แทน ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด = 540 คาลอรี/กรัม

ดังนั้น จากโจทย์ตัวอย่างในกรอบที่ (16) อาจคำนวณได้ดังนี้

$H = ?$ คาลอรี

$m = 10$ กรัม

L (น้ำเดือด) = 540 คาลอรี/กรัม

แทนค่าในสูตร $H = mL$

$H = 10 \text{ กรัม} \times 540 \text{ คาลอรี/กรัม}$

$H = 5,400$ คาลอรี

นั่นคือ น้ำเดือด 10 กรัม เดือดกลายเป็นไอหมด ต้องใช้ความร้อน 5,400 คาลอรี

ดังนั้น ถ้าจะทำน้ำเดือด 2 กรัม ให้เดือดกลายเป็นไอหมด ต้องใช้ความร้อนเท่าใด (ให้คำนวณโดยใช้สูตร)

18) และนักเรียนได้คำนวณหาค่าความร้อนที่ทำให้น้ำ 2 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป

5°C ดังนี้คือ

จาก พลังงานความร้อน 1 คาลอรี หมายถึง

พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1°C

หรืออาจกล่าวว่า

น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1°C ต้องใช้ความร้อน

1 คาลอรี

ถ้า น้ำ 2 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1°C ต้องใช้ความร้อน

1×2 คาลอรี
1

ถ้า น้ำ 2 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 5°C ต้องใช้ความร้อน

$1 \times 2 \times 5$ คาลอรี
1

= 10 คาลอรี

นั่นคือ น้ำ 2 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 5°C ต้องใช้ความร้อน 10 คาลอรี

ดังนั้น ถ้าจะทำให้น้ำ 5 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 7°C ต้องใช้ความร้อนเท่าใด

.....

โดย

17) 1,080 คาลอรี

18) 35 คาลอรี

19) จากกรอบที่ (18) นักเรียนอาจคำนวณหาโดยใช้สูตร $H = mt$

เมื่อ H แทน พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป มีหน่วย คาลอรี
 m แทน มวลของน้ำ มีหน่วย กรัม
 t แทน อุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนไป (อาจเพิ่มหรือลดลง) มีหน่วย องศาเซลเซียส
 ดังนั้น จากโจทย์ตัวอย่างในกรอบที่ (18) อาจคำนวณได้ดังนี้

H = ? คาลอรี

แทนค่าในสูตร $H = mt$

m = 2 กรัม

H = 2 x 5

คาลอรี

t = 5 องศาเซลเซียส

H = 10

คาลอรี

นั่นคือ น้ำ 2 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 5°C ต้องใช้ความร้อน 10 คาลอรี

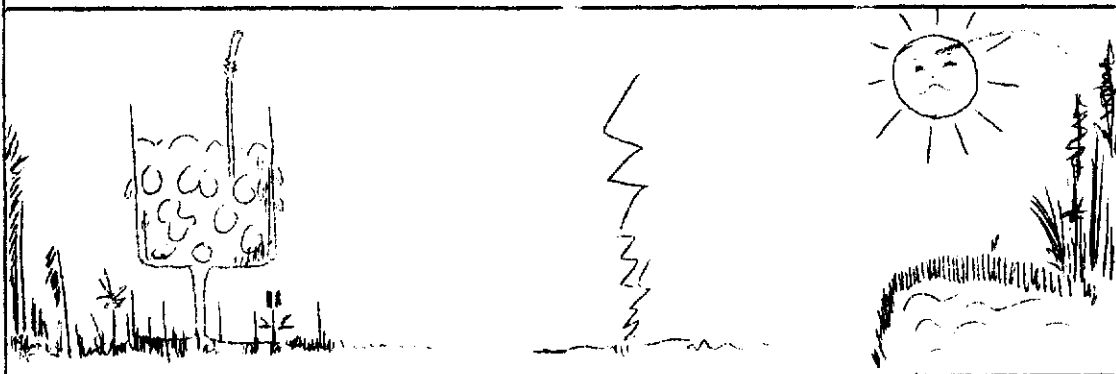
ดังนั้น ถ้าน้ำ 10 กรัม เดิมมีอุณหภูมิ 20°C ทำให้อุ่นขึ้นจนมีอุณหภูมิเป็น 25°C
 ต้องใช้ความร้อนเท่าใด (ให้คำนวณโดยใช้สูตร)

20) การเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็ง เป็น น้ำ และจากน้ำเดือดเป็นไอน้ำเดือดนั้น
น้ำแข็งหรือน้ำเดือดได้รับความร้อนจากตะเกียง โดยที่อุณหภูมิไม่สูงขึ้น แสดงว่าได้
 ใช้ความร้อนไปในการเปลี่ยนสถานะ เราเรียกว่า " กระบวนการดูดความร้อน "

ฉะนั้น จากแผนภาพ น้ำแข็ง $0^{\circ}\text{C} \rightarrow$ น้ำ 0°C

และ น้ำเดือด $100^{\circ}\text{C} \rightarrow$ ไอน้ำเดือด 100°C

จัดเป็นกระบวนการ



เลข

19) 50 คาลอรี

20) กระบวนการ ดูด ความร้อน

21) ในทางตรงกันข้าม การที่ไอน้ำ 100°C ควบแน่นเป็นน้ำ 100°C หรือน้ำที่ 0°C เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งที่ 0°C นั้น ทั้งไอน้ำ และ น้ำ จะต้องคายความร้อนออก เพื่อเปลี่ยนสถานะกลับเป็นน้ำ หรือน้ำแข็ง โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง เราเรียกว่า " กระบวนการคายความร้อน "

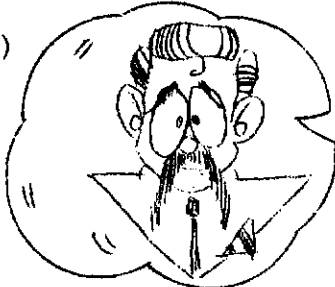
ฉะนั้น จากแผนภาพ น้ำแข็ง 0°C ← เปลี่ยนสถานะ → น้ำ 0°C และ น้ำ 100°C ← ควบแน่น → ไอน้ำ 100°C จัดเป็นกระบวนการ.....

22)



ตั้งแต่กรอบ (7-21) นักเรียนก็ได้ทบทวนความรู้เกี่ยวกับ " ความร้อนแฝง " , " กระบวนการดูดความร้อน " , " กระบวนการคายความร้อน " ของน้ำไปแล้ว ในบทเรียนใหม่ นี้ ก็จะเสนอเรื่องที่กล่าวมานี้ให้ละเอียดและลึกซึ้งยิ่งขึ้น

23)



เรามาเริ่มบทเรียนใหม่กันเลยนะครับ การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบ ไม่ว่าจะเป็น เป็นประเกศดูดหรือคายความร้อน อาจจำแนกได้ เป็น 3 ลักษณะคือ 1) การเปลี่ยนสถานะ

2) การเกิดสารละลาย 3) การเกิดปฏิกิริยาเคมี. ซึ่งในบทเรียนนี้ นักเรียนจะได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงาน กับ การเปลี่ยนสถานะ เป็นลำดับแรก

ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบ ซึ่งล้วนแต่มีพลังงานเข้าเกี่ยวข้อง นั้น จำแนกได้เป็น ลักษณะ คือ

1.
2.
3.

เฉลย

21) กระบวนการ คายความร้อน

23) 3 ลักษณะ คือ

1. การเปลี่ยนสถานะ
2. การเกิดสารละลาย
3. การเกิดปฏิกิริยาเคมี

24) " พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ "

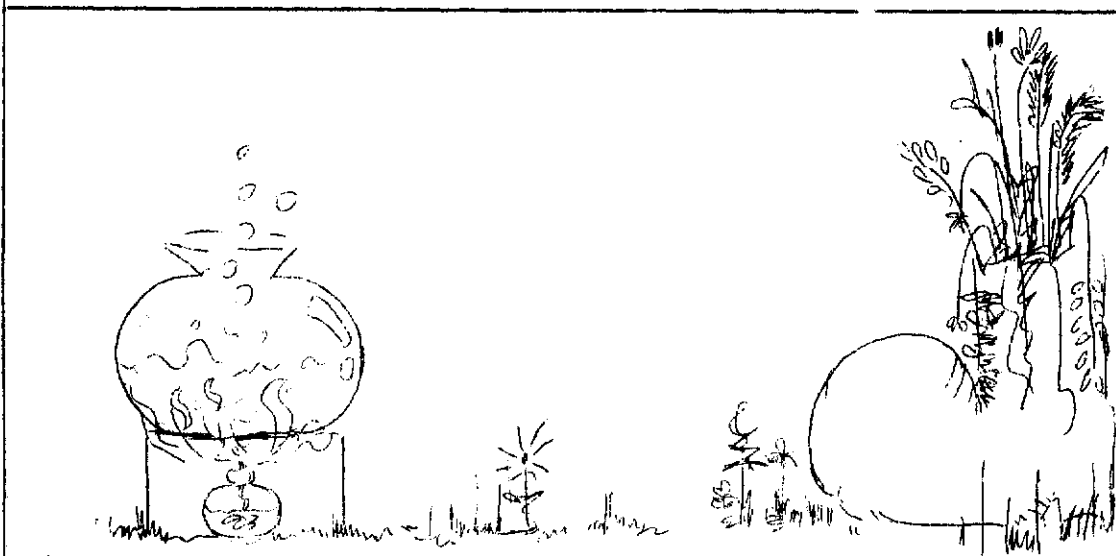
โดยทั่วไปในธรรมชาติ สารแต่ละชนิดจะปรากฏในสถานะใดสถานะหนึ่งเท่านั้น (ยกเว้น น้ำ ซึ่งปรากฏอยู่ทั้ง 3 สถานะในภาวะปกติ) แต่เราสามารถทำให้สารเปลี่ยนสถานะ กลับไปกลับไปได้

ฉะนั้น โดยทั่ว ๆ ไป เราสามารถทำให้สารเปลี่ยนสถานะ จากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่ง ได้หรือไม่

25) ในการเปลี่ยนสถานะของสาร นั้น เมื่อสารที่เป็นของเหลวได้รับความร้อนจนถึงจุดหนึ่ง จะเดือด เช่น " เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำ น้ำก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนเดือด ขณะเดือด น้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง แม้ยังคงให้ความร้อนแก่น้ำอยู่ "

ฉะนั้น ขณะน้ำเดือดเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำเดือด อุณหภูมิคงที่ ใช่หรือไม่

นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ขณะน้ำเดือดกลายเป็นไอ ทำไมอุณหภูมิจึงไม่เปลี่ยนแปลง และพลังงานความร้อนที่เราให้แก่น้ำ นั้น หายไปไหน (นักเรียนทุกคน ลองคิดหาคำตอบเอาไว้ในใจ เพื่อคิดได้แล้ว ให้ติดตามบทเรียนต่อไป)



เฉลย

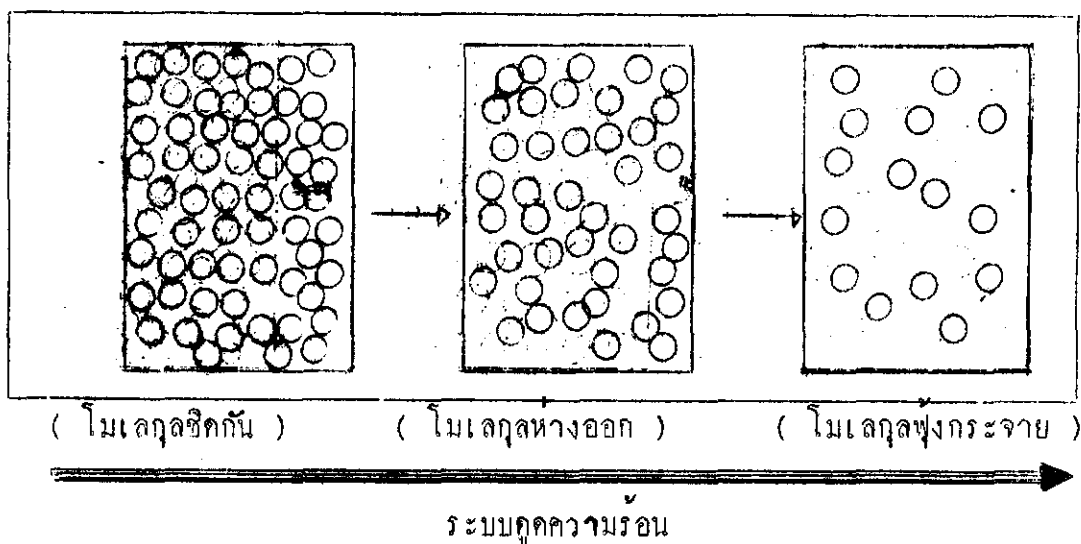
24) กรอบนี้ ถ้าตอบว่า ได้ ก็ตอบถูกสี่ครับ

25) กรอบนี้ ถ้าตอบว่า ใช่ ก็ถูกสี่ก็ครับ

26) " ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ "

ในการเปลี่ยนสถานะของสาร จาก ของแข็ง $\rightleftharpoons$ ของเหลว $\rightleftharpoons$ ก๊าซ
จะต้องมีพลังงานมาเกี่ยวข้องเสมอ เช่น

น้ำแข็ง $\longrightarrow$ น้ำเหลว $\longrightarrow$ ไอน้ำ



เพราะว่า น้ำแข็งต้องดูด(ใช้)พลังงานจากสิ่งแวดล้อม เพื่อทำลายแรงยึดเหนี่ยวให้โมเลกุลห่างออกจากกัน (โดยเฉพาะเป็นก๊าซ (ไอน้ำ) โมเลกุลพุ่งกระเจาย ซึ่งเกิดขึ้นกรณีที่มี ความดันต่ำ, อุณหภูมิสูง)

ฉะนั้น การทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เพื่อทำให้น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำเหลว หรือทำให้น้ำเหลว เปลี่ยนสถานะเป็น ไอน้ำ
ระบบต้อง พลังงานจากสิ่งแวดล้อม.

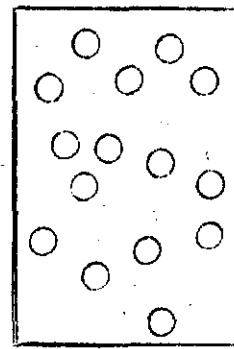
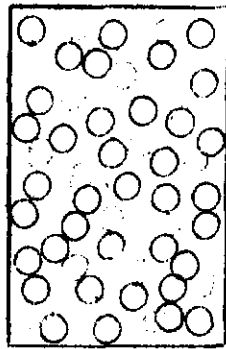
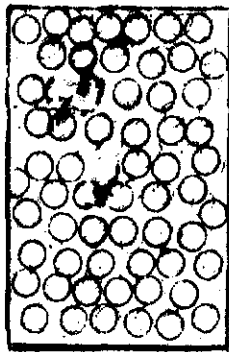
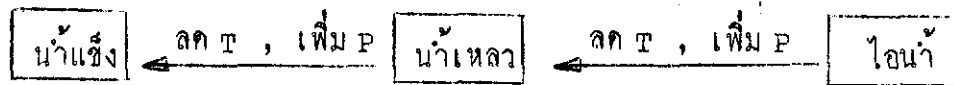


เฉลย

26) กรอบนี้ถ้าตอบว่า ถูก พลังงานจากสิ่งแวดล้อม
ก็ถูกสิครับ

27)

T	แทน	อุณหภูมิ
P	แทน	ความดัน



(โมเลกุลชิดกัน)

(โมเลกุลเข้าใกล้กัน)

(โมเลกุลพุ่งกระจาย)

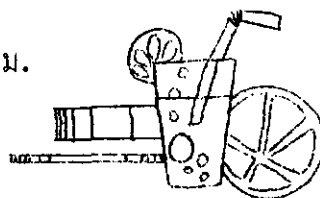


ระบบคายความร้อน

เพราะว่า ระบบต้องการทำให้โมเลกุลมาชิดกัน ระบบก็จะต้องคายพลังงานสู่สิ่งแวดล้อม ให้โมเลกุลวิ่งช้าลง เมื่อเพิ่มความดันโมเลกุลจะชิดกันกลายเป็นของเหลว และเมื่อชิดกันมากที่สุด ก็จะกลายเป็นของแข็ง ในที่สุด

ฉะนั้น การทำให้โมเลกุลเข้าใกล้กัน และชิดติดกัน เพื่อทำให้ไอน้ำเป็น น้ำเหลว และ น้ำเหลว กลับกลายเป็น น้ำแข็ง

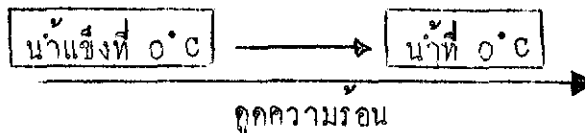
ระบบต้อง พลังงานออกสู่สิ่งแวดล้อม.



