

การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงในชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนใบคู่กับการสอนปกติ

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ถนนวิภาวดี ๕๐ แขวงจตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐

โทร ๐๒๒๕๗๕๘ ๐๒๑๐๐๐๐

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุมาลี ศรีทองกิติกุล

๐

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

10 มีนาคม 2521

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำคณิสิตได้พิจารณาปัญหานี้อย่างถี่ถ้วนแล้ว เห็นสมควร
รับไว้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ

ศาสตราจารย์

ดร. พงษ์เทพ

ประธาน

กรรมการ

2 มีนาคม 2521

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำอย่างดียิ่ง จาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ และ อาจารย์ชุตี พรหมเทษส์ ผู้วิจัย
ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ครูใหญ่ ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนในกลุ่ม
ตัวอย่าง โรงเรียนบ้านปากน้ำปราณ และโรงเรียนบ้านเมืองเก่า ซึ่งให้ความช่วยเหลือ
และอำนวยความสะดวกตลอดเวลาในการทดลองครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ ครูใหญ่
โรงเรียนปราณบุรี ที่กรุณาให้ใช้เครื่องโรเนียวในขณะที่ทำการทดลอง ตลอดจน ภารโรง
ที่ให้ความช่วยเหลือในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณเชือน เสือคำ คุณวิลาศ แดงเกตุ คุณขวัญเรือน บานแย้ม
คุณนิตยา รุ่งนาค ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี
พร้อมทั้ง พี่ เพื่อน น้อง และหลาน ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ
ตลอดเวลาในการทำปริญญานิพนธ์

คุณค่าและประโยชน์ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา
พระคุณของ พ่อ แม่ ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนในการวางรากฐานการ
ศึกษาให้แก่ผู้วิจัย

สุมาลี ศรีทองกิติกุล

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	6
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
	ค่านิยมศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เอกสารที่เกี่ยวกับบทเรียนโมดูล	9
	เอกสารเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	32
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูล	34
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	38
	สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	42
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	43
	กลุ่มตัวอย่าง	43
	การสร้างเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า	44
	การดำเนินการทดลอง	48
	การวิเคราะห์ข้อมูล	49
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	53
	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	54
	การเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	55

5	สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	56
	ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้	56
	สมมุติฐานของการศึกษาครั้งนี้	56
	วิธีดำเนินการศึกษาครั้งนี้	56
	สรุปผลการทดลอง	58
	อภิปรายผล	58
	ข้อเสนอแนะ	58
	บรรณานุกรม	62
	ภาคผนวก	69
	ก. การวิเคราะห์ข้อมูล	69
	ข. ตารางวิเคราะห์หลักสูตรและการวิเคราะห์งาน	76
	ค. บทเรียนโมเดล	85
	ง. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	202
	แบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์	211

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มและเพศ	43
2	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	54
3	เปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	55

บัญชีภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการเรียนการสอนตามวิธีจัดระบบ	11
2 แสดงขั้นตอนการวางแผนการสอน	11
3 แสดงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนการสอน	21
4 แสดงลำดับขั้นของงานในการสร้างโมดูล	23
5 แสดงโครงสร้างในการวางแผนโมดูล	26
6 แสดงการวางแผนกิจกรรมในบทเรียนโมดูล	30
7 แสดงระบบการเรียนในบทเรียนโมดูล	32

บทนำ

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยสิ่งธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยมนุษย์มุ่งศึกษาให้เข้าใจลักษณะ เหตุและผลต่อเนื่องอันเกิดจากธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติเหล่านั้น พร้อมทั้งนำความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ชีวิตของคนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2503 : 22) จากข้อความนี้ชี้ให้เห็นว่า วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ทุกคนตลอดเวลาที่มีชีวิตอยู่

พิทักษ์ รัชพลเดช (พิทักษ์ รัชพลเดช, 2513 : 12) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเด็กว่า การจัดการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมาก ควรจัดให้เด็กได้มีโอกาสเรียนวิทยาศาสตร์มาก ๆ คือ ให้เรียนตั้งแต่เริ่มเข้าเรียนในชั้นประถมศึกษา เพื่อให้เด็กนักเรียนได้รับความรู้ ทักษะ วิธีวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นพลเมืองที่สามารถ สืบค้น เกตุทัต (สืบค้น เกตุทัต, 2516 : 42) ได้ให้ความเห็นเพิ่มเติมอีกว่า มีความจำเป็นที่จะต้องให้การศึกษาวิทยาศาสตร์แก่นูชนรุ่นหลัง เพื่อจะได้เป็นพลเมืองที่มีความสามารถทำประโยชน์แก่ประเทศชาติ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ามาพัฒนาประเทศ ทั้งนี้ เพราะประเทศที่ใช้วิทยาศาสตร์ในการพัฒนาประเทศ ประชากรเกือบทุกอาชีพจะต้องมีทัศนคติตามแนววิทยาศาสตร์ คือ มีเหตุผล ไม่มโนงาย ปรับปรุงตัวเองได้ และเข้าใจหลักเกณฑ์ธรรมชาติ นอกจากนี้ วิทยาศาสตร์ยังทำให้คนมีความคิดรอบคอบ คัดสนใจใคร่รู้เร็วและถูกต้อง ส่งเสริมให้คนเป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดี มีแนวความคิดในการพัฒนาอาชีพและประเทศชาติ ดังนั้น ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานจึงจำเป็นสำหรับทุกคน

สำหรับการจัดหลักสูตรใหม่ในชั้นประถมศึกษานั้น วิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ซึ่งแบ่งออกเป็นเรื่อง ๆ ที่เป็นปัญหาและจำเป็นต่อชีวิต เพื่อที่จะให้เกิดผลใหญ่ ๆ กล่าวคือ ชีวิตที่อยู่รอด ชีวิตที่อยู่ในสังคมและสภาพแวดล้อม และชีวิตที่มีหลักการ (ประหยัด จิระวรพงศ์, 2519 : 6)

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของบุคคลเป็นอย่างมาก นโยบายและความมุ่งหมายของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ก็มีความสมบูรณ์ในตัวเองต่อการพัฒนาชีวิตและสังคม ตามระเบียบวิธีของมันอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาที่กระทำกันมา ยังไม่สามารถบรรลุผลตามเป้าหมายเท่าที่ควรได้ ทั้งนี้ เพราะการเรียนการสอนที่เป็นอยู่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงให้ทันกับความก้าวหน้าทางวิทยาการและสังคม ครูเคยเรียนมาอย่างไรก็สอนอย่างนั้น ทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ล้าหลังขึ้นเรื่อย ๆ และจะทำให้เยาวชนของเราไม่สามารถเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคที่ฉลาดในสังคมที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ ยิ่งกว่านั้น เยาวชนที่มีแววจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้ ขาดโอกาสในการพัฒนาแนวความคิดในทางวิทยาศาสตร์ (นিকা สะเพียรชัย, 2518 : 50) วิธีสอนวิทยาศาสตร์ของครูส่วนใหญ่ยังเป็นแบบเดิม คือ สอนอ่านและบรรยาย เน้นการท่องจำ เป็นส่วนใหญ่ จะเห็นได้จากแบบเรียนและหนังสือวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ยังเป็นหนังสืออ่านเล่น คือ ไม่มีการทดลอง ไม่มีการพุดให้เข้าใจในแง่วิทยาศาสตร์ (กรมการฝึกหัดครู, 2514 : 82) ครูประมาณ 80% ยึดตำราเป็นหลักในการสอน สอนตามตำราทุกบททุกตอน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามสภาพแวดล้อม ซึ่งไม่ทำให้เด็กอยากเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้นเลย (อำนาจ เจริญศิลป์, 2517 : 15 - 23)

ปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษายังมีอีกหลายประการ เช่น ความมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์เขียนไว้ไม่ชัดเจน ครูผู้สอนยังไม่ค่อยเข้าใจแจ่มแจ้งนัก (สถาบันระหว่างชาติสำหรับคนพิการ, 2509 : 25) ครูไม่มีเวลาเพียงพอในการเตรียมการสอนให้เหมาะสม เพราะต้องสอนทุกวิชา ขาดอุปกรณ์การสอน (นันทนา ศิริพล, 2512 : 101 - 102) จากการศึกษาของ ทองคำ บ่อคำ (ทองคำ บ่อคำ, 2517 : 69 - 70) เรื่อง ปัญหาความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2517 พบปัญหาหลายประการ เช่น การสอนของครูส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงความมุ่งหมายในหลักสูตร ซึ่งทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากครูไม่ค่อยเข้าใจความหมายของหลักสูตรนัก ดังได้กล่าวมาแล้ว

ก็ได้ เอกสารสำหรับค้นคว้าและหนังสือในห้องสมุดโรงเรียนยังไม่เพียงพอ และปัญหาที่สำคัญที่สุดที่เป็นต้นเหตุของปัญหาอื่น ๆ ก็คือ ประชากรในวัยเรียนระดับประถมศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (อัมพร มีสุข, 2517 : 5) ทำให้นักเรียนในชั้นหนึ่ง ๆ เพิ่มจำนวนมากขึ้น อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครูจึงสูงขึ้น ทำให้ครูดูแลนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง ปัญหานี้พบบ่อยโดยเฉพาะโรงเรียนประถมศึกษาในชนบท นอกจากครูไม่พอแล้ว ครูที่มีวุฒิสอง ๆ หรือครูที่มีความสามารถทางการสอนก็ยังไม่ค่อยสมัครออกไปสอนในโรงเรียนทางไกล ยิ่งทำให้เกิดปัญหาค่าคุณภาพของการเรียนการสอนมากขึ้น การที่จะแก้ปัญหานี้โดยการเพิ่มครู เพิ่มห้องเรียน ตำราเรียน และอุปกรณ์การสอน ก็เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มคุณภาพของการศึกษาได้ แต่จากรายงานของยูเนสโก (UNESCO) เกี่ยวกับเรื่องนี้พบว่า การเพิ่มปริมาณครู โรงเรียน และสิ่งอื่น ๆ จนเป็นการเพียงพอ นั้น เป็นการสิ้นเปลืองสูงมาก จนคิดว่าประเทศที่กำลังพัฒนาทำไม่สำเร็จ จึงได้เสนอแนะให้หาทางเลือกอื่นที่มีอยู่ และมีทางเป็นไปได้ด้วย ทางเลือกอื่นทางหนึ่งคือ นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา (เป็รื่อง กุมท, 2517 : 149)

คำว่า Educational Technology ซึ่งภาษาไทยใช้ทับศัพท์ว่า เทคโนโลยีทางการศึกษา หรือเทคนิควิทยาทางการศึกษา หมายถึง การประยุกต์เอาเทคนิควิธีการ แนวความคิดใหม่ ๆ (Innovation) อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ มาใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านการศึกษา ทั้งด้านการขยายงาน และด้านการปรับปรุงคุณภาพของการเรียนการสอน (วิจิตร ศรีสะอาน, 2517 : 120) ในวงการศึกษปัจจุบันได้พยายามนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้มากขึ้น ซึ่งความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้นี้ เป็นผลโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านแนวความคิดพื้นฐานทางการศึกษา 3 เรื่องด้วยกัน (วิจิตร ศรีสะอาน, 2517 : 121 - 123) คือ

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) เน้นเรื่องเอกัตบุคคล กล่าวคือ จัดการศึกษาตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคลเป็นเกณฑ์

2. ความพร้อม (Readiness) เติบโตที่เราเชื่อว่าเด็กจะเริ่มเรียนได้ก็ต่อเมื่อมีความพร้อม และความพร้อมเป็นพัฒนาการตามธรรมชาติ ในปัจจุบันผลการวิจัย

ทางจิตวิทยาการเรียนรู้ชี้ให้เห็นว่า ความพร้อมในการเรียนเป็นสิ่งที่สามารถสร้างขึ้นได้ ถ้าหากสามารถจัดบทเรียนให้พอเหมาะกับความสามารถของเด็ก วิชาที่เคยเชื่อกันว่ายากและไม่เหมาะสมกับเด็กเล็ก ถ้าได้รับการปรับปรุงลำดับเนื้อหาใหม่ เช่น วิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ก็สามารถนำมาให้เด็กเรียนได้

3. แนวคิดในเรื่องการจัดเวลาในการศึกษา แต่เดิมเราจัดเวลาในการสอนตามความสะดวกเป็นเกณฑ์ เช่น ชั่วโมงสอนเป็นหลักสำคัญทุกวิชา จัดชั่วโมงสอนเท่า ๆ กันทุกวัน แนวความคิดนี้เปลี่ยนแปลงไป โดยหันมาพิจารณาการจัดหน่วยเวลาสอนว่าจะสัมพันธ์กับลักษณะวิชาที่สอน บางวิชาอาจจะต้องใช้ช่วงเวลาที่ยาวกว่าบางวิชาอาจต้องใช้ช่วงเวลาที่สั้นกว่า แต่สอนบ่อยครั้งขึ้น จึงได้เกิดมีการทดลองจัดเวลาสอนใหม่ ให้มีหน่วยเวลาสั้นยาวต่าง ๆ กัน วิธีนี้เรียกว่า การจัดตารางสอนแบบยืดหยุ่น หรือแบบหน่วยเวลา (Flexible or Modular Scheduling)

จากแนวความคิดพื้นฐานทางการศึกษาเหล่านี้ นักการศึกษาจึงได้พยายามที่จะค้นคว้าหาวิธีการต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอน เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนมากขึ้น บทเรียนโมดูล (Instructional Module) จัดเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ส่งเสริมการเรียนการสอนตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล มีการจัดบทเรียน กิจกรรมการเรียนให้เลื้อยตามความสามารถและความพร้อมของผู้เรียน และเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนก็ยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมกับลักษณะวิชานั้น ๆ และตามความพร้อมของเด็ก บุญมี ก้อนทอง (บุญมี ก้อนทอง, 2518 : 21) กล่าวว่า "บทเรียนโมดูลเป็นบทเรียนที่นักเรียนศึกษาสิ่งที่เขาต้องการได้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะเป็นเรื่องที่เด็กมีพื้นฐานไม่เพียงพอหรือเรียนในชั้นเรียนปกติแล้วไม่เข้าใจ สำหรับนักเรียนที่เรียนเก่งอาจเลือกศึกษาบทเรียนที่ล่วงหน้ากว่าเรื่องที่กำหนดให้เรียนในหลักสูตรหรือเรื่องอื่น ๆ ที่เขาสนใจเป็นพิเศษ แต่ไม่ได้สอนในชั้นเรียนปกติ เวลาที่ศึกษาไม่จำเป็นต้องเป็นเวลาเรียนปกติในชั้น อาจจะใช้เวลาเรียนตอนหนึ่งตอนใดที่สะดวกและพอใจนอกเวลาเรียนก็ได้"

ลักษณะของบทเรียนโมดูลเป็นบทเรียนที่สำเร็จในตัวเอง นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยมีวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่แน่นอน มีคำบรรยาย คำแนะนำต่าง ๆ

และอุปกรณ์ประกอบการเรียนรวมอยู่ด้วยอย่างสมบูรณ์ (บุญมี ก้อนทอง, 2518 : 22) กิจกรรมที่อยู่ในบทเรียนจะมีหลาย ๆ อย่าง เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ และบทเรียนโมดูลจะบอกเกณฑ์ในการประเมินผลการเรียนไว้ด้วย

ครีเกอร์และเมอร์เรย์ (Creger and Murray อ้างจาก นิยม ทองอุคม, 2520 : 2) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการนำบทเรียนโมดูลมาใช้ในการสอน ดังนี้

1. การนำโมดูลมาใช้ในการเปิดโอกาสให้สามารถรวบรวมประสบการณ์ เพื่อที่จะได้จัดไปตามลำดับขั้น เพื่อที่จะสะท้อนให้เห็นความสนใจเป็นพิเศษของครูหรือนักเรียน

2. นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ทำให้ครูมีโอกาสได้ช่วยเด็กที่เรียนไม่ทัน ในเนื้อหาวิชาและทำให้เด็กมีโอกาสทบทวนบทเรียนก่อนที่จะเรียนต่อไป

3. ช่วยให้นักเรียนได้ทราบความสามารถหรือความก้าวหน้าในการเรียนของตน

4. ช่วยลดภาระของครูในการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทำให้ครูมีเวลาว่างเพื่อพบปะกับเด็กเป็นรายบุคคลได้

5. นักเรียนจะเรียนไปตามลำพังโดยไม่ขึ้นแก่ใครในชั้น ทำให้จัดวัสดุประกอบการสอนได้ง่ายขึ้น

6. ทำให้ครูมีเวลาว่างเป็นของตนเองบ้าง

7. การใช้บทเรียนโมดูลสามารถที่จะนำไปใช้แลกเปลี่ยนระหว่างโรงเรียนได้ง่าย

บทเรียนโมดูล นอกจากจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามอัตราความสามารถของตนเองแล้ว ยังเป็นเครื่องมือช่วยสอนแทนครูได้ สามารถใช้บทเรียนโมดูลสอนนักเรียนจำนวนมาก ๆ ในเวลาเดียวกันได้ นักเรียนอาจจะนำไปเรียนด้วยตนเองที่บ้านก็ได้ ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการรับรู้สักรับผิดชอบในการเรียนด้วยตนเองได้

จากการศึกษาปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาที่กล่าวมา บทเรียนโมดูลน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใน

ระดับนี้ได้ ซึ่งในประเทศไทย ยังไม่มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้เลย ผู้วิจัยจึงเห็นเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการนำบทเรียนโมเดลมาใช้ในการสอนระดับประถมศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการค้นคว้าหาวิธีสอนที่จะช่วยให้เด็กได้เรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่ต้องการได้ดีที่สุด มีการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนน้อยที่สุด อันจะเป็นผลให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนปกติ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนปกติ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษารั้งนี้ จะทำให้ทราบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมเดล และที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
2. การศึกษารั้งนี้จะเป็นการเสริมสร้างแนวความคิดในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพทางการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษารั้งนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนโดยใช้บทเรียนโมเดลกับวิธีสอนปกติในเรื่อง การเปลี่ยนแปลง ซึ่งได้แก่เรื่อง การระเหย การกลั่นตัว การตกผลึก การลุกไหม้ของเทียนไข และการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ ตามหลักสูตรชั้นประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2503 ใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละ 12 ชั่วโมง การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2520

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านปากน้ำ
ปราณ อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 112 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง
56 คน และกลุ่มควบคุม 56 คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่าง

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน 2 แบบ คือ

3.1.1 วิธีสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล

3.1.2 วิธีสอนปกติ

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 ทักษะทางวิทยาศาสตร์

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล หมายถึง การสอนโดยใช้บทเรียนที่สำเร็จ
ในตัวเอง นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง บทเรียนประกอบด้วย เค้าโครงละเอียด
หรือหลักการเหตุผล ความมุ่งหมาย (เชิงพฤติกรรม) การประเมินผลเบื้องต้น กิจกรรม
ให้เลือกเรียน และการประเมินผลหลังการเรียน

2. การสอนปกติ หมายถึง การสอนตามชุดการสอนที่ผู้วิจัยเตรียมขึ้นตามเนื้อหา
เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูล สอนโดยใช้วิธีบรรยาย ซักถามนักเรียน ให้นักเรียนถาม, ทดลอง,
อ่านหรืออภิปรายกัน และใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนตามความเหมาะสม

3. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านปากน้ำ
ปราณ อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปีการศึกษา 2520

4. คะแนนความรู้พื้นฐาน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการทดลอง
โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบ
หลังการทดลองแล้ว โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนการทดลอง

6. ทักษะ หมายถึง ความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใด

สถานการณ์หนึ่ง ในทางสนับสนุนหรือต่อต้านสิ่งนั้นหรือสถานการณ์นั้น ถ้าเป็นไปในทางสนับสนุน เรียกว่ามีทัศนคติที่ดี แต่ถ้าเป็นไปในทางต่อต้าน เรียกว่ามีทัศนคติที่ไม่ดี

7. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความพร้อมของนักเรียนที่จะตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ ในด้านต่อไปนี้

- 7.1 ยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม
- 7.2 ให้ความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
- 7.3 พร้อมที่จะเปลี่ยนความเชื่อใหม่ ถ้าสิ่งนั้นได้พิสูจน์แล้ว
- 7.4 ไม่เชื่ออย่างงมงายหรือไม่เชื่อโชคลาง
- 7.5 มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ต่อมนุษย์ ต่อหลักวิชา

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แยกไว้เป็นตอน ๆ เพื่อสะดวกในการศึกษาพิจารณาทำความเข้าใจในทฤษฎีและผลการวิจัยต่าง ๆ ดังนี้ คือ

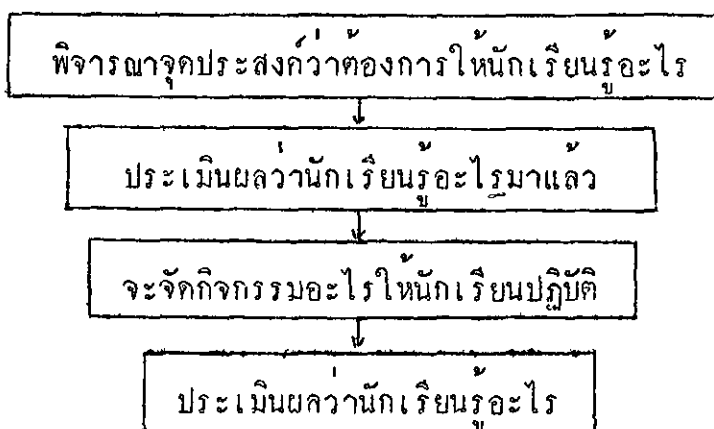
เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโมดูล
2. เอกสารเกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูล
 - 3.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 3.2 งานวิจัยในประเทศ
4. งานวิจัยเกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์
 - 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในประเทศ

เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโมดูล

บทเรียนโมดูลกับการศึกษาแบบสมรรถฐาน (Competency-Based Education)

ปัจจุบันวงการศึกษามีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดหลักสูตรและการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การจัดการศึกษาที่เรียกว่า "การศึกษาระบบสมรรถฐาน" (Competency-Based Education) จึงได้รับความสนใจมากขึ้น การจัดการศึกษาแบบนี้คำนึงถึงการควบคุมคุณภาพของการศึกษามาก พยายามทำให้การศึกษาเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น คือ มีการประกันคุณภาพของการศึกษา ดังนั้น การศึกษาแบบนี้จึงมีการประเมินผลติดต่อกันไปตลอดทั้งระบบ เพื่อให้ผู้เข้ามามีการศึกษาสำเร็จออกไปอย่างมีคุณภาพ โดยมีลำดับขั้นในการจัดดังนี้