เคย

27) กรอบนี้ถ้าตอบว่า เคย พลังงาน ออกสู่สิ่งแวดล้อม
ก็ตอบถูกสิครับ

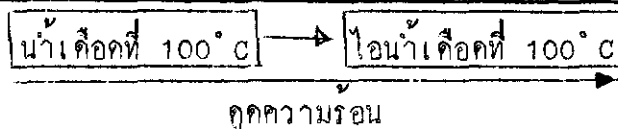
28) จากแผนภาพ



สาเหตุที่น้ำแข็งที่ 0°C กลายเป็น น้ำที่ 0°C โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง ทั้ง ๆ ที่น้ำแข็งที่ 0°C ดูดเอาความร้อนจากสิ่งแวดล้อมไปใช้อยู่ตลอดเวลา และความร้อนที่ถูกไปนั้น ก็มีไต่หายไปไหนด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก เป็นไปตามหลักที่ว่า พลังงานไม่สูญหายไปไหน แต่สามารถเปลี่ยนรูปได้ ดังนั้น พลังงานที่ถูกไปขณะที่ น้ำแข็งที่ 0°C เปลี่ยนไปเป็น น้ำที่ 0°C นั้น จะถูกใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งเรียกว่า ความร้อนแฝง ในที่นี้เป็นการเปลี่ยนสถานะ จากน้ำแข็ง เป็นน้ำเหลว จึงเรียกว่า " ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง "

ดังนั้น ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจาก น้ำแข็งที่ $0^{\circ}\text{C} \rightarrow$ น้ำที่ 0°C เรียกว่า

29) จากแผนภาพ



สาเหตุที่ น้ำเดือดที่ 100°C กลายเป็นไอน้ำเดือดที่ 100°C โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง ทั้ง ๆ ที่ น้ำเดือดที่ 100°C ดูดเอาความร้อนจากสิ่งแวดล้อมไปใช้อยู่ตลอดเวลา และความร้อนที่ถูกไปนั้น ก็มีไต่หายไปไหนด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก เป็นไปตามหลักที่ว่า พลังงานไม่สูญหายไปไหน แต่สามารถเปลี่ยนรูปได้ ดังนั้น พลังงานที่ถูกไปขณะที่ น้ำเดือดที่ 100°C เปลี่ยนไปเป็นไอน้ำเดือดที่ 100°C นั้น จะถูกใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งเรียกว่า ความร้อนแฝง ในที่นี้เป็นการเปลี่ยนสถานะจาก น้ำเดือด เป็น ไอน้ำเดือด จึงเรียกว่า " ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด "

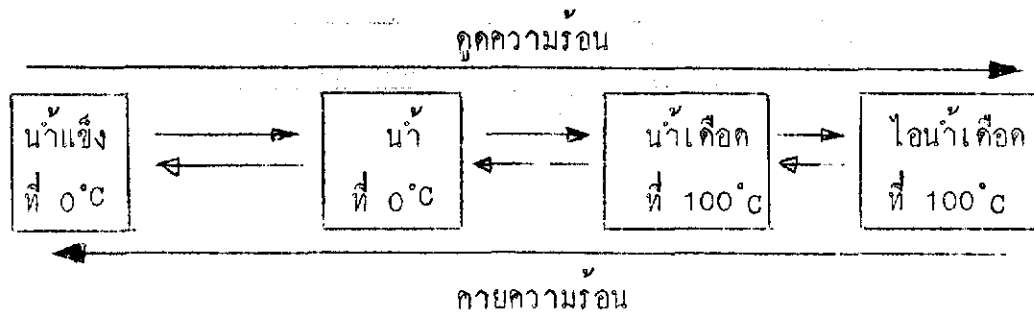
ดังนั้น ความร้อนที่ใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะจาก น้ำเดือดที่ $100^{\circ}\text{C} \rightarrow$ ไอน้ำเดือดที่ 100°C เรียกว่า

เฉลย

28) เรียกว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง

29) เรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด

30) จากแผนภาพ ในกรอบที่ 28-29 เราสามารถสรุปรวมให้เห็นเป็นแผนภาพแสดง " การถ่ายเทพลังงานในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ " ได้ดังนี้



แม้ว่า น้ำแข็งที่ 0°C และ น้ำที่ 0°C จะมีอุณหภูมิเท่ากันก็ตาม แต่พลังงานของ น้ำที่ 0°C จะมากกว่า พลังงานของน้ำแข็งที่ 0°C

ถ้าสมมติว่า น้ำที่ 0°C มีพลังงาน E_2

และ น้ำแข็งที่ 0°C มีพลังงาน E_1

ฉะนั้น พลังงานที่ใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะจาก น้ำแข็งที่ 0°C เป็น น้ำที่ 0°C

= ผลต่างของพลังงานทั้งสองนั้น

= $E_2 - E_1$

= ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง

- ระหว่าง น้ำแข็งที่ 0°C และ น้ำที่ 0°C อย่างไหนมีพลังงานมากกว่ากัน

- ผลต่างของพลังงานของ น้ำที่ 0°C และ น้ำแข็ง ที่ 0°C เรียกว่า



เฉลย

- 30) - น้ำที่ 0°C มีพลังงานมากกว่า น้ำแข็งที่ 0°C
- เรียกว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง

- 31) แม้ว่า น้ำเดือดที่ 100°C และ ไอน้ำเดือดที่ 100°C จะมีอุณหภูมิเท่ากันก็ตาม แต่พลังงานของไอน้ำเดือดที่ 100°C มากกว่า พลังงานของน้ำเดือดที่ 100°C
- ถ้าสมมุติว่า ไอน้ำเดือดที่ 100°C มีพลังงาน E_2
 และ น้ำเดือดที่ 100°C มีพลังงาน E_1
- ฉะนั้น พลังงานที่ใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะ จากน้ำเดือดที่ 100°C เป็นไอน้ำเดือดที่ 100°C
- $$= \text{ผลต่างของพลังงานทั้งสองนั้น}$$
- $$= E_2 - E_1$$
- $$= \text{ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด}$$
- ระหว่าง น้ำเดือดที่ 100°C และ ไอน้ำเดือดที่ 100°C อย่างไหนมีพลังงานมากกว่ากัน
- ผลต่างของพลังงานของ ไอน้ำเดือดที่ 100°C และ น้ำเดือดที่ 100°C เรียกว่า

- 32) ความร้อนแฝงของสารแต่ละชนิดมีค่าเฉพาะตัว เช่น " ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด มีค่า 2,268 กิโลจูล/กิโลกรัม " มีความหมายว่า ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำเดือด 1 กิโลกรัมที่ 100°C เป็น ไอน้ำเดือด 1 กิโลกรัม ที่ 100°C ต้องใช้พลังงาน 2,268 กิโลจูล หรืออาจพูดสั้น ๆ ได้ว่า ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ 1 กิโลกรัม เป็น ไอน้ำ 1 กิโลกรัม ต้องใช้พลังงาน 2,268 กิโลจูล
- ดังนั้น ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของเอทานอล มีค่า 857 กิโลจูล/กิโลกรัม มีความหมายว่า
-
- (หรือในการกลายเป็นไอของเอทานอล 1 กิโลกรัม ต้องใช้พลังงาน 857 กิโลจูล)

เฉลย

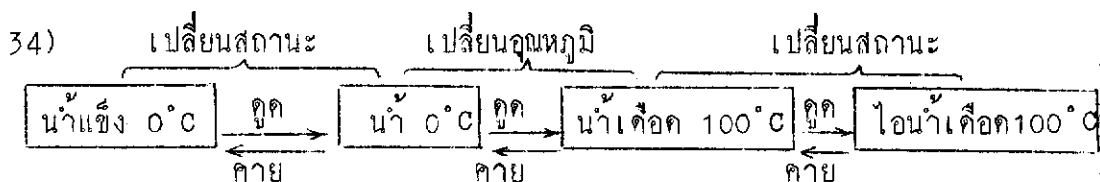
- 31) - ไอน้ำเดือดที่ 100°C มีพลังงานมากกว่า น้ำเดือดที่ 100°C
- เรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด

- 32) ในการเปลี่ยนสถานะของเอธานอล 1 กิโลกรัม
เป็นไอเอธานอล 1 กิโลกรัม ต้องใช้พลังงาน
857 กิโลจูล

33) " ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็งมีค่า 334.8 กิโลจูล/กิโลกรัม " มีความหมายว่า ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็ง 1 กิโลกรัมที่ 0°C เป็น น้ำ 1 กิโลกรัมที่ 0°C ต้องใช้พลังงาน 334.8 กิโลจูล หรืออาจพูดสั้น ๆ ได้ว่า ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็ง 1 กิโลกรัม เป็นน้ำ 1 กิโลกรัม ต้องใช้พลังงาน 334.8 กิโลจูล

ดังนั้น ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของเนพชาสินมีค่า 149 กิโลจูล/กิโลกรัม มีความหมายว่า

(หรืออาจกล่าวได้ว่า ในการหลอมเหลวของเนพชาสิน 1 กิโลกรัม ต้องใช้พลังงาน 149 กิโลจูล)



จากแผนภาพ สามารถคำนวณหาพลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลง

ได้จากสูตร (1) $Q = mL$ ----- ในกรณีที่เปลี่ยนสถานะ

และ (2) $Q = mct$

หรือ (3) $Q = mst$ | กรณีที่ไม่เปลี่ยนสถานะ แต่เปลี่ยนอุณหภูมิ

เมื่อ Q แทน พลังงานความร้อน (กิโลจูล)

m แทน มวลของสาร (กรัม, กิโลกรัม)

L แทน ค่าความร้อนแฝง (กิโลจูล/กรัม, กิโลจูล/กิโลกรัม)

c แทน ความจุความร้อนของสาร (กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส)

s แทน ความถ่วงจำเพาะของน้ำ (ไม่มีหน่วย, และปกติถ.พ. ของน้ำ = 1)

t แทน อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (องศาเซลเซียส)

เฉลย

- 33) ในการเปลี่ยนสถานะของแนพชาสิน 1 กิโลกรัม
เป็นแนพชาสินเหลว 1 กิโลกรัม ต้องใช้พลังงาน
149 กิโลจูล

35) ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 น้ำแข็ง 5 กิโลกรัม เปลี่ยนเป็นน้ำ 5 กิโลกรัม ที่ 0°C
 ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

กำหนดให้

ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง	= 0.33 กิโลจูล/กรัม
ค่าความร้อนแฝงของไอน้ำเหือด	= 2,268 กิโลจูล/กิโลกรัม
ค่าความจุความร้อนของน้ำ	= 4.2 กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส

วิธีทำ ในกรณีนี้ น้ำแข็งเปลี่ยนเป็นน้ำ จึงเป็นการเปลี่ยนสถานะ จึงใช้สูตร (1)

$$Q = mL$$

Q แทน พลังงานความร้อนที่ต้องใช้ = ? กิโลจูล

m แทน มวลของน้ำแข็ง = 5 กิโลกรัม

L แทน ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง = 0.33 กิโลจูล/กรัม

แทนค่าในสูตร $Q = 5 \text{ กิโลกรัม} \times 0.33 \text{ กิโลจูล/กรัม}$

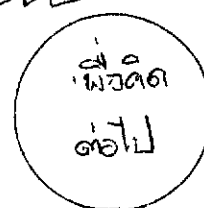
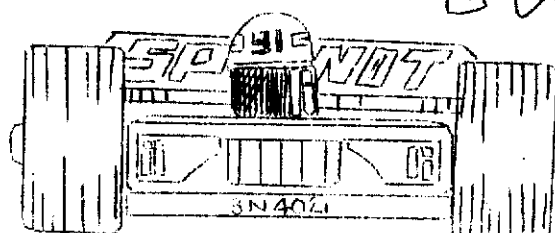
$$Q = 5 \times 1,000 \text{ กรัม} \times 0.33 \text{ กิโลจูล/กรัม}$$

$$Q = 5,000 \times 0.33 \text{ กิโลจูล}$$

$$Q = 1,650 \text{ กิโลจูล}$$

ฉะนั้น น้ำแข็ง 5 กิโลกรัม เปลี่ยนเป็นน้ำ 5 กิโลกรัม ที่ 0°C

ต้องใช้พลังงานความร้อน 1,650 กิโลจูล



ชนะ!!!

36) ตัวอย่างที่ 2 น้ำ 5 กิโลกรัม 0°C กลายเป็นน้ำเดือด 5 กิโลกรัม 100°C
ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

กำหนดให้

ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง = 0.33 กิโลจูล/กรัม ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด (หรือค่าความร้อนแฝงของไอน้ำเดือด) = 2,268 กิโลจูล/กิโลกรัม ค่าความจุความร้อนของน้ำ = 4.2 กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส

วิธีทำ กรณีนี้ ไม่เปลี่ยนสถานะ แต่เปลี่ยนอุณหภูมิ ดังนั้นเลือกใช้สูตร (2) หรือ (3)
แต่จากค่าที่กำหนดให้ ควรใช้ สูตรที่ (2)

$$Q = mct$$

Q แทน พลังงานความร้อนที่ต้องใช้ = ? กิโลจูล

m แทน มวลของน้ำ = 5 กิโลกรัม

c แทน ความจุความร้อนของน้ำ = 4.2 กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส

t แทน อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง = $100 - 0 = 100$ องศาเซลเซียส

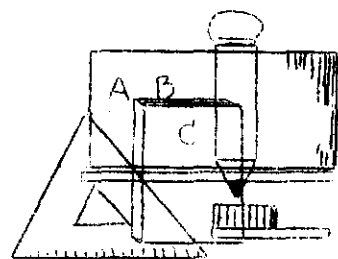
แทนค่าในสูตร $Q = mct$

$$Q = 5 \text{ กิโลกรัม} \times 4.2 \frac{\text{กิโลจูล}}{\text{กิโลกรัม-องศาเซลเซียส}} \times 100 \text{ องศาเซลเซียส}$$

$$Q = 5 \times 4.2 \times 100 \text{ กิโลจูล}$$

$$= 2,100 \text{ กิโลจูล}$$

ฉะนั้น น้ำ 5 กิโลกรัม 0°C กลายเป็น น้ำเดือด 5 กิโลกรัม 100°C
ต้องใช้พลังงานความร้อน 2,100 กิโลจูล



37) ตัวอย่างที่ 3 น้ำเดือด 5 กิโลกรัม 100°C กลายเป็นไอน้ำเดือด 5 กิโลกรัม 100°C ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

กำหนดให้

ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง = 0.33 กิโลจูล/กรัม
ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด = 2,268 กิโลจูล/กิโลกรัม
ค่าความจุความร้อนของน้ำ = 4.2 กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส

วิธีทำ กรณีนี้ น้ำเดือด กลายเป็น ไอน้ำเดือด จึงมีการเปลี่ยนสถานะ จึงใช้สูตร (1)

$$Q = mL$$

Q แทน พลังงานความร้อนที่ต้องใช้ = ? กิโลจูล

m แทน มวลของน้ำเดือด = 5 กิโลกรัม

L แทน ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด = 2,268 กิโลจูล/กิโลกรัม

แทนค่าในสูตร

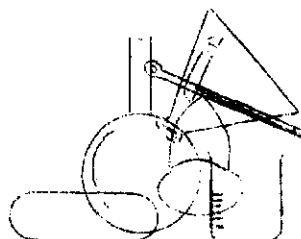
$$Q = mL$$

$$Q = 5 \text{ กิโลกรัม} \times 2,268 \text{ กิโลจูล/กิโลกรัม}$$

$$Q = 5 \times 2,268 \text{ กิโลจูล}$$

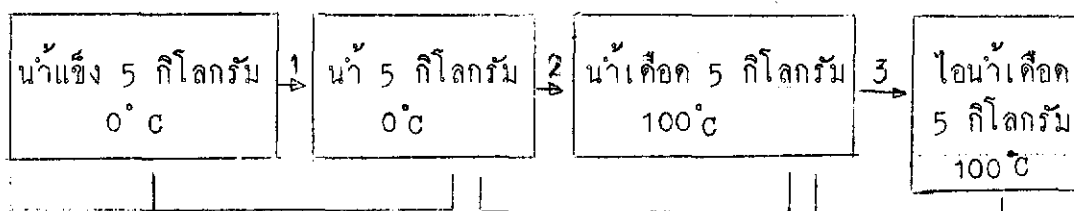
$$Q = 11,340 \text{ กิโลจูล}$$

ฉะนั้น น้ำเดือด 5 กิโลกรัม 100°C กลายเป็นไอน้ำเดือด 5 กิโลกรัม 100°C
ต้องใช้พลังงานความร้อน 11,340 กิโลจูล



38) ถ้าโจทย์ถามว่า น้ำแข็ง 5 กิโลกรัม กลายเป็นไอน้ำเดือด 100°C จนหมด
ต้องใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลจูล

จากโจทย์ ซึ่งต้องผ่านการคำนวณทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือ



นั่นคือ เท่ากับเป็นการนำเอาคำตอบจากตัวอย่างที่ (1) + (2) + (3) นั่นเอง

ฉะนั้น คำตอบข้อนี้คือ $1,650 + 2,100 + 11,340$ กิโลจูล

เท่ากับ $15,090$ กิโลจูล

ฉะนั้น น้ำแข็ง 5 กิโลกรัม กลายเป็นไอน้ำเดือด 100°C จนหมด

ต้องใช้พลังงาน $15,090$ กิโลจูล

39)



นักเรียนคงเข้าใจตัวอย่างการคำนวณในรอบที่ 34-38 กันดีแล้ว
ขอให้นักเรียนใช้ค่าที่กำหนดให้ในรอบที่ 35, 36 หรือ 37 แล้วคำนวณ
โจทย์ ต่อไปนี้

1) น้ำแข็ง 2 กิโลกรัม เปลี่ยนเป็นน้ำ 2 กิโลกรัม ที่ 0°C ต้องใช้พลังงาน
ความร้อน เท่ากับ กิโลจูล

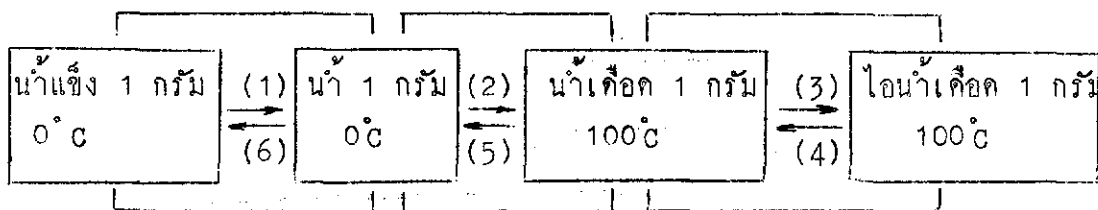
2) น้ำ 10 กิโลกรัม ที่ 25°C ทำให้ร้อนขึ้นจนมีอุณหภูมิเป็น 50°C ต้องใช้
พลังงานความร้อน เท่ากับ กิโลจูล

3) น้ำร้อน 100°C จำนวน 2 กิโลกรัม กลายเป็นไอน้ำ 2 กิโลกรัม 100°C
ต้องใช้พลังงานความร้อน เท่ากับ กิโลจูล

ເລກຍີ 100

- 39) 1) 660 ກິໂລກູດ
2) 1,050 ກິໂລກູດ
3) 4,536 ກິໂລກູດ

40) ให้นักเรียนศึกษา แผนภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้างล่างนี้



- 1) กระบวนการดูดความร้อน ได้แกหหมายเลขอะไรบ้าง
- 2) กระบวนการคายความร้อน ได้แกหหมายเลขอะไรบ้าง
- 3) ความร้อนแฝงที่ใช้ในหมายเลข(1) เรียกว่า
-
- 4) ความร้อนแฝงที่ใช้ในหมายเลข(3) เรียกว่า
-

41) ถ้า " ในการเปลี่ยนสถานะของเอธานอล 1 กิโลกรัม เป็นไอเอธานอล 1 กิโลกรัม ต้องใช้พลังงาน 857 กิโลจูล "

ดังนั้น จะได้ว่า ความร้อนแฝงของการ ของเอธานอล
มีค่าเท่ากับ (บอกหน่วยด้วย)

42) ถ้า " ในการเปลี่ยนสถานะของแนพธาซีน 1 กิโลกรัม เป็น แนพธาซีนเหลว 1 กิโลกรัม ต้องใช้พลังงาน 149 กิโลจูล "

ดังนั้น จะได้ว่า ความร้อนแฝงของการ ของแนพธาซีน
มีค่าเท่ากับ (บอกหน่วยด้วย)



เฉลย

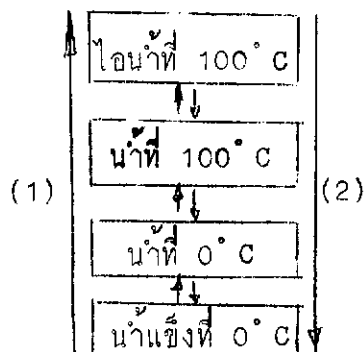
- 40) 1) หมายเลข 1,2 และ 3
2) หมายเลข 4,5 และ 6
3) เรียกว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง
4) เรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด

41) ความร้อนแฝงของการ กลายเป็นไอ
มีค่าเท่ากับ 857 กิโลจูล/กิโลกรัม

42) ความร้อนแฝงของการ หลอมเหลว
มีค่าเท่ากับ 149 กิโลจูล/กิโลกรัม

- 43) เพื่อจะได้ทราบว่าที่นักเรียนศึกษาบทเรียนนี้ไปแล้ว บรรลุจุดประสงค์
 มากน้อยเพียงใด จึงขอให้นักเรียนได้ตอบคำถามต่อไปนี้

ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพ " การถ่ายเทพลังงานในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ " แล้วตอบคำถามข้างล่างนี้



จากแผนภาพ หมายเลข (1) เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใด หรือ คายความร้อน

.....

หมายเลข (2) เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใด หรือ คายความร้อน

.....

44) จากแผนภาพ



- ขณะน้ำแข็งหลอมเหลว อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงหรือไม่

(ทั้ง ๆ ที่ยังคงให้ความร้อน) เนื่องจากความร้อนจำนวนนั้น ถูกน้ำแข็ง นำไปใช้
 ในการเปลี่ยน จากน้ำแข็งให้กลายเป็น น้ำเหลว ซึ่งความร้อน
 จำนวนนั้น เรียกว่า และความร้อนแฝงนั้น มีชื่อเฉพาะว่า

เฉลย

- 43) 1) ประเภท อุทกความร้อน
2) ประเภท คายความร้อน

- 44) อุณหภูมิ ไม่เปลี่ยนแปลง
ใช้ไปในการ เปลี่ยน สถานะ
เรียกว่า ความร้อนแฝง
โดยเฉพาะว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง

45) จากแผนภาพ น้ำเดือด 100°C $\longrightarrow$ ไอน้ำเดือด 100°C

- ขณะน้ำเดือด เปลี่ยนสถานะเป็น ไอน้ำเดือด อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงหรือไม่.....
- ความร้อนแฝงที่น้ำเดือดใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะ ให้กลายเป็น ไอน้ำเดือดนี้ มีชื่อเฉพาะว่า

46) ถ้า " ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 0.33 กิโลจูล/กรัม มีความหมายว่า

47) ถ้า " ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด เท่ากับ $2,268$ กิโลจูล/กิโลกรัม มีความหมายว่า

48) กำหนดให้ ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง = 0.33 กิโลจูล/กรัม
 ๑) ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด = $2,268$ กิโลจูล/กิโลกรัม
 ๒) ค่าความจุความร้อนของน้ำ = 4.2 กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส
 จงคำนวณหาพลังงานความร้อนจากโจทย์ต่อไปนี้

- (1) น้ำแข็ง 3 กิโลกรัม 0°C เปลี่ยนเป็นน้ำ 3 กิโลกรัม 0°C
 ต้องใช้พลังงานความร้อน เท่ากับ กิโลจูล
- (2) น้ำ 5 กิโลกรัมที่ 2°C ทำให้ร้อนขึ้นจนมีอุณหภูมิเป็น 27°C
 ต้องใช้พลังงานความร้อน เท่ากับ กิโลจูล
- (3) น้ำเดือด 1 กิโลกรัม 100°C กลายเป็นไอน้ำเดือด 1 กิโลกรัม 100°C
 ต้องใช้พลังงานความร้อน เท่ากับ กิโลจูล

เฉลย

- 45) - อุณหภูมิ ไม่เปลี่ยนแปลง
- ชื่อเฉพาะว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด
- 46) มีความหมายว่า ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็ง 1 กรัม 0°C เป็น น้ำ 1 กรัม 0°C ต้องใช้พลังงาน 0.33 กิโลจูล
- 47) มีความหมายว่า ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำเดือด 1 กิโลกรัม 100°C เป็นไอน้ำเดือด 1 กิโลกรัม 100°C ต้องใช้พลังงาน 2,268 กิโลจูล
- 48) (1) 990 กิโลจูล
(2) 525 กิโลจูล
(3) 2,268 กิโลจูล

49)



เพื่อเป็นการสรุปย่อ ให้นักเรียนได้เข้าใจในบทเรียนนี้ยิ่งขึ้น ฉะนั้น
ขอให้นักเรียนทบทวนบทเรียนนี้ให้ถี่ และศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจาก
ห้องสมุด แล้วคำนวณโจทย์ 1 ข้อต่อไป (โดยแสดงวิธีการคำนวณหา
อย่างละเอียด) ทำลงในสมุดแบบฝึกหัด แล้วนำเสนอในวันรุ่งขึ้น

โจทย์ น้ำแข็ง 2 กิโลกรัม 0°C กลายเป็นไอน้ำเดือดที่ 100°C จงหาค่า
ต้องใช้พลังงานความร้อน รวมทั้งสิ้น กี่จูล

กำหนดให้

- ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง = 0.33 กิโลจูล/กรัม
- ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด = 2,268 กิโลจูล/กิโลกรัม
- ค่าความจุความร้อนของน้ำ = 4.2 กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส

50) นักเรียนทุกคนคงศึกษาบทเรียนนี้ ถึงกรอบที่ 50 นี้ กันแล้ว

เป็นใจอะ บทเรียนนี้มีการคำนวณด้วย สนุกใช้ไหมอะ ถ้าจะให้สนุกยิ่งขึ้น
นักเรียนควรหาโจทย์เพิ่มเติม มาฝึกคิด ฝึกคำนวณไว้ให้คล่อง อย่าลืมว่า
" การหมั่นฝึกฝนตนเองอยู่เสมอ คือหนทางนำไปสู่ความสำเร็จ "
และถ้ามีข้อสงสัยอะไร ก็ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมได้เสมอ

สำหรับบทเรียนนี้ ก็ขอยุติไว้เพียงเท่านี้
ไว้พบกันใหม่ในบทเรียนต่อไป
สวัสดีเพื่อน ๆ ทุกคนอะ
ไปละ บ้าย บาย...



บทเรียนโปรแกรม

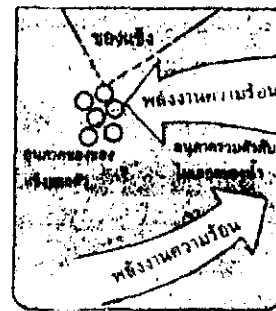
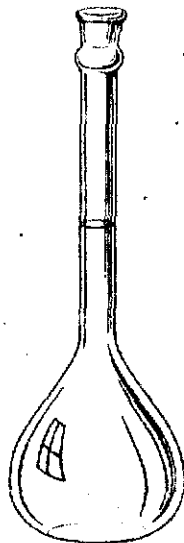
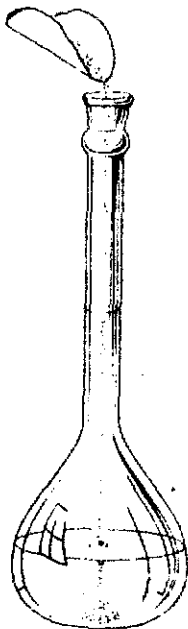
ประกอบ

เหตุการณ์การสั่นของกาน้ำชา

เรื่อง

พลังงานกับการละลาย

เล่ม ๑๑



สารละลายเป็นผล

นิตยา ทวีกิจการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง พลังงานกับการละลาย

เวลา 2 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า ในการละลายของสาร มีพลังงานเข้าเกี่ยวข้องหรือไม่ และมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภทใด หรือ คายความร้อน

จุดประสงค์นำทาง

- 1) นักเรียนจัดอุปกรณ์ แล้วทำการทดลอง เรื่อง พลังงานกับการละลายได้
- 2) นักเรียนบอกได้ว่า ในการละลายของสาร มีพลังงานเกี่ยวข้องหรือไม่
- 3) นักเรียนบอกได้ว่า สารแต่ละชนิดเมื่อเกิดการละลาย จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภทใดหรือ คายความร้อน

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม นักเรียนเคยทำการทดลอง เพื่อศึกษาการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ มาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และเคยศึกษา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของระบบ มาแล้ว ในบทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง
 " พลังงานกับการละลาย " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การสอน
 ของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) ได้รับความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่	1-2
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	3-4
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่	5-8
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่	9-10
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่	11-27
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	} ได้แก่	กรอบที่	28-37
7) นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ			
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	38-41
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม, การสรุป, ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน หาความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่	42-48

.....

• พลังงานกับการละลาย •

1)



จากการเทน้ำคือน้ำร้อนลงในกาแฟ (คั่งกาแฟ)
ซึ่งนักเขียนคุ้นเคยเสมอในชีวิตประจำวัน
หลังจากนั้นก็คงต้องคนสักครู่
การโสร่งคนไปรอบ ๆ ภายในถ้วยกาแฟ
ก็เพื่อให้น้ำคือน้ำร้อนนั้น.....

จนหมดไปนั่นเอง

ในที่สุดเราก็จะได้ กาแฟด้วยนมที่มีรสหวาน
มากขึ้นความที่เราต้องการ

2) ใจแล้ว การคนสักครู่ ก็เพื่อให้น้ำคือน้ำร้อนนั้น ละลาย หมดไปนั่นเอง นักเขียน
ทราบหรือไม่ว่า การละลายของน้ำคือน้ำร้อน รวมทั้งการละลายของสารอื่น ๆ นั้น
ล้วนมีพลังงานเข้าเกี่ยวข้องกับทั้งนั้น

นักเขียนเองก็มีความขบเขื่อนนี้ต่อไป นักเขียนก็จะได้ทำการทดลอง เพื่อจะได้ทราบว่า
เมื่อเกิดการละลายของสารใดสารหนึ่ง จะมีการ เปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร
แต่ก่อนที่จะศึกษาความขบเขื่อนนี้ต่อไป ขอให้ให้นักเรียนได้ศึกษาจุดประสงค์ของบทเรียนนี้
ในกรอบต่อไปนี้ ก่อน

3) จุดประสงค์ของบทเรียนนี้ มีดังนี้

- เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า การละลายของสาร มีพลังงานเข้า
เกี่ยวข้องกับหรือไม่

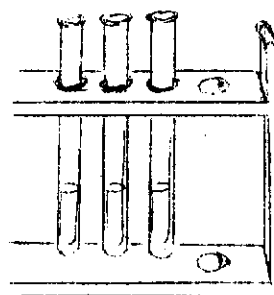
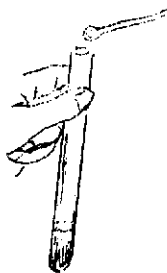
4) เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า สารแต่ละชนิดเมื่อเกิดการละลาย
จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภทความร้อน หรือ คายความร้อน

โดย

1) กระดาษ

5) **ก่อนอื่นเรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน**

ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ โดยการเติมโซเดียมคลอไรด์ (หรือเกลือแกงซึ่งมีสีขาว), คอปเปอร์ซัลเฟต (หรือจุนสี ซึ่งมีสีฟ้า) และแป้งมัน (ผงละเอียดสีขาว) ลงในหลอดทดลอง ซึ่งมีน้ำอยู่ เป็นจำนวน 3 หลอด หลังจากใส่สารลงในแต่ละหลอดแล้ว เขย่าหลอดละ 3-4 นาที แล้ววางหลอดไว้ (ตั้งภาพ) เพื่อสังเกตว่าสารชนิดใดละลายหมด จนมองดูใส และชนิดใดละลายไม่หมดหรือไม่ละลาย



จากประสบการณ์ที่ผ่านมา นักเรียนคงบอกได้ว่า สารที่ละลายหมด คือ.....
..... และ ส่วนสารที่ไม่ละลายคือ.....

6) ใช้แล้ว สารที่ละลายน้ำหมดคือ โซเดียมคลอไรด์ และคอปเปอร์ซัลเฟต จึงเกิดเป็น "สารละลายของโซเดียมคลอไรด์" และ "สารละลายของคอปเปอร์ซัลเฟต" ส่วนสารบางชนิดอาจละลายได้น้อยมากหรือไม่ละลาย เช่น แป้งมัน. ซึ่งแน่ละจากเหตุการณ์ที่กล่าวมานี้ ย่อมต้องมีพลังงานเข้าเกี่ยวข้อง และนักเรียนยังทราบว่าสารโดยทั่วไปละลายได้ก็ขึ้นถ้าได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น (แต่สารบางชนิดละลายได้น้อยลง ถ้าได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น) แต่ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ฉะนั้น โดยทั่วไปในการละลายของสาร จะมีพลังงาน..... เข้าเกี่ยวข้อง.

โดย

- 5) ที่ละลายหมดคือ โซเดียมคลอไรด์ และ คอปเปอร์ซัลเฟต
ที่ไม่ละลาย คือ แป้งมัน

- 6) พลังงาน ความร้อน เข้าเกี่ยวข้อง

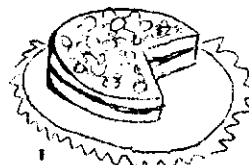
7) และจากบทเรียนที่ผ่านมา นักเรียนทราบแล้วว่า การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของระบบ มีอยู่ 2 ประเภท คือ "การดูดความร้อน" และ "การคายความร้อน" การเปลี่ยนแปลงใดที่ทำให้ระบบมีอุณหภูมิสูงกว่าเดิม ระบบก็จะถ่ายเทพลังงานไปสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ซึ่งเราเรียกการเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบในลักษณะนี้ว่า " การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน "

ฉะนั้น ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงใดที่ทำให้ ระบบมีอุณหภูมิต่ำกว่าเดิม ระบบก็จะถูกพลังงานมาจากสิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง เราก็จะเรียกการเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบในลักษณะนี้ว่า

.....

8) นักเรียนก็ได้พบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการละลายของสารแล้ว เกิดเป็นสารละลาย และพร้อมกันนั้นก็ได้พบทวนว่า การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของระบบ มี ประเภท คือ

และในบทเรียนใหม่นี้ นักเรียนจะได้ศึกษาพร้อมกันทำการทดลองดูว่า เมื่อเกิดการละลาย จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร



9) ในบทเรียนใหม่นี้ เราจะศึกษาถึง "ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการละลาย" ในการละลายของสาร จะประกอบด้วย "ตัวถูกละลาย" (Solute) และ "ตัวทำละลาย" (Solvent) มาผสมกันแล้วเกิด การละลายจนเป็นสารละลาย (Solution) และสารละลายส่วนใหญ่ จะมีน้ำเป็นตัวทำละลาย ซึ่งเรียกว่า aqueous solution (ใช้ตัวย่อว่า aq) (อ่านว่า อะควีอัส โซลูชัน)

ฉะนั้น ในสารละลายหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วย.....(ซึ่งเรียก Solute) และ.....(ซึ่งเรียกว่า Solvent) และสารละลายส่วนใหญ่มักมี.... เป็นตัวทำละลาย.



เฉลย

7) การเปลี่ยนแปลงประเภท การดูดความร้อน

8) มี 2 ประเภท

การดูดความร้อน และ การคายความร้อน

- 9) - ประกอบด้วย ตัวถูกละลาย และ ตัวทำละลาย
- ส่วนใหญ่ มี น้ำ เป็นตัวทำละลาย

10) ในการละลายของสาร จะเกี่ยวข้องกับ พลังงาน ด้วยเสมอ อาจมีการเปลี่ยนแปลง พลังงานแบบดูดความร้อน หรือคายความร้อน ก็ได้ แล้วแต่นิคมของสาร และตัวทำละลายที่เกี่ยวข้องนั้น

ฉะนั้น พลังงานที่เข้าเกี่ยวข้องในการละลายของสาร อาจทำให้เกิดการละลายได้ ประเภท คือ การละลายประเภท..... และการละลายประเภท..... ซึ่งขึ้นกับนิคมของสาร และ ตัวทำละลายที่เกี่ยวข้อง

11) ในการละลายของของแข็งในน้ำ จะเป็น "การละลายประเภทดูดความร้อน" หรือ "การละลายประเภทคายความร้อน" ขึ้นอยู่กับพลังงาน 2 ชนิดคือ

(1) พลังงานโครงร่างผลึก (Lattice energy) เป็นพลังงานที่ถูกเข้าไปเพื่อใช้แยกอนุภาคของของแข็งออกจากกัน แล้วอนุภาคเหล่านี้จะกระจายไปทั่ว ว่าง โมเลกุลของน้ำ และจะยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกัน

(2) พลังงานไฮเดรชัน (Hydration energy) เป็นพลังงานที่คายออกมา เมื่ออนุภาคของของแข็ง ยึดเหนี่ยวหรือรวมตัวกับโมเลกุลของน้ำ

ฉะนั้น ในการละลายของของแข็งในน้ำ จะเป็นการละลายประเภทใด ขึ้นอยู่กับ พลังงาน 2 ชนิด คือ (1).....(2).....