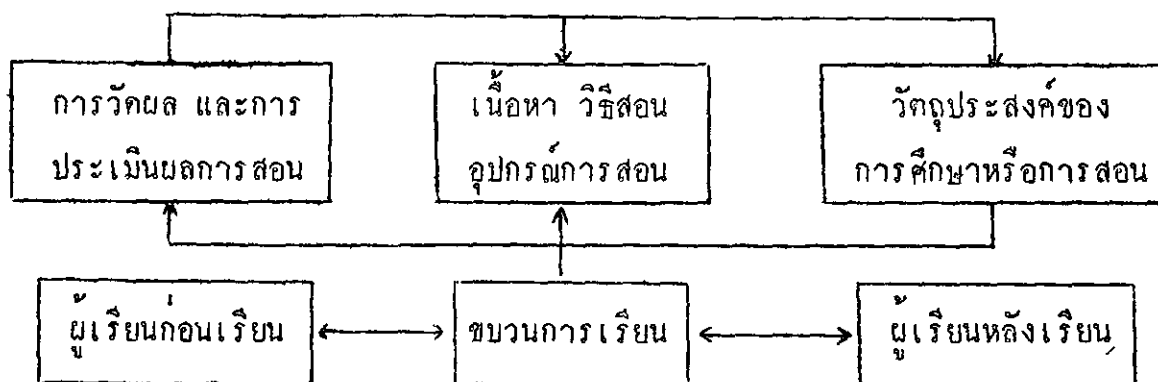


(จากคำบรรยายของ ศาสตราจารย์ ดร.อารี สัตถทวี ประกอบการสัมมนาการสร้าง
บทเรียนโมดูล 21 - 23 มีนาคม 2520 ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร)

การจัดการศึกษาแบบสมรรถฐานนี้อาศัยวิธีการจัดระบบ (System Approach)
มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นวิธีที่คำนึงถึงสิ่งเหล่านี้เป็นสำคัญ (สำเร็จ
บุญเรืองรัตน์, 2520 : 9 - 10)

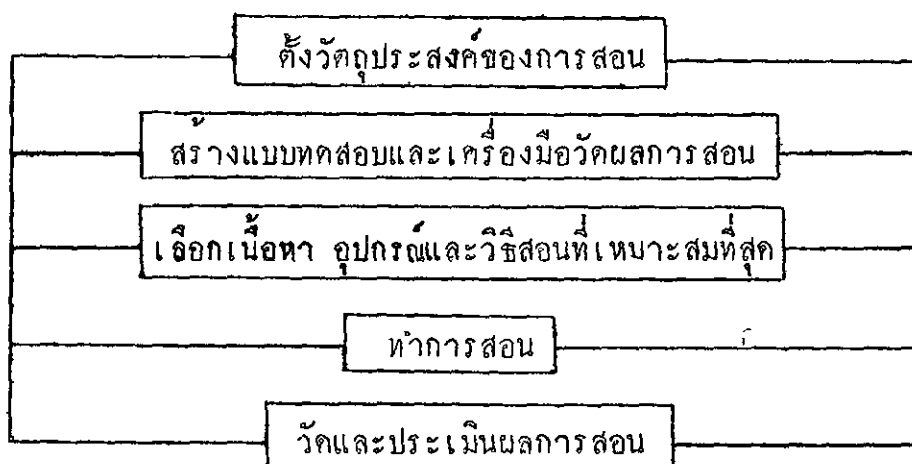
1. มุ่งที่ตัวผู้เรียน
2. วัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นมุ่งที่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน
3. การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนนั้นจะต้องมีวิธีสอน เนื้อหา และ
อุปกรณ์การสอนไปช่วยสอน
4. เมื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้เรียนไปแล้ว จะต้องมีการวัดผล ประเมินผล
ว่าจะสามารถจับคู่หรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามเป้าหมายนั้นได้มากน้อยเพียงใด

ดังแสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1. แผนภาพแสดงกระบวนการเรียนการสอนตามวิธีจัดระบบ

จากภาพประกอบ 1. เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นวิธีสอนหรือการวางแผนการสอน ได้ดังแผนภาพนี้



ภาพประกอบ 2. แผนภาพแสดงกระบวนการวางแผนการสอน

การวัดและประเมินผล การสอนก็เพื่อจะนำผลไปพิจารณาแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนให้ได้ดียิ่งขึ้น ส่วนการพิจารณาเลือกวิธีสอนนั้น เน้นการจัด การสอนเป็นรายบุคคล เพื่อสนองความต้องการ ความสามารถ และวิธีการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคล (Personalized Instruction) นักเรียนไม่จำเป็นต้องใช้เวลาในการเรียนเท่ากัน

การสอนไม่จำเป็นต้องจัดเป็นรายวิชา (Course) เสมอไป การจัดการสอนเป็นหน่วย (Instructional Modules) ก็เพื่อสอนทักษะอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะในการสอน ก็จัดให้มีทางเลือกหลาย ๆ ทางที่ให้ผู้เรียนเลือกอย่างเดียวกัน (ชมพันธุ์ ฤทธิชัย, 2518 : 39)

บทเรียนโมดูล (Instructional Modules) มีเป้าหมายที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาแบบสมรรถฐานดังที่ได้กล่าวแล้ว จึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะนำบทเรียนโมดูลมาใช้ในการสอนเพื่อให้การศึกษามีสมรรถภาพตามที่ต้องการ

ปัจจุบันในต่างประเทศ โดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาได้พยายามปรับปรุงการฝึกหัดครูโดยใช้วิธีเดียวกันกับการจัดการศึกษาแบบสมรรถฐานที่เรียกว่า "การจัดการฝึกหัดครูแบบสมรรถฐาน" (Competency - Based Teacher Education or Performance - Based Teacher Education) จุดมุ่งหมายของการจัดการฝึกหัดครูแบบสมรรถฐาน คือ การฝึกให้ครูที่จะจบออกมาผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำสุด (Competency - Based) ซึ่งแสดงถึงระดับพื้นฐานของคุณค่าที่จะแสดงออกและคุณสมบัติที่กำหนดขอบเขตของการปฏิบัติ (Houston, 1972 : 25) นั่นคือ ความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่ผู้เป็นครูพึงมีในการที่จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งด้านสติปัญญา สังคม อารมณ์ และร่างกาย (ชมพันธุ์ ฤทธิชัย, 2518 : 10) โดยสร้างบทเรียนโมดูลเพื่อใช้ในการฝึกครู ชมพันธุ์ ฤทธิชัย, 2519 : 1) ได้กล่าวว่า "ถึงแม้บทเรียนโมดูลจะสร้างขึ้นเพื่อใช้ในหลักสูตรฝึกหัดครูแบบสมรรถฐาน แต่ก็สามารถจะนำไปสร้างเป็นบทเรียนในระดับอื่น ๆ ได้ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้บทเรียนนั้น ๆ อย่างแท้จริง ประสิทธิภาพของบทเรียนโมดูลขึ้นอยู่กับระดับที่บทเรียนนั้น ๆ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงสมรรถภาพที่ระบุไว้ในความมุ่งหมายมากน้อยเพียงใด"

✓ บทเรียนโมดูลคืออะไร

โมดูล คือ บทเรียนหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่สำเร็จในตัวเอง สร้างขึ้นสำหรับให้นักเรียนได้ศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แน่นอน (บุญมี กอนทอง, 2518 : 22) โดยที่โมดูลหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วยวัสดุต่าง ๆ (Materials) และคำสอน (Instruction) ที่จำเป็นที่จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงสมรรถภาพตามที่

กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของโมดูลนั้น ๆ ขนาดของโมดูลจะขึ้นกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เด็กได้รับและวัตถุประสงค์ในแต่ละโมดูลจะต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน และเวลาที่ใช้ในการเรียนด้วย

สถาบันวางแผนการศึกษาและพัฒนาหลักสูตร (an APEID Regional Planning Workshop on Teacher Education and Curriculum for Development) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโมดูล (an APEID Regional Planning Workshop, 1975 : 6) ว่าเป็น บทเรียนที่สำเร็จในตัวเอง ประกอบด้วย คำบรรยายและคำแนะนำซึ่งทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้มากกว่าที่จะทำให้ผู้สอนใช้ เป็นกลุ่มของอุปกรณ์การเรียนซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ ของบทเรียน คือ ความมุ่งหมาย กิจกรรมการเรียน และการประเมินผล โดยปกติบทเรียนโมดูลจะเขียนเป็นแบบฟอร์มไว้ โมดูลเป็นกลุ่มประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งสมรรถภาพตามความมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

ลอเรนซ์ (Lawrence, 1973 : 1) กล่าวว่า โมดูลเป็นบทเรียนที่มีระเบียบแบบแผน อาจจะมีวิธีศึกษาหาความรู้ได้หลาย ๆ อย่าง คือ รวมเอากิจกรรมการเรียนหลาย ๆ วิธีไว้ด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โมดูลเหมาะสำหรับการเรียนหลาย ๆ อย่างของผู้ใหญ่ และเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 9 ปีขึ้นไป

บทเรียนโมดูลแตกต่างจากแบบเรียนหรือแบบฝึกหัดอื่น ๆ อย่างไร

ลอเรนซ์ (Lawrence, 1973 : 10 - 12) ฮุสตัน และคณะ (Houston and Others, 1972 : 12 - 13) ได้กล่าวถึงความแตกต่างของบทเรียนโมดูลจากหนังสือแบบเรียนหรือแบบฝึกหัดอื่น ๆ ดังนี้

1. บทเรียนโมดูลเน้นที่ความมุ่งหมาย (Objectives) มากกว่ากิจกรรมการเรียน (Activities) ส่วนการสอนแบบเดิมหรือแบบเรียนอื่น ๆ เรากำหนดความมุ่งหมายไว้กว้างเกินไป จนแนะนำผู้สอนและผู้เรียนได้น้อยมาก โมดูลจะบอกกิจกรรมที่สามารถทำได้เหมาะสมกับความมุ่งหมายและกำหนดวิธีการประเมินผล (Assessment) ไว้ด้วย

2. บทเรียนโมดูลเน้นที่ผู้เรียน (Learner) มากกว่าผู้สอน (Instructor) ผู้เรียนมีบทบาทในการเลือกกิจกรรมการเรียน คำเน้นการเรียน ตามคำแนะนำในโมดูล สามารถเรียนได้ด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมเน้นความต้องการ และความสนใจของผู้เรียนเป็นหลัก

3. ลักษณะของโมดูลจะออกแบบกิจกรรมให้ทำเป็นแบบกลุ่มมากกว่าทำคนเดียว คือตั้งแต่ 2 คนหรือมากกว่าขึ้นไป การประเมินผลก็เช่นเดียวกัน โมดูลไม่ใช่สิ่งที่ตัดแปลงมาจากบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) แต่อย่างไรก็ตาม โมดูลอาจจะรวมสื่อการเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Material) ไว้ด้วยก็ได้

4. บทเรียนโมดูลเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะเลือกทำกิจกรรมใดก็ได้ เป็นการเรียนที่ผู้เรียนรู้ความมุ่งหมายของการเรียน ในการประเมินผล จะไม่เปรียบเทียบผู้เรียนกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ซึ่งจะเป็นการประเมินผลแบบเดิมที่เรียกว่า "แบบอิงกลุ่ม" (Norm Reference) แต่จะเปรียบเทียบผู้เรียนกับความมุ่งหมายของโมดูลเท่านั้น เรียกว่าวิธีการประเมินผลแบบนี้ว่า "แบบอิงเกณฑ์" (Criterion Reference) ผู้เรียนจึงเรียนได้ตามความสามารถ

5. บทเรียนโมดูลประกอบด้วยกิจกรรมหลาย ๆ แบบ ตั้งแต่การเรียนเป็นรายบุคคล หรือการเรียนจากโสตทัศนูปกรณ์ ไปถึงการเรียนแบบศูนย์การเรียน การใช้เทคโนโลยีอื่น ๆ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความมุ่งหมายและความสนใจของผู้เรียน

6. บทเรียนโมดูลเน้นที่ขบวนการ (Process) ไม่ใช่ผลขั้นสุดท้าย (Product) ดังนั้น บทเรียนโมดูลจึงต้องมีการปรับปรุงตลอดเวลา

จากที่กล่าวมานี้ บทเรียนโมดูลนับว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้พัฒนาหลักสูตรและการสอนที่แตกต่างจากการพัฒนาหลักสูตรและการสอนวิธีอื่น ๆ คือ

1. การสร้างบทเรียนโมดูลต้องพิจารณาหลักสูตรเป็นรายวิชาก่อน แล้วจึงมาจัดเป็นหน่วย ๆ โดยรวมเนื้อหาที่สัมพันธ์กันไว้ด้วยกัน

2. ในบทเรียนโมดูลให้ความสำคัญกับผู้เรียน (Learner) มากกว่าผู้สอน (Instructor) และผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) ตลอดเวลา

3. ความมุ่งหมายสำคัญว่ากิจกรรมการเรียนในการจัดระบบและพัฒนา

โมดูล

4. โมดูลเป็นเรื่องส่วนบุคคล เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

5. กิจกรรมของโมดูลไม่แน่นอนตายตัว ขึ้นอยู่กับความมุ่งหมายและผู้เรียน เป็นสำคัญพยายามให้มีกิจกรรมหลาย ๆ อย่างให้ผู้เรียนเลือก

จะเห็นว่าการสร้างโมดูลเป็นขั้นตอนที่ละเอียดถี่ถ้วน แต่ก็เป็แนวโน้มน่าสนใจและท้าทายในการนำมาพัฒนาหลักสูตรและการสอน

X ส่วนที่สำคัญของบทเรียนโมดูล

บทเรียนโมดูลมีหลายแบบ (Formate) ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้ของโมดูล แต่ทุก ๆ แบบจะต้องมีส่วนที่สำคัญและจำเป็นที่สุด 5 ส่วนด้วยกัน (Houston and Others, 1972 : 167 - 169) คือ

เค้าโครงละเอียด (Prospectus) เป็นส่วนที่รวมเอาหลักการและเหตุผลไว้ด้วย ซึ่งหลักการและเหตุผลนี้จะบอกอย่างชัดเจนเกี่ยวกับเรื่อง

1. ความสำคัญของความมุ่งหมายของบทเรียนโมดูลที่มีต่อนักเรียนและการศึกษาโมดูลนั้น

2. เค้าโครงสิ่งที่ผู้เรียนจะได้เรียนจากโมดูลนั้น

ถ้าผู้เรียนเข้าใจความมุ่งหมายของบทเรียนก็จะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลต่อผู้เรียนมาก ในส่วนเค้าโครงละเอียดนี้จะเป็นโครงร่าง (Outline) ของโมดูลด้วย จะบอกให้ผู้เรียนทราบว่า ต้องผ่านการเรียนอะไร หรือมีความรู้พื้นฐานอะไรมาก่อนบ้าง (Prerequisite) และบอกวิธีดำเนินการอย่างคร่าว ๆ ที่จะทำโมดูลนี้สำเร็จ

ความมุ่งหมาย (Objectives) เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของโมดูล ทุกประโยคของความมุ่งหมายจะต้องชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ กำหนดความสามารถอะไร พฤติกรรมอะไรที่นักเรียนจะแสดงออกได้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วจึงจะเรียกได้ว่าผ่านบทเรียนโมดูลนี้ไปได้ ความมุ่งหมายทำให้เราวางแผนและประเมินผลการเรียนของ

ผู้เรียนได้ และที่สำคัญที่สุดคือ ความมุ่งมั่นเป็นส่วนที่ช่วยวางโครงสร้างของโมดูล และช่วยเสนอแนะกิจกรรมการเรียนรู้ในโมดูลด้วย

การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment) การประเมินผลเบื้องต้น หมายถึง การวัดในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. เพื่อจะดูว่าผู้เรียนมีความรู้หรือสมรรถภาพพื้นฐานในสิ่งที่จะเรียนในโมดูลหรือยัง หรือจะต้องฝึกสมรรถภาพที่เป็นพื้นฐานนั้นก่อนจะเริ่มเรียน
2. เพื่อจะดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่จะระบุไว้ในโมดูลหรือยัง เขาควรจะเรียนโดยใช้กิจกรรมใดเพื่อที่จะได้บรรลุความมุ่งมั่น
3. เพื่อจะดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในบางส่วนของสมรรถภาพที่จะระบุไว้ในโมดูลหรือไม่ ถ้ามีเขาอาจจะร่วมในกิจกรรมการเรียนบางกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เขายังไม่ได้เรียนรู้เท่านั้น

การประเมินผลเบื้องต้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความสามารถของตนตามความมุ่งมั่นบางส่วนหรือทั้งหมด นอกจากนั้น ยังช่วยให้เห็นว่าผู้เรียนอาจจะยังไม่พร้อมที่จะเรียนโมดูลนั้นก็ได้อีก เนื่องจากขาดความรู้พื้นฐานของโมดูลนั้น การประเมินผลเบื้องต้นจะใช้แบบทดสอบแบบใดก็ได้ อาจจะเป็นแบบปรนัย อัตนัย การทำงานส่ง การสอบปากเปล่า หรือการอภิปรายกันก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสมของความมุ่งมั่น เนื้อหา และระดับของผู้เรียน ไม่จำเป็นต้องมีแบบแผนแน่นอนตายตัว

กิจกรรมการเรียนรู้ (Enabling Activities) กิจกรรมการเรียนจะจัดตามความมุ่งมั่นของโมดูล กิจกรรมการเรียนในที่นี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือก (Instructional Alternative) เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามความมุ่งมั่นของโมดูล ผู้เรียนจะได้เป็นผู้ทำกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง โดยเลือกกิจกรรมนั้น ๆ ตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน ถ้าหากความมุ่งมั่นหรือกิจกรรมมีลักษณะต่อเนื่องกัน ควรจะได้จัดทำแผนผังหรือคำอธิบายของการจัดลำดับกิจกรรมที่จะต้องเรียน

การประเมินผลหลังเรียน (Post-Assessment) ส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญของโมดูลเช่นกัน การประเมินผลนี้จะบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าได้เรียนสำเร็จตามความมุ่งมั่น

ของโมดูลมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ การประเมินผลหลังเรียนยังบอกให้ผู้เรียนรู้ว่า ถ้าไม่ผ่านโมดูลนี้ ควรจะเรียนเพิ่มเติม (Remediation) อย่างไร ในส่วนไหนบาง ของบทเรียน และข้อมูลที่ไดจากการประเมินผลหลังการเรียน ยังชี้ให้เห็นข้อบกพร่อง ในการเรียนการสอนของบทเรียนโมดูลด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข บทเรียนต่อไป

การประเมินผลหลังเรียนอาจจะเหมือนหรือไม่เหมือนกับแบบประเมินผลก่อนเรียน ก็ได้ ซึ่งแล้วแต่ลักษณะของการประเมินผล

ทั้ง 5 ส่วนของบทเรียนโมดูลนี้ เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของโมดูล ซึ่งจะขาดเสีย ไม่ได้ โมดูลอื่น ๆ อาจจะมีส่วนอื่น ๆ เพิ่มมากกว่านี้ก็ได้ แล้วแต่ความต้องการของผู้สร้าง ซึ่งก็จะแตกต่างกันไม่มากนัก เช่น อาจจะทำความรู้พื้นฐาน (Prerequisite) ออกมา กำหนดต่างหากจากเค้าโครงละเอียด (Prospectus) ก็ได้ ส่วนมากความรู้พื้นฐาน จะพยายามกำหนดไว้ให้น้อยที่สุดหรือไม่เลย การเรียนซ่อมเสริมอาจแยกออกมาจากการ ประเมินผลหลังเรียนก็ได้ เช่นกัน เพื่อแนะนำผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลหลัง การเรียน การเรียนซ่อมเสริมจะแนะนำผู้เรียนว่าควรจะซ่อมเสริมด้วยกิจกรรมใดหรือควร ปรึกษากับผู้สอนก่อน

แบบของบทเรียนโมดูล (Module Formate)

แบบของบทเรียนโมดูลมีหลายแบบแตกต่างกันไปตามสถาบันต่าง ๆ และขึ้นกับ ผู้สร้างแต่ละคน ผู้วิจัยได้พยายามรวบรวมแบบของโมดูลไว้เพื่อความสะดวกแก่การทำ ความเข้าใจ ลอเรนซ์ (Lawrence, 1973 : 2) กล่าวว่า บทเรียนโมดูลมีลักษณะ คล้ายสมุดแบบฝึกหัดหรือแบบเรียนที่ใช้อยู่ทั่วไป รูปแบบของโมดูลจะแตกต่างกันตามแต่ละ เนื้อหาวิชาและระดับของผู้เรียนไม่มีรูปแบบตายตัว แต่เนื้อหาภายในโมดูลจะจัดลำดับ ขั้นตอนอย่างมีระบบและสัมพันธ์กันอย่างเด่นชัด

โมดูลแบบที่ 1 เป็นแบบโมดูลที่สร้างขึ้นโดย วิลฟอร์ด เวเบอร์ (Wilford Weber) แห่งมหาวิทยาลัยฮุสตัน (Houston and Others, 1972 : 127 - 129) เป็นโมดูลที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. บทนำ (A Title Page) เป็นส่วนที่บอกชื่อคนสร้าง ผู้ปรับปรุง ครั้งที่ปรับปรุง ระดับผู้ที่จะเรียน การติดต่อกับผู้สร้างโมดูลนี้
2. ส่วนที่เป็นตัวโมดูล (The Body of the Description) ประกอบด้วย
 - 2.1 หลักการและเหตุผล (Rationale)
 - 2.2 ความมุ่งหมาย (Objective)
 - 2.3 ความรู้พื้นฐาน (Prerequisite)
 - 2.4 การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment)
 - 2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)
 - 2.6 การประเมินผลหลังเรียน (Post-Assessment)
 - 2.7 การเรียนซ่อมเสริม (Remediation)
 คำอธิบายในส่วนนี้ทุกตอนจะต้องสมบูรณ์และชัดเจนที่สุด เพื่อสะดวกแก่ผู้เรียน
3. ภาคผนวก (An Appendix) เป็นส่วนที่รวมสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ไว้เพื่อประกอบในการเรียนโมดูล ไม่ว่าจะเป็น กระดาษ คินสอ อุปกรณ์การเรียนรู้ แบบวัดผลต่าง ๆ ฯลฯ

โมดูลแบบที่ 2 สร้างขึ้นโดย โทมัส เนเกล และ พอล ริชแมน แห่งเมือง เซน ดีเอโก (Thomas Nagel and Paul Richman at San Diego State) ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้ (Houston and Others, 1972 : 130)

ชื่อของโมดูล (Module Name)
 ชื่อผู้สร้าง (Module Authors)

1. ความคิดรวบยอดและหลักการพื้นฐาน (Basic Terms and Concepts)
 - 1.1 ความรู้พื้นฐาน (Prerequisite)
 - 1.2 เวลา (Estimated Time)
 - 1.3 เป้าหมาย (Goal)
 - 1.4 ประสบการณ์ที่ควรจะได้พัฒนา (Experiences to be Scheduled in Advance)

- 1.5 การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment)
- 1.6 ความมุ่งหมาย (Objectives)
- 1.7 กิจกรรมการเรียน (Instructional Activities)
- 1.8 การประเมินผลหลังเรียน (Post-Assessment)
- 1.9 การเรียนซ่อมเสริม (Remediation)

2. สื่อการเรียน (Supporting Materials)

โมดูลแบบที่ 3 โมดูลแบบนี้สร้างที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียใต้ โดยการนำของ แพทรีเซีย เฮฟเฟอร์แมน-คาบรีรา และวิลเลียม ทิกูนอฟ (Patricia Hafferman-Cabrera and William Tikunoff) มีแบบฟอร์มดังนี้ (Houston and Others, 1972 : 131)

1. สารบัญ (Table of Contents)
2. เค้าโครงละเอียด (Prospectus)
3. คำนำ (Perspective)
4. ความมุ่งหมาย (Objective)
5. ความรู้พื้นฐาน (Prerequisite)
6. คำอธิบายโมดูล (Description of Module)
7. ลำดับขั้นตอนในการทำโมดูล (Step for Completing this Module)
8. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment)
9. คำอธิบายกิจกรรมการเรียน (Description of Anabling Activities)
10. การประเมินผลหลังเรียน (Post-Assessment)
11. การเรียนซ่อมเสริม (Remediation)

ส่วนที่เป็นวัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนต่าง ๆ จะแยกไว้เป็นชุดต่างหาก โดยสื่อการเรียนทุกชิ้นจะเรียงหมายเลขไว้อย่างเรียบร้อย และมีคำอธิบาย (Module Description) ถึงการใช้ไว้ด้วย

โมดูลแบบที่ 4 โมดูลแบบนี้ได้มาจากการผสมผสานจากแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว (Houston and Others, 1972 : 132) โดยบทเรียนโมดูลจะอธิบายกิจกรรมและบอกรหัสที่ใช้ในการเรียน เช่น

ก. อุปกรณ์อะไรที่นักเรียนจะหามาได้เอง

ข. อุปกรณ์ที่มีอยู่ในโมดูลแล้ว

ค. อุปกรณ์อะไรที่จัดอาจอิงไว้ สงวนไว้ในห้องสมุด หรือที่ศูนย์สื่อการเรียน ส่วนที่เป็นการฉายภาพยนตร์ การสัมมนา จะอธิบายแยกไว้อีกส่วนต่างหาก

นอกจากนั้น จะมีแบบสำรวจว่านักเรียนได้ทำตามขั้นตอนไปแล้วแค่ไหน จกวันที่เริ่มทำโมดูล วันที่นักเรียนทำโมดูลเสร็จ และจะมีส่วนที่ให้นักเรียนเขียนว่า นักเรียนต้องการอะไรเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มสมรรถภาพของตนเองเกี่ยวกับเรื่องนี้ อีก ซึ่งส่วนนี้เรียกว่า "สวนคำถาม" ("Quest")

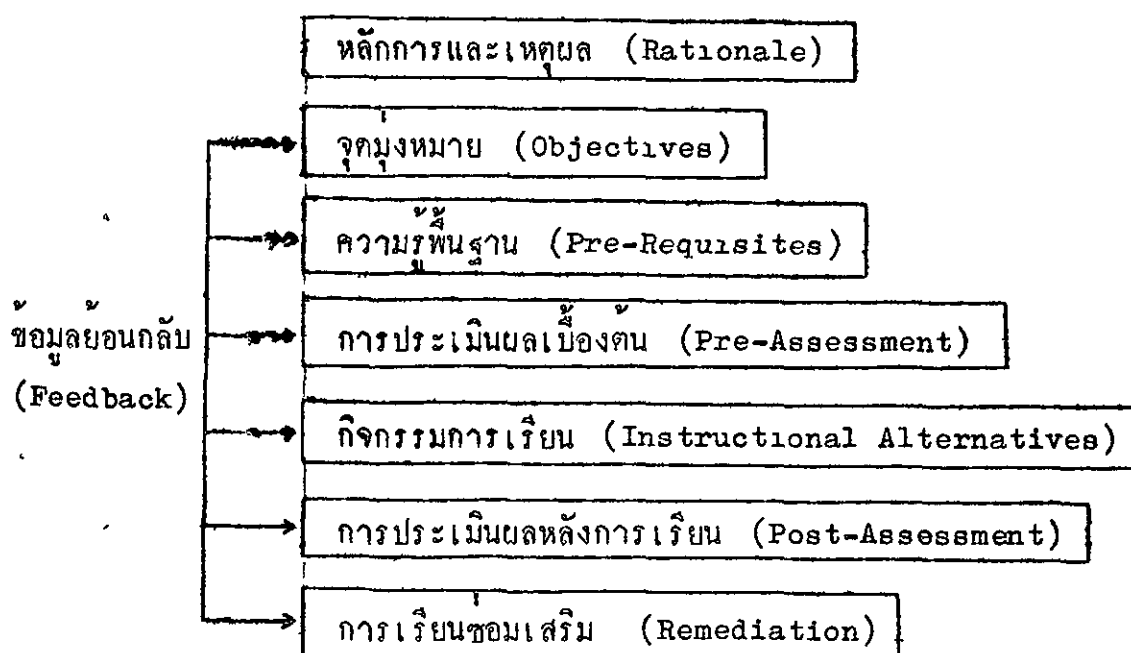
โมดูลแบบที่ 5 เป็นแบบที่ได้จากเอกสารประกอบการสัมมนาการสร้างบทเรียนโมดูล วันที่ 21 - 23 มีนาคม 2520 ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร มีแบบดังนี้ (ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520 : 5)

1. ชื่อวิชา (Subject Area)
2. เลขที่ของโมดูล (Module No.)
3. เป้าหมาย (Goal)
4. วัตถุประสงค์ (Objective (s))
5. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment)
6. สื่อการเรียนและกิจกรรม (Learning Materials and Activities)
7. การประเมินผลหลังเรียน (Post-Assessment)

โมดูลแบบที่ 6 จากการประชุมของคณะกรรมการ CUEBS (The Commission on Undergraduate Education in the Biological Science) ในปี ค.ศ. 1970 ได้กล่าวถึง รูปแบบของบทเรียนโมดูล ซึ่งประกอบด้วยสิ่งที่สำคัญหลาย ๆ ประการ แต่บางโมดูลอาจไม่จำเป็นต้องมีครบทุกรายการก็ได้ (บุญมี กอนทอง, 2518 : 21 - 22) คือ

1. วัตถุประสงค์ของบทเรียน (Purpose of Module)
2. ทักษะและความรู้พื้นฐาน (Prerequisite Skill)
3. ความมุ่งหมายของบทเรียน (Instructional Objectives)
4. การทดสอบพื้นฐานความรู้ (Diagnostic Pre-test)
5. อุปกรณ์ประกอบบทเรียนโมดูล (Implementers for the Module)
6. โปรแกรมการเรียนรู้ในโมดูล (The Module Program)
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโมดูล (Related Experience)
8. การทดสอบหลังการเรียนรู้ (Evaluative Post-test)
9. การประเมินผลโมดูลเพื่อการปรับปรุงบทเรียน (Assessment of the Module)

โมดูลแบบที่ 7 เป็นโมดูลแบบที่พบกันมากที่สุด ในขณะนี้ซึ่งในบางแห่งเรียกว่า "หน่วยการเรียนรู้การสอน" ประกอบด้วยองค์ประกอบ 7 ประการ (ชมพันธุ์ ฤทธิชัย ฅ อัญญา, 2519 : 1)



ภาพประกอบ 3. แผนภาพแสดงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้การสอน

จากแบบฟอร์มของโมดูลที่กล่าวมานี้เป็นแบบต่าง ๆ ที่จะพบได้ทั่ว ๆ ไป ผู้ที่จะสร้างบทเรียนโมดูลสามารถเลือกแบบที่คิดว่าสมบูรณ์ที่สุดไปใช้ได้ หรืออาจจะนำหลาย ๆ แบบมาผสมกันก็ได้ เพราะไม่มีแบบใดที่แน่นอนตายตัว การสร้างบทเรียนจะเป็นแบบใดย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา และการนำไปใช้เป็นสำคัญ และควรคำนึงถึงระดับความสนใจ และความสามารถของผู้เรียนด้วย

ขั้นตอนการในการสร้างบทเรียนโมดูล (Module Development Process)

ฮุสตัน (Houston, 1972 : 69 - 70) ได้แนะนำว่าก่อนดำเนินการสร้างบทเรียนโมดูล ควรคำนึงถึงหลักสำคัญ 3 ประการ คือ

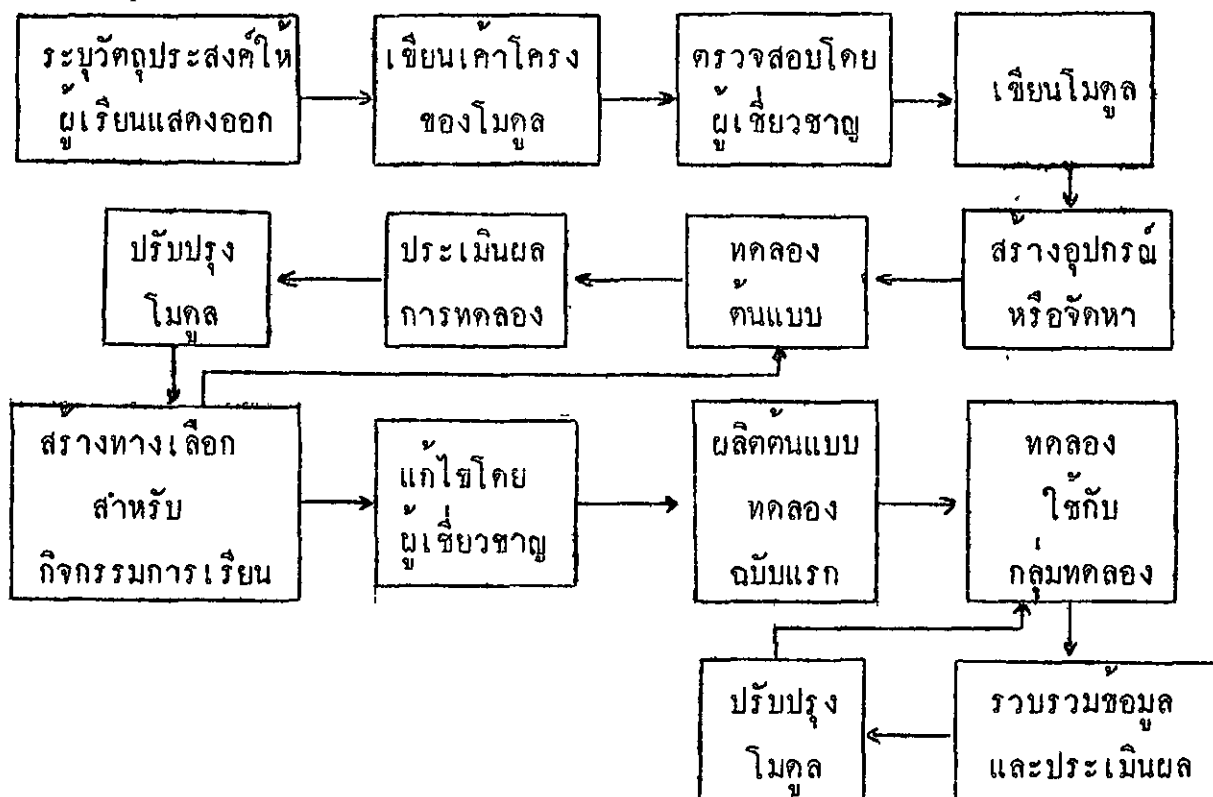
1. หลักการเหตุผล (Rationale) และความเชื่อพื้นฐาน (Basic Assumption) เกี่ยวกับหลักสูตรและบทเรียน จะต้องระบุดอกมาให้ชัดเจนว่ามีอยู่อย่างไร
2. ความมุ่งหวังขั้นสุดท้ายที่จะให้ผู้เรียนเป็นอย่างไร ต้องระบุไว้ให้ชัดเจน เช่น สมรรถภาพในการเป็นครูอย่างไร ที่มุ่งให้ผู้เรียนแสดงออกหลังการฝึกอบรม
3. จุดประสงค์เฉพาะสำหรับผู้จบหลักสูตรการฝึกอบรม หรือการเรียนมีอย่างไร ต้องระบุไว้ด้วย

หลักการสำคัญดังกล่าวข้างต้นต้องชัดเจนและเข้าใจตรงกัน จึงจะช่วยในการสร้างบทเรียนโมดูลให้มีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนโมดูล กำหนดไว้ 4 ขั้นตอน (Houston and Others, 1972 : 149) โดยทำเป็นขั้น ๆ ไปดังนี้

1. การวางแผน (Planning)
2. การผลิตโมดูล (Production)
3. การทดลองต้นแบบ (Prototype Testing)
4. การประเมินผลโมดูลเพื่อการปรับปรุง (Evaluation)

ลำดับขั้นเหล่านี้แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4. แผนภาพแสดงลำดับขั้นของงานในการสร้างโมดูล

(Houston, 1972 : 76)

วงจรย้อนกลับ (Feedback Loops) มีความสำคัญมากเพื่อเป็นหลักประกันคุณภาพ และทำให้มีการปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป

ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียนโมดูล

1. ในการสร้างบทเรียน ผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตร อยู่เสมอ ผู้สร้างควรพิจารณาอย่างรอบคอบว่าจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้น ได้สร้างสมรรถภาพแก่ผู้เรียนที่จะสำเร็จการศึกษาตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรหรือไม่ และในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนก็ต้องสอดคล้องกับปรัชญาใน

การเรียนการสอนของหลักสูตรเรื่องต่าง ๆ เหล่านี้ ควรระบุไว้ชัดเจนในการเขียน
หลักการและเหตุผล

2. ในการกำหนดสมรรถภาพที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงให้เห็นนั้น
ควรคำนึงถึงคำถามต่อไปนี้ คือ

(ก) ถ้าจะเป็นการวัดความรู้ ต้องคำนึงถึงความรู้อะไรที่ต้องการให้
ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างแท้จริง

(ข) ถ้าจะวัดทัศนคติ ต้องคำนึงถึงพฤติกรรมที่เกี่ยวกับทัศนคติอะไรที่
ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออก

(ค) ถ้าจะวัดพฤติกรรม การสอนจะต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการสอนอะไร
ที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติให้เห็นได้

(ง) ถ้าวัดประสิทธิภาพของผลงานจะต้องคำนึงว่าการเปลี่ยนแปลงอะไร
ในผลงานที่ผู้เรียนจะต้องก่อให้เกิดขึ้นและภายใต้ภาวะเช่นไร

3. หลังจากที่ได้กำหนดจุดมุ่งหมายแล้ว ผู้สร้างบทเรียนจะต้องกำหนดสมรรถภาพ
พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน สมรรถภาพพื้นฐานควรจะกำหนดแค่เฉพาะเรื่องที่เป็น
พื้นฐานจริง ๆ ของบทเรียนนั้น ถ้าเป็นไปได้สมรรถภาพพื้นฐานควรจะมีน้อยที่สุด เพื่อ
ให้โปรแกรมการเรียนยืดหยุ่นได้ และเพื่อให้โอกาสแก่ผู้เรียนที่จะเลือกเรียนได้มากที่สุด

4. การสร้างแบบประเมินผลเบื้องต้น ผู้สร้างควรจะมีใจว่าเกณฑ์ที่สร้างขึ้น
นั้นใช้วัดสมรรถภาพของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายอย่างแท้จริง เช่น ถ้าใช้เกณฑ์ใน
การวัดผลการสอน การวัดผลที่เกี่ยวกับสติปัญญาความรู้ก็ไม่เหมาะสม ข้อสำคัญอีก
ประการหนึ่งก็คือ การประเมินผลจะต้องคำนึงถึงความเป็นจริง และจะต้องให้ข้อมูล
ย้อนกลับแก่ผู้เรียน วิธีการวัดผลจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด หากคำนึงถึงภาคปฏิบัติและ
มีลักษณะที่จะช่วยในการวินิจฉัยข้อบกพร่อง

5. การสร้างกิจกรรมการเรียน ผู้สร้างควรพยายามให้มีทางเลือกหลาย ๆ
ทางแก่ผู้เรียน ทั้งนี้ เพื่อเขาจะได้เลือกเรียนในสิ่งที่จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จ
มากที่สุด สอดคล้องกับวิธีการเรียนของเขาและจะช่วยให้เขาได้เรียนรู้ในระยะเวลา
อันสั้น นอกจากนี้ ผู้เรียนควรจะได้มีโอกาสเลือกสร้างกิจกรรมของตนด้วยความช่วยเหลือ

ของอาจารย์ ผู้สร้างบทเรียนจะต้องระลึกอยู่เสมอว่า ผู้เรียนมีหน้าที่รับผิดชอบต่อการ
แสดงความสามารถในสมรรถภาพที่ระบุไว้ มิใช่ในการเรียนกิจกรรมการเรียน

6. ถ้าผู้สร้างกิจกรรมการเรียนเห็นว่า กิจกรรมต่าง ๆ นั้นควรจัดเรียงลำดับ
การจัดลำดับกิจกรรมก็ควรจะทำให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงลักษณะแผนงานทั้งหมด

7. กิจกรรมการเรียนต่าง ๆ ที่ให้ผู้เรียนเลือกเรียนนั้น ควรเปิดโอกาสให้
ผู้เรียนได้ฝึกหัดเท่าเทียมกัน

8. วิธีการสร้างการประเมินผลหลังการเรียน ควรใช้วิธีการที่เสนอแนะ ใน
การสร้างการประเมินผลเบื้องต้น และขอทดสอบควรเชื่อถือได้

9. ผู้สร้างบทเรียนอาจจะระบุกิจกรรมการเรียนซ่อมเสริมได้ตามความเหมาะสม
ถึงแม้ว่าโดยปกติแล้วกิจกรรมการเรียนซ่อมเสริมควรจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์เฉพาะ เมื่อ
ได้สร้างบทเรียนสมบูรณ์ทั้งโปรแกรมแล้ว กิจกรรมการเรียนซ่อมเสริมอาจจะนำมาใช้
เป็นกิจกรรมการเรียนที่ผู้เรียนเลือกเรียนได้

10. คำอธิบายของบทเรียนควรจะสั้นและชัดเจน

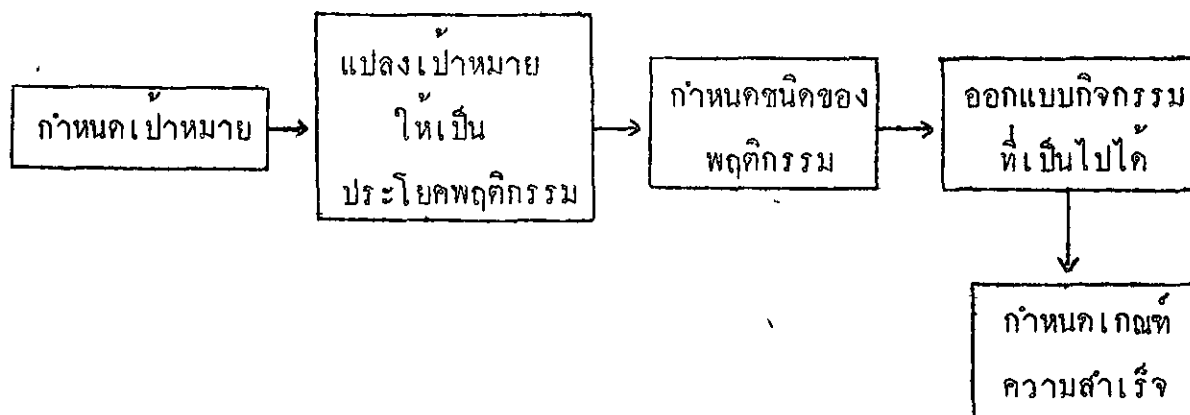
11. ผู้สร้างบทเรียนควรจะให้ผู้ร่วมงานหลาย ๆ ท่าน และผู้เรียนช่วยกัน
วิจารณ์ เพื่อจะได้ข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่สร้างขึ้น

12. เมื่อสร้างบทเรียนเรียบร้อยแล้ว ผู้สร้างควรทบทวนอีกครั้งว่าบทเรียนนั้น
เน้นถึงสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับการพัฒนาการของผู้เรียนหรือไม่ และเป็นตัวอย่างที่ดีมี
ประสิทธิภาพในการเรียนการสอนหรือไม่

13. ในขั้นสุดท้าย ผู้สร้างบทเรียนจะต้องคำนึงอยู่เสมอว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นนั้น
ย่อมเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้เสมอ (ชมพันธุ์ กุญชร ณ อยุธยา, 2519 : 9 - 11)

โมดูลเป็นบทเรียนที่นักเรียนจะต้องเรียนด้วยตนเอง การวางโปรแกรมหรือ
แผนการเรียนต้องเป็นไปอย่างรอบคอบ รัดกุม การลำดับความต่อเนื่องต้องเหมาะสม
เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนขึ้นได้ ข้อความที่เขียนในบทเรียนต้องชัดเจน เข้าใจง่าย
เพราะผู้เรียนต้องศึกษาด้วยตนเอง ดังนั้นขบวนการในการสร้างบทเรียนโมดูล จึงต้อง
มีการประเมินผลการใช้และการปรับปรุงแก้ไขอยู่เสมอ

ขั้นที่ยากที่สุดในการพัฒนาโมดูล ได้แก่ ขั้นตอนวางแผน ลอเรนซ์ (Lawrence, 1973 : 18 - 25) ได้กำหนดโครงสร้างในการวางแผนไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 5. แผนภาพแสดงโครงสร้างในการวางแผนสร้างโมดูล

1. กำหนดเป้าหมาย (Select Goal Statement) ถ้าเราเริ่มโมดูลด้วยเป้าหมายที่แจ่มแจ้งแล้ว ก็จะเป็นโอกาสที่จะเตรียมการสอนได้ดี เป้าหมายควรกว้างและเด่นชัดพอ (ชี้เฉพาะพอสมควร)

2. การนำเป้าหมายมาแปลงเป็นความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Convert to Behavior Statements) เราจะไม่สามารถถึงเป้าหมายได้เลย ถ้าไม่ออกมาในรูปสิ่งที่เห็นได้ ในกรณีนี้ คือ พฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้ ดังนั้น ครูจึงเป็นผู้กำหนดสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนทำ แสดงออก และผลิตได้หรือสร้างได้ (Doing, Demonstrations or Products)

3. การกำหนดชนิดของพฤติกรรม (Name Kind of Evidence of Behaviors) เป็นขั้นที่กำหนดพฤติกรรมว่าต้องการให้แสดงออกในสถานการณ์อะไร อย่างไร โดยเป็นการตกลงร่วมกันจากบุคคลหลาย ๆ ฝ่าย