12) จากกรอบ 11) ถ้า "พลังงานที่ถูกเข้าไปเพื่อใช้แยกอนุภาคของของแข็งออกจากกัน" มีปริมาณมากกว่า "พลังงานที่คายออก เมื่ออนุภาคของของแข็งยึดเหนี่ยวหรือรวมกับโมเลกุลของน้ำ" ก็จะทำให้เกิดผลพลังงาน ทำให้อุณหภูมิลดลง การละลายประเภทนี้เรียกว่า " การละลายประเภทดูดความร้อน "

หรือก็คือ ถ้าพลังงานโครงร่างผลึก มากกว่า พลังงานไฮเดรชัน (พลังงานที่ถูกเข้าไป มากกว่า ที่คายออกมา) ก็จะทำให้เกิดการละลายประเภท..... นั่นเอง.

เฉลย

10) 2 ประเภท

ทุกความร้อน และ การละลายประเภท ทุกความร้อน

11) (1) พลังงานโครงร่างผลึก

(2) พลังงานไฮเอน์

12) ประเภท ทุกความร้อน นั่นเอง

13) จากกรอบ (12) อาจกล่าวได้อีกอย่างว่า การละลายประเภทความร้อน
เกิดขึ้นเมื่อ พลังงาน..... มากกว่า พลังงาน.....

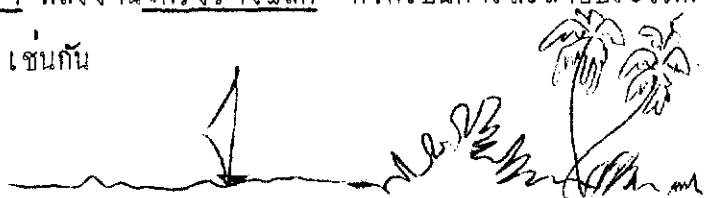
14) พลังงานโครงร่างผลึก หมายถึง
.....
พลังงานไฮเครชั่น หมายถึง
.....

15) จากกรอบ (11) ถ้า "พลังงานที่ถูกเข้าไปเพื่อใช้แยกอนุภาคของของแข็งออกจาก
กัน" มีปริมาณน้อยกว่า "พลังงานที่คายออกมา เมื่ออนุภาคของของแข็งยึดเหนี่ยว
หรือรวมกับโมเลกุลของน้ำ" ก็จะเกิดการเพิ่มพลังงาน ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น การละ-
ลาย ประเภทนี้ เรียกว่า " การละลายประเภทคายความร้อน "

หรือก็คือ ถ้าพลังงานโครงร่างผลึก น้อยกว่า พลังงานไฮเครชั่น (พลังงานที่ถูก
เข้าไป น้อยกว่า ที่คายออกมา หรือก็คือ พลังงานที่คายออกมา มากกว่า ที่ถูกเข้า
ไป) ก็จะเกิดการละลายประเภท.....นั่นเอง

16) จากกรอบที่ (15) อาจกล่าวได้อีกอย่างว่า
การละลายประเภทคายความร้อน เกิดขึ้นเมื่อพลังงาน.....
น้อยกว่า พลังงาน

17) จากกรอบ (16) อาจกล่าวได้ว่า
ถ้าพลังงานไฮเครชั่น มากกว่า พลังงานโครงร่างผลึก ก็จัดเป็นการละลายประเภท
..... เช่นกัน



เฉลย

13) พลังงาน โครงร่างผลึก มากกว่า พลังงานไฮเครชัน

14) - พลังงานที่ถูกเข้าไปเพื่อใช้แยกอนุภาคของของแข็งออกจากกัน
- พลังงานที่คายออกมา เมื่ออนุภาคของของแข็ง ยึดเหนี่ยว -
หรือรวมกับโมเลกุลของน้ำ

15) ประเภท คายความร้อน

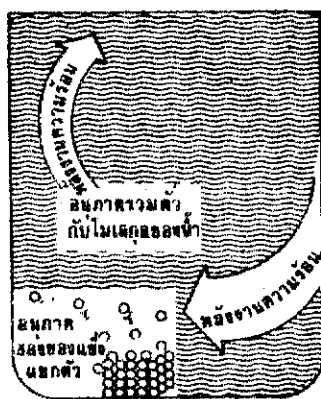
16) พลังงาน โครงร่างผลึก น้อยกว่า พลังงานไฮเครชัน

17) ประเภท คายความร้อน เช่นกัน

18) ถ้าพลังงานโครงร่างยลิก มากกว่า พลังงานไฮเครชั่น มาก ๆ สารนั้นจะไม่
ละลายน้ำ หรือละลายได้น้อยมากจนถือว่าไม่ละลาย (แสดงว่า รองหนึ่งนั้นมีแรง
ยึดเหนี่ยวระหว่างกันมาก)

ฉะนั้น การที่สารใดสารหนึ่ง ไม่ละลายน้ำ (ละลายได้น้อยมาก) เป็นเพราะ
พลังงาน..... มากกว่า พลังงาน..... มาก ๆ หรือก็คือ
พลังงาน..... น้อยกว่า พลังงาน..... มาก ๆ นั่นเอง

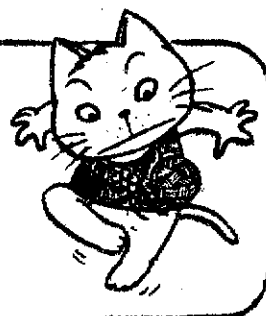
19)



จากภาพ " การถ่ายเทพลังงานในการเกิดสารละลาย " แสดงให้เห็นว่า พลังงาน
ที่ถูกเข้าไปเพื่อใช้แยกอนุภาคของของแข็งออกจากกัน มากกว่า พลังงานที่คายออกมา
เมื่ออนุภาคของของแข็งรวมตัวกับโมเลกุลของน้ำ (ให้อุณหภูมิคงที่)

ฉะนั้น จากภาพ แสดงให้เห็นว่าเป็นการละลายประเภท.....

20) จากภาพ ในกรอบที่ 19 แสดงให้เห็นว่า
ระหว่างพลังงานโครงร่างยลิก กับ พลังงานไฮเครชั่น
อย่างไหนมากกว่ากัน.....



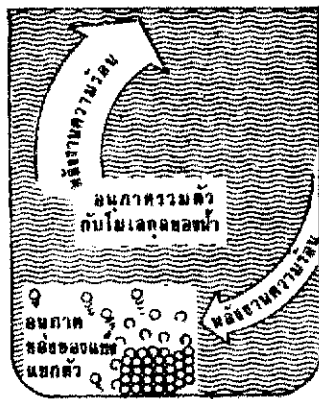
เฉลย

18) พลังงาน โครงร่างผลึก มากกว่า พลังงานไฮเดรชัน
หรือ พลังงานไฮเดรชัน น้อยกว่า พลังงานโครงร่างผลึก

19) ประเภท ทุกความร้อน

20) พลังงานโครงร่างผลึก มากกว่า พลังงานไฮเดรชัน

21)



จากภาพ"การถ่ายเทพลังงานในการเกิดสารละลาย"
แสดงให้เห็นว่า พลังงานที่ถูกเข้าไปเพื่อใช้แยกอนุภาค
ของของแข็งออกจากกัน น้อยกว่า พลังงานที่คายออกมา
เมื่ออนุภาคของของแข็ง รวมตัวกันโมเลกุลของน้ำ
(ให้ดูปริมาณของลูกฟร)

ฉะนั้น จากภาพ เป็นการละลายประเภท

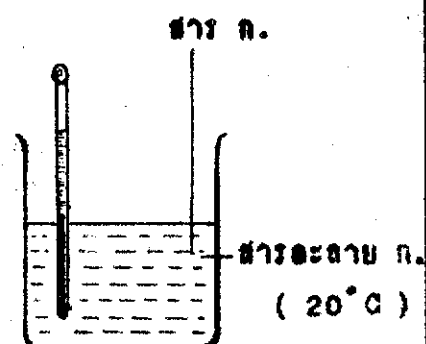
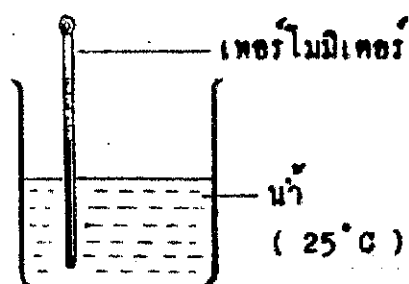
.....

22) จากภาพในกรอบที่ 21 แสดงให้เห็นว่า

ระหว่าง พลังงานโครงร่างผลึก กับ พลังงานไฮเดรชัน อย่างไหนมากกว่ากัน

.....

23) จากภาพแสดงการละลายของสาร ก.



ในการทดลองนี้ ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย น้ำ และ สารที่เค็มลงไป
ฉะนั้น ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย และ.....

ส่วนระบบหลังการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยสารละลายของสารที่เค็มลงไป

ฉะนั้น ระบบหลังการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย.....

(สำหรับ เทอร์โมมิเตอร์ เราจัดเป็นสิ่งแวดล้อม)

เฉลย

21) ประเภท คายความร้อน

22) พลังงานไฮดรเจน มากกว่า พลังงานโครงสร้างเหล็ก

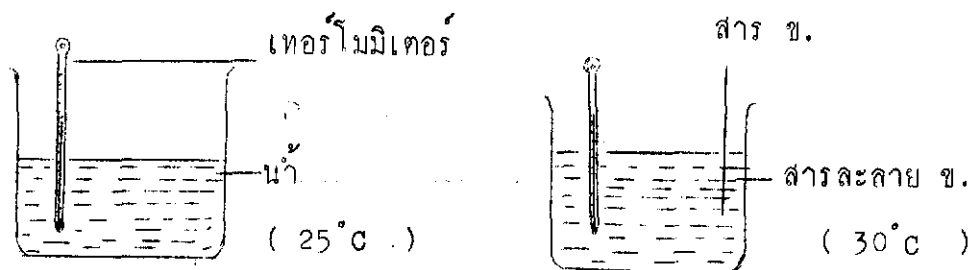
23) - ประกอบด้วย น้ำ และ สาร ก.

- ประกอบด้วย สารละลายของสาร ก.

(หรือสารละลาย ก. นั้นเอง)

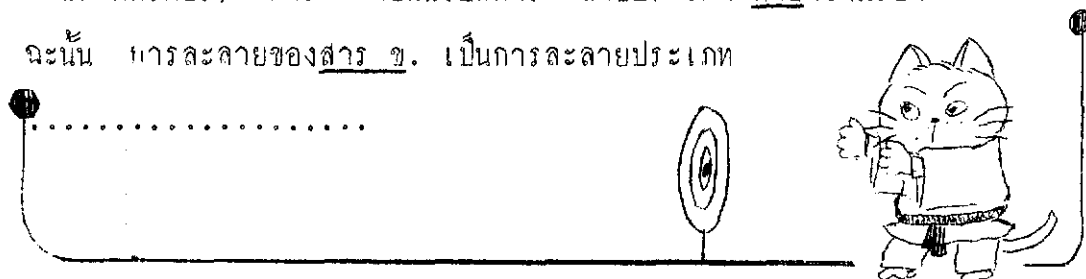
- 24) จากกรอบที่ 23 การละลายของสารใดที่ทำให้สารละลายที่ได้ มีอุณหภูมิลดลง หรือระบบมีอุณหภูมิลดลง ระบบก็จะถูกพลังงานจากสิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง (สังเกตจากเทอร์โมมิเตอร์) การละลายนั้นเป็นการละลายประเภท ดูดความร้อน
- ฉะนั้น การละลายของสาร ก. เป็นกา ละลายประเภท.....

- 25) จากภาพแสดงการละลายของสาร ข.



ในการทดลองนี้ ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วย น้ำ และสารที่เติมลงไป
 ฉะนั้น ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย และ
 ส่วน ระบบหลังการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย สารละลายของสารที่เติมลงไป
 ฉะนั้น ระบบหลังการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วย.....
 และเราจัด " เทอร์โมมิเตอร์ " เป็น ระบบ หรือ สิ่งแวดล้อม

- 26) จากกรอบที่ 25 การละลายของสารใดที่ทำให้สารละลายที่ได้มีอุณหภูมิ เพิ่มขึ้น
 ระบบก็จะคายพลังงานให้สิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (สังเกตจาก
 เทอร์โมมิเตอร์) การละลายนั้นเป็นการละลายประเภท คายความร้อน
- ฉะนั้น การละลายของสาร ข. เป็นการละลายประเภท



เฉลย

24) ประเภท คุณค่าความร้อน

- 25) - ประกอบด้วย น้ำ และ สาร ข.
- ประกอบด้วย สารละลายของ สาร ข.
(หรือสารละลาย ข. นั้นเอง)
- เป็น สิ่งแวกล้อม

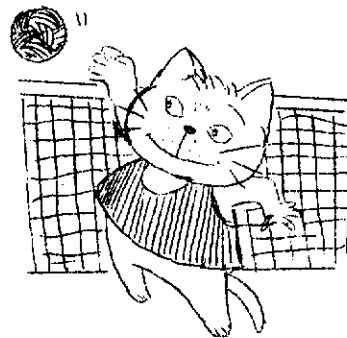
26) ประเภท คายความร้อน

27)

นักเรียนก็ได้แนวความรู้เกี่ยวกับ " ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการละลาย" ไปแล้ว ต่อจากนี้ไปนักเรียนก็จะได้ลงมือปฏิบัติการทดลองที่ 1.5 เรื่อง พลังงานกับการละลาย ซึ่งก่อนลงมือทดลอง นักเรียนต้องปฏิบัติดังนี้

- ก่อนลงมือทดลอง นักเรียนต้องศึกษาจุดประสงค์ของการทดลองให้เข้าใจ
- นักเรียนทุกคนต้องศึกษาวิธีทำการทดลองให้ละเอียดและเข้าใจ ถ้ามีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ ให้ปรึกษาครูผู้ควบคุมทันที อย่าปล่อยทิ้งไว้
- เมื่อเข้าใจวิธีทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนรวมกลุ่มกันประมาณกลุ่มละ 4 คน/อุปกรณ์ 1 ชุด เพื่อทำการทดลองร่วมกัน

นักเรียนคงพร้อมแล้ว ถ้าเช่นนั้น
ปฏิบัติการทดลองที่ 1.5 ดัง
รายละเอียดในกรอบ 28 ใต้ต่อไปละ



28) การทดลองที่ 1.5

พลังงานกับการละลาย

จุดประสงค์

เพื่อให้ นักเรียนได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการละลายของสาร

อุปกรณ์	สารเคมี
1. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 3 หลอด	1. โซเดียมไฮดรอกไซด์
2. เทอร์โมมิเตอร์ $0-100^{\circ}\text{C}$ 1 อัน	2. โพแทสเซียมไนเตรด
3. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3 1 ใบ	3. โซเดียมคลอไรด์ 4. น้ำกลั่น

ข้อควรระวังขณะทดลอง

- ▶ การอ่านอุณหภูมิของน้ำ ต้องรอจนกระทั่งอุณหภูมิคงที่
- ▶ เมื่อใส่สารลงในน้ำ ควรใช้เทอร์โมมิเตอร์คนเบา ๆ แล้วรีบอ่านอุณหภูมิสูงสุด หรือ ต่ำสุด.

วิธีทดลอง

1. นำหลอดทดลองขนาดใหญ่มา 3 หลอด บรรจุน้ำหลอดละ 5cm^3 วัดอุณหภูมิของน้ำ
2. ใส่โพแทสเซียมไนเตรดประมาณ 1 กรัม (1 ช้อนเบียร์ 2) ลงในน้ำในหลอดที่ 1. คนหรือเขย่าเบา ๆ จนละลายหมด วัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง
3. ทดลองเช่นเดียวกัน แต่ใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นของแข็งประมาณ 1 กรัม (1 ช้อนเบียร์ 2) ลงในหลอดที่ 2.
4. ทดลองเช่นเดียวกันอีกครั้งหนึ่ง แต่ใส่โซเดียมคลอไรด์ ประมาณ 1 กรัม (1 ช้อน เบียร์ 2) ลงในหลอดที่ 3

ผลการทดลอง

หลอดที่	สาร	อุณหภูมิของน้ำ ($^{\circ}\text{C}$)	อุณหภูมิของสารละลาย ($^{\circ}\text{C}$)
1	โพแทสเซียมไนเตรด	.....	.....
2	โซเดียมไฮดรอกไซด์	.....	.....
3	โซเดียมคลอไรด์	.....	.....



ครูจะให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เสนอผลการทดลองบนกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาเปรียบเทียบกับผลการทดลองของกลุ่มอื่น เมื่ออภิปรายเสร็จแล้วค่อยศึกษากันต่อไป

เฉลย

ตัวอย่างผลการทดลองที่ 1.5

หลอดที่	สาร	อุณหภูมิของน้ำ ($^{\circ}\text{C}$)	อุณหภูมิของสารละลาย ($^{\circ}\text{C}$)
1	โพแทสเซียมไนเตรต	28	22
2	โซเดียมไฮดรอกไซด์	28	53
3	โซเดียมคลอไรด์	28	28

หมายเหตุ การตรวจสอบผลการทดลอง กับ เฉลย นี้
ตัวเลข ไม่จำเป็นต้องเหมือนในเฉลย ให้ดูแต่แนวโน้ม
ของความมากขึ้น ให้เป็นไปในทำนองเดียวกัน

29) ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง ในหลอดทั้งสาม ประกอบด้วยสารใดบ้าง
 หลอดที่ 1 ประกอบด้วย กับ
 หลอดที่ 2 ประกอบด้วย กับ
 หลอดที่ 3 ประกอบด้วย กับ

30) ระบบหลังการเปลี่ยนแปลงในหลอดทั้งสาม ประกอบด้วยสารใดบ้าง
 หลอดที่ 1 ประกอบด้วย
 หลอดที่ 2 ประกอบด้วย
 หลอดที่ 3 ประกอบด้วย

31) ในการทดลองที่ 1.5 นี้ "เทอร์โมมิเตอร์" เป็นระบบ หรือสิ่งแวดล้อม.....

32) การละลายของโพแทสเซียมไนเตรต มีผลให้ สารละลายโพแทสเซียมไนเตรต มี
 → อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ลดลง หรือ คงที่
 ดังนั้น การละลายของโพแทสเซียมไนเตรต เป็นการละลายประเภทดูดความร้อน
 หรือ คายความร้อน

33) การละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีผลให้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มี
 อุณหภูมิ ดังนั้น การละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นการละลาย
 ประเภท.....