4. กำหนดเกณฑ์ความสำเร็จ (Name Criteria of Attainment) การกำหนดเกณฑ์ เราต้องตอบคำถามที่ว่า "มากเท่าไร" "ได้อย่างไร" เกณฑ์บางอย่างตายตัว เช่น การสะกดคำต้องสะกดได้ถูกต้อง แต่เกณฑ์บางอย่างก็เปลี่ยนแปลงได้มากน้อยตามแต่จะกำหนด เช่น การยกตัวอย่างสิ่งของต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นที่เราจะต้องหาเกณฑ์

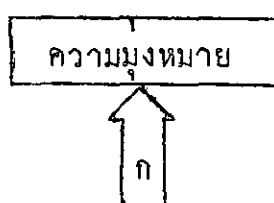
ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ ชนิดของพฤติกรรม และเหตุผลที่บุคคลนั้นกระทำด้วย ข้อมูลที่จะช่วยกำหนดเกณฑ์ความสำเร็จ คือ ความรู้เดิม ความถนัด ความสนใจ ความสามารถ และระดับความรู้ของผู้เรียนด้วย

5. การออกแบบกิจกรรมที่เป็นไปได้ (Design Enabling Activities) มาถึงขั้นนี้ แสดงว่า เป้าหมายถูกแปลงให้เป็น "ความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม" แล้วคือ ประกอบด้วย 3 สิ่ง คือ

1. เป้าหมาย (Goal)
2. การอธิบายพฤติกรรม (A Behavior Description)
3. ขบวนการในการวัดผล (Evaluation Process)

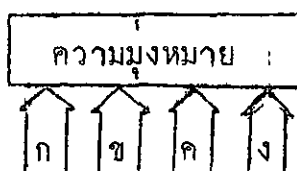
จาก ความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม บวกกับ กิจกรรมการเรียน และ สื่อการเรียน ทั้งหมด เราก็จะได้ แผนการสอนที่สมบูรณ์ ขึ้นของการออกแบบกิจกรรมเป็นขั้นที่สำคัญขั้นหนึ่งที่จะทำให้แผนการสอนออกมาในรูปใด การเลือกแบบกิจกรรมมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความมุ่งหมายที่กำหนดในแต่ละโมดูล ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างความมุ่งหมายกับกิจกรรมการสอนได้ดังนี้ (Houston and Others, 1972 : 132 - 134)

1. ความมุ่งหมายที่กำหนดกิจกรรมให้ทำเพียงกิจกรรมเดียว



กิจกรรมเดียว — แบบปกติ (Simple Case)

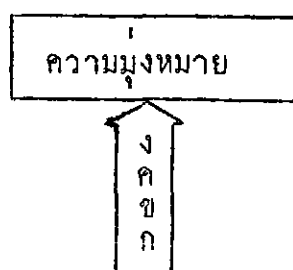
แต่โมดูลมีกิจกรรมให้เลือกหัตถ์ครูและนักเรียนจะเลือกทำกิจกรรมใดก็ได้ โครงสร้างกิจกรรมจึงออกมาในรูปนี้



เลือกเพียงกิจกรรมเดียว — แบบปกติ (Simple Case)

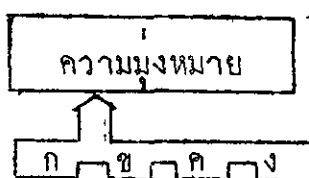
มีข้อแม้ว่ากิจกรรมที่ให้เลือกทั้งหลาย (ก, ข, ค, หรือ ง) แต่ละกิจกรรมต้องทำให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถภาพที่กำหนดให้ ทุกกิจกรรมควรมีคุณค่าเท่าเทียมกัน จึงจะเรียกได้ว่า ให้เสรีในการเลือก ซึ่งตรงกับความต้องการของแต่ละบุคคล

2. กำหนดกิจกรรมให้หลาย ๆ กิจกรรม ซึ่งจะบรรลุความมุ่งหมายที่กำหนดในโมดูลได้ ต้องทำกิจกรรมตามลำดับขั้นนั้น



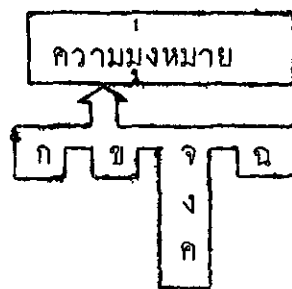
หลายกิจกรรม - แบบต่อเนื่อง (Linearly Related)

3. กิจกรรมหลายกิจกรรมที่ทำให้บรรลุความมุ่งหมาย แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามลำดับขั้น ผู้เรียนจะเลือกทำกิจกรรมใดก่อนก็ได้ หรือจะทำทุกกิจกรรมไปพร้อม ๆ กันก็ได้ เราเรียกการทำกิจกรรมแบบนี้ว่า "แบบปะติดปะต่อ" ซึ่งเสริมซึ่งกันและกัน (Mosaic - Type Activities)



หลายกิจกรรม - แบบปะติดปะต่อ (Mosaic Related)

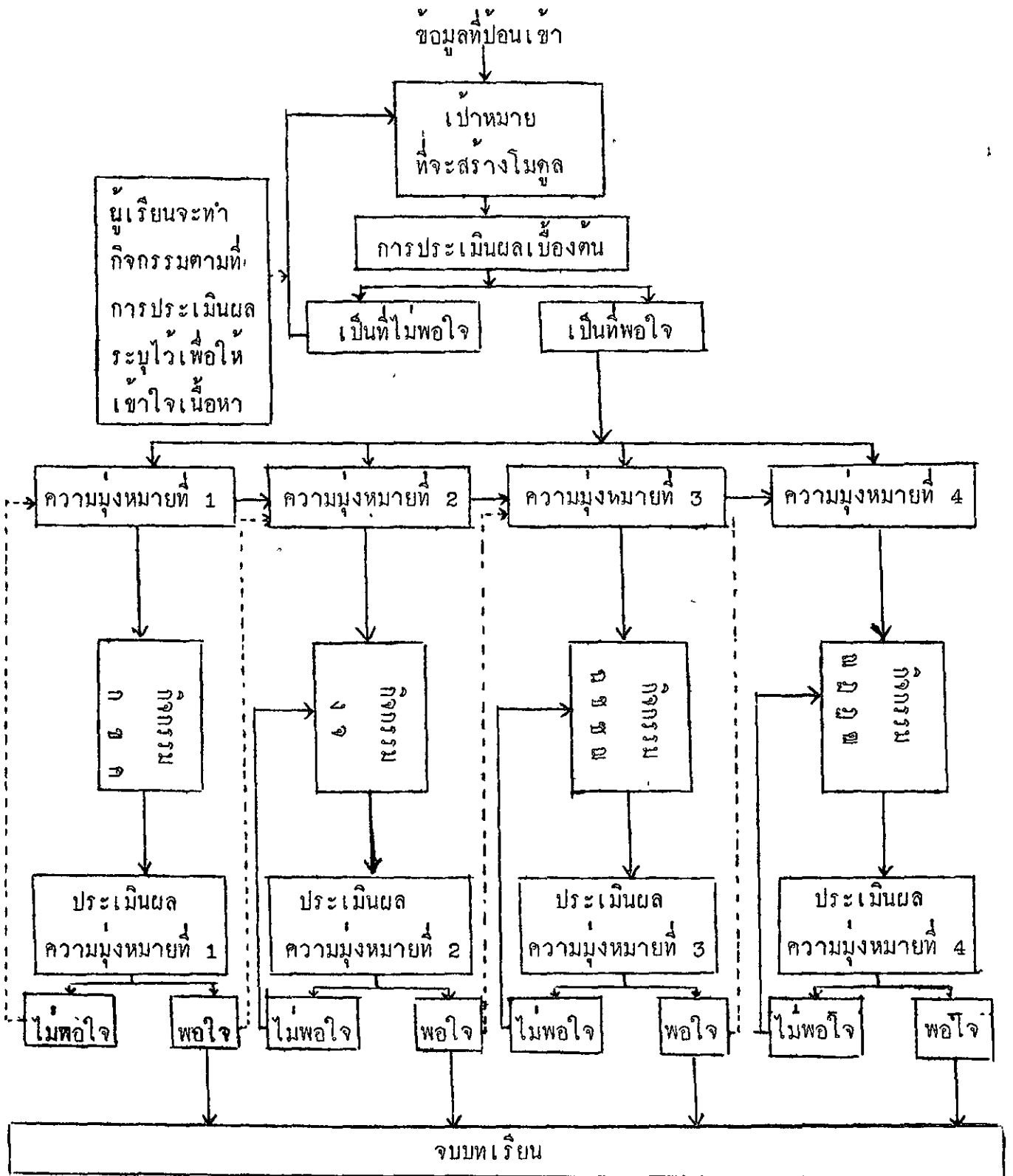
กิจกรรมหลาย ๆ กิจกรรมรวมกันเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายนั้น บางทีบางกิจกรรมนั้น อาจมีกิจกรรมย่อย ๆ 2 หรือ 3 กิจกรรมที่ต้องทำเป็นลำดับขั้นเพื่อมารวมกันกับกิจกรรมอื่น ๆ ดังนี้



จากแผนภาพบนนี้ เราจะต้องทำกิจกรรม ก, ง และ จ ตามลำดับกิจกรรม จึงจะทำให้เกิดสมรรถภาพเพื่อมาปะติดปะต่อกับกิจกรรม ก, ข และ ฉ เพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายได้

จากแบบกิจกรรมเหล่านี้ ทำให้ผู้สร้างโมดูลตัดสินใจได้ว่า ควรจะเลือกแบบกิจกรรมใดในบทเรียนโมดูลของตน และแบบกิจกรรมที่กำหนดในโมดูลนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนและครูในการเลือกการเรียนรู้ซ่อมเสริม ในกรณีที่ผู้เรียนนั้นไม่ผ่านการประเมินผลหลังเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนอาจจะเลือกกิจกรรมใหม่เพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายของโมดูล หรือควรจะทำกิจกรรมอะไรเพิ่มเติมในกรณีที่ไม่เข้าใจเนื้อหาหรือทักษะบางตอน หรือขาดสมรรถภาพบางอย่างของโมดูล ต่อไปนี้เป็นแผนภาพแสดงการวางแผนกิจกรรมในบทเรียนโมดูล (an APEID Regional

Planning Workshop, 1975 : 2)



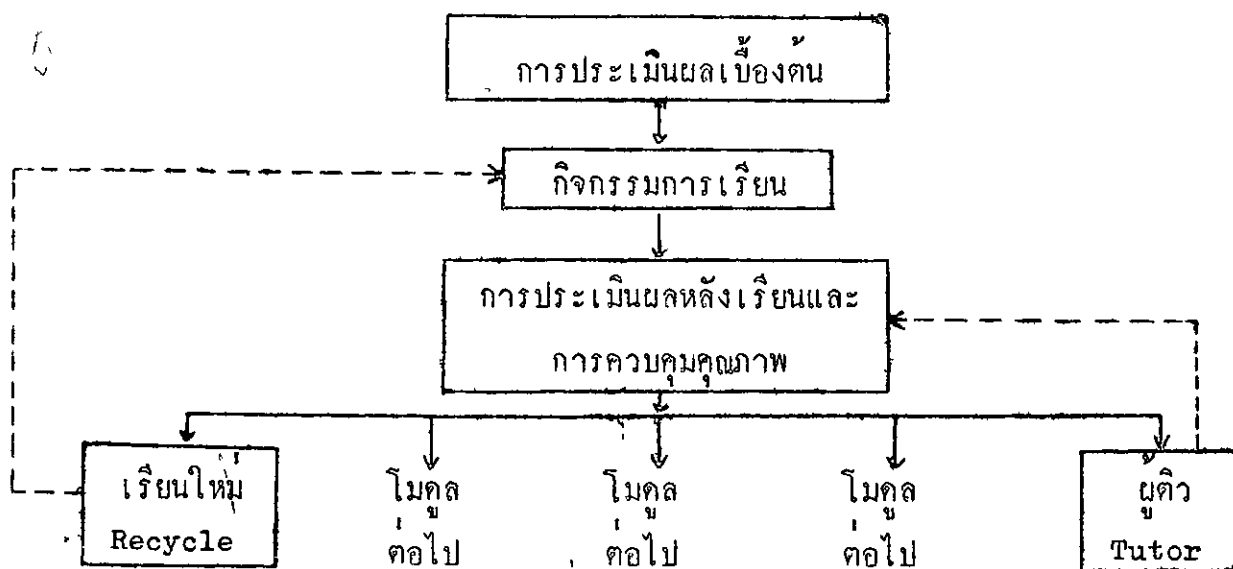
ภาพประกอบ 6. แผนภาพแสดงการวางแผนกิจกรรมในบทเรียนโมดูล

ข้อเสนอแนะในการประเมินผลบทเรียนโมดูล

1. ความมุ่งหมายของโมดูลต้องชัดเจน ผู้เรียนอ่านแล้วต้องเข้าใจง่าย
2. การทดสอบก่อนเรียนต้องประกอบด้วยสิ่งที่มีความมุ่งหมายต้องการ จาก
การประเมินผลก่อนเรียน ทำให้ผู้เรียนตัดสินใจได้ทันทีว่าควรเรียนโมดูลนั้นหรือไม่
3. คำแนะนำตลอดบทเรียนต้องชัดเจน
4. แบบของกิจกรรมต้องเป็นไปได้ ปฏิบัติได้ (Practical) และไม่
ยุ่งยากเกินไป และต้องเป็นไปตามความมุ่งหมายของโมดูล
5. ควรมีกิจกรรมให้เรียนเลือก (Alternative Activities)
6. ผู้เรียนควรมีส่วนรวมในการเตรียมแผนการของกิจกรรมด้วย
7. การประเมินผลหลังเรียนต้องชัดเจน เข้าใจได้ง่าย และวัดผลได้ตรง
ตามความมุ่งหมาย

ประโยชน์ของบทเรียนโมดูล

1. บทเรียนโมดูลมีความยืดหยุ่นกว่าการเรียนการสอนแบบเก่า
2. บทเรียนโมดูลเตรียมเพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียนหรือ
ผู้สอน
3. บทเรียนโมดูลสนับสนุนการศึกษาด้วยตนเองตามความแตกต่างของแต่ละ
บุคคล (Individualized Learning)
4. มีการใช้อุปกรณ์, การทำกิจกรรมและการเรียนอย่างมีระบบ ซึ่งสอดคล้อง
กับการจัดการศึกษาแบบใหม่ที่เรียกว่า "การจัดการศึกษาแบบสมรรถฐาน" (Competency-
Based Education) ผู้เรียนจะออกจากระบบในโมดูลได้ก็ต้องมีสมรรถภาพตามที่ระบุ
ไว้ในโมดูลแล้ว จึงแผนภาพนี้



ภาพประกอบ 7. แผนภาพแสดงระบบการเรียนรู้ในบทเรียนโมดูล

เอกสารเกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันกำลังเป็นที่สนใจและเอาใจใส่กันมากในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการปรับปรุงและส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของการศึกษาทุกระดับ เพื่อให้ทันต่อความก้าวหน้าของวิชาการ และสอดคล้องกับความต้องการทางเศรษฐกิจและสังคม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2518 : 1) โดยได้ดำเนินการและส่งเสริมการค้นคว้าวิจัยในด้านหลักสูตร การสอน การวัดผลที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกระดับการศึกษา ตลอดจน ปรับปรุงแบบเรียน คู่มือครู อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ หนังสืออ่านประกอบที่เกี่ยวข้อง และการจัดอบรมครูสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ สถาบันได้ตั้งจุดประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2518 : 8)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้ง
การรายงานผลงาน

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และ
สภาพแวดล้อม

ในด้านผลที่เด็กจะได้รับจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น พัทธกิจ รัชพลเดช
(พัธกิจ รัชพลเดช, 2498 : 7) ได้กล่าวถึงประโยชน์ไว้ 2 ประการ คือ

1. เด็กได้รับความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิทยาศาสตร์ จนนำไปใช้
ประโยชน์ได้

2. เราให้เด็กเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เด็กเข้าใจสิ่งทั่ว ๆ ไปอย่าง
กว้างขวาง โดยประสงค์ให้เด็กได้รับประโยชน์ในการใช้ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม
ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้ดำรงชีวิตอยู่อย่างสะดวกสบาย

การที่เด็กจะได้รับประโยชน์จากการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างสมบูรณ์นั้น มิได้ขึ้น
อยู่กับการจัดให้มีวิทยาศาสตร์อยู่ในหลักสูตรประถมศึกษาเท่านั้น แต่ยังคงประกอบด้วย
ส่วนอื่น ๆ อีกหลายประการที่จะทำให้การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาได้ผลตาม
ความมุ่งหมายที่วางไว้ในหลักสูตร ส่วนประกอบเหล่านี้ได้แก่ ครู นักเรียน สื่อการเรียน
 ฯลฯ บุญถิ่น อัตถากร (บุญถิ่น อัตถากร, 2507 : 29) กล่าวว่า " ... ชอบปกครอง
ในการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับผมนั้น ชอบแรกอยู่ที่ครู "

ศีลา จายนียโยชิน (ศีลา จายนียโยชิน อ้างจาก วรวิทย์ วสันตกร,
2517 : 12) ได้อธิบายถึงลักษณะของเด็กที่ชอบวิทยาศาสตร์ว่า ธรรมชาติของเด็กทั่วไป
ในวัยประถมศึกษาตอนต้น เป็นลักษณะที่ชอบวิทยาศาสตร์ แต่เด็กเหล่านั้นอาจไม่ชอบเรียน
วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนก็ได้ ถ้าหากการเรียนการสอนไม่ตอบคำถามที่เด็กสงสัยหรือไม่ช่วย
ให้เด็กทำการค้นคว้าจนเป็นที่พอใจ จากคำกล่าวนี้ชี้ให้เห็นว่า ครูเป็นผู้มีความสำคัญที่สุดใน
การดำเนินการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่จะประสบความสำเร็จหรือไม่ พัทธกิจ รัชพลเดช
(พัธกิจ รัชพลเดช, 2507 : 6) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ค่อนข้าง
ว่า "พึงเข้าใจว่าครูเป็นกุญแจสำคัญสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากครูจะเป็นผู้มี

ความรู้แล้ว ยังจะต้องกระตุ้นหรือรื้อฟื้นและมีความสนใจที่จะหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ การที่ครูมีความกระตุ้นหรือรื้อฟื้นนั้นย่อมจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความมั่นใจว่า จะสามารถทำการสอนได้ผลเป็นอย่างดี"

ในคานวธีสอน อารี สัตถ์หวี (อารี สัตถ์หวี, 2517 : 145) ได้กล่าวถึงการเข้าถึงขบวนการ (Process Approach) ว่าการสอนเนื้อหา (Content) นั้นไม่พอ เพราะเนื้อหาความรู้ที่เรียนจะเก่าและล้าสมัยไปโดยเร็ว แต่จะต้องสอนให้รู้วิธีหาความรู้ในวิชานั้น โดยวิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการที่จะหาความรู้ด้วยตนเอง มีความใฝ่รู้เป็นนิจ คือ เน้นขบวนการเรียนรู้ในวิชานั้น มากกว่าเนื้อหาวิชา ผลจากการไต่กระบวนการเรียนรู้จะทำให้เด็กเป็นพลเมืองที่สามารถออกไปเกี่ยวกับเรื่องนี้ โยเซฟ, อี. คี. (โยเซฟ, อี. คี., 2504 : 4) กล่าวว่า "คุณค่าอันยิ่งใหญ่ของวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนย่อมมาจากทัศนคติและวิธีการทำงาน เพื่อที่จะทำให้เป็นพลเมืองดี คือ เป็นผู้ที่ช่างสังเกต สามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องในสิ่งที่เขาเห็น"

จากที่กล่าวมา วิทยาศาสตร์จึงเป็นวิชาที่อาศัยการสังเกต การทดลองและการปฏิบัติ ผู้เรียนจึงจะบรรลุผลตามความมุ่งหมาย การสอนโดยวิธีให้อ่าน ให้ฟังควรลดลง แต่ควรเพิ่มการพุดจาซักถามและอธิบายให้มากขึ้น การที่จะให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรง และเรียนโดยการกระทำมากที่สุดนั้น ทางหนึ่งก็ด้วยการใช้วัสดุอุปกรณ์การสอนนั่นเอง (พิทักษ์ รัชพลเดช, 2507 : 4) จึงกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ย่อมขึ้นอยู่กับการใช้สื่อการเรียนเป็นสำคัญอีกด้วย สมควรที่ครูทุกคนจะต้องศึกษาเทคนิคและวิธีการใหม่ ๆ เกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนให้เข้าใจ เป็นที่น่ายินดีที่ขณะนี้ประเทศไทยได้มีการเคลื่อนไหวในด้านการปรับปรุงการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์แล้ว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโมดูลยังมีไม่มากนัก ในต่างประเทศส่วนมากสร้างบทเรียนโมดูลเพื่อใช้สอนในระดับอุดมศึกษาหรือฝึกหัดครู แต่ก็มีแนวโน้มที่จะมีการสร้างบทเรียนโมดูลเพื่อใช้สอนในระดับที่ต่ำลงมามากขึ้น สำหรับในประเทศไทยการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูลยังมีน้อยมาก

บทเรียนโมดูลในต่างประเทศ

คอกกี (Caucci, 1971 : 3000 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิธีสอนทั่วไป โดยการสอนแบบบรรยาย - อภิปราย (Lecture-Discussion) กับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนฝึกหัดครู 82 คน ใช้เวลาในการทดลอง 2 สัปดาห์ กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้โมดูล กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย - อภิปรายในเนื้อหาเดียวกัน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การวิจัยของคอกกี ชี้ให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลนั้นนักเรียนมีอิสระในการศึกษาหาความรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบบรรยาย - อภิปราย แล้วแตกต่างกัน คอกกียังได้เสนอแนะว่า หลักการเบื้องต้นหรือคำชี้แจง

(Introduction) ของบทเรียนโมดูลควรเขียนให้กว้าง ครอบคลุมไปถึงความมุ่งหมายของบทเรียน และก่อนที่ผู้เรียนจะทำกิจกรรมการเรียนควรจะมีความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ หรือเข้าใจคำสั่งที่บ่งไว้ในกิจกรรมนั้น ๆ ก่อน กลวิธีที่ใช้ในการทบทวนความรู้ควรจะมีมากพอสมควร ทั้งการเสริมแรง (Reinforcement) ก็ควรนำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนของผู้เรียน เช่น ให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที

ต่อมาในปี ค.ศ. 1973 เฮอส์ท (Hurst, 1973 : 1752 - A) ได้ศึกษาผลการใช้โมดูลเกี่ยวกับสมรรถภาพพื้นฐานของครูระดับประถมศึกษา โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลเกี่ยวกับวิธีสอนคนปัญหา (Problem Inquiry) กลุ่มทดลองที่ 1 สอนนักศึกษาเป็นรายบุคคล กลุ่มทดลองที่ 2 สอนนักศึกษาเป็นกลุ่ม ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติในวิชาภาษาศาสตร์และการสอนคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่สอนนักศึกษาเป็นรายบุคคล โดยใช้บทเรียนโมดูล ใช้เวลาน้อยกว่ากลุ่มทดลองที่สอนนักศึกษาเป็นกลุ่มโดยใช้บทเรียนโมดูล แต่คะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม มีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูล ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับของ ทูตู (Todo, 1973 : 4078 - A) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนโมดูลในระดับวิทยาลัย (The College Level) ผลปรากฏว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีความสามารถตรงตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งต่างกับการสอนที่สอนกันอยู่เดิมในวิทยาลัย และทูตู ยังได้เสนอแนะ

ให้นำการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลไปใช้สอนในระดับอื่น ๆ ด้วย

ซาสเซอร์ (Sasser, 1974 : 6957 - 6958 -A) ได้ทดลองสอนชีววิทยาเบื้องต้นในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อสร้างและทดลองใช้บทเรียนโมดูลซึ่งมีลักษณะแยกเป็นหน่วย ๆ แต่ละหน่วยจะมีการกำหนดความรู้พื้นฐานไว้ มีแบบฝึกหัดประจำหน่วยจะให้เลือกทำตั้งแต่ 1 โมดูลหรือมากกว่านั้นขึ้นไป แต่อย่างน้อยต้องเรียน 2 โมดูลหรือเรียนโมดูลที่ยังคับกับโมดูลที่ให้เลือกอีก 1 โมดูล วิธีทดลองได้เปรียบเทียบคะแนนจากการเรียนของนิสิต 298 คน ในระยะเวลา 2 ปี โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนโมดูลกับกลุ่มควบคุมที่ใช้การบรรยายตามปกติ และทำการทดสอบก่อนและหลังการเรียน ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้บทเรียนโมดูลได้คะแนนสูงกว่า และเมื่อเปรียบเทียบทัศนคติปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติต่อวิชานี้สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ มอร์ธา (Mortha, 1973 : 4910 - A) ซึ่งศึกษาการใช้โมดูลเรื่องโสตวิศุสำหรับการเรียนด้วยตนเอง

(Audiotutorial Module) ในการเตรียมตัวของอาจารย์ช่วยสอน (Graduate Assistants) ในวิชาจุลชีววิทยา (Microbiology) โดยวิธีสุ่มมา 2 กลุ่ม กลุ่มละ 9 คน กลุ่มหนึ่งใช้วิธีสัมมนาโดยใช้บทเรียนโมดูล อีกกลุ่มหนึ่งใช้วิธีสัมมนาตามปกติ แล้วให้อาจารย์ทั้ง 2 กลุ่มไปควบคุมนักศึกษาในการทดลองตัวต่อตัว ผลปรากฏว่านักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านความรู้เนื้อหาที่ได้ทัศนคติที่มีต่อการสอนและการทดลองของนักศึกษา ต่อมาในปี ค.ศ. 1975 บราวเลย์ (Brawley, 1975 : 4280 - A) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลการสอนจากบทเรียนโมดูลแบบสื่อประสม เพื่อสอนเรื่องการบอกเวลาสำหรับเด็กเรียนซ้ำ ผู้ทดลองได้สร้างบทเรียนโมดูลขึ้น 12 ชุด ใช้เวลาในการสอน 15 วัน ปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่เรียนจากบทเรียนโมดูลมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทเรียนโมดูลในประเทศไทย

บทเรียนโมดูลในประเทศไทยมีผู้ศึกษากันไม่มากนัก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ได้จัดให้มีการสัมมนาปฏิบัติการเกี่ยวกับการสร้างบทเรียน

โมดูลเพื่อใช้ในการสอนวิชาชีววิทยาและวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ขึ้นระหว่างวันที่ 28 ตุลาคม - 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 โดยมี อาจารย์สมศักดิ์ แส่นสุข และ ศาสตราจารย์ ดร.อีคอส (E. Kos) เป็นผู้นำในการสัมมนา มีผู้เข้าสัมมนา 52 คน (บุญมี กอนทอง, 2518 : 21) จากการประเมินผลการสัมมนาครั้งนี้ปรากฏว่าสมาชิกที่เข้าร่วมการสัมมนา 90% ขึ้นไป มีความเห็นว่าบทเรียนโมดูลมีประโยชน์ดังนี้

(มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517 : 1 - 2)

1. บทเรียนโมดูลจะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
2. บทเรียนโมดูลช่วยให้ผู้เรียนกระปรี้กระเปร่าขึ้น มีผลต่อผู้เรียนมาก เพราะผู้เรียนจะมีส่วนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น
3. การใช้บทเรียนโมดูลเป็นการฝึกให้เด็กมีความรับผิดชอบได้
4. บทเรียนโมดูลจะให้ความรู้ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้
5. บทเรียนโมดูลน่าจะนำมาใช้ในเมืองไทย ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาในห้องเรียนหรือนอกโรงเรียน

นอกจากนี้สมาชิกที่เข้าสัมมนาทั้งหมดเห็นว่าบทเรียนโมดูลมีคุณค่า มีประโยชน์มาก ควรได้รับการเผยแพร่ให้แพร่หลาย และนำมาใช้ในวงการศึกษา

ต่อมา ชีระ จิตต์จนะ (ชีระ จิตต์จนะ, 2519 : 21 - 25) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องไฟฟ้า ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามวิธีปกติ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูล

เบ็ญจา โสทรโยม (เบ็ญจา โสทรโยม, 2520 : 33) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปร โดยใช้หน่วยการเรียนการสอน (Instructional Module) กับการสอนปกติในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผู้ศึกษาก็ได้เสนอแนะว่าควรให้มีการสร้างหน่วยการเรียนการสอนในวิชาอื่น ๆ

นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม, 2520 : 28) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนปกติ ปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนโมเดลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติในทางสนับสนุนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนโมเดลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .02

นอกจากการศึกษาเหล่านี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ก็ได้จัดให้มีการสัมมนาการสร้างบทเรียนโมเดลขึ้นเมื่อวันที่ 21 - 23 มีนาคม พ.ศ. 2520 โดยมีศาสตราจารย์ ดร.อารี สันหวี เป็นผู้นำในการสัมมนา ซึ่งจากการสัมมนาสมาชิกส่วนใหญ่เห็นว่า บทเรียนโมเดลน่าจะได้รับการนำมาสร้างให้เป็น ที่เผยแพร่ยิ่งขึ้นต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ก. การวิจัยในต่างประเทศ

เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นี้ แอลเมอร์ (Elmer, 1959 : 1622 - A) ได้ศึกษาสภาพทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ในรัฐไอโอวา พบว่า แนวโน้มด้านจำนวนผู้เลือกเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ครูส่วนใหญ่สอนตามแบบเรียน งานที่ครูกำหนดให้นักเรียนทำจะอยู่ในตำราเล่มเดียวเสีย 50% กิจกรรมในห้องเรียนมักจะเป็น การท่องปากเปล่า และปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์จะเป็นการขาดอุปกรณ์การสอนและไม่ได้นำนวัตกรรมทางการศึกษามาช่วยในการเรียนการสอน ปัญหาเรื่องวิธีสอนของครูนี้ มีผลต่อนักเรียนมาก เช่น จากการวิจัยของจอห์น (John, 1966 : 994 - 995 - A) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมสอนแบบบรรยายให้นักเรียนสังเกตการสาธิตและร่วมกิจกรรมบ้าง ให้ การบ้านบ้าง ส่วนกลุ่มทดลองสอนแบบไม่ใช้ตำรา ไม่กำหนดงานให้อ่าน ไม่ใช้วิธี บรรยาย แต่ใช้เอกสารแนะนำ (Guide Sheet) แทน ซึ่งแนะนำกิจกรรมหลายอย่าง ให้นักเรียนเข้าใจข้อเท็จจริงและเกิดความคิดรวบยอด (Concept) ผลปรากฏว่า

กลุ่มทดลองได้ผลดีกว่าในด้านการคิดหาเหตุผล วิธีแก้ปัญหา และทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มควบคุมดีกว่าในด้านเนื้อหาวิชา จากการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า วิธีสอนของครูเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่จะทำให้ นักเรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยของ มาฮาน (Mahan, 1963 : 1097 - 1098 - A) สนับสนุนคำกล่าวนี้นี้ มาฮานได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีแก้ปัญหาและวิธีการบรรยาย ประกอบการอภิปราย ปรากฏว่า เด็กที่ได้รับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหามีความเจริญงอกงามในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนที่มีความรู้และความสามารถต่ำจะมีความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า สถานภาพทางเศรษฐกิจ สังคม และสติปัญญาของนักเรียนมีส่วนเกี่ยวข้องกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย ดังจะเห็นได้จากการวิจัยของ มอทซ์ (Motz, 1971 : 1360 - A) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และความเป็นนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจ สังคม และสติปัญญาแตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมสูง จะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และความเป็นนักวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่มีสติปัญญาสูง จะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และความเป็นนักวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่มีสติปัญญาต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข. การวิจัยในประเทศ

การวิจัยเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนมาก วิจัยเกี่ยวกับปัญหาด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น ทองคำ บ่อคำ (ทองคำ บ่อคำ, 2517 : 62) ได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร 119 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูประสบปัญหาด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น

1. ขาดอุปกรณ์การเรียนการสอน
2. ห้องสมุดโรงเรียนมีหนังสือและเอกสารค้นคว้าไม่พอ
3. การสอนวิทยาศาสตร์ของครูไม่เข้าใจความมุ่งหมายในหลักสูตร
4. ไม่มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ

5. ฐานะทางครอบครัวของนักเรียนไม่ตี ส่งผลต่อการเรียนของเด็กเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์ (จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์, 2507 : 79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในเขตการศึกษา 1 ผลปรากฏว่า เด็กที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในภาคการศึกษา 1 มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เฉลี่ยแล้วประมาณครึ่งหนึ่งของเนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2503 และมีผลสัมฤทธิ์เนื่องจากความสามารถในการจำ และการนำไปใช้มากกว่าความเข้าใจ และเหตุผลมีเพียงเล็กน้อย และยังพบว่าเด็กในเมืองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเด็กชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ยกเว้นที่เกี่ยวกับความสามารถในการคิดหาเหตุผล) ในปีต่อ ๆ มา ได้มีการวิจัยเพื่อปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มากขึ้น เช่น อรพินท์ ทินวัฒน์ (อรพินท์ ทินวัฒน์, 2512 : 81) ได้ทดลองสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนตราดสรรเสวี จังหวัดตราด โดยใช้อุปกรณ์และไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบการสอน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้อุปกรณ์มีความสนใจและความชื่นชมวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้อุปกรณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่ากลุ่มทดลองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านความอยากรู้อยากเห็นสิ่งแวดล้อม และไม่เชื่อโชคลางสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ได้มีการศึกษาการนำนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น บุญเรือง สุภตริยวรพงศ์ (บุญเรือง สุภตริยวรพงศ์, 2519 : 43) ได้ศึกษาประสิทธิภาพชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับลักษณะความเป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลาง ปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีผู้วิจัยไว้มาก เช่น ชานี จันทรา (ชานี จันทรา, 2519 : 33) ได้ทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิต สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 เปรียบเทียบกับการสอนปกติ ผลทางด้านทัศนคติปรากฏว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีพัฒนาการสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งได้ผล

ตรงกับบททดลองของ ละออ เล็งประชา (ละออ เล็งประชา, 2519 : 23) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติจากการสอนเรื่องสิ่งที่มีชีวิตในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ ปรากฏว่าทั้ง 2 กลุ่มมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งส่วนใหญ่พบว่ามีความสัมพันธ์กัน เช่น การศึกษาของ ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (ทองหล่อ วงษ์อินทร์, 2517 : 56 - 61) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่จบชั้นประถมศึกษาตอนต้น พบว่า การคิดหาเหตุผลในเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเด็กที่มีการคิดหาเหตุผลในเชิงตรรกศาสตร์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กที่มีการคิดหาเหตุผลในเชิงตรรกศาสตร์ต่ำ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สมพงษ์ รุจิวรรณ (สมพงษ์ รุจิวรรณ, 2516 : 51 - 54) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 417 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. กลุ่มนักเรียนที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนโมดูลและสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมานี้ ย่อมเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะได้มีการพัฒนาบทเรียนโมดูลมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะบทเรียนโมดูลรวมเอาแบบการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนหลาย ๆ อย่างไว้ ผู้เรียนสามารถจะเลือกทำกิจกรรมการเรียนได้ตามความสามารถและทำด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ได้เต็มที่

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2520 โรงเรียนบ้านปากน้ำปราบ อำเภอปรางบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 112 คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างง่ายจากนักเรียนทั้งหมด 155 คน ซึ่งมีรายละเอียดตามตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มและเพศ

กลุ่มตัวอย่าง เพศ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		รวม
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	
ชาย	15	16	15	15	61
หญิง	13	12	13	13	51
รวม	28	28	28	28	112

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีนักเรียน 56 คน และกลุ่มควบคุมมีนักเรียน 56 คน กลุ่มทดลองแบ่งย่อยอีกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมแบ่งย่อยออกเป็น 2 กลุ่มเช่นเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 1 ผู้วิจัยเป็นผู้สอน กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมที่ 2 ให้ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เลือกมา 1 คนเป็นผู้สอน ทั้งนี้ เพื่อต้องการซีกตัวแปรแทรกซ้อน อันเนื่องมาจากความลำเอียงของผู้วิจัย

2. การสร้างเครื่องมือในการศึกษาคนควา

เครื่องมือในการศึกษาค้างนี้ ได้แก่

2.1 บทเรียนโมดูล

2.2 ชุดการสอน

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.4 แบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

2.1 การสร้างบทเรียนโมดูล

ในการสร้างบทเรียนโมดูลนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการและวิธีเขียนบทเรียนโมดูล เป็นลำดับขั้นดังนี้

ก. ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แล้วเลือกเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งได้แก่เรื่องการเปลี่ยนแปลงซึ่งประกอบไปด้วยเรื่องการระเหย การกลั่นตัวของน้ำ การตกผลึก การลุกไหม้ของเทียนไข และการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ เหตุที่เลือกเรื่องนี้เพราะจากการวิจัยเรื่องความยากง่ายของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า เรื่องการเปลี่ยนแปลงนี้จัดเป็นเรื่องยากที่สุดสำหรับครูในการสอน (สถาบันระหว่างชาติสำหรับคนควาเรื่องเด็ก, 2509 : 39) และเหตุผลอีกอย่างหนึ่งก็คือเป็นเนื้อหาที่อยู่ในเทอมปลาย เป็นเวลาที่ผู้วิจัยสามารถขอความร่วมมือจากโรงเรียนได้พอดี โดยไม่ทำให้กลุ่มตัวอย่างเสียเวลาในการเรียนควย เวลาที่ใช้ในการทดลองสอน กลุ่มละ 12 ชั่วโมง บทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นแยกออกเป็น 4 โมดูล โดยแยกตามเนื้อหาที่สอนเป็นเรื่อง ๆ ไป ดังที่ได้อธิบายแล้ว

ข. เมื่อเลือกเนื้อหาแล้วก็ศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียดจากหนังสือแบบเรียนและหนังสืออ่านประกอบต่าง ๆ รวมถึงคู่มือครูควย แล้วทำการวิเคราะห์งาน (Task Analysis) โดยตั้งความมุ่งหมายทั่วไป (General Objectives) ความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) หัวข้อการทดสอบ (Test Item) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนและเขียนบทเรียนให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายที่ตั้งไว้

ค. แบบของการสร้างบทเรียนโมดูล ผู้วิจัยได้สร้างตามแบบของ วิลฟอร์ด เวเบอร์ (Wilford Weber) มีส่วนประกอบดังนี้

1. บทนำ (A Title Page)
2. ส่วนที่เป็นตัวโมดูล (The Body of the Description)
ประกอบด้วย

- 2.1 หลักการเหตุผล
- 2.2 ความมุ่งหมาย
- 2.3 ความรู้พื้นฐาน
- 2.4 การประเมินผลเบื้องต้น
- 2.5 กิจกรรมการเรียนรู้
- 2.6 การประเมินผลหลังเรียน
- 2.7 การเรียนซ่อมเสริม

3. ภาคผนวก (Appendix)

เมื่อศึกษาแบบของบทเรียนแล้ว จึงลงมือสร้างบทเรียน บทเรียนนี้มี ลักษณะที่สร้างขึ้นสำหรับครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน บางส่วนครูต้องช่วยชี้แจงแก่นักเรียน ทั้งนี้ เพราะกลุ่มตัวอย่างยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการเรียนแบบนี้เลย ดังนั้น บทเรียน นี้จึงเป็นคู่มือครูในการสอนด้วยบทเรียนโมดูลนี้ด้วย

ง. นำบทเรียนโมดูลออกทดลองใช้ การทดลองใช้บทเรียนกระทำกับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเมืองเก่า อำเภอปรางบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นนักเรียนในโรงเรียนที่มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียนเรื่องนี้มาก่อน โดยทดลองตามลำดับขั้นดังนี้

1. ทดลองกับเด็กเป็นรายบุคคล (Individual Try-out) โดย นำบทเรียนโมดูลไปทดลองกับนักเรียนหนึ่งคน ขณะทำการทดลองผู้วิจัยจะคอยสังเกต เพื่อบันทึกพฤติกรรมพร้อมซักถามถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมา ปรับปรุงบทเรียน

2. ทดลองกับกลุ่มย่อย (Mini Try-out) นำบทเรียนที่ปรับปรุง

ครั้งที่ 1 แล้วไปทดลองกับเด็กเป็นกลุ่มประมาณ 4 - 6 คน จากนั้นก็ขอพร่อง
แล้วนำบทเรียนมาปรับปรุงอีกครั้ง

3. ทดลองภาคสนาม (Field Try - out) นำบทเรียนที่
ปรับปรุงครั้งที่ 2 แล้ว มาทดลองใช้กับนักเรียนทั้งห้อง จำนวน 38 คน เพื่อหา
ประสิทธิภาพของบทเรียน และนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้ง ก่อนที่จะนำออก
ทดลองใช้กับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 การสร้างชุดการสอน

สร้างชุดการสอนเพื่อใช้สอนตามปกติในกลุ่มควบคุม ซึ่งชุดการสอน
ประกอบด้วย คู่มือครู บันทึกการสอน อุปกรณ์การสอนและแบบฝึกหัด โดยใช้เนื้อหา
เดียวกันกับที่ใช้ในบทเรียนโมดูล

2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบที่ดี และวิธีการวิเคราะห์ข้อสอบจากหนังสือ

เทคนิคการวัดผลของ ขวาล แพร์คูล (ขวาล แพร์คูล, 2509 : 110 - 300)
แล้วสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ หาความ
เที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้
กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านเมืองเก่า อำเภอบางบาล จังหวัดพระจวบคีรีขันธ์
จำนวน 120 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบตามหลักการตัดกลุ่ม 27% เป็นกลุ่มสูง
และกลุ่มต่ำ หาค่า (P_H และ P_L) เปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน
(Chung-teh, Fan, 1952 : 6 - 32) เปรียบเทียบค่าความยากง่าย (P)
ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากมาตรฐาน (Δ) เป็นรายชื่อ โดยถือค่า P
ระหว่าง .20 - .80 และค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่ดีที่เลือกไว้ ได้
ข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ 45 ข้อ เมื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร
ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 21 (Kuder-Richardson Formula 21) ได้เท่ากับ

2.4 การสร้างแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยปรับปรุงจากของ อรพินท์ หินวัฒน์ และของ สุภา อุนสกุล เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) สร้างตามแบบของ ลิกเคอร์ต (Likert) จำนวน 35 ข้อ ซึ่ง ทัศนคติในด้านต่อไปนี้

2.4.1 ความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม

2.4.2 ให้ความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

2.4.3 พร้อมที่จะเปลี่ยนความเชื่อใหม่ ถ้าสิ่งนั้นได้พิสูจน์แล้ว

2.4.4 ไม่เชื่ออย่างงมงายหรือไม่เชื่อโชคลาง

2.4.5 มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ก่อนมนุษย์ ต่อหลักวิชา

หาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธี Known Group Technique โดยนำแบบวัดทัศนคตินี้ไปให้อาจารย์ที่สอนวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา ประมาณ 10 คน ช่วยตรวจสอบคำถาม แล้วผู้วิจัยนำมาปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง

นำแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่หาความเที่ยงตรงแล้วนี้ไปหาความเชื่อมั่น โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเมืองเก่า อำเภอบางบาล จังหวัดพระจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมเหมือนกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนดังนี้

ก. ข้อคำถามที่เป็นไปในทางบวก ให้คะแนน

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

ข. ถ้าข้อคำถามเป็นไปในทางลบ ก็ให้คะแนนกลับกัน คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ 5 คะแนน ไปจนถึงเห็นด้วยอย่างยิ่งให้ 1 คะแนน

นำแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไกรรวงให้คะแนนแล้วมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแต่ละข้อ โดยใช้เทคนิค 25% กำหนดหาค่าอัตราส่วนวิกฤติ (t) แล้วเลือกเฉพาะข้อที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มาใช้ และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .838

3. การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้การทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design ดังนี้

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
R E	T_{E_1}	X	T_{E_2}
R C	T_{C_1}	$\sim X$	T_{C_2}

วิธีการทดลองมีลำดับขั้นดังนี้

3.1 ก่อนการทดลองให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Pre-test)

3.2 ขั้นทดลองสอน ในการทดลองกระทำดังนี้

ก. กลุ่มทดลอง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมนักเรียนในการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล และกลุ่มทดลองที่ 2 ให้ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้ฝึกการใช้บทเรียนโมดูลแล้ว เป็นผู้ควบคุมนักเรียนในการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล ก่อนการเรียนได้อธิบายถึงวิธีการเรียน โดยใช้บทเรียนโมดูลให้นักเรียนเข้าใจ แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละประมาณ 5 - 8 คน เพื่อให้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม ก่อนเริ่มเรียนบทเรียนโมดูล ให้นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดประเมินผลก่อนเรียนประจำโมดูลนั้นเสียก่อน (นักเรียนบางคนอาจไม่จำเป็นต้องเรียนบทเรียนโมดูลนั้นก็สามารถทำแบบฝึกหัดประเมินผลก่อนการเรียนถูกต้องถึงเกณฑ์ 80% ของแบบฝึกหัดนั้น) แล้วจึงเริ่มเรียนบทเรียนโมดูล โดยนักเรียนจะทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามคำชี้แจงในบทเรียน