34) สำหรับการละลายของโซเดียมคลอไรด์ มีผลให้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ มี
 อุณหภูมิ ดังนั้น บอกได้หรือไม่ว่า การละลายของโซเดียมคลอไรด์
 เป็นการละลายประเภทใด.....

เฉลย

- 29) (1) น้ำ กับ โพแทสเซียมไนเตรด
(2) น้ำ กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์
(3) น้ำ กับ โซเดียมคลอไรด์

- 30) (1) สารละลายของโพแทสเซียมไนเตรด
(2) สารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์
(3) สารละลายของโซเดียมคลอไรด์

- 31) เทอร์โมมิเตอร์ เป็น สิ่งแวดล้อม

- 32) ลดลง , ประเภท ดูดความร้อน

- 33) เพิ่มขึ้น , ประเภท คายความร้อน

- 34) คงที่ , บอกไม่ได้ว่าเป็นการละลายประเภทใด
(สำหรับกรอบนี้ กลุ่มใดตอบว่า ลดลง ,
และตอบว่า เป็นการละลายประเภท ดูดความร้อน
ก็ให้ถือว่า ถูกต้อง)

35) การละลายใดมีผลให้ พลังงานที่ถูกเข้าไปเพื่อใช้แยกอนุภาคของของแข็งออกจากกัน(พลังงานโครงร่างผลึก) มากกว่า พลังงานที่คายออกมาเมื่ออนุภาคของของแข็งรวมตัวกับโมเลกุลของน้ำ(พลังงานไฮเดรชัน) การละลายนั้นเป็นการละลายประเภทดูดความร้อน และการละลายประเภทดูดความร้อน คือการละลายที่มีผลทำให้สารละลายที่ไ้(ระบบ) มีอุณหภูมิลดลง ระบบจึงต้องถูกพลังงานจากสิ่งแวดล้อม จึงทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง (สังเกตจากเทอร์โมมิเตอร์)

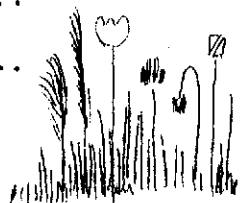
ฉะนั้น จากการทดลอง ถ้าการละลายของโพแทสเซียมไนเตรด เป็นการละลายประเภทดูดความร้อน แสดงว่าสารละลายของโพแทสเซียมไนเตรดมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น หรือลดลง และในการละลายนี้ พลังงานโครงร่างผลึก กับ พลังงานไฮเดรชัน อย่างไหน มากกว่ากัน

36) ในทางตรงกันข้าม การละลายใดมีผลให้พลังงานที่ถูกเข้าไปเพื่อใช้แยกอนุภาคของของแข็งออกจากกัน(พลังงานโครงร่างผลึก) น้อยกว่า พลังงานที่คายออกมาเมื่ออนุภาคของของแข็งรวมตัวกับโมเลกุลของน้ำ(พลังงานไฮเดรชัน) การละลายนั้นเป็นการละลายประเภทคายความร้อน และการละลายประเภทคายความร้อน คือการละลายที่มีผลให้สารละลายที่ไ้(ระบบ) มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ระบบก็จะคายพลังงานให้สิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (สังเกตจากเทอร์โมมิเตอร์)

ฉะนั้น จากการทดลอง ถ้าการละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นการละลายประเภทคายความร้อน แสดงว่า สารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น หรือ ลดลง

และในการทดลองนี้ พลังงานโครงร่างผลึก กับพลังงานไฮเดรชัน อย่างไหน มากกว่ากัน

.....



เฉลย

35) คุณภูมิ ลดลง

พลังงานโครงร่างผลึก มากกว่า พลังงานไฮเครชัน

36) คุณภูมิ เพิ่มขึ้น

พลังงานไฮเครชัน มากกว่า พลังงานโครงร่างผลึก

- 37) สำหรับการละลายของโซเดียมคลอไรด์ ถ้าอุณหภูมิของสารละลายที่ได้ คงที่
เราจะบอกได้หรือไม่ว่า เป็นการละลายประเภทใด
 (เนื่องจาก การละลายของโซเดียมคลอไรด์ พลังงานโครงร่างผลึก กับ พลังงานไฮเดรชัน ใกล้เคียงกันมาก จนวัดความแตกต่างไม่ได้ด้วยเครื่องมือง่าย ๆ เราจึง บอกไม่ได้ ว่าการละลายของโซเดียมคลอไรด์เป็นการละลายประเภทใด ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนเรื่องนี้อย่างละเอียดในชั้นต่อไป)

38)

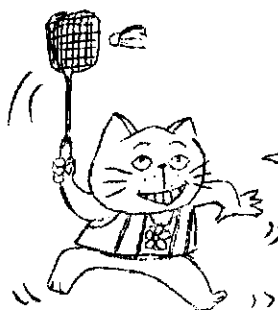


เพื่อจะได้ทราบว่า ที่นักเรียนได้ศึกษา และทำการทดลองจากบทเรียนนี้แล้ว บรรจุดจุดประสงค์อย่างน้อยเพียงใด ฉะนั้นให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้

- ในการละลายของสาร จะมีพลังงานเกี่ยวข้องหรือไม่

- 39) จากการทดลอง ถ้าสารละลายของโพแทสเซียมไนเตรด มีอุณหภูมิลดลง แสดงว่าการละลายของโพแทสเซียมไนเตรด เป็นการละลายประเภท.....

- 40) จากการทดลอง ถ้าสารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แสดงว่าการละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นการละลายประเภท.....



ถ้าสารละลายของโซเดียมคลอไรด์ มีอุณหภูมิคงที่
 เราจะบอกได้หรือไม่ว่า
 การละลายของโซเดียมคลอไรด์ เป็นการละลาย
 ประเภทใด

เฉลย

37) บอกไม่ได้

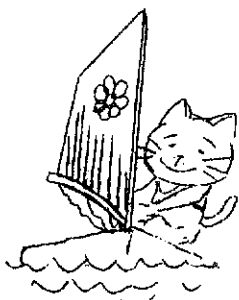
38) จะมีพลังงานเข้าเกี่ยวข้องกับตัว

39) ประเภท ทุกความร้อน

40) ประเภท คายความร้อน

41) บอกไม่ได้

42)



เพื่อเป็นการสรุปย้ำให้นักเรียนได้เข้าใจในบทเรียนนี้
มากยิ่งขึ้น ฉะนั้นขอให้นักเรียนทบทวนบทเรียนนี้ให้เข้าใจ
อีกครั้ง แล้วทำโจทย์ตั้งแต่รอบที่ 42-47 เป็นการบ้าน
(โดยทำลงในสมุดแบบฝึกหัดของนักเรียน) แล้วนำส่ง
ครูในวันรุ่งขึ้น

- ในการละลายของของแข็งในน้ำ จะเกี่ยวข้องกับพลังงาน 2 ชนิด คือ

(1) (2)

43) พลังงานโครงร่างผลึก หมายถึง
.....

44) พลังงานไฮเครชัน หมายถึง
.....

45) ในการละลายของแข็งในน้ำ ถ้าพลังงานโครงร่างผลึก มากกว่า พลังงาน -
ไฮเครชัน จะเป็นการละลายประเภทยึด
แต่ถ้า พลังงานไฮเครชัน มากกว่า พลังงานโครงร่างผลึก จะเป็นการละลาย
ประเภทยึด.....

46) " การละลายของสารใด ถ้ามีผลให้สารละลายที่ได้ (ระบบ) มีอุณหภูมิลดลง
ระบบก็จะดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง (สังเกตจาก
เทอร์โมมิเตอร์) "

การละลายของสารนั้น จัดเป็นการละลายประเภทยึด

47) ในทางตรงกันข้าม ถ้า " การละลายของสารโค มีผลให้สารละลายที่ได้ (ระบบ) มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ระบบก็จะคายพลังงานให้สิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (สังเกตจากเทอร์โมมิเตอร์) การละลายของสารนั้น จัดเป็นการละลายประเภท

48)



นักเรียนคงมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนนี้
เป็นอย่างดี และพร้อมที่จะทำการบ้านแล้ว
ถ้าเช่นนั้น ก็ขอยุติบทเรียนนี้ไว้เพียงเท่านี้
พบกันใหม่ในบทเรียนต่อไป
อ้อ .. อย่าลืมการบ้านที่ต้องส่ง
วันพรุ่งนี้ นะคะ

สวัสดีเพื่อน ๆ ทุกคน
ไปก่อนละ
โอสัลดลา



บทเรียนโปรแกรม

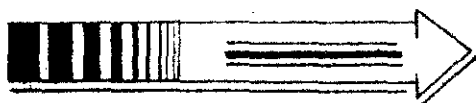
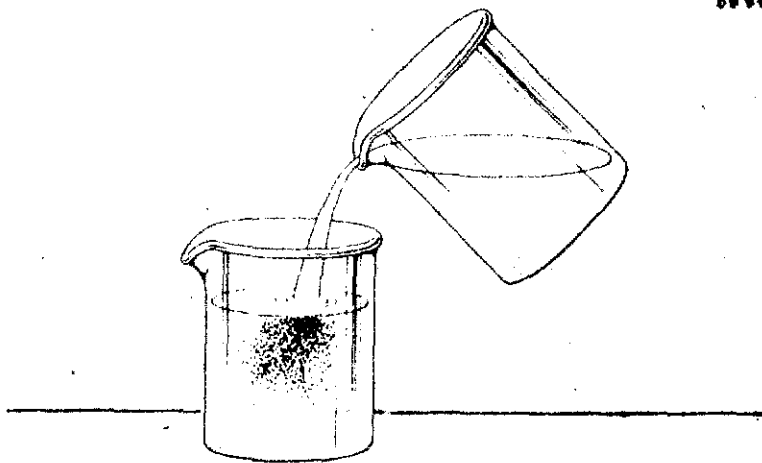
ประกอบ

เหตุการณ์การสั่นของกาน้ำ

เรื่อง

ผลงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เล่ม 12



นักชา ทวิภังการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนบอกได้ว่า ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร มีพลังงานเกี่ยวข้องหรือไม่ และมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภทใด หรือ คายความร้อน

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนจัดอุปกรณ์แล้วทำการทดลอง เพื่อศึกษาเรื่องพลังงานกับปฏิกิริยาเคมี ได้ถูกต้อง
2. นักเรียนบอกได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น มีพลังงานเกี่ยวข้องด้วยหรือไม่
3. นักเรียนบอกได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น มีการดูดหรือคายพลังงาน

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวน์ปัญญา
- ทักษะการเคลื่อนไหว
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม

นักเรียนเคยศึกษา เกณฑ์ในการตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น หรือไม่ มาแล้ว ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง
 " พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การ
 สอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) ได้รับความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่	1-2
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	3-4
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่	5-7
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่	8-10
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่	11-16
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	}	ได้แก่	กรอบที่ 17-24
7) นักเรียนทราบบผลการปฏิบัติ			
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	25-30
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน หากความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่	31-36

.....

" พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี "

1)



ถ้านักเรียนนำตะปูเหล็ก ไปจุ่มลงในกรดไฮโดรคลอริก แล้วสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลง เกิดขึ้นทันที คือมีฟองก๊าซเกาะที่แท่งตะปูเหล็กเต็มไปหมด (ดังภาพ)
ฉะนั้น จากภาพที่สังเกตเห็น แสดงว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ใช่หรือไม่

2) ใช่แล้ว " การเกิดฟองก๊าซ " เป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งที่ใช้ตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น และนักเรียนสงสัยหรือไม่ว่า ขณะเกิดปฏิกิริยาเคมี ถ้าเราลองใช้มือแตะข้างภาชนะ ทำไมมือเราจึงรู้สึกร้อน แต่บางปฏิกิริยา มือเรากลับรู้สึกเย็น
เพื่อให้หายสงสัย นักเรียนลองคิดตามบทเรียนนี้ต่อไป แต่ก่อนอื่นขอให้นักเรียนได้ศึกษาจุดประสงค์ของบทเรียนนี้กันก่อน

3) จุดประสงค์ของบทเรียนนี้ มีดังนี้ ➡

- เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้ และทำการทดลองแล้ว นักเรียนต้องบอกได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น มีพลังงานเกี่ยวข้องด้วยหรือไม่

- 4) เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้ และทำการทดลองแล้ว นักเรียนต้องบอกได้ว่า
ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น มีการดูด หรือ คายพลังงาน

5)



ก่อนอื่น เรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน
ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนเคยผสมสารละลายของ
กรดซัลฟริก กับสารละลายแบเรียมคลอไรด์ ซึ่งจะเกิด
ตะกอนสีขาวของแบเรียมซัลเฟต ที่เป็นสารใหม่ (คังภาพ)
และการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ เรียกว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี ขึ้นแล้ว



ฉะนั้น ในการทดลองนี้ นักเรียนสังเกตเห็น
ซึ่งเป็นสารใหม่
และการเกิดตะกอน ก็ถือเป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งที่ใช้ตัดสินว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี ขึ้น

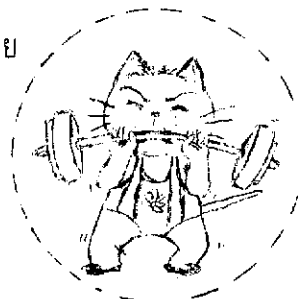


เฉลย

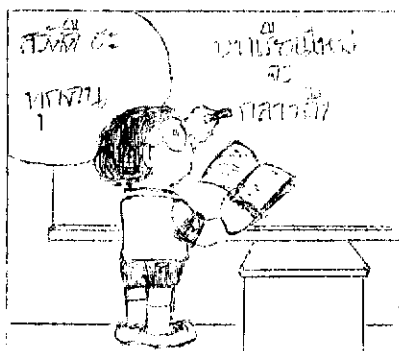
5) ตะกอนสีขาว (ตะกอนสีขาวของแบเรียมซัลเฟต)

- 6) จากกรอบที่ 5 นักเรียนได้วัดอุณหภูมิของสารด้วย ได้ว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากเดิม (อาจใช้มือแตะข้างภาชนะ จะรู้สึกร้อนขึ้นกว่าเดิม) และเนื่องจาก ความร้อน เป็นพลังงานรูปหนึ่ง
แสดงว่า ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นนี้มี เข้าเกี่ยวข้อง.

- 7) นักเรียนก็ได้ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับ " การเกิดสารใหม่ " ซึ่งเรียกว่า เกิด " ปฏิกิริยาเคมี " ไปแล้ว และยังได้ทราบว่า การเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมี พลังงาน เช่น พลังงานความร้อน เข้าเกี่ยวข้องด้วย ในกรอบต่อไป นักเรียนจะได้ศึกษาบทเรียนใหม่เกี่ยวกับ " พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี " อย่างละเอียดต่อไป



8)



" พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี "

การเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วให้สารใหม่ (มีลักษณะผิดไปจากสารเดิมโดยสิ้นเชิง) เราเรียกว่าเกิด " ปฏิกิริยาเคมี " และเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเกิดขึ้นหรือไม่ ได้แก่ การเปลี่ยนสี, การเกิดตะกอน, การเกิดก๊าซ ฯลฯ

ดังนั้น ถ้าเรานำ สังกะสี ใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริก แล้วสังเกตเห็นฟองก๊าซพุ่งขึ้น เต็มไปหมด ลักษณะเช่นนี้ เรียกว่าเกิด..... ขึ้น.

โดย

6) มี พลังงาน (หรือพลังงานความร้อน)

8) เกิด ปฏิกิริยาเคมี ขึ้น

9) ถ้านักเรียนผสม ผงสีขาวของ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ กับ แอมโมเนียมคลอไรด์ ลงในหลอดทดลอง ใช้แท่งแก้วคนให้สารทั้งสองผสมกัน แล้วลองดมกลิ่น โดยใช้วิธี



(ดังภาพ) นักเรียนจะได้กลิ่นฉุนของก๊าซแอมโมเนีย เกิดขึ้น เรียกว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี ขึ้น

ฉะนั้น ในการทดลองนี้ นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรตัดสินว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี ขึ้น
.....

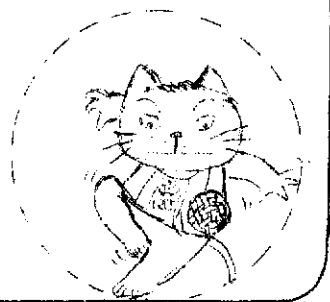
10) จากกรอบที่ ๘ ถ้าใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสาร จะได้ว่า อุณหภูมิเพิ่มขึ้น (ใช้มือแตะข้างภาชนะจะรู้สึกร้อน) ส่วนในกรอบที่ ๙ จะได้ว่าอุณหภูมิลดลง (ใช้มือแตะข้างหลอดทดลองจะรู้สึกเย็น)

แสดงว่า ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมี..... เข้าเกี่ยวข้องเสมอ

11) " ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี "

ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี จะต้องมีการ พลังงาน มาเกี่ยวข้องเสมอ เพราะในการเกิดปฏิกิริยาเคมี ต้องมีการสลายพันธะ และสร้างพันธะอยู่เสมอ โดยการดูดพลังงาน เพื่อให้สลายพันธะเดิม และคายพลังงานเนื่องจากการสร้างพันธะใหม่

ดังนั้น ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี จึงต้องมี
มาเกี่ยวข้องเสมอ.