โมดูล ในระหว่างที่เรียนถ้านักเรียนซักข้อหรือสงสัยบทเรียนตอนใดก็สามารถซักถามผู้ควบคุมได้ เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนโมดูลเสร็จแล้ว (แต่ละกลุ่มอาจเสร็จไม่พร้อมกันก็ได้) ให้ทำแบบฝึกหัดประเมินผลหลังเรียนประจำบทเรียนโมดูล ซึ่งเป็นแบบฝึกหัดชุดเดียวกับที่ทำก่อนการเรียนบทเรียนโมดูล นักเรียนที่สามารถทำแบบฝึกหัดถึงเกณฑ์ 80% ขึ้นไป ถือว่าผ่านบทเรียนโมดูลนี้ได้ เพื่อไปเรียนบทเรียนโมดูลอื่นต่อไป แต่นักเรียนบางคนที่ทำแบบฝึกหัดประเมินผลหลังเรียนได้ไม่ถึง 80% ผู้ควบคุมจะจัดให้มีการเรียนซ่อมเสริมอีกจนเห็นว่ามีความเข้าใจบทเรียนดีแล้ว จึงผ่านไปเรียนบทเรียนโมดูลอื่นต่อไป

ข. กลุ่มควบคุม แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมที่ 1 สอนโดยผู้วิจัย และกลุ่มควบคุมที่ 2 สอนโดยครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คนเดิมที่สอนในกลุ่มทดลองที่ 1 การเรียนของกลุ่มควบคุมเป็นการเรียนตามปกติ โดยใช้ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เนื้อหาเดียวกันกับที่ใช้ในบทเรียนโมดูล ชุดการสอนประกอบด้วยคู่มือครู บันทึกการสอน อุปกรณ์การสอน และแบบฝึกหัด การสอนใช้วิธีบรรยาย, ซักถามนักเรียน, ให้นักเรียนถามเมื่อเกิดความสงสัย, ทดลอง, อ่านหรืออภิปรายกัน และใช้อุปกรณ์การสอนตามความเหมาะสม

ในการทดลองสอนทุกกลุ่มใช้เวลากลุ่มละ 12 ชั่วโมง

3.3 หลังการทดลอง ทำการทดสอบหลังการเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อ

ก. ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test)

ข. วัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกันกับแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียน (Pre-test)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากการทดสอบหลังการเรียนกับการทดสอบก่อนการเรียน โดยใช้สูตร t-test

4.2 เปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนกับการทดสอบก่อนการเรียน โดยใช้สูตร t -test

5. สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

5.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนจำนวนจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (\text{Ferguson, 1971 : 45})$$

$\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

5.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนนจำนวนจากสูตร

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \quad (\text{Ferguson, 1971 : 62})$$

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

5.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน

จากสูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\bar{x}(n - \bar{x})}{nS^2} \right\} \quad (\text{Ferguson, 1971 : 368})$$

r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อสอบ

$\bar{x}$ = คะแนนเฉลี่ยของการสอบ

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนการสอบ

5.4 ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

คำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{\left[\sum x_H^2 - \frac{(\sum x_H)^2}{N} \right] + \left[\sum x_L^2 - \frac{(\sum x_L)^2}{N} \right]}{N(N-1)}}}$$

(Edwards, Allen Louis, 1957 : 153)

t = ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนน ในแต่ละข้อของกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ

N = จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$\bar{X}_H$ = คะแนนเฉลี่ยของคะแนนค่าตอบในแต่ละข้อในกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ = คะแนนเฉลี่ยของคะแนนค่าตอบในข้อเดียวกันในกลุ่มต่ำ

5.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์คำนวณจากสูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (\text{Jum C. Nunnally, 1972 : 537})$$

r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบวัดทัศนคติ

n = จำนวนคำถามในแบบวัดทัศนคติ

$\sum S_i^2$ = ผลรวมทั้งหมดของความแปรปรวนของแบบวัดทัศนคติแต่ละข้อ

S_t^2 = ความแปรปรวนของแบบวัดทัศนคติทั้งฉบับ

5.6 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของทั้ง

2 กลุ่ม คำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}} \quad (\text{Ferguson, 1971 : 152})$$

$\bar{x}_1$	=	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1
$\bar{x}_2$	=	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2
s_1^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 1
s_2^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 2
N_1	=	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1
N_2	=	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ดังนี้

N	=	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	=	รายเฉลี่ยของคะแนน
S^2	=	ความแปรปรวนของคะแนน
t	=	อัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติ
P	=	ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้เสนอตามลำดับนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. การเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	56	2.709	20.240	2.403 **
กลุ่มควบคุม	56	0.643	20.781	

** $P < .01$

$t_{.01} = 2.385$

2.358

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมเดลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ 1

2. การเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

ตาราง 3 เปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	56	9.95	145.79	1.6635*
กลุ่มควบคุม	56	5.91	184.52	

$$*P < .05$$

$$t_{.05} = 1.658$$

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
 สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่เรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดย
 ใช้วิธีสอนปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ 2

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้างนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ซึ่งพอสรุปลำดับขั้นและผลการศึกษาค้นคว้าดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประจำปีการศึกษา 2520 โรงเรียนบ้านปากน้ำปราม อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 112 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน และกลุ่มควบคุม 56 คน

2. การสร้างเครื่องมือเพื่อการศึกษา

- 2.1 สร้างบทเรียนโมดูล ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนโมดูล วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรชั้นประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2503 ได้บทเรียนโมดูลที่ปรับปรุงแล้ว 4 บท คือ บทเรียนโมดูลเรื่องการระเหย,

บทเรียนโมดูลเรื่องการกลั่นตัวของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ, บทเรียนโมดูลเรื่องการตกผลึก และบทเรียนโมดูลเรื่องการลุกไหม้ของเทียนไข

2.2 สร้างชุดการสอน ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนตามเนื้อหาเดียวกันกับที่ใช้ในบทเรียนโมดูลเพื่อสอนในกลุ่มควบคุม ชุดการสอนประกอบด้วย บันทึกการสอน คู่มือครู อุปกรณ์การสอน และแบบฝึกหัด

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 21 (Kuder-Richardson Formula 21) ได้เท่ากับ .628

2.4 สร้างแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงมาจากของ อรพินท์ หินวิวัฒน์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) สร้างตามแบบของ ลิกเคอร์ต (Likert) จำนวน 35 ข้อ โดยเลือกเฉพาะข้อที่มีอำนาจจำแนกสูง คือ มีค่า t ตั้งแต่ 1.64 ขึ้นไป หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .838

3. การดำเนินการทดลอง กระทำในภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2520

3.1 ก่อนการทดลอง ได้ทำการทดสอบ (Pre-test) นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

3.2 ทำการทดลองสอนโดยกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 1 ผู้วิจัยสอนด้วยตนเอง กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมที่ 2 สอนโดยครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกมา 1 คน ทุกกลุ่มใช้เวลาในการทดลองเท่า ๆ กัน คือ 12 ชั่วโมง

3.3 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ทำการทดสอบ (Post-test) นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากการทดสอบหลังการเรียนและการทดสอบก่อนการเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที ($t - test$)

4.2 เปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากการทดสอบหลังการเรียน กับ การทดสอบก่อนการเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที ($t - test$)

สรุปผลการทดลอง

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. จากการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ จะเห็นว่าผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นิยม ทองอุดม ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชาสเซอร์ ซึ่งได้ทดลองสอนชีววิทยาเบื้องต้นในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อสร้างและทดลองใช้บทเรียนโมดูล ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้บทเรียนโมดูลได้คะแนนสูงกว่าและเมื่อเปรียบเทียบทัศนคติปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ เนื่องมาจากการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลนี้เป็นการนำสื่อการเรียนหลาย ๆ อย่างมาจัดรวมกันเข้าเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์เรียนรู้ของผู้เรียน ช่วยทำให้การเปลี่ยนแปลง

พฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทเรียนโมดูลสร้างขึ้นด้วยวิธีการวิเคราะห์ระบบแล้วนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ได้เกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ แล้วจึงนำมาให้นักเรียนเรียน นักเรียนสามารถเลือกประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามความสนใจของตนเอง นักเรียนทุกคนเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับประสบการณ์ตรง มีความรับผิดชอบต่อการเรียนเพิ่มมากขึ้น มีการอภิปรายปัญหาซึ่งกันและกัน รู้จักทำงานร่วมกัน เป็นหมู่คณะ บรรยากาศของการเรียนเป็นแบบประชาธิปไตย ซึ่งเหตุผลดังกล่าวนี้อาจจะมีผลทำให้นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ

2. จากการทดลองวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดลองนี้เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และผลการทดลองนี้ย่อมเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในเรื่องการเปลี่ยนแปลง ครูสามารถเสริมสร้างความมีเหตุผลและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็กได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ พัทธกษ รัชพลเดช (พัธกษ รัชพลเดช, 2513 : 18) ที่ว่า "การที่จะให้เด็กเกิดมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ขึ้นนั้น ครูจะต้องเลือกให้เด็กทำกิจกรรม เพื่อฝึกให้เด็กมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยการดำเนินการเรียนหรือการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสร้างให้เด็กมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น" ซึ่งบทเรียนโมดูลก็มีลักษณะที่ส่งเสริมให้เด็กได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ฝึกการแก้ปัญหาและหาเหตุผลด้วยตนเอง มีข้อคอยแต่รับฟังแต่สิ่งที่ครูบอกเพียงอย่างเดียว วิธีการเรียนแบบนี้สอดคล้องกับคำกล่าวของ วรวิทย์ วสันตสารกร (วรวิทย์ วสันตสารกร, 2517 : 41) ที่ว่า "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจเกิดขึ้นจากการที่เด็กได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างจริงจัง และประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี" เหตุผลดังที่กล่าวนี้ย่อมมีส่วนทำให้นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติได้

จากการทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล ผู้วิจัยได้ศึกษาและสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ผลการทดลองสอดคล้องกับคำกล่าวของลอเรนซ์ (Lawrence,

1973 : 11) ที่ว่า "บทเรียนโมดูลใช้ได้กับเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 9 ปีขึ้นไป" ซึ่งพอจะสรุปผลการเรียนโดยิซบทเรียนโมดูลได้ดังนี้

1. บรรยายภาคในการเรียนสนุกสนาน น่าสนใจ ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน สืบเกิดจากการที่นักเรียนทุกคนเรียนด้วยความตั้งใจและเอาใจใส่ มีความเพียรพยายามและพอใจในการเรียนตลอดเวลา ซึ่งย่อมมีผลทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น
2. เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกันเป็นหมู่ เคารพในสิทธิของผู้อื่น รู้จักแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน เป็นการปลูกฝังนิสัยในด้านความรับผิดชอบและความซื่อสัตย์ต่อตนเองและหมู่คณะ
3. ส่งเสริมการสร้างวินัยสำหรับตนเองและหมู่คณะ
4. ส่งเสริมเสรีภาพของนักเรียนในการแสดงความคิดเห็น อภิปรายร่วมกัน และฝึกหัดด้านการรู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเกิดความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อมั่นในตนเองและรู้จักการตัดสินใจที่ดี
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการประกอบกิจกรรม โดยนักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้
7. เปิดโอกาสให้ครูได้ใกล้ชิดกับนักเรียนทุกคน เพื่อครูจะได้สังเกตพัฒนาการของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น
8. ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาในด้านการศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ในวิชาการที่ตนเองสนใจ มีความมั่นใจในการสอนและการจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ก. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการวิจัยครั้งนี้พอที่จะกล่าวได้ว่าการเรียนโดยิซบทเรียนโมดูลทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี จึงควรที่จะได้มีการดัดแปลง ปรับปรุง หรือสร้างบทเรียนขึ้นใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพของโรงเรียนประถมศึกษาในแต่ละท้องถิ่น

2. สถาบันการศึกษาทั่วไป โดยเฉพาะสถาบันผลิตครูควรมีบทบาทในการเผยแพร่ การผลิต การใช้ ตลอดจน การค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูล และการให้ความร่วมมือกับกระทรวง ทบวง กรมต่าง ๆ ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ช่วยเผยแพร่ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. การทดลองใช้บทเรียนโมดูลควรใช้ระยะเวลาในการสอนและเนื้อหาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เพื่อจะทำให้ผลของการวิจัยเที่ยงตรง เชื่อถือได้ดีกว่าการทดลองในระยะสั้น
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะพฤติกรรมค่านต่าง ๆ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล และที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ เช่น ด้านความรับผิดชอบ การทำงานเป็นหมู่คณะ ความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ฯลฯ
3. ควรมีการนำบทเรียนโมดูลไปใช้ในโรงเรียนที่มีสภาพและสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน ระดับชั้นเรียนต่างกัน เพื่อศึกษาสภาพปัญหาของการใช้บทเรียนโมดูลและการปรับปรุงแก้ไขต่อไป
4. ควรมีการนำบทเรียนโมดูล ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน เพื่อศึกษาว่านักเรียนระดับใดเหมาะที่จะใช้บทเรียนโมดูล
5. ควรมีการสร้างบทเรียนโมดูลในวิชาอื่น ๆ ต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- การฝึกหัดครู, กรม การสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น โรงพิมพ์คุรุสภา, 249 หน้า.
- จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในภาคการศึกษา 1 ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2507, 176 หน้า.
- ชมพันธุ์ ภูษธร ณ อุทยา "การวิจัยเพื่อปรับปรุงหลักสูตรฝึกหัดครู" การวิจัย
การศึกษา อภิศ ปัจจุบัน และอนาคต โรงพิมพ์ศาสนา 2518, 169 หน้า.
- ชมพันธุ์ ภูษธร ณ อุทยา หน่วยการเรียนรู้การสอน เอกสารประกอบการเรียน
วิชาทฤษฎีและการปฏิบัติการหลักสูตร 2519, 11 หน้า (เอกสารโรเนียว).
- ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช 2509, 452 หน้า.
- ทองคำ บอคำ การศึกษาปัญหาความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา
ตอนปลายในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2517 ปริญญาโท
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 91 หน้า.
- ทองหล่อ วงศ์อินทร์ ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลในเชิงตรรกศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และความบอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนที่จบชั้น
ประถมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2514 ภาคศึกษา 5 ปริญญาโท กศ.ม.
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517, 68 หน้า.
- ธานี จันทรา การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เรื่อง
สิ่งที่มีชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ
ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519,
68 หน้า.
- ธีระ จิตต์จนะ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 เรื่องไฟฟ้า โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปริญญาโท
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 25 หน้า.
- นিকা สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์" จุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย
วัฒนาพานิช 2518, 189 หน้า.

- นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 เรื่องบรรยายการใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปรินิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 35 หน้า.
- นันทนา ศิริพละ การศึกษาเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย
ในโรงเรียนเทศบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2511 ปรินิพนธ์
กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2512, 139 หน้า.
- บุญถิ่น อัตถากร การเตรียมการสอนและการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับ
สภาวะแวดล้อม โรงพิมพ์บรรหาร ธนบุรี 2507, 60 หน้า.
- บุญมี กอนทอง "บทเรียนโมดูล" วิทยาสาร 26 : 21 - 23, 1 มกราคม 2518.
- บุญเรือง สุภะวัชรพงศ์ การศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับ
ลักษณะความเป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลาง ปรินิพนธ์ กศ.ม. บหา
วิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 169 หน้า.
- เบญจมา โสทรโยธ การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนสมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปร
โดยใช้หน่วยการเรียนรู้การสอน (Instructional Module) กับการสอน
ปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520,
136 หน้า.
- ประหยัด จิระวรพงศ์ การศึกษาประสิทธิภาพชุดการสอนประกอบหลักสูตร ชั้นประถม
ปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับความ
เป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลาง ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 156 หน้า.
- เปื้อง กุมท "สู่ทางในการนำเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุงคุณภาพของการศึกษาในระดับ
ประถมศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา
กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2517, 250 หน้า.
- พิทักษ์ รัชพลเดช วิธีสอนวิชาธรรมชาติศึกษาแผนใหม่ บุญส่งการพิมพ์ 2498, 318
หน้า.

พิทักษ์ รักษาพลเดช นโยบายฝ่ายการศึกษาวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์สตรีเนติศึกษา
พระนคร 2513, 74 หน้า.

โยเซฟ อี.จี. การสอนวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนประถมศึกษาในประเทศไทย
โครงการพัฒนาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เจริญ บุญวัฒน์ และ
ส่องสี ชูติวงศ์ แปลและเรียบเรียง 2504, 308 หน้า.

ละออ เล็งประชา การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติวิทยาศาสตร์ในการ
สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งที่มีชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้
บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ ปริญญาพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 31 หน้า.

ลวน สายยศ และอังคณา ตันติรัตนานนท์ สถิติวิทยาทางการศึกษา วัฒนาพานิช
2515, 276 หน้า.

รววิทย์ วสันตรากร การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 149 หน้า.

วิจิตร ศรีสะอาด "เทคนิควิทยาการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและ
เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2517, 250
หน้า.

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, มหาวิทยาลัย การประเมินผลการสัมมนาปฏิบัติการใช้
โมเดลในการสอนชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ 28 ตุลาคม - 2
พฤศจิกายน 2517, 5 หน้า. (เอกสารโรเนียว)

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, มหาวิทยาลัย เอกสารประกอบการสัมมนาการสร้าง
บทเรียนโมเดล 2520, 15 หน้า. (เอกสารโรเนียว)

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2503
คุรุสภา 2516, 54 หน้า.

สถาบันระหว่างชาติสำหรับคนควาเร่ร่อน รายงานการวิจัยหลักสูตรประถมศึกษา
ตอนต้น โครงการวิจัยหลักสูตรประถมศึกษา 2506 - 2508 กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ คุรุสภา 2509, 399 หน้า.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การดำเนินงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2518, 37 หน้า. (เอกสารโรเนียว)
- สมพงษ์ รุจิวรรณ การศึกษากวามสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์พฤติกรรมความเป็นผู้นำ ความตั้งใจเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 83 หน้า.
- ลีปนันท เกตุทัต "แนวคิดว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นโยบายทาง วิทยาศาสตร์และการพัฒนา" วารสารวิทยาศาสตร์ 5 : 41 - 48, พฤษภาคม 2516.
- ✓สุภา อุนสกุล การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติวิทยาศาสตร์ในการสอน วิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งแวดล้อมชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้บทเรียนโปรแกรม กับการสอนปกติ ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 32 หน้า.
- สำเริง บุญเรืองรัตน์ การปฏิบัติการศึกษา ไทยวัฒนาพานิช 2520, 192 หน้า.
- ✓อรพินท์ หินวัฒน์ การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนตราก สรรเสริญ จังหวัดตราก ปีการศึกษา 2511 โดยใช้อุปกรณ์และไม่ใช้อุปกรณ์ ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2512, 116 หน้า.
- อารี สัตถนวิ "การนำแนวกรรมการศึกษามาปรับปรุงคุณภาพการศึกษา" ประมวล บทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวง ศึกษาธิการ 2517, 250 หน้า.
- อัมพร มีสุข "สภาพปัจจุบันและแนวการปฏิบัติการศึกษา" จันทร์เกษม 4 - 19 : กันยายน - ตุลาคม 2517.
- อำนาง เจริญศิลป์ "หลักการที่เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา" ประชาศึกษา 25(9) : 15 - 23, เมษายน 2517.
- APEID Regional Planning Workshop, an, Module on the Construction of Modules, 1975, 45 pp.

- Brawley, Oletha Daniels, "A study to Evaluation the Effort of Using Multi-media Instructional Modules to Teach Time-telling to Retarded Learners," Dissertation Abstracts, 35(7) : 4280-A, January, 1975.
- Cauci, David John, "A Summative Education of a Modle Method of Instruction," Dissertation Abstracts, 32(6) : 3000-A, December, 1971.
- Edwards, Allen Louis, Technique of Attitudes Scale Construction, Appleton-century-crofts, New York, 1957, 256 pp.
- Elmer, Voss Burton, "The Status of Science Education in Iowa Hight Schook," Dissertation Abstracts, 7(9) : 1622-A, January, 1959.
- Fan, Chun-Teh, Item Analysis Table, Education Testing Service, Princeton, New Jersey, 1952, 32 pp.
- Ferguson, George A ; Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw-Hill Book Company, New York, 1971, 492 pp.
- Houston, W. Robert, Performance Education : Strategies and Resources for Developing a Competency-Based Teacher Education Program, University of Houston, New York, 1972, 137 pp.
- Houston, W. Robert, and Others, Development Instructional Modules, Houston, Texas : College of Education, University of Texas, 1972, 188 pp.
- Hurst, Joseph B, "Competency-Based Learning Modules in Elementary Teacher Training : A Comparison of Individual and Group Instructional For Probling-Inquiry Teacher," Dissertation Abstracts, 11(33) : 1752-A, May, 1973.
- John, Kenneth W., "A Comparison of Two Method of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Problem-Solving," Dissertation Abstracts, 27 : 994-995-A, October, 1966.
- Lawrence, Gardon, Florida Modules on Generic Teacher Compentencies : Module on Modules, University of Florida Gainlsville, Florida, 1973, 26 pp.

- Mahan, Luther A., "The Effect of Problem-Solving and Lecture-Discussion Methods of Teaching General Science in Developing Student Growth in Basic Understandings, Problem-Solving Skills, Attitudes, Interests, and Personal Adjustment," Dissertation Abstracts, 34(3) : 1077-1098-A, September, 1963.
- Mortha, Taylor Hatcher, "Audio-Tutorial Module in the Preparation of College Biology Teacher," Dissertation Abstracts, 34(8) : 4910-A, February, 1974.
- Motz, L.M.L., "The Development of an Instruction to Evaluate Sixth and Ninth Grade Students Attitude Toward Science and Scientists," Dissertation Abstracts, 32(32) : 1360-A, September, 1971.
- Nunnally, Jum C., Educational Measurement and Evaluation, McGraw-Hill Book Company, New York, 1972, 598 pp.
- Sasscer, John Clarence, "The Development, Implementation, and Evaluation of Modularized, Student-centered General Biology Curriculum at the College Level," Dissertation Abstracts, 34(11) : 6957-6958-A, May, 1974.
- Todo, Peggy Smith, "The Development and Evaluation of A Module for Individualized Self-Directed Instruction at the College Level," Dissertation Abstracts, 33(8) : 4078-A, February, 1973.