เนลย

9) การเกิดก๊าซ (หรือการไต่กลืนของก๊าซ)

10) จะมี พลังงาน (หรือ พลังงานความร้อน) เข้าเกี่ยวข้องกับเสมอ

11) มี พลังงาน มาเกี่ยวข้องกับเสมอ

12) ถ้าพลังงานที่ถูกเข้ามา เพื่อใช้ในการสลายพันธะของสารทั้งต้น มากกว่า พลังงานที่ได้ (คายออก) จากการสร้างพันธะของสารใหม่ จะเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อน

ฉะนั้น ปฏิกิริยาดูดความร้อน จะเกิดขึ้นเมื่อ พลังงานที่ถูกเข้ามา เพื่อใช้สลายพันธะมีค่า พลังงานที่คายออก เนื่องจากการสร้างพันธะใหม่

13) และปฏิกิริยาเคมีใด ๆ ที่มีผลให้ระบบมีอุณหภูมิต่ำลง ระบบจะถูกพลังงานจากสิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง (อาจใช้มือแตะข้างภาชนะ ทำให้รู้สึกเย็น) เรียกว่า ปฏิกิริยาคายความร้อน

ฉะนั้น ปฏิกิริยาคายความร้อน หมายถึง

14) ถ้าพลังงานที่ถูกเข้ามาเพื่อใช้ในการสลายพันธะของสารทั้งต้น น้อยกว่า พลังงานที่ได้ (คายออก) จากการสร้างพันธะของสารใหม่ จะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อน

ฉะนั้น ปฏิกิริยาคายความร้อน จะเกิดขึ้นเมื่อ พลังงานที่ถูกเข้ามาเพื่อใช้สลายพันธะของสารทั้งต้น มีค่า พลังงานที่ได้ (คายออก) เนื่องจากการสร้างพันธะใหม่

15) และ ปฏิกิริยาเคมีใด ๆ ที่มีผลให้ระบบมีอุณหภูมิสูงขึ้น ระบบจะคายพลังงานให้สิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (อาจใช้มือแตะข้างภาชนะทำให้รู้สึกร้อน) เรียกว่า ปฏิกิริยาคายความร้อน

ฉะนั้น ปฏิกิริยาคายความร้อน หมายถึง

เฉลย

12) มีค่า มากกว่า พลังงานที่คายออก

13) ปฏิกิริยาเคมีใด ๆ ที่มีผลให้ระบบมีอุณหภูมิต่ำลง
ระบบจะถูกพลังงานจากสิ่งแวดล้อม ทำให้
สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง

14) มีค่า น้อยกว่า พลังงานที่คายออก

15) ปฏิกิริยาเคมีใด ๆ ที่มีผลให้ระบบมีอุณหภูมิสูงขึ้น
ระบบจะคายพลังงานให้สิ่งแวดล้อม ทำให้
สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

16) นักเรียนก็ได้แนวความรู้เกี่ยวกับ " ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเกิด-ปฏิกิริยาเคมี " ไปแล้ว ต่อจากนี้ไปนักเรียนก็จะได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง ที่ 1.6 เรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี ก่อนลงมือปฏิบัติการทดลอง นักเรียนต้องปฏิบัติดังนี้

- นักเรียนต้องศึกษาจุดประสงค์ของการทดลองให้เข้าใจ
- นักเรียนทุกคนต้องศึกษาวิธีทำการทดลอง ให้ละเอียดและเข้าใจ ถ้ามีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ ให้ปรึกษาครูผู้ควบคุมทันที อย่าปล่อยทิ้งไว้
- เมื่อเข้าใจวิธีทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน กลุ่มละประมาณ 4 คน/อุปกรณ์ 1 ชุด เพื่อทำการทดลองร่วมกัน



นักเรียนคงพร้อมแล้ว ถ้าเช่นนั้น
ปฏิบัติการทดลอง ที่ 1.6 ดัง
รายละเอียดในกรอบที่ 17 ได้ต่อไปละ

17) การทดลองที่ 1.6 พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี

จุดประสงค์

เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อุปกรณ์	สารเคมี
1. ถ้วยกระเบื้อง 1 ใบ	1. กาลีเซอรอล
2. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³ 1 ใบ	2. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
3. หลอดหยด 1 หลอด	3. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 4. แอมโมเนียมคลอไรด์ 5. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน และสีแดง

วิธีทดลองตอนที่ 1

1. ใส่โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ประมาณ 1 กรัม (2 ซ้อน เบอร์ 2) ในถ้วยกระเบื้อง หยคนบ้างไป 2-3 หยค
2. หยคกลีเซอรอล 2-3 หยคลงบนโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ขึ้นนั้น สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 2

1. ผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ กับ แอมโมเนียมคลอไรด์ อย่างละประมาณ 2 กรัม (อย่างละประมาณ 4 ซ้อน เบอร์ 2) ในบีกเกอร์ขนาด 50 cm³ คนให้เข้ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
2. ใช้มือจับค้ำนอกของภาชนะ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. ใช้กระดาษลิตมัสชุบน้ำให้ขึ้นไปอังเหนือบีกเกอร์ สังเกตผล

ข้อควรระวังขณะทดลอง

- อย่าใช้สารมากกว่าปริมาณที่กำหนดไว้ เพราะอาจเกิดอันตรายขึ้น
- ในการสังเกตปฏิกิริยาต่าง ๆ ให้อยู่ห่างจากภาชนะพอสมควร เพื่อป้องกันสารกระเด็นถูกส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
<u>ตอนที่ 1</u>	
กลีเซอรอล กับ	
โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	
<u>ตอนที่ 2</u>	
แคลเซียมไฮดรอกไซด์ กับ	
แอมโมเนียมคลอไรด์	

เฉลย

ตัวอย่างผลการทดลอง 1.6

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
ตอนที่ 1	เมื่อหยดกลีเซอรอลลงบนโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต สักครู่จะเห็น <u>ควันขาว</u> เกิดขึ้น มี <u>เสียงปะทุ</u> เหมือนถ่านแตก อาจมีสารกระเด็นออกนอกภาชนะ ของแข็งในถ้วยกระ เป๋องมีลักษณะคล้าย <u>ถ่านไฟแดง</u> ๗ ในที่สุดเป็น <u>ผงสีขาว</u>
ตอนที่ 2	เมื่อแกะค้ำนอกของบิกเกอร์ที่บรรจุแคลเซียม- ไฮดรอกไซด์ กับ แอมโมเนียมคลอไรด์ จะรู้สึก <u>เย็น</u> และกระดาษลิตมัส <u>สีแดง</u> จะเปลี่ยนเป็น <u>สีน้ำเงิน</u> พร้อมกันนั้นจะได้ <u>กลิ่นของก๊าซแอมโมเนีย</u> ด้วย

ครูจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เสนอผลการทดลอง
บนกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณา
และอภิปรายร่วมกัน เสร็จแล้วค่อยศึกษากันต่อไป



18) ในการทดลองตอนที่ 1 มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่

ถ้ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น นักเรียนตัดสินใจอย่างไรว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น

.....

19) ในการทดลองตอนที่ 1 เมื่อเสร็จสิ้นปฏิกิริยาเคมี นักเรียนใช้มือแตะด้านนอกของ
ภาชนะ จะรู้สึก ถ้ามือนักเรียนจับเป็นสิ่งแฉก ล้อม แสดงว่าการทดลอง
ในตอนที่ 1. ระบบทำให้สิ่งแฉก ล้อม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น จึงเป็นปฏิกิริยาประเภท

.....

20) ในการทดลองตอนที่ 1 การตัดสินใจว่ามีสารใหม่เกิดขึ้น นอกจากจะดูจากสี และ
ลักษณะ แล้ว นักเรียนอาจทดสอบโดยตัดวงสี มาเล็กน้อยละลายน้ำ จะได้สาร-
ละลายสีเขียว แสดงว่าเป็นสารใหม่ เพราะมีสีผิดไปจากสีเดิมของโพแทสเซียมเปอร์
แมงกาเนต (ซึ่งเป็นสีม่วงแดง)

ฉะนั้น การได้สารละลายสีเขียวนี ก็ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินว่าเกิด.....
ขึ้น เช่นกัน

21) ในการทดลองตอนที่ 2 มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่

ถ้ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น นักเรียนตัดสินใจอย่างไรว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น

.....

เฉลย

18) มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

ตัดสินได้จาก มีควันสีขาว , มีสีค้ำ ซึ่งเป็นสารใหม่

19) รู้สึก ร้อน

เป็นปฏิกิริยา ประเภท คายความร้อน

20) เกิด ปฏิกิริยาเคมี ขึ้นเช่นกัน

21) มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

ตัดสินได้จาก มีสารที่มีกลิ่นฉุนของ แอมโมเนีย (เป็นกาซ)

และเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

22) ในการทดลองตอนที่ 2 นักเรียนใช้มือจับคานนอกของภาชนะ จะรู้สึก.....
ถ้ามือนักเรียนจับเป็นสิ่งแฉกล่อม แสดงว่า การทดลองในตอนที่ 2 ระบบดูด
พลังงานจากสิ่งแฉกล่อม ทำให้สิ่งแฉกล่อมมีอุณหภูมิลดลง จึงเป็นปฏิกิริยาประเภท
.....

23) ในการทดลองตอนที่ 2 นักเรียนใช้กระดาษลิตมัสชุบน้ำให้ขึ้น ไปอังเหนือบีกเกอร์
ผลปรากฏว่า กระดาษลิตมัสสี..... เปลี่ยนเป็นสี.....
แสดงว่ากาซที่เกิดขึ้นใหม่ มีคุณสมบัติเป็น กรด , กลาง หรือ เบส

24) พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี ที่ศึกษามาแล้วนี้ เป็นพลังงานความร้อนเกือบทั้งหมด
อย่างไรก็ตาม มีพลังงานรูปอื่นเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีด้วย เช่น พลังงานไฟฟ้า
โดย ในการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า เราใช้กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ในทางกลับ
กัน พลังงานเคมีจากปฏิกิริยาเคมี อาจทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ เช่น ปฏิกิริยาเคมี
ในถ่านไฟฉาย หรือ แบตเตอรี่ เป็นต้น

ฉะนั้น พลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี มีหลายรูป เช่น พลังงาน.....
พลังงาน และ พลังงาน เป็นต้น

25)



เพื่อจะได้ทราบว่า ที่นักเรียนได้ศึกษา
และทำการทดลองจากบทเรียนนี้แล้ว
บรรจุประสบการณ์เล็กน้อยเพียงใด
ก็ขอให้นักเรียนได้ตอบคำถามเหล่านี้

ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ มีพลังงานเข้าเกี่ยวข้องหรือไม่

เฉลย

22) รู้สึก เย็น

ประเภท อุณหภูมิต่ำ

23) สี แดง เปลี่ยนเป็น สีน้ำเงิน

ก๊าซ มีสมบัติเป็น เบส

24) พลังงาน ความร้อน , พลังงาน ไฟฟ้า

พลังงาน เคมี

25) มี พลังงานเข้าเกี่ยวข้อง

26) พลังงานที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ ได้แก่พลังงานรูปใดบ้าง
(ให้อธิบายอย่างน้อย 3 ชนิด)

- (1) (2)
(3) (4)
(5) (6)

27) พลังงานที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีที่เรากล่าวถึงในบทเรียนนี้ส่วนใหญ่ คือ
พลังงานความร้อน
ฉะนั้น ในการทดลองตอนที่ 1. ปฏิกิริยาระหว่าง กัลลีเชอรอล กับ โพแทสเซียม-
เปอร์แมงกาเนต เป็นปฏิกิริยาประเภทใด หรือ คายความร้อน

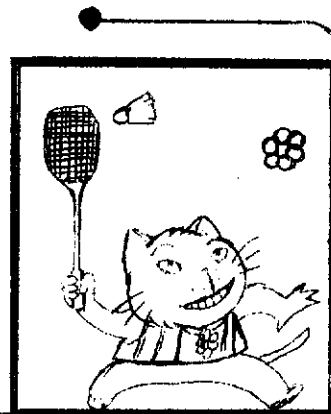
28) จากกรอบที่ (27) แสดงว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในตอนต้นที่ 1. มีผลให้สิ่งแวดล้อม
มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น หรือลดลง

29) ในการทดลองตอนที่ 2. ปฏิกิริยาเคมีระหว่าง แคลเซียมไฮดรอกไซด์ กับ
แอมโมเนียมคลอไรด์ เป็นปฏิกิริยาชนิดใด หรือ คายความร้อน

30) จากกรอบที่ (29) แสดงว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในตอนต้นที่ 2.

มีผลให้สิ่งแวดล้อม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น หรือ ลดลง

.....



เฉลย

26) สำหรับคำตอบในกรอบนี้ นักเรียนอาจตอบเป็น
พลังงาน ได้หลายรูป แต่ถ้าตอบว่า พลังงานความร้อน
พลังงานไฟฟ้า พลังงานเคมี ฯลฯ ก็เป็นพลังงานที่
เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนได้ศึกษาจากบทเรียนนี้

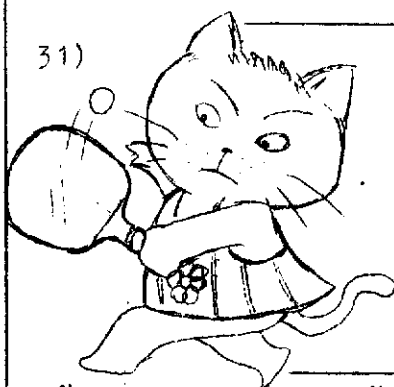
27) เป็นปฏิกิริยา คายความร้อน

28) สิ่งแวดล้อม มีอุณหภูมิ เพิ่มขึ้น

29) เป็นปฏิกิริยา ดูดความร้อน

30) สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิ ลดลง

31)



เพื่อเป็นการสรุปให้นักเรียนได้เข้าใจ
ในบทเรียนนี้ยิ่งขึ้น ขอให้นักเรียนได้ตอบ
คำถามเหล่านี้เป็นการบ้าน (ตั้งแต่กรอบ
31-35) โดยทำลงในสมุดแบบฝึกหัด
ของนักเรียน แล้วนำส่งครูในวันรุ่งขึ้น

ข้อ 1. ปฏิบัติการวัดความร้อน หมายถึง
.....

32) ข้อ 2. ปฏิบัติการคายความร้อน หมายถึง.....
.....

33) ให้นักเรียนศึกษาจากตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3-5

สารเคมีที่ผสมกัน	อุณหภูมิที่วัดได้ ($^{\circ}\text{C}$)		การเปลี่ยนแปลง ที่สังเกตได้
	ก่อน	หลัง	
สารละลายไฮดรอกไซด์ของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ กับ สารละลายไฮดรอกไซด์ของแคลเซียม (II) ในเบรค	29	27	ตะกอนสีขาว (กังภาพ)



ข้อ 3. การผสมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ กับ สารละลายเลด(II)ใน-
 เกรด มีปฏิกิริยาเคมี เกิดขึ้นหรือไม่
 ถ้ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น นักเรียนตัดสินใจจากอะไร จึงบอกได้ว่ามีปฏิกิริยา
 เคมี เกิดขึ้น

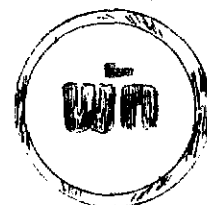
34) ข้อ 4. ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในกรอบที่ (33) เป็นปฏิกิริยาดูด หรือ คายความร้อน

35) ข้อ 5. ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในกรอบที่ (33) มีผลให้สิ่งแวดล้อม(เทอร์โมมิเตอร์)
 มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น หรือ ลดลง

36) นักเรียนคงมีความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนนี้
 เป็นอย่างดีแล้ว และพร้อมที่จะทำการบ้าน
 กันแล้ว ถ้าเช่นนั้นเพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลา
 ก็ขอยุติบทเรียนนี้ไว้เพียงเท่านี้
 พบกันใหม่ในบทเรียนต่อไป อ้อ...
 อย่าลืมการบ้านที่ต้องส่งพรุ่งนี้นะ
 (ถ้าคิดทำเสียแต่เดี๋ยวนี้ เท่ากับ
 ทำสำเร็จไปแล้วครึ่งหนึ่ง)



สวัสดีเพื่อน ๆ ทุกคน
 ไปก่อนละ
 แว็บ แว็บ ...



บทเรียนโปรแกรม

ประกอบ

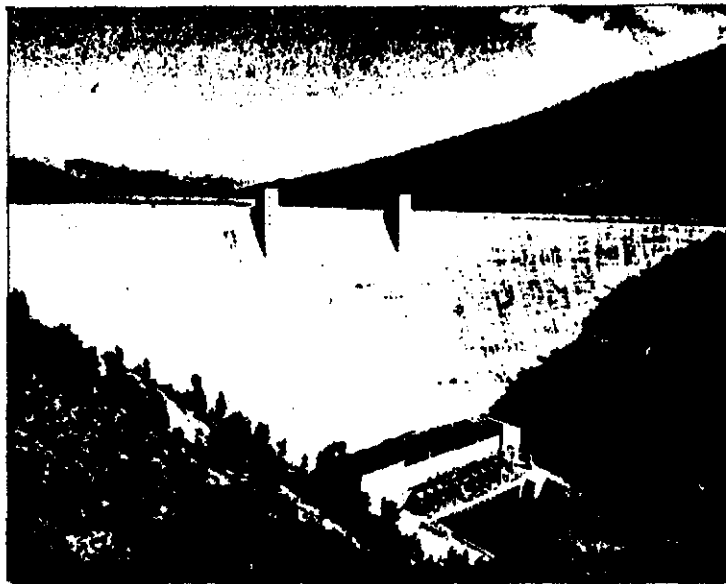
เหตุการณ์การศอนชอบกานเษ

เรื่อง



พลังงานกับชีวิตประจำวัน

เล่ม 13



นิตยา ทวีทองการ

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

เรื่อง พลังงานกับชีวิตประจำวัน

เวลา 1 คาบ

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถยกตัวอย่าง และบอกความสำคัญของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่าง เชื้อเพลิง ที่ให้พลังงานต่าง ๆ ได้ พร้อมทั้งบอกประโยชน์ของเชื้อเพลิงนั้น ๆ
2. นักเรียนบอกความสำคัญของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้

ชนิดของสมรรถภาพ

- ทักษะเชาวนปัญญา
- ข้อเท็จจริง

ประสบการณ์เดิม นักเรียนเคยศึกษา เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลงมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

.....

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่

บทเรียนโปรแกรมประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเย่ เรื่อง
 " พลังงานกับชีวิตประจำวัน " เป็นบทเรียนโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์การ
 สอนของกานเย่ 9 เหตุการณ์ ดังนี้คือ

1) ให้ความสนใจ	ได้แก่	กรอบที่	1-3
2) บอกจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	4-5
3) ทบทวนความรู้เดิม	ได้แก่	กรอบที่	6-9
4) เสนอบทเรียนใหม่	ได้แก่	กรอบที่	10-11
5) ครูให้แนวความรู้ แนะนำให้เกิดการเรียนรู้	ได้แก่	กรอบที่	12-24
6) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อแสดง พฤติกรรมตามจุดประสงค์	}	ได้แก่	กรอบที่ 25-30
7) นักเรียนทราบผลการปฏิบัติ			
8) ประเมินผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์	ได้แก่	กรอบที่	31-39
9) เน้นให้เกิดความแม่นยำ และสามารถนำ- ไปใช้ในสถานการณ์อื่น การให้ทำแบบฝึก- หัดเสริม การสรุป ย้ำ ให้การบ้าน ทำรายงาน หาความรู้เพิ่มเติม	ได้แก่	กรอบที่	40-47

.....

“ พลังงานกับชีวิตประจำวัน ”

1)



จากภาพ “ การต้มน้ำให้เดือด ” เป็นภาพที่นักเรียนพบเห็นเสมอในชีวิตประจำวัน
ซึ่ง น้ำ ในกาต้มน้ำใบนี้จะเดือดได้ ต้องอาศัยพลังงานรูปใด.....

2) ไร้อ้อ น้ำในกาต้มน้ำจะเดือดได้ ต้องอาศัยพลังงานความร้อน ซึ่งพลังงานความร้อน
นี้อาจได้จากเชื้อเพลิงต่าง ๆ เช่น ถ่าน, หิน, ก๊าซหุงต้ม ฯลฯ
ฉะนั้น เชื้อเพลิง ซึ่งเป็นแหล่งให้พลังงานที่เราพบเห็นและใช้เสมอในชีวิตประจำวัน
ได้แก่..... และ ฯลฯ

3) ถ้านักเรียนติดตามบทเรียนนี้ต่อไป นักเรียนจะได้รู้จักเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ พร้อม
ด้วยประโยชน์ของเชื้อเพลิงชนิดนั้น ๆ อย่างละเอียด
แต่ก่อนอื่น ขอให้นักเรียนได้ศึกษาคู่มือประสงค์ของบทเรียนนี้ก่อน

เฉลย

1) พลังงานความร้อน

2) ถ่าน , ฟืน , กาซหุงต้ม ฯลฯ

- 4) จุดประสงค์ของบทเรียนนี้ มีดังนี้คือ

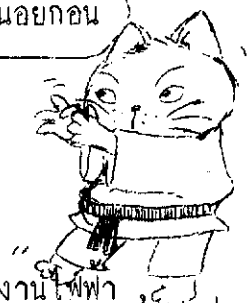
เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ
ยกตัวอย่างเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานต่าง ๆ ได้



- 5) เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถบอกความสำคัญของพลังงาน
ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้

- 6) ก่อนศึกษาบทเรียนใหม่ เรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักเล็กน้อยก่อน

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนได้ศึกษาถึงเรื่อง
" พลังงานและการเปลี่ยนแปลง " โดยได้ทราบว่า ในชีวิต
ประจำวันของเรา ต้องเกี่ยวข้องกับพลังงานต่าง ๆ เช่น
พลังงานความร้อน , พลังงานแสง , พลังงานเสียง , พลังงานไฟฟ้า ,
พลังงานกล (เช่นพลังงานน้ำ) ฯลฯ



ดังนั้น ตัวอย่างของพลังงานรูปต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ได้แก่.....
.....

- 7) การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรา นี้ เนื่องจากมีพลังงานเข้าไปเกี่ยวข้อง
เช่น พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอขึ้นไปในบรรยากาศ
และไอน้ำนี้รวมตัวตกลงมาเป็นน้ำฝน น้ำที่กักเก็บไว้ในที่สูงเมื่อปล่อยให้น้ำไหลลงสู่ที่ต่ำ
จะมีพลังงานพอที่จะนำไปใช้หมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้ได้พลังงานไฟฟ้า
ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย

ดังนั้น จากตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงที่กล่าวมานี้ ล้วนมี.....
เข้าไปเกี่ยวข้องทั้งสิ้น.

โดย

6) พลังงานความร้อน , พลังงานแสง, พลังงานเสียง ,
พลังงานไฟฟ้า , พลังงานกล ฯลฯ

7) มี พลังงาน เข้าไปเกี่ยวข้องกับ

8) ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานแสงสว่าง และพลังงานความร้อนที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ บางประเทศมีการนำพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์มาเตรียมน้ำจืดจากน้ำทะเล , ทำน้ำร้อนใช้ในบ้านเรือน และใช้หุงต้มอาหาร แพนเชื้อเพลิงอย่างอื่น

ดังนั้น ต้นกำเนิดของพลังงานความร้อนและแสงสว่างที่สำคัญและจำเป็นต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ คือ

9) ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เกี่ยวข้องกับพลังงานหลายรูปด้วยกัน นอกเหนือจากพลังงานความร้อน และพลังงานแสงสว่าง ดังที่กล่าวแล้ว นักเรียนจะได้ศึกษาถึงพลังงานรูปอื่น ๆ อย่างละเอียดในบทเรียนใหม่ที่จะกล่าวถึงในกรอบต่อไป

10)



สวัสดี นักเรียน เรามาเริ่มบทเรียนใหม่กันเถอะ ซึ่งจะกล่าวถึง " พลังงานกับชีวิตประจำวัน "



ในชีวิตประจำวัน เราจะพบตัวอย่างของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสาร อยู่มาก เช่น " การหมักปุ๋ยอินทรีย์ " เมื่อหมักส่วนผสมต่าง ๆ เข้าด้วยกันนาน ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานโดยให้ความร้อนออกมา

ฉะนั้น การหมักปุ๋ยอินทรีย์ ผลสุดท้ายจะนำพลังงาน.....ออกมา.



เคย

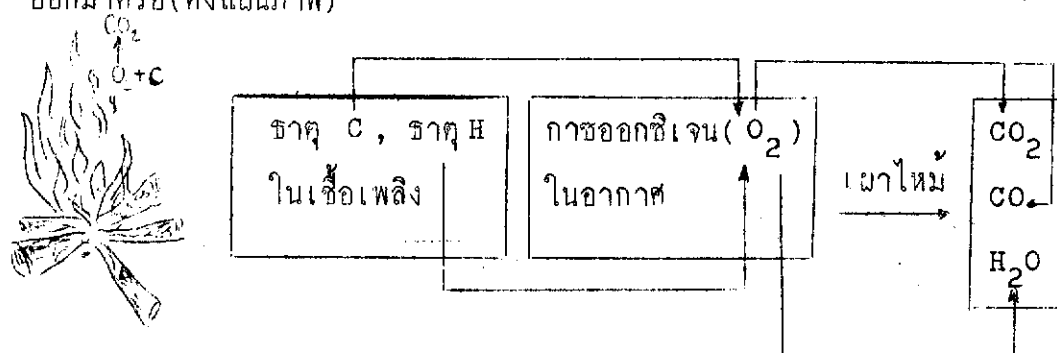
8) ควงอาทิตย์

10) พลังงาน ความร้อน ออกมา

11) โดยปกติ ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จะเริ่มด้วยเราต้องให้ความร้อนกับเชื้อเพลิง จนเชื้อเพลิงนั้นมีอุณหภูมิสูงถึง " ช็อคติไฟ " ก่อน ต่อจากนั้นเชื้อเพลิงจึงจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน แล้วให้ความร้อนออกมา และความร้อนที่เกิดขึ้น จะช่วยให้เกิดการเผาไหม้ ต่อไป

ฉะนั้น การที่เชื้อเพลิงใด ๆ จะเกิดการเผาไหม้ได้ เชื้อเพลิงนั้น ๆ ต้องมีอุณหภูมิสูงถึงช็อค..... ก่อน.

12) ต่อไปนี้เราจะมาศึกษาถึงเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในประเทศไทย เช่น ฟืน , แกลบ , ถ่าน , ถ่านหิน และผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม(เช่น ก๊าซหุงต้ม, น้ำมันเบนซิน, น้ำมันก๊าด เป็นต้น) ธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเชื้อเพลิงเหล่านี้คือ คาร์บอน(C) และ ไฮโดรเจน (H) ฉะนั้นการเผาไหม้จึงทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำ (H_2O) เป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ อาจมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซึ่งเป็นพิษ และสารอื่น เช่นเขม่า ฝุ่น ออกมาด้วย(ดังแผนภาพ)



ฉะนั้น ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ทำให้เกิดก๊าซ.....

และ เป็นส่วนใหญ่ แต่อาจมีก๊าซ

ซึ่งเป็นพิษ และเขม่า ฝุ่นออกมาด้วย.



เฉลย

11) สูงถึงซีก คิกไฟ

12) เกิดก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ และ ไอน้ำ
แต่อาจมีก๊าซ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ซึ่งเป็นพิษ

- 13) ฟืน และ ถ่าน เป็นเชื้อเพลิงที่ได้มาจากไม้ ซึ่งมีใช้กันมากในชนบท และต้องใช้ด้วยความรอบคอบ เพราะถ้าตัดไม้มาใช้โดยไม่มีการปลูกทดแทน จะทำให้เสียอุตสาหกรรมชาติ ได้
- ฉะนั้น เชื้อเพลิงที่ได้จากไม้ และมีใช้กันมากในชนบท ได้แก่ และ ...

- 14) การตัดไม้ " เพื่อใช้ทำฟืนและถ่าน " ทุกครั้งควรมีการปลูก.....
เพื่อมิให้เสียอุตสาหกรรมชาติ

- 15) ถ่านหิน เป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติชนิดหนึ่ง มีส่วนประกอบของสารหลายชนิด ธาตุที่สำคัญคือ คาร์บอน ถ่านหินมีต้นกำเนิดจากการสะสมของส่วนที่สลายตัวของพืชซึ่งทับถมอยู่ในหนองบึง นับได้เป็นสิบล้านปี ต่อมาเกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก บางแห่งอาจถูกทับถม หรือยกตัวให้สูงขึ้น หรือทรุดตัวลง ความกดดัน ความร้อนที่อยู่ใต้พื้นโลกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพืชพันธุ์ไม้เหล่านี้ไปเป็นถ่านหิน ได้แก่ พีต (Peat) , ลิกไนต์ , ซับ-ไบตูมินัส , ไบตูมินัส และ แอนทราไซต์ .
- เชื้อเพลิงธรรมชาติชนิดหนึ่งซึ่งให้พลังงานความร้อนสูงกว่า ฟืน และ ถ่าน ได้แก่ นั่นเอง
 - ตัวอย่างของถ่านหิน ได้แก่ , ... , ... , ... และ



เฉลย

13) พิน และ ถ่าน

14) ปลุก ทดแทน

15) - ถ่านหิน

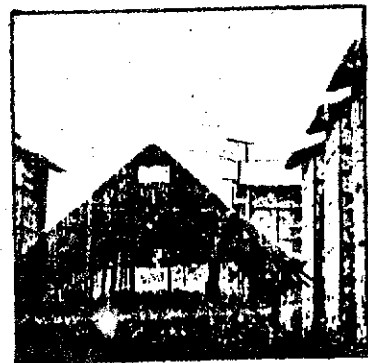
- ได้แก่ ฟิต , ลิกไนต์, ซับไบทูมินัส ,
ไบทูมินัส และ แอนทราไซต์

- 16) ถ่านหินที่มีในปัจจุบันในประเทศไทย เป็นถ่านหินประเภทลิกไนต์ ได้จากถ้ำอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และที่อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดกระบี่ และอำเภอสี จังหวัดอำนาจเจริญ และกำลังดำเนินการที่ อำเภอองาว จังหวัดลำปาง

แหล่งลิกไนต์ แม่เมาะ จ.ลำปาง ใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าและบ่มในยาสูบ



แหล่งลิกไนต์ จ.กระบี่



จากภาพที่เห็น เป็นแหล่งลิกไนต์ จากจังหวัด และจังหวัด.....

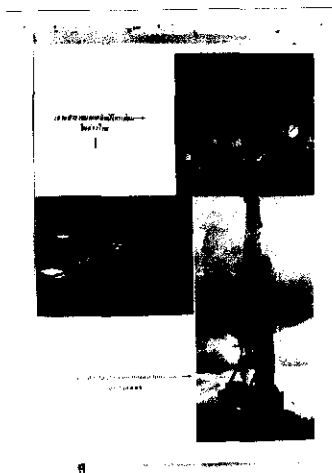
เนลย

16) จังหวัด ลำปาง และ กระบี่

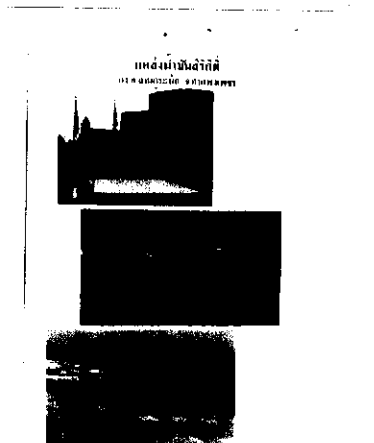
17) เชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูง และใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน คือ เชื้อเพลิงที่ได้จาก ปิโตรเลียม (โดยได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม หรือ น้ำมันดิบ)

น้ำมันปิโตรเลียม มีกำเนิดจาก สารอินทรีย์ ซึ่งสะสมรวมอยู่กับ ตะกอน (**Sediments**) อยู่ในสภาพที่เหมาะสม และใช้เวลานานนับล้าน ๆ ปี สารอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิตในทะเล มีความสำคัญในการกำเนิดปิโตรเลียม มากกว่า สารอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิตบนบก

ปิโตรเลียมกำเนิดจากสารอินทรีย์ที่ถูกฝังอยู่ในหินเนื้อละเอียด เช่น หิน-ดินดานสีเทา เป็นต้น ซึ่งหินพวกนี้ไม่มีรูพรุนที่จะเก็บปิโตรเลียมไว้ได้ ดังนั้นเมื่อถูกกดดันมากขึ้น ปิโตรเลียมที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ไป และจะไปสะสมตัวอยู่ในบริเวณที่สามารถกักเก็บปิโตรเลียมได้.



(ต่อจากกรอบที่ 17)



เชื้อเพลิงที่ได้จาก เป็นเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูง
และใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน

แหล่งน้ำมันดิบ และกาธรรมชาติที่สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ ได้ทรง
พระกรุณาโปรดเกล้า ฯ พระราชทานพระนามาภิไธย เป็นชื่อแหล่งน้ำมัน
คือ แหล่งน้ำมัน กิ่งอำเภอ
จังหวัด

เฉลย

17) ได้จาก ปิโตรเลียม

- คือแหล่งน้ำมัน สิริกิติ์ กิ่งอำเภอ ลานกระบือ
จังหวัด กำแพงเพชร

18) กาขรรณชาติ เป็นเชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่ง ที่ให้พลังงานสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่นเดียวกับเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม เช่น เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า, หุงต้มในบ้านเรือน, เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ และมีการพบกาขรรณชาติจำนวนมากในอ่าวไทย ส่วนบนบกก็มีการพบที่ทุ่งอ่า, ลาดานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร การนำกาขรรณชาติเหล่านี้ขึ้นมาใช้ จะช่วยลดปริมาณการซื้อเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ได้

ดังนั้น เชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่งที่ให้พลังงานสูง เช่นเดียวกับเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม คือ.....

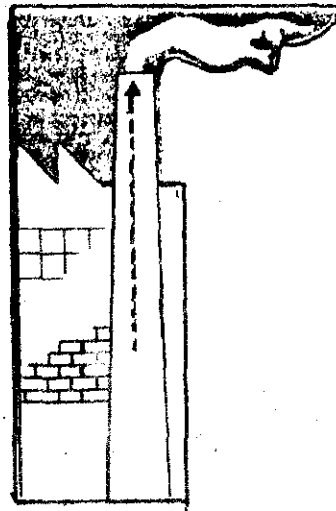
19) เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ นำมาใช้เพื่อความสะดวกในการดำรงชีวิต แต่การใช้เชื้อเพลิงก็ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา เช่น ทำให้อากาศเสีย น้ำเสีย ดินเสีย เป็นต้น ดังนั้น การใช้เชื้อเพลิงจึงต้องใช้อย่างประหยัดและระมัดระวัง กำนึงถึงสิ่งแวดล้อมด้วย



โดย

18) คือ ภาวะรวมชาติ

(ต่อจากกรอบที่ 19)



จากภาพรอง น้ำเสียทำให้ปะอาตาย , ภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม, ภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนยานพาหนะ ซึ่งปล่อยก๊าซเสียออกสู่อากาศโดยรอบ สิ่งเหล่านี้ก็เป็นปัญหา.....
 ซึ่งเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงนั่นเอง ดังนั้นการใช้เชื้อเพลิงจึงต้องใช้อย่างไร...