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)

ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง การเปลี่ยนแปลง

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 45 ข้อ

ลำดับข้อ	P	r	ลำดับข้อ	P	r
1.	.73	.69	24.	.56	.51
2.	.64	.32	25.	.46	.55
3.	.29	.18	26.	.50	.26
4.	.81	.55	27.	.52	.22
5.	.92	.52	28.	.29	.26
6.	.46	.34	29.	.27	.22
7.	.50	.34	30.	.48	.30
8.	.48	.37	31.	.40	.46
9.	.33	.32	32.	.70	.59
10.	.80	.43	33.	.20	.43
11.	.65	.36	34.	.29	.64
12.	.40	.39	35.	.74	.79
13.	.46	.41	36.	.73	.66
14.	.35	.29	37.	.78	.75
15.	.44	.46	38.	.65	.20
16.	.50	.40	39.	.69	.56
17.	.59	.56	40.	.28	.42
18.	.58	.34	41.	.33	.53
19.	.78	.57	42.	.56	.25
20.	.75	.28	43.	.35	.52
21.	.24	.24	44.	.30	.38
22.	.54	.62	45.	.73	.55
23.	.75	.38			

การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\bar{X}(n - \bar{X})}{nS^2} \right] \\
 &= \frac{45}{44} \left[1 - \frac{33.387(45 - 33.387)}{45 \times 22.1588} \right] \\
 &= \frac{45}{44} \left[1 - \frac{1502.415 - 1114.6917}{997.146} \right] \\
 &= \frac{45}{44} \left[1 - \frac{387.7233}{997.146} \right] \\
 &= \frac{45}{44} [1 - .3888] \\
 &= \frac{45}{44} \times 0.6112 \\
 &= \frac{27.504}{44} \\
 &= 0.62509
 \end{aligned}$$

$$\therefore r_{tt} = 0.62509$$

ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 ข้อ

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก
1.	2.5	19.	1.4416
2.	2.81	20.	2.2857
3.	1.85	21.	2.4074
4.	2.378	22.	2.5915
5.	1.873	23.	2.4846
6.	2.35	24.	2.898
7.	1.28	25.	2.835
8.	3.20	26.	1.6709
9.	2.42	27.	1.4736
10.	2.316	28.	1.9784
11.	4.2212	29.	2.4931
12.	1.635	30.	2.5925
13.	2.0606	31.	1.6362
14.	3.583	32.	2.7652
15.	3.4763	33.	4.7363
16.	1.8941	34.	4.6173
17.	2.2422	35.	2.6139
18.	2.825		

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S^2_1}{S^2_t} \right] \\
 &= \frac{35}{34} \left[1 - \frac{58.0029}{312.02746} \right] \\
 &= \frac{35}{34} [1 - 0.18589] \\
 &= \frac{35}{34} \times 0.81411 \\
 &= \frac{28.49385}{34} \\
 &= 0.8380544
 \end{aligned}$$

$$\therefore r_{tt} = 0.8380544$$

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลังการทดลองและก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	$\bar{X}$	S^2	N
กลุ่มทดลอง	2.709	20.24	56
กลุ่มควบคุม	0.643	20.7814	56

จากสูตร

$$t' = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

$$t = \frac{2.709 - 0.643}{\sqrt{\frac{20.24}{56} + \frac{20.7814}{56}}}$$

$$= \frac{2.066}{\sqrt{\frac{41.0214}{56}}}$$

$$= \frac{2.066}{\sqrt{0.73909}}$$

$$= \frac{2.066}{0.8597}$$

$$= 2.4031638$$

$$\therefore t = 2.4031618^{**}$$

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
หลังการทดลองและก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	$\bar{X}$	S^2	N
กลุ่มทดลอง	9.95	145.79	56
กลุ่มควบคุม	5.91	184.52	56

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

$$t = \frac{9.95 - 5.91}{\sqrt{\frac{145.79}{56} + \frac{184.52}{56}}}$$

$$= \frac{4.04}{\sqrt{\frac{330.31}{56}}}$$

$$= \frac{4.04}{\sqrt{5.8983}}$$

$$= \frac{4.04}{2.4286}$$

$$= 1.6635$$

$$\therefore t = 1.6635^*$$

ภาคผนวก ข.

- ตารางวิเคราะห์หลักสูตร
- การวิเคราะห์งาน (Task Analysis)

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร

เนื้อหา เหตุการณ์	ความรู้ - ความจำ	ความเข้าใจ	ทักษะและการนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ทัศนคติและการประเมินค่า	รวมย่อย	อันดับความสำคัญ
	10	10	10	10	10	10		
1. การระเหย	7	8	9	6	7	6	43	1
2. การกลั่นตัวของน้ำ	8	8	9	6	6	5	42	2
3. การตกผลึก	6	7	7	7	6	4	37	3
4. การหลอมใหม่ของ เทียนไข	8	8	9	7	6	5	43	1
รวมย่อย	29	31	34	26	25	20	165	
อันดับความสำคัญ	3	2	1	4	5	6		

ต้องการข้อสอบ ประมาณ 45 ข้อ

เนื้อหา / พฤติกรรม	ความรู้ - ความจำ	ความเข้าใจ	ทักษะและการนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ทัศนคติและการประเมินค่า	รวมย่อย	อันดับความสำคัญ
1. การระเหย	1.90	2.18	2.45	1.63	1.90	1.63	12	1
2. การกลั่นตัวของน้ำ	2.18	2.18	2.45	1.63	1.63	1.36	11	2
3. การตกผลึก	1.63	1.90	1.90	1.90	1.63	1.09	10	3
4. การลุกไหม้ของ เทียนไข	2.18	2.18	2.45	1.90	1.63	1.36	12	1
รวมย่อย	8	8	9	7	7	6	45	
อันดับความสำคัญ	3	2	1	4	5	6		

การวิเคราะห์งาน (Task Analysis)

เนื้อหาที่สอน

1. การระเหย 3 ชั่วโมง
2. การเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ การกลั่นตัว 3 ชั่วโมง
3. การตกผลึก 2 ชั่วโมง
4. การสุกไหมของเทียนไข 4 ชั่วโมง

ความมุ่งหมายทั่วไป (General Objectives)

1. เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้จักสัง เกตและสนใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้มีความรู้และเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น

ในชีวิตประจำวัน

3. ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. เพื่อให้นักเรียนมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดทางทักษะทางวิทยาศาสตร์ นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ความมุ่งหมายเฉพาะ (Specific Objectives)

1. มุ่งให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ดังนี้
 - 1.1 ความหมายของการระเหย
 - 1.2 คุณสมบัติของของเหลวต่าง ๆ ในการระเหย
 - 1.3 สิ่งที่ช่วยให้การระเหยของของเหลวดีขึ้น
 - 1.4 ความหมายของการกลั่น
 - 1.5 การระเหยและการกลั่นที่พบในชีวิตประจำวัน
 - 1.6 การเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ
 - 1.7 ความหมายของการตกผลึก

- 1.8 การทดลองของสารต่าง ๆ
- 1.9 การทดลองในธรรมชาติ
- 1.10 ส่วนประกอบของเทียนไข
- 1.11 การเกิดการลุกไหม้ของเทียนไข
- 1.12 สิ่งที่ทำให้เกิดการลุกไหม้และผลที่เกิดจากการลุกไหม้ของเทียนไข
2. ให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด (Concept) ดังต่อไปนี้
 - 2.1 การระเหย คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพจากของเหลวกลายเป็นไอ
 - 2.2 ของเหลวแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการระเหยแตกต่างกัน
 - 2.3 การระเหยจะเป็นไปได้ดี ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและพื้นที่ผิวหน้าของของเหลว
 - 2.4 การกลั่นตัว คือ การเปลี่ยนแปลงจากสภาพไอในอากาศกลับมาเป็น

ของเหลว

- 2.5 ไอน้ำเมื่อเย็นลงจะกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ
- 2.6 การระเหยและการกลั่นตัวของน้ำเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น

ทุกวัน

2.7 การทดลอง คือ การที่สารละลายอิมิตัวนั้นระเหยหรือเย็นตัวลง จนทำให้สารที่ละลายอยู่ในของเหลวนั้นกลับคืนมาเป็นของแข็งตามเดิม

- 2.8 สารต่าง ๆ ละลายน้ำได้ดีไม่เท่ากัน
- 2.9 สารต่าง ๆ มีรูปผลึกต่างกัน ผลึกทุกอย่างมีรูปทรงเรขาคณิต
- 2.10 เทียนไขประกอบด้วยไขและไขที่เป็นของแข็ง
- 2.11 การลุกไหม้ของเทียนไขเกิดจากไขที่หลอมเหลวซึมไปตามไส้ แล้ว

รวมกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้ติดลุกเป็นไฟ

- 2.12 การลุกไหม้ต้องการออกซิเจน
- 2.13 การลุกไหม้ของเทียนไขมีเขม่าและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น
3. ให้นักเรียนเกิดทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองดังนี้
 - 3.1 สามารถทำการทดลองง่าย ๆ เกี่ยวกับ การระเหย การกลั่นตัว การทดลอง และ การลุกไหม้ของเทียนไข ได้อย่างปลอดภัย

- 3.2 สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบในการทดลองได้อย่างเหมาะสม
- 3.3 มีความระมัดระวังรอบคอบในการทำการทดลอง
4. ให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill) ดังนี้
 - 4.1 รู้จักใช้วิธีแก้ปัญหาโดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหานั้น ๆ
 - 4.2 สามารถนำความรู้จากเรื่องการเปลี่ยนแปลงมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
 - 4.3 ทำความเข้าใจกับปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้
5. ให้นักเรียนมีทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude and Interest) ดังนี้
 - 5.1 เห็นประโยชน์และคุณค่าในการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2 เข้าใจเหตุและผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง
 - 5.3 การแก้ปัญหาต่าง ๆ ต้องมีการรวบรวมข้อมูล และมีการทดสอบก่อนที่จะยอมรับผลที่เกิดขึ้น
 - 5.4 การระมัดระวังทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยลง เราจึงไม่ควรประมาท
 - 5.5 การเปลี่ยนแปลงเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีประโยชน์ต่อเรามาก

ความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

- เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องการเปลี่ยนแปลงนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการระเหยได้
 2. นักเรียนสามารถบอกคุณสมบัติของของเหลวในการระเหยได้
 3. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าของเหลวที่มีอุณหภูมิสูงระเหยได้เร็วกว่าของเหลวชนิดเดียวกันที่มีอุณหภูมิต่ำ
 4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าการระเหยจะเป็นไปได้ดี ถ้าพื้นผิวหน้าของของเหลวกว้าง

5. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าการระเหยจะเป็นไปได้ดีขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
6. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการกลั่นตัวได้
7. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าไอน้ำในอากาศเมื่อเย็นลงจะกลั่นตัวเป็น

หยดน้ำ

8. นักเรียนสามารถบอกวิธีกลั่นตัวอย่างง่าย ๆ ได้
9. นักเรียนสามารถทำการทดลองเรื่องการระเหย การกลั่นตัวของน้ำอย่างง่าย ๆ ได้

10. นักเรียนสามารถบอกได้ว่า การกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศเป็นเหตุที่ทำให้เกิดน้ำค้าง เมฆ หมอก ฝน และหิมะได้

11. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของการระเหยและการกลั่นตัวของน้ำที่เรานำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

12. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการตกผลึกได้

13. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าการตกผลึกของสารต่าง ๆ ย่อมยากง่ายแตกต่างกัน

14. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสารต่าง ๆ ละลายน้ำได้ดีไม่เท่ากัน และบางชนิดไม่ละลายในน้ำ

15. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสารต่างชนิดกันมีรูปผลึกต่างกัน

16. นักเรียนสามารถทำการทดลองเรื่องการตกผลึกอย่างง่าย ๆ ได้

17. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของการตกผลึกได้

18. นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบของเทียนไขได้

19. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงได้

20. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดการลุกไหม้ของเทียนไขได้

21. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าการลุกไหม้ต้องการออกซิเจน

22. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าการลุกไหม้ของเทียนไขมีเขม่าและคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น

23. นักเรียนสามารถทำการทดลองเรื่องการลุกไหม้ของเทียนไขได้

24. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์จากการนำความรู้เรื่องการลูกไหมของเทียนไขไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

คำถามอิงเกณฑ์ (Test Item or Criterion Test)

1. การระเหย คืออะไร
2. คุณสมบัติของของเหลวเป็นอย่างไร
3. น้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
4. อุณหภูมิเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
5. การระเหยของของเหลวเป็นไปได้อย่างไรขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง
6. ของเหลวแต่ละชนิดระเหยได้แตกต่างกันอย่างไร
7. การกลั่น คืออะไร
8. ไอน้ำมีการกลั่นตัวอย่างไร
9. เมฆ หมอก น้ำค้าง ฝน เกิดขึ้นได้อย่างไร
10. จะทำการกลั่นน้ำอย่างง่าย ๆ ได้อย่างไร
11. ประโยชน์ของการกลั่นตัว และการระเหยของน้ำมีอะไรบ้าง
12. เรานำความรู้เรื่องการกลั่นตัวของน้ำมาใช้อย่างไรบ้าง
13. การตกผลึก คืออะไร
14. ผลึกส่วนมากมีรูปร่างอย่างไร
15. การตกผลึกเกิดได้อย่างไร
16. การตกผลึกที่เราพบเห็นบ่อย ๆ มีอะไรบ้าง
17. การตกผลึกของเกลือเกิดขึ้นได้อย่างไร
18. การลูกไหมคืออะไร
19. เชื้อเพลิง คืออะไร อะไรบ้างที่เป็นเชื้อเพลิง
20. สิ่ง чтоช่วยให้เกิดการลูกไหมมีอะไรบ้าง
21. เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว ได้แก่อะไรบ้าง
22. เทียนไขติดไฟได้เพราะอะไร

23. การทดลองเกี่ยวกับการลูกไหมของเทียนไขทำได้อย่างไร
24. ผลที่เกิดจากการลูกไหมของเทียนไขมีอะไรบ้าง
25. ถ้าจะให้เทียนไขลุกอยู่ได้นาน ๆ จะทำอย่างไร
26. จะทดลองว่าการลูกไหมเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างไร
27. เรานำความรู้เรื่องการลูกไหมมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร

ภาคผนวก-ค.

บทเรียนโมดูลวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง
สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยบทเรียน 4-บท

- บทเรียนโมดูลที่ 1 เรื่องการระเหยของน้ำและของเหลว
- บทเรียนโมดูลที่ 2 เรื่องการกลั่นตัวของน้ำ
- บทเรียนโมดูลที่ 3 เรื่องการตกผลึก
- บทเรียนโมดูลที่ 4 เรื่องการดูดไอน้ำของเทียนไข.

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

บทเรียนโมดูลเป็นบทเรียนที่มีความสมบูรณ์เป็นอิสระอยู่ในตัวแล้ว ดังนั้นจึงสะดวกแก่ครูที่จะนำมาใช้ใดทันทีที่ต้องการ โดยมีข้อแม้อย่าว่าผู้ที่นำไปใช้จะต้องทำความเข้าใจกับโครงสร้างทั้งหมดของบทเรียนเสียก่อน เริ่มตั้งแต่หลักการและเหตุผลของบทเรียน, ความมุ่งหมายของบทเรียน, ความรู้พื้นฐานหรือคุณสมบัติของผู้ที่จะมาเรียนบทเรียนนี้, การประเมินผลเบื้องต้น เพื่อต้องการทราบพื้นฐานของผู้เรียนแต่ละคน, กิจกรรมการเรียนเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด ผู้จะนำบทเรียนนี้ไปใช้ต้องทำความเข้าใจ ในขั้นจัดกิจกรรมไว้ให้เลือก 3 ทางด้วยกัน คือ

1. การเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ศูนย์กิจกรรมการเรียน
2. การเรียนเป็นรายบุคคล ควบบทเรียนสำหรับเรียนคนเดียว
3. เรียนเป็นกลุ่มใหญ่กับครู

การประเมินผลหลัง การเรียน จะช่วยให้ทราบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์อย่างไร หลังจากบทเรียน และผู้ใดจะผ่านบทเรียนนี้ไปได้บ้าง หรือผู้ใดจะต้องเรียนซ่อมเสริมอีกจึงจะผ่านไปได้

ลำดับขั้นในการดำเนินการ คือ

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดก่อนเรียน เพื่อรู้พื้นฐานนักเรียน
2. เลือกทำกิจกรรมตามที่ตกลงระหว่างครูกับผู้เรียน โดยครูมีหน้าที่จัดกิจกรรมไว้ให้พร้อม
3. เมื่อเรียนเสร็จ ครูให้ทำแบบฝึกหัดประเมินผลหลังเรียน (เป็นชุดเดียวกัน แบบฝึกหัดก่อนเรียน) ถ้านักเรียนคนใดทำได้ตั้งแต่ 80% ขึ้นไป ก็ผ่านบทเรียนนี้ไปได้ เพื่อเรียนบทเรียนอื่นต่อไป
4. ครูดูแลจัดการให้นักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดประเมินผลหลังเรียนได้ไม่ถึง 80% ทำกิจกรรมซ่อมเสริม จนมีความเข้าใจดีแล้ว จึงผ่านไปได้
5. ในระหว่างเรียน ครูควรอธิบายให้เด็กเข้าใจถึงวิธีการเรียนแบบนี้ การมีอิสระในการเรียน, การรักษาระเบียบวินัย, ซื่อสัตย์ และความรับผิดชอบในตัวเอง

บทเรียนโมดูลที่ 1

เรื่อง การระเหยของน้ำ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สร้าง—น.ส.สุมาลี—ศรีทองกิติกุล วันที่—2 ธันวาคม 2520

ปรับปรุงครั้งที่ 1 วันที่ เดือน พ.ศ.

1. หลักการและเหตุผล

เรื่องการระเหยของของเหลวเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของเราโดยตรง ดังนั้น การทำความเข้าใจในเรื่องนี้จึงเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนมาก และสามารถนำความรู้จากเรื่องนี้มาใช้ในชีวิตประจำวันได้ทั้งในแง่การป้องกันการระเหยหรือการปรับปรุงทำให้การระเหยเป็นไปได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ ย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ ดังนั้น การเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลนี้อาจจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องการระเหยได้มากยิ่งขึ้นก็ได้

2. ความมุ่งหมาย

ความมุ่งหมายทั่วไป

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการระเหยของน้ำและของของเหลวอย่างถูกต้อง

2. เพื่อผู้เรียนสามารถนำความรู้เรื่องการระเหยไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. ผู้เรียนสามารถบอกคุณสมบัติทั่วไปของของเหลวได้อย่างถูกต้อง

2. ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของการระเหยได้อย่างถูกต้อง

3. ผู้เรียนสามารถยกตัวอย่างการระเหยที่พบในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง

อย่างน้อย 3 อย่าง

4. ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าความร้อนทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

5. ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่า ลมช่วยทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

6. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าความแตกต่างของผิวหน้าของของเหลว ทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

7. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์จากความรู้เรื่องการระเหยได้ อย่างน้อย 3 อย่าง

8. นักเรียนสามารถทำการทดลองเรื่องการระเหยอย่างง่าย ๆ ได้

3. ความรู้พื้นฐาน

นักเรียนควรมีความรู้เรื่องสสาร และคุณสมบัติของสสารมาก่อน

4. การประเมินผลเบื้องต้น

ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัดเรื่องการระเหยของของเหลวและของน้ำ

5. กิจกรรมการเรียนรู้

บทเรียนนี้ครูและนักเรียนสามารถเลือกจัดการเรียนการสอนที่เสนอไว้ให้เลือกนี้ได้ โดยความสนใจของผู้เรียน และความเหมาะสมของเนื้อหา บทเรียนนี้ต้องการให้นักเรียน เกิดความรับผิดชอบในการเรียนด้วยตนเอง ระหว่างที่มีการเรียนการสอนอยู่ ถ้าหากผู้เรียน มีความสงสัยประการใด ก็อาจซักถามจากครูผู้สอนได้ ทั้งเป็นรายบุคคล หรือกลุ่ม ถ้านักเรียน เลือกเรียนโดยใช้กิจกรรมใด ก็ให้อ่านคำแนะนำจากเอกสารที่ระบุไว้ให้แล้วปฏิบัติตามนั้น

1. เรียนกันเป็นกลุ่มย่อย (4 – 6 คน) โดยครูจัดศูนย์กิจกรรมไว้ให้นักเรียน ศูนย์กิจกรรมจะประกอบด้วยคู่มือการเรียนและอุปกรณ์การเรียน (เอกสารหมายเลข 1/1)

2. เรียนด้วยตนเองจากชุดการเรียนสำเร็จรูป โดยศึกษาจากคู่มือและ คำแนะนำทุกชั้นตอน (เอกสารหมายเลข 1/2)

3. เรียนกับครูเป็นกลุ่มใหญ่ โดยครูสอนตามเอกสารหมายเลข 1/3 และ อุปกรณ์ที่จัดไว้ให้ (เอกสารหมายเลข 1/3)

6. การประเมินผลหลังเรียน

ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัดฉบับเดิม กับที่ทำแล้วในการประเมินผลเบื้องต้น ถ้านักเรียนทำได้อย่างน้อย 80% ขึ้นไปจากแบบฝึกหัด ถือว่าผ่านบทเรียนนี้ไปได้

7. การเรียนรู้ซ่อมเสริม

นักเรียนที่ยังไม่ผ่านบทเรียนโมดูลชุดนี้ ให้กลับไปเลือกทำกิจกรรมจากบทเรียนนี้ใหม่อีกครั้ง จนมีความเข้าใจดีแล้ว จึงมาตอบคำถามจากแบบฝึกหัดอีกครั้ง จึงจะผ่านไปได้

ภาคผนวก

1. เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 1/1, 1/2, 1/3.
2. อุปกรณ์ประกอบการเรียน ได้แก่ จาน, ถ้วยแก้ว, เทาไฟ, ผ้าเช็ดหน้า, ถังน้ำ, น้ำ, พัด
3. หนังสือประกอบการเรียนและแบบเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ ฯลฯ
4. แบบฝึกหัดประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การระเหยของน้ำและของเหลว

ชื่อ.....ชั้น.....

แบบฝึกหัดประเมินผลก่อนและหลังเรียนโมดูลที่ 1

แบบฝึกหัดเรื่อง การระเหยของน้ำและของของเหลว 15 คะแนน เวลา 15 - 20 นาที

1 คุณสมบัติของของเหลว คือ 1.....

2.....

2. การระเหย คือการ.....

3. จงยกตัวอย่างของเหลวที่ระเหยได้มา 5 ชนิด

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

4. สิ่ง чтоช่วยให้การระเหยดีขึ้น ได้แก่

1.....

2.....

3.....

5. เมื่อทาผิวหน้าด้วยแอลกอฮอล์เราจะรู้สึกเย็นกว่าทาผิวหน้าด้วยน้ำ เพราะว่า....

.....

6. น้ำที่ระเหยไปในอากาศเราเรียกว่า.....

7. จงยกตัวอย่างการระเหยที่เราพบในชีวิตประจำวันมา 2 อย่าง

1.....

2.....