เฉลย

19) ปัญหา สิ่งแวกล้อม

- ใช้อย่างประหยัดและระมัดระวัง

คำนึงถึงผลเสียที่จะเกิดกับสิ่งแวกล้อมด้วย ฯลฯ

20) เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน ปิโตรเลียม และ ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน มีจำนวนจำกัด จึงต้องช่วยกันประหยัด และพยายามหาแหล่งพลังงานใหม่ขึ้นทดแทน แหล่งพลังงานที่ได้รับความสนใจขณะนี้ ได้แก่ แอลกอฮอล์

" แอลกอฮอล์ " ผลิตได้จากผลผลิตทางการเกษตร เช่น อ้อย เป็นต้น แอลกอฮอล์สามารถใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ ทำให้ประหยัดน้ำมันเบนซิน ได้มาก

ฉะนั้น สิ่งที่ผลิตได้จากผลผลิตทางการเกษตร เช่น อ้อย และใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน คือ

21) แหล่งพลังงานทดแทนลำดับต่อมา ได้แก่ หินน้ำมัน

" หินน้ำมัน " คือหินชั้นชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุในรูปของสารที่เรียกว่า เคโรเจน และ เคโรเจน นี้เอง เมื่อถูกทำให้ร้อนด้วยวิธีใด วิธีหนึ่ง ประมาณ 500 องศาเซลเซียส จะให้ น้ำมัน และก๊าซไฮโดรคาร์บอน ออกมา ส่วนการเกิดของหินน้ำมันนั้น ก็เกิดจากพวกพืชและสัตว์ที่ตายแล้ว ซึ่งได้สะสมรวมกันกับเศษหิน ดินทรายต่าง ๆ อยู่ในที่ที่เคยเป็นแอ่งน้ำขนาดใหญ่ทั่วไปมาก่อน เมื่อเวลาได้ผ่านไปนานนับล้านปี พวกอินทรีย์วัตถุ อันได้แก่ ซากพืชและสัตว์ดังกล่าวนั้น จะแปรสภาพเป็นสารคล้ายยางเหนียว ๆ หรือที่เรียกว่า เคโรเจน ส่วนเศษหินดินทรายต่าง ๆ ซึ่งมีสารเคโรเจน อยู่ด้วยนี้ ก็จะแปรสภาพเป็นหินชั้นออกสีเข้ม ๆ เรียกว่า หินน้ำมัน

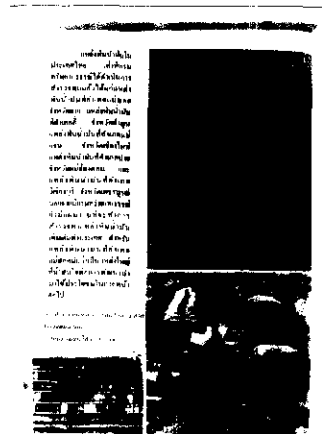
สำหรับแหล่งหินน้ำมัน ของไทย มีการพบทางตอนเหนือของประเทศ ได้แก่ แหล่งหินน้ำมันที่อำเภอแม่สลด จังหวัดตาก ซึ่งนับเป็นแหล่งใหญ่ที่น่าสนใจต่อการพัฒนานำมาใช้ประโยชน์ในภายหน้าต่อไป นอกจากนี้ยังสำรวจพบที่ อำเภอสี จังหวัดลำพูน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอ-วิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

(มีต่อหน้า 15)

เฉลย

20) คือ แอลกอฮอล์

(ต่อจากกรอบที่ 21)



จากภาพ แสดงให้เห็นว่า ทรัพยากรธรรมชาติที่อาจนำมาแยกเอาน้ำมันเชื้อเพลิง
มาใช้ประโยชน์ ซึ่งพบทางตอนเหนือของประเทศไทย เช่นที่อำเภอแม่สลด จังหวัด
ตาก คือ นั่นเอง.

และ " หินน้ำมัน " มีส่วนประกอบที่เป็นอินทรีย์วัตถุที่สำคัญที่เรียกว่า



โดย

21) คือ ดินน้ำมัน

- เรียกว่า เคโรเจน

22) แหล่งพลังงานทดแทนลำดับต่อมา ได้แก่ สารกัมมันตรังสี

" สารกัมมันตรังสี " เป็นแหล่งพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง การเปลี่ยนแปลงของสารกัมมันตรังสีในปฏิกิริยานิวเคลียร์ ให้พลังงานจำนวนมหาศาล ปัจจุบันหลายประเทศก็ได้นำเอาสารกัมมันตรังสีมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า บ้างแล้ว แต่ยังมีปัญหาในด้านความปลอดภัย จึงต้องศึกษาค้นคว้ากันต่อไป

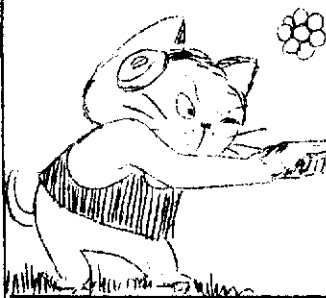
ฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงของสาร..... ในปฏิกิริยานิวเคลียร์ จะให้พลังงานจำนวนมหาศาล ซึ่งถือเป็นแหล่งพลังงานทดแทนในปัจจุบัน

23) ในปัจจุบันมีการศึกษาค้นคว้า เพื่อนำพลังงานธรรมชาติมาหมุนเวียนใช้ เช่น พลังงานจากน้ำ ลม และแสงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันเราสามารถนำพลังงานจากแสงอาทิตย์ มาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า กลั่นน้ำ และหุงต้ม ได้

ฉะนั้น แหล่งพลังงานธรรมชาติที่กำลังศึกษาค้นคว้าเพื่อนำมาหมุนเวียนใช้ให้เป็นประโยชน์ ได้แก่ พลังงานจาก , ... และ

24) การทำงานของเครื่องจักรทั้งหลาย ต้องใช้พลังงานจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ในขณะที่ร่างกายมนุษย์ก็ต้องใช้พลังงานเพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิต ซึ่งพลังงานที่ใช้ได้จากการเผาผลาญอาหาร

การเผาผลาญอาหารเป็นปฏิกิริยาเคมีระหว่าง อาหาร กับ ออกซิเจน ซึ่งคล้ายกับการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง แต่การเผาผลาญอาหารมีกลไกที่ซับซ้อนกว่า การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง



ฉะนั้น ในการเผาผลาญอาหาร และในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ต่างต้องอาศัยก๊าซ..... เพียงแต่กลไกของปฏิกิริยาซับซ้อนต่างกัน .

เฉลย

22) สาร กัมมันตรังสี

23) จาก น้ำ , ลม และ แสงอาทิตย์

24) อากาศ ออกซิเจน

25) การหมักนํ้าอินทรีย์ , การเผาไหม้เชื้อเพลิง , การเผาผลาญอาหารในร่างกาย
สิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ให้ ออกมา เช่น
พลังงานความร้อน เป็นต้น

26) เชื้อเพลิงทั้งหลาย จะเกิดการเผาไหม้ได้ ต้องมีอุณหภูมิสูงถึงขีด
ก่อน ต่อจากนั้น เชื้อเพลิงจึงทำปฏิกิริยากับ ออกซิเจน แล้วให้ความร้อนออกมา
จึงจะช่วยให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป

27) ธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเชื้อเพลิงทั้งหลายคือ ธาตุ และ
ธาตุ ดังนั้นในการเผาไหม้ (คือการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน)
จึงทำให้เกิดกาซคาร์บอนไดออกไซด์ และ ไอน้ำ และถ้าการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์อาจ
มีกาซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ เขม่า คั่ว

28) เชื้อเพลิงที่ใช้ในประเทศไทยในปัจจุบัน ได้แก่

1)	2)
3)	4)
5)	6)

29)



แหล่งพลังงานทดแทน ที่กำลังได้รับความสนใจ ได้แก่

- | |
|----------|
| 1) |
| 2) |
| 3) |

เฉลย

25) ให้ พลังงาน ออกมา

26) สูงถึงสี่ กิโล

27) ธาตุ คาร์บอน และ ธาตุ ไฮโดรเจน

28) คำตอบของกรอบที่ 28 นี้ นักเรียนตอบได้มากมาย
ขอแค่เป็นชื่อเพลิงที่ใช้ในประเทศไทย และถ้านักเรียน
ตอบว่า ฟืน, ถ่าน, ถ่านหิน, เชื้อเพลิงที่ได้จากปิโตรเลียม,
ก๊าซธรรมชาติ ก็จะตรงกับที่เราได้ศึกษากันไปจากบทเรียนนี้

29) แหล่งพลังงานทดแทน :

- 1) แอลกอฮอล์
- 2) หินน้ำมัน
- 3) สารกัมมันตรังสี

(นักเรียนลองหาคำตอบเพิ่มเติมจากนี้ จะดีมาก)

- 30) ปัจจุบันมีการศึกษาค้นคว้า เพื่อนำพลังงานธรรมชาติมาหมุนเวียนใช้ จะได้ทดแทน
เชื้อเพลิงที่ใช้ในปัจจุบัน
พลังงานธรรมชาติเหล่านั้น ได้แก่ พลังงานจาก , ...
และ

31)



เพื่อให้ทราบว่า ที่นักเรียนได้ศึกษา
จากบทเรียนนี้ไปแล้ว บรรลุจุดประสงค์
มากน้อยเพียงใด ฉะนั้นให้นักเรียนได้
ตอบคำถามเหล่านี้ (กรอบ 31-39)

- ตัวอย่างของเชื้อเพลิงที่ให้พลังงาน ได้แก่ 1) 2)
3) 4) 5)
6) 7) 8)
.....

- 32) และ มักใช้เป็นเชื้อเพลิง เพื่อการหุงต้ม
ในปัจจุบัน ในชนบท .

- 33) เป็นเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานสูงกว่า ฟืน และ ถ่าน เช่น
ลิกไนต์ ได้จากแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และอำเภอดงหลวง จังหวัดกระบี่.

- 34) เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูง และใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน
ให้ผลิตภัณฑ์มากมาย เช่น ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด ฯลฯ

เฉลย

30) น้ำ ลม และ แสงอาทิตย์

31) กรอบที่ 31 นี้ นักเรียนตอบได้มากมาย เช่น

1) ฟัน 2) ถ่าน 3) ถ่านหิน 4) ปิโตรเลียม 5) ก๊าซธรรมชาติ
6) แอลกอฮอล์ 7) หินน้ำมัน 8) สารกัมมันตรังสี และยัง
อีกมากมาย ที่นักเรียนสามารถตอบได้

32) ฟัน และ ถ่าน

33) ถ่านหิน

34) ปิโตรเลียม

35) เป็นเชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่งที่ให้พลังงานสูง เช่นเดียวกับเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม มีการพบมากในอ่าวไทย ปัจจุบันใช้มากในการหุงต้ม, ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์

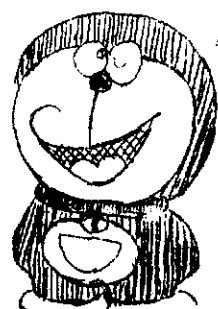
36) ได้จากผลิตภัณฑ์จากการเกษตร เช่นชานอ้อย , ชังข้าวโพด ได้มีการนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินใช้ในรถยนต์ เพื่อช่วยให้ประหยัดน้ำมันเบนซิน.

37) เป็นหินชั้นชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วย " เคโรเจน " ซึ่งเมื่อถูกความร้อนสูงพอ จะสลายให้น้ำมันออกมา

38) เป็นสารที่ใช้ในปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งจะให้พลังงานจำนวนมากมหาศาล

39) , ... และ เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติ ที่มีการศึกษาค้นคว้าเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน เป็นการทดแทนเชื้อเพลิงที่ใช้อยู่

40)



เพื่อเป็นการสรุปย่อให้นักเรียนได้เข้าใจในบทเรียนนี้มากยิ่งขึ้น จึงขอให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุด และจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เพื่อทำรายงานเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์แบบในเรื่องเกี่ยวกับเชื้อเพลิงธรรมชาติ โดยเลือกทำรายงานเพียง 1 เรื่องเท่านั้น จาก 3 เรื่องต่อไปนี้คือ 1) ถ่านหิน 2) หินน้ำมัน 3) ปิโตรเลียม แล้วนำส่งครูในชั่วโมงเรียนวิชานี้ในสัปดาห์ถัดไป.

เคย

35) กาชธรรมชาติ

36) แอลกอฮอล์

37) หินน้ำมัน

38) สารกัมมันตรังสี

39) น้ำ ลม และ แสงอาทิตย์

41)

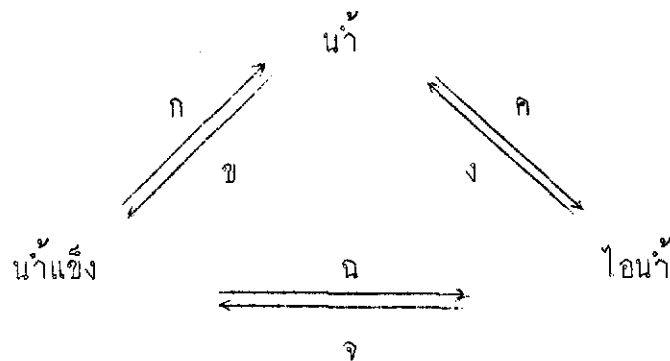


ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากบทเรียนทั้งหมดที่เรียนผ่านมาแล้ว
และทำแบบฝึกหัด (ตั้งแต่กรอบที่ 41-46) ลงในสมุดแบบฝึกหัด
ของนักเรียน แล้วนำเสนอในวันรุ่งขึ้น

ข้อ 1) เมื่อเผาผลิกลีเลื่องชนิดหนึ่งโดยหลอดทดลองที่ไม่มีอากาศให้ร้อนจัด ปรากฏ
ว่ามีของเหลวสีเทาเงิน และก๊าซสีม่วงเกิดขึ้น เมื่อเย็นลงจะได้ของแข็ง
สีเทาเงินกับของแข็งสีม่วงเข้มเกือบดำ ผลิกลีเลื่องนี้เป็น ซาตุ หรือ
สารประกอบ เพราะเหตุใด

42) ข้อ 2) เมื่อจะก่อไฟเตาถ่าน เหตุใดจึงต้องจุดกระดาษ ไม้ หรือไม้เชื้อฟืน
ให้ติดไฟลุกไหม้เสียก่อน

43) ข้อ 3) ในแผนภาพข้างล่างนี้ ตอนใดบ้างที่มีการเปลี่ยนแปลงประเภทของความร้อน
และตอนใดคายความร้อน

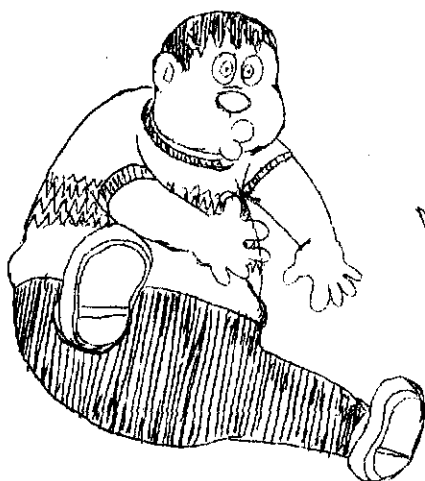


44) ข้อ 4) ในการทดลอง 1.5 หลอดทดลองที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบ หรือไม่
เพราะเหตุใด และถ้าวัคคูลูมมิ โดยจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในสารละลาย
เราจะถือว่าเทอร์โมมิเตอร์เป็นส่วนหนึ่งของระบบด้วยหรือไม่ เพราะ
เหตุใด.

- 45) ข้อ 5) เมื่อจุดเทียนไขขึ้นเล่มหนึ่ง จนติดไฟดีแล้ว ไข้แผ่นกระจกมาอังใกล้ ๆ เปลวเทียน ปรากฏว่ามีละอองของเหลวใสไม่มีสีมาเกาะที่แผ่นกระจกนั้น และมีเขม่าเกิดขึ้นด้วย เมื่อทดสอบก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ปรากฏว่าทำให้สารละลายขุ่นขาว จึงอธิบายว่า ขณะที่เทียนไขกำลังติดไฟนั้น
- ก) มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่
 - ข) มีการดูดหรือคายพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมหรือไม่

- 46) ข้อ 6) น้ำทะเลกับน้ำกลั่น มีอุณหภูมิขณะเดือดเหมือนกันหรือไม่ จงอธิบาย

- 47) นักเรียนทุกคนคงศึกษาถึงกรอบสุดท้ายนี้กันแล้ว นอกจากเป็นกรอบสุดท้ายของบทเรียนนี้ ยังเป็นกรอบสุดท้ายสำหรับบทที่ 1 เรื่อง " สารและการเปลี่ยนแปลง" ด้วย ฉะนั้นจากการศึกษาบทเรียนทั้งหมดที่ผ่านมา นักเรียนมีข้อคิดเห็นประการใด ขอให้เสนอแนะไว้ท้ายข้อ 6 ในสมุดแบบฝึกหัดของนักเรียน เพื่อการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นในโอกาสต่อไป (ข้อคิดเห็นของนักเรียนทุกคน จะเป็นสิ่งที่มีค่ายิ่ง จึงขอให้แสดงความคิดเห็นหรือเสนอแนะให้เต็มที่) และขอถือโอกาสจบบทเรียนนี้ไว้เพียงเท่านี้



สวัสดิ์เพื่อน ๆ ที่รักของ
ใจแอนท์ทุกคน ครับ
ไปก่อนละ บ้าย บาย ..

การทดลองสอนวิชาเคมี ชั้น ม.4 ด้วยบทเรียนโปรแกรม
ประกอบเหตุการณ์การสอนของกานเบ

บทคัดย่อ

ของ

นิตยา หวีกิจการ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2529

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้น ม.4 ที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบ เหตุการณ์การสอนของ กานเย่ กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมี ประกอบเหตุการณ์การสอนของ กานเย่ จากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ และเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอน กับระดับความสามารถทางการเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้น ม.4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 90 คน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบแฟคตอเรียล การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีสองตัวประกอบ และเปรียบเทียบภายหลังด้วยวิธีการทดสอบของ เชฟเฟ่

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนจากการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมประกอบ เหตุการณ์การสอนของกานเย่ กับที่เรียนจากการสอนตามคู่มือการสอนวิชาเคมีประกอบ เหตุการณ์การสอนของกานเย่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับต่ำและปานกลางกับต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

AN EXPERIMENTAL TEACHING IN CHEMISTRY AT MATHAYOM SUKSA IV
LEVEL THROUGH THE PROGRAMMED LESSONS WITH GAGNE'S
INSTRUCTIONAL EVENTS

AN ABSTRACT

BY

NITAYA TAVEKHITKHAN

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

September 1986

The purposes of this study were to investigate 1) the academic achievement in Chemistry of Mathayom Suksa IV students, who had high, average and low competency, studying through teaching methods in the programmed lessons with Gagné's instructional events and through teaching methods in the Chemistry manual with Gagné's instructional events, and 2) the interaction between the methods of teaching and the students's competency towards the academic achievement in Chemistry studies.

The subjects were 90 Mathayom Suksa IV students studying in the first semester of the 1986 academic year at Kulayaneesrithammarat School, Amphoe Muang, Nakhonsrithammarat Province. The Factorial Design was used in the study. The statistical techniques used in data analysis were two - way analysis of variance, and Scheffe's test.

The results of this study indicated that :-

1. The students studied through teaching methods in the programmed lessons with Gagné's instructional events and through teaching methods in the Chemistry manual with Gagné's instructional events insignificantly gained academic achievement at the .05 level.

2. The groups of the students with different competency were significantly different in academic achievement at the .05 level.

- 2.1 The groups of the students with high and average competency were significantly different in academic achievement at the .05 level.

2.2 The groups of the students with high and low competency and those with average and low competency were not significantly different in academic achievement at the .05 level.

2.3 There were no interaction between the methods of teaching and the student's competency towards the academic achievement in Chemistry studies.