ศูนย์การเรียนรู้เรื่อง ~~น้ำ~~ การระเหยของน้ำ และของของเหลว

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาที่ 4 จำนวนนักเรียน 35 คน
วันที่ เดือน พ.ศ. เวลา 3 คาบ (150-นาที)

ความมุ่งหมาย

1. นักเรียนสามารถบอกคุณสมบัติของของเหลวโดยทั่ว ๆ ไปได้ถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการระเหยได้ และยกตัวอย่างการระเหยที่พบในชีวิตประจำวันได้
3. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าความร้อนทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น
4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าลมทำให้การระเหยของน้ำเร็วขึ้น
5. นักเรียนสามารถบอกได้ว่า ความแผ่กว้างของผิวหน้าของของเหลว ทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น และสามารถบอกได้ว่าประโยชน์ที่เรานำความรู้เรื่องการระเหยนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้ศูนย์ที่ 1

เนื้อหา	สื่อการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเมินผล
- คุณสมบัติของของเหลวโดยทั่ว ๆ ไป - เปลี่ยนแปลงรูปร่างไปตามภาชนะที่ใส่ - ระเหยได้ - การทดลองคุณสมบัติของของเหลว	1. บัตรคำสั่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. คู่มือการทดลองที่ 1 4. อุปกรณ์การทดลอง 5. แบบฝึกหัดที่ 1 6. เฉลยแบบฝึกหัด	1. อ่านบัตรคำสั่ง 2. อ่านเรื่องย่อ 3. ทำการทดลองที่ 1 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 1 5. ตรวจเฉลยแบบฝึกหัด - ทำศูนย์ต่อไป	- ความร่วมมือในการทำกิจกรรม - ดูจากการทำแบบฝึกหัด

ศูนย์ 2

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- ความหมายของการระเหย - การระเหยที่พบในชีวิตประจำวัน	1. บัตรคำสั่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. คู่มือการทดลองที่ 2 4. อุปกรณ์การทดลอง 5. แบบฝึกหัดที่ 2 6. เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2	1. อ่านบัตรคำสั่ง 2. อ่านเรื่องย่อ 3. ทำการทดลองที่ 2 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 2 5. ตรวจเฉลยแบบฝึกหัด ทำศูนย์ต่อไป	- ความร่วมมือในการทำกิจกรรมภายในกลุ่ม - จากการทำแบบฝึกหัด

ศูนย์ 3

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- การระเหยและความร้อน	1. บัตรคำสั่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. คู่มือการทดลองที่ 3 4. อุปกรณ์การทดลอง 5. แบบฝึกหัดที่ 3 6. เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3	1. อ่านบัตรคำสั่ง 2. อ่านเรื่องย่อ 3. ทำการทดลองที่ 3 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 3 5. ตรวจเฉลยแบบฝึกหัด เปลี่ยนไปทำศูนย์ต่อไป	- จากการความร่วมมือในการทำกิจกรรมในกลุ่ม - จากการทำแบบฝึกหัด

ศูนย์ 4

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- การระเหยและลม ซึ่งทำให้เกิดการระเหยขึ้น	1. บัตรคำสั่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. คู่มือการทดลองที่ 4 4. อุปกรณ์การทดลอง 5. แบบฝึกหัดที่ 4 6. เฉลยแบบฝึกหัดที่ 4	1. อ่านบัตรคำสั่ง 2. อ่านเรื่องย่อ 3. ทำการทดลองที่ 4 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 4 5. ตรวจเฉลยแบบฝึกหัด เปลี่ยนไปทำศูนย์ต่อไป	- ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกัน - จากการทำแบบฝึกหัด

ศูนย์ที่ 5

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- ความแตกต่างของ ผิวหน้ากับการ ระเหยของ ของเหลว - ประโยชน์ของ การระเหย	1. บัตรคำสิ่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. เทปเรื่องย่อ 4. คู่มือการทดลอง ที่ 5 5. อุปกรณ์การทดลอง 6. แบบฝึกหัดที่ 5 7. เฉลยแบบฝึกหัด ที่ 5	1. อ่านบัตรคำสิ่ง 2. ฟังและอ่านเรื่องย่อ ตามเทปไปด้วย 3. ทำการทดลองที่ 5 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 5 5. ตรวจและเฉลย แบบฝึกหัดที่ 5 ทำศูนย์อื่นต่อไป	- ประเมินจาก การทำงาน ร่วมกัน - ดูจากการทำ แบบฝึกหัด

กิจกรรมสรุป

ครูให้นักเรียนทั้งหมดมาร่วมอภิปรายถึงกิจกรรมการเรียนที่ทำได้ทั้งหมด
 ช่วยกันสรุปรวมกัน ครูให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยจนเข้าใจ

ประเมินผล

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการระเหยของน้ำ และของของเหลว

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 1

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 1
 2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 1 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันในกลุ่มเพื่อช่วยกันทำการทดลอง
 3. ทำการทดลองตามคำแนะนำในการทดลองที่ 1 ตามลำดับขั้นที่บอกไว้ สังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น
 4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 1 เมื่อทำเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดนั้น อย่าดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
- นักเรียนจะเป็นคนเก่งมากถ้าทำตามคำสั่งนี้ เสร็จแล้วเปลี่ยนไปทำศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 1

คุณสมบัติของของเหลวโดยทั่วไป คือ

1. เพระของเหลวลงในภาชนะใด ของเหลวจะมีรูปร่างตามภาชนะนั้น เช่น เทใส่ขวดก็มีรูปร่างเหมือนขวด เทใส่จานก็มีรูปร่างเหมือนจาน
 2. ของเหลวระเหยกลายเป็นไอตลอดเวลา เช่น เราเทน้ำลงบนถนนไม่นานน้ำก็จะหายไปถนนจะแห้งตามเดิม เมื่อเราสระผม ผมเปียกไม่นานผมก็จะแห้ง
- ในชีวิตประจำวันเราพบการระเหยของน้ำและของเหลวมากมาย เช่น การตากผ้าให้แห้ง การตากปลาเค็ม การทำนาเกลือ ฯลฯ

คู่มือการทดลองที่ 1

1.1 การทดลองว่าของเหลวเปลี่ยนรูปร่างได้ตามภาชนะที่ใส่

จุดประสงค์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าของเหลวเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ตามภาชนะที่ใส่

อุปกรณ์ 1. น้ำ 2. แก้ว 3. จาน 4. ขวด

วิธีทดลอง 1. เอาแก้ว จาน ขวด มาวางเรียงกัน แล้วเทน้ำลงในภาชนะทั้ง 3 นี้
2. สังเกตดูจะเห็นว่าน้ำมีรูปร่างเหมือนภาชนะที่มันใส่



1.2 การทดลองว่าของเหลวระเหยกลายไปหมดเวลา

จุดประสงค์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าของเหลวระเหยกลายเป็นไอไปหมดเวลา

อุปกรณ์ 1. น้ำ 2. แก้วน้ำ

วิธีทดลอง - เทน้ำลงบนพื้นเล็กน้อย สังเกตดูว่าทำไมสักครู่น้ำหายไปไหน เพราะอะไร
- เอาน้ำมาลูบที่แขน แล้วสังเกตว่า สักครู่น้ำจะแห้ง เพราะอะไร
การที่น้ำหายไปนั้นก็เพราะน้ำมีการระเหยไปนั่นเอง

โมดูลที่ 1 ศูนย์ที่ 1

แบบฝึกหัดที่ 1

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. จงยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นของเหลวมา 5 ชนิด ก.
 ข. ค.
 ง. จ.
 2. คุณสมบัติของของเหลว คือ 1.....
 2.....
 3. ยกตัวอย่างการระเหยที่นักเรียนเคยพบในชีวิตประจำวันมาสัก 2 อย่าง
 1.....
 2....
-

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

1. ก. น้ำ
 ข. น้ำมันก๊าก
 ค. แอลกอฮอล์
 ง. น้ำเชื่อม
 จ. กระจก ฯลฯ
2. 1. เปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ตามภาชนะที่ใส่น้ำ
 2. ระเหยกลายเป็นไอได้
3. 1. การตากผ้า
 2. การตากปลาเค็ม
 ฯลฯ

บัตรคำสั่งขั้นที่ 2

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อขั้นที่ 2
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 2 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มเพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคำแนะนำจากคู่มือการทดลองที่ 2
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 2 เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัด อย่างละเอียดแบบฝึกหัดก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
เมื่อทำเสร็จแล้วก็ย้ายกลุ่มไปทำกิจกรรมกลุ่มอื่นต่อไป

เรื่องย่อขั้นที่ 2

การระเหย

การระเหยคือการเปลี่ยนแปลงจากสภาพที่เป็นของเหลวที่เรามองเห็นได้ กลายเป็นไอน้ำอยู่ในอากาศ ซึ่งเรามองไม่เห็น น้ำและของเหลวอื่นๆระเหยกลายเป็นไอน้ำอยู่ในอากาศได้เสมอ

การระเหยที่เราพบมีหลายอย่างเช่น การระเหยของน้ำที่ผ้าที่เราตากไว้ การระเหยกลายเป็นไอของน้ำที่กำลังเดือด การระเหยของน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ทะเล มหาสมุทร ฯลฯ

คู่มือการทดลองที่ 2การทดลองเพื่อแสดงการระเหยของน้ำและของเหลวอื่นๆ

จุดประสงค์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าน้ำมีการระเหยได้ตลอดเวลา รวมทั้งของเหลวอื่นๆด้วย

อุปกรณ์ 1. น้ำ 2. แก้วน้ำ 3. ผ้าเช็ดหน้า 4. แอลกอฮอล์ 5. สำลี

วิธีทดลอง

1. เอาผ้าเช็ดหน้าชุบน้ำแล้วบิดพอหมาดๆ แล้วคลี่ผ้าผึ่งทิ้งไว้
2. เอาแก้วตักน้ำแล้วเทลงบนพื้นเล็กน้อย
3. เอาสำลีชุบแอลกอฮอล์แล้วลองหาที่แขวน สังเกตดูว่าแขวนเปียกแล้วค่อมาก็จะแห้ง
4. สังเกตดูจะเห็นว่าสำลีค่อมาน้ำที่ผึ่งไว้จะแห้ง น้ำที่เทไว้ก็หายไปในที่สุดเพราะน้ำระเหยไปแล้วนั่นเอง แอลกอฮอล์ที่ทาไว้ที่แขวนก็ระเหยไปทำให้เรารู้สึกเย็น

โมดูลที่ 1 คุนยี่ 2

แบบฝึกหัดที่ 2

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. การระเหย คือ.....
2. ของเหลวชนิดต่างๆระเหยได้คืไม่เท่ากัน เช่น แอลกอฮอล์ระเหยได้เร็วกว่า.....
3. จงยกตัวอย่างของเหลวที่ระเหยได้เร็วมาล็ก 3 อย่าง
 - 1.....
 - 2.....
 - 3.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

1. การที่ของเหลวกลายเป็นไอไปในอากาศ
2. น้ำ
3.
 1. น้ำหอม
 2. น้ำมันเบนซิน
 3. แอลกอฮอล์

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 3

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 3
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 3 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มเพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคำแนะนำคู่มือการทดลองที่ 3
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 3 เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัด อนาคตเฉลยแบบฝึกหัดก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ เมื่อทำเสร็จแล้วก็ย้ายไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 3

การระเหยของน้ำและของเหลวอื่นๆ บางเวลาก็ระเหยได้เร็ว บางเวลาก็ระเหยได้ช้า เช่นเมื่อเราตากผ้าไว้ที่ราวตากผ้าในอากาศที่ แดดส่องจ้า ผ้าก็แห้งไวกว่าวันที่อากาศมีดกครึ้ม ทั้งนี้เพราะความร้อนช่วยให้ของเหลวระเหยได้เร็วขึ้น ดังนั้นถ้าสังเกตดูเราตากผ้าในฤดูร้อนจึงแห้งเร็วกว่าเราตากผ้าในฤดูฝน

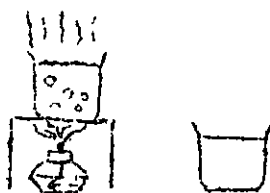
คู่มือการทดลองที่ 3

การทดลองว่าความร้อนทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าความร้อนทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

อุปกรณ์ เตา แก้วทนไฟ น้ำ ถ้วยแก้วธรรมดา 1 ใบ

- วิธีทดลอง
1. เทน้ำใส่แก้วทั้ง 2 ปริมาณเท่าๆกัน
 2. ใบหนึ่งเอาวางไว้เฉยๆ อีกใบหนึ่งยกขึ้นตั้งไฟ
 3. สังเกตดูในเวลาเท่าๆกัน น้ำในแก้วที่เอาขึ้นตั้งไฟจะลดน้อยลงเร็วกว่าน้ำในแก้วที่ตั้งไว้เฉยๆ



โมดูลที่ 1 ศูนย์ที่ 3

แบบฝึกหัดที่ 3

ชื่อ.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

ชั้น.....

1. จากการทดลองทำไมน้ำที่ตั้งอยู่บนเตาไฟจึงเหลือน้อยกว่าน้ำที่ตั้งทิ้งไว้เฉยๆ.....
.....
 2. ถ้าเรากากผ้าไว้ในที่ร่ม กับตากผ้าไว้กลางแจ้ง แดด ผ้าผืนไหนจะแห้งเร็วกว่ากัน....
..... เพราะ.....
-

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

1. เพราะความร้อนทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น
2. ผ้าผืนที่ตากไว้กลางแจ้ง แดดแห้งเร็วกว่า
เพราะ กลางแดดผ้าได้รับความร้อนทำให้น้ำในผ้าระเหยได้เร็วขึ้น

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 4

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 4
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 4 แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มเพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 4
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 4 เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้วให้
ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 4 ไม่ควรดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
เมื่อทำเสร็จแล้วเปลี่ยนไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 4

การระเหยนั่นนอกจากความร้อนแล้ว ลมก็มีส่วนทำให้การระเหยเป็นไปได้เร็วขึ้น
ดังนั้นถ้าวันใดลมพัดแรงน้ำก็จะแห้งเร็วกว่าวันที่ลมไม่ค่อยพัด หรือเวลาที่เรอาบน้ำเสร็จใหม่ๆ
แล้วไม่ได้เช็ดตัว ตัวจะแห้งเร็วขึ้นถ้าเราใช้พัดมาพัด เมื่อเราเล่นกีฬาหมาเหนื่อยๆ เรา
ต้องการให้ร่างกายเย็นเร็วเราก็ใช้พัดพัดทำให้เหงื่อแห้งเร็วยิ่งขึ้น ทำให้ร่างกายเย็นสบาย

คู่มือการทดลองที่ 4การทดลองว่าลมทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าลมทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

อุปกรณ์ แก้ว น้ำ พัด

- วิธีทดลอง
1. หยคน้ำลงบนโต๊ะ 2 หยด ให้ห่างกันไว้
 2. หยดหนึ่งทิ้งไว้เฉยๆ อีกหยดหนึ่งใช้พัดพัดแรงๆ หรือใช้ปากเป่าก็ได้
 3. สังเกตดูน้ำหยดใดจะแห้งเร็วกว่ากัน
 4. ใช้น้ำรากลือทั้ง 2 ข้างได้เปือกเท่าๆกัน แล้วให้เพื่อนใช้พัดพัดมือข้างหนึ่ง
อีกข้างหนึ่งไม่ต้องพัด สังเกตดูมือข้างใดจะแห้งเร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด

โมดูลที่ 1 ศูนย์ที่ 4

แบบฝึกหัดที่ 4

ชื่อ.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

ชั้น.....

1. จากการทดลอง หยดน้ำ 2 หยดนี้ หยดใดจะแห้งเร็วกว่ากัน.....
.....เพราะ.....
 2. เมื่อเราอาบน้ำแล้วปะแป้ง เราชอบเอาพัดมาพัดตัวให้แห้งไวๆ เพราะ.....
.....
 3. เวลาสระผมเสร็จ บางคนชอบใช้พัดลมเป่าผมให้แห้งเพราะ.....
-

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 4

1. หยดที่เอาพัดพัดจะแห้งเร็วกว่า
เพราะ ลมทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น
2. น้ำจะได้ระเหยเร็วๆ และผาความร้อนออกไปด้วย ทำให้เราเย็นสบาย
3. เพราะลมจากพัดลมเป่าทำให้ผมแห้งเร็วขึ้น

โมดูลที่ 1 : ศูนย์ที่ 5

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 5

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 5 ไปพร้อมๆกับเทปเรื่องย่อ
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 5 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม
เพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 5
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 5
5. เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 5
ไม่ควรดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
เมื่อทำเสร็จแล้วก็ย้ายไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 5

ความแผ่กว้างของผิวหน้าของของเหลวก็ช่วยให้ระเหยได้เร็วขึ้นเช่นกัน เช่นถ้าเราเทน้ำใส่ถ้วยแก้วตั้งทิ้งไว้ และเทน้ำอีกเท่าๆกันใส่ในจานแบนๆบ้าง ตั้งถ้วย และจานไว้ที่ริมหน้าต่าง วันรุ่งขึ้นนักเรียนจะเห็นว่าน้ำในจานเหือดน้อยกว่าน้ำในถ้วยแก้ว ทั้งนี้เพราะน้ำในจานมีผิวหน้าแผ่กว้างกว่าน้ำในถ้วยมาก น้ำจึงระเหยได้มากกว่า

ขณะที่มีการระเหยของเหลวจะเสียความร้อนไปด้วย ดังนั้นเมื่อมีการระเหยเราจึงรู้สึกเย็นกว่าปกติ เช่นเวลาเหงื่อที่ร่างกายเราแห้งเราจะรู้สึกเย็นสบาย ถ้าของเหลวนั้นระเหยได้เร็วเราก็จะรู้สึกเย็นมากขึ้น เช่นแอลกอฮอล์, น้ำมันเบนซินถ้าเราเอามาราคมือเราจะรู้สึกเย็นสบายกว่าเอาน้ำมาราคมือ

ประโยชน์ที่ได้จากการระเหยมีมากมาย เช่น การตากผ้า การทำนาเกลือ การตากปลา ฯลฯ

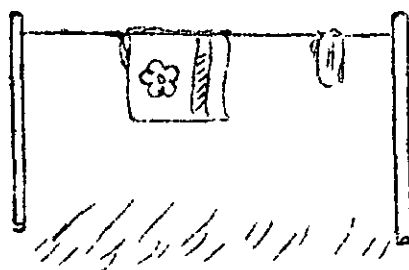
คู่มือการทดลองที่ 5

การทดลองแสดงว่าผิวหน้าของของเหลวทำให้ของเหลวระเหยเร็วขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าความแผ่กว้างของผิวหน้าของเหลวทำให้ของเหลวระเหยได้เร็วขึ้น

อุปกรณ์ น้ำ ผ้าเช็ดหน้า 2 ผืน ราวตากผ้า

- วิธีทดลอง
1. เอาผ้าเช็ดหน้าทั้ง 2 ผืนจุ่มน้ำ แล้วบิดให้หมาดเท่าๆกัน
 2. คลี่ผ้าเช็ดหน้าผืนหนึ่งออกให้กว้างที่สุด แล้วตากไว้ที่ราว อีกผืนหนึ่งไม่ต้องคลี่ออกตากไว้อย่างนั้นเลย
 3. สังเกตดูว่าผ้าผืนใดแห้งเร็วกว่ากัน เพราะอะไร



บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 4

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 4
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 4 แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มเพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 4
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 4 เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้วให้
ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 4 ไม่ควรดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
เมื่อทำเสร็จแล้วเปลี่ยนไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 4

การระเหยนั่นนอกจากความร้อนแล้ว ลมก็มีส่วนทำให้การระเหยเป็นไปได้เร็วขึ้น
ดังนั้นถ้าวันใดลมพัดแรงเราก็จะแห้งเร็วกว่าวันที่ลมไม่ค่อยพัด หรือเวลาที่เรอาบน้ำเสร็จใหม่ๆ
แล้วไม่ได้เช็ดตัว ตัวจะแห้งเร็วขึ้นถ้าเราใช้พัดมาพัด เมื่อเราเล่นกีฬามาเหนื่อยๆเรา
ต้องการให้ร่างกายเย็นเร็วเราก็ใช้พัดพัดทำให้เหงื่อแห้งเร็วยิ่งขึ้น ทำให้ร่างกายเย็นสบาย

คู่มือการทดลองที่ 4การทดลองว่าลมทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าลมทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

อุปกรณ์ แก้ว น้ำ พัด

- วิธีทดลอง
1. หยคน้ำลงบนโต๊ะ 2 หยด ให้ห่างกันไว้
 2. หยดหนึ่งทิ้งไว้เฉยๆ อีกหยดหนึ่งใช้พัดพัดแรงๆ หรือใช้ปากเป่าก็ได้
 3. สังเกตดูน้ำหยดใดจะแห้งเร็วกว่ากัน
 4. ใช้น้ำราดมือทั้ง 2 ข้างให้เปียกเท่าๆกัน แล้วให้เพื่อนใช้พัดพัดมือข้างหนึ่ง
อีกข้างหนึ่งไม่ต้องพัด สังเกตดูมือข้างใดจะแห้งเร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด

โมดูลที่ 1 ศูนย์ที่ 4

แบบฝึกหัดที่ 4

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. จากการทดลอง หยคน้ำ 2 หยคนี้ หยคใดจะแห้งเร็วกว่ากัน..
.....เพราะ.....
 2. เมื่อเราอาบน้ำแล้วปะแป้ง เราชอบเอาพัดมาพัดตัวให้แห้งไวๆ เพราะ.....
.. ..
 3. เวลาสระผมเสร็จ บางคนชอบใช้พัดลมเป่าผมให้แห้งเพราะ.....
-

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 4

1. หยคที่เอาพัดพัดจะแห้งเร็วกว่า
เพราะ ลมทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น
2. น้ำจะได้ระเหยเร็วๆ และพาความร้อนออกไปด้วย ทำให้เราเย็นสบาย
3. เพราะลมจากพัดลมเป่าทำให้ผมแห้งเร็วขึ้น

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 5

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 5 ไปพร้อมกับเทปเรื่องย่อ
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 5 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม เพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 5
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 5
5. เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 5
 ไม่ควรดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
 เมื่อทำเสร็จแล้วก็ย้ายไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 5

ความแผ่กว้างของผิวหนังของของเหลวก็ช่วยให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้นเช่นกัน เช่นถ้าเราเทน้ำใส่ถ้วยแก้วตั้งทิ้งไว้ และเทน้ำอีกเท่าๆกันใส่ในจานแบนๆบ้าง ตั้งถ้วย และจานไว้ที่ริมหน้าต่าง วันรุ่งขึ้นนักเรียนจะเห็นว่าน้ำในจานเหลือน้อยกว่าน้ำในถ้วยแก้ว ทั้งนี้เพราะน้ำในจานมีผิวหนังแผ่กว้างกว่าน้ำในถ้วยมาก น้ำจึงระเหยได้มากกว่า

ขณะที่มีการระเหยของเหลวจะเสียความร้อนไปด้วย ดังนั้นเมื่อมีการระเหยเราจึงรู้สึกเย็นกว่าปกติ เช่นเวลาเหงื่อที่ร่างกายเราแห้งเราจะรู้สึกเย็นสบาย ถ้าของเหลวนั้นระเหยได้เร็วเราก็จะรู้สึกเย็นมากขึ้น เช่นแอลกอฮอล์, น้ำมันเบนซินถ้าเราเอามาราคมือเราจะรู้สึกเย็นสบายกว่าเอาน้ำราคมือ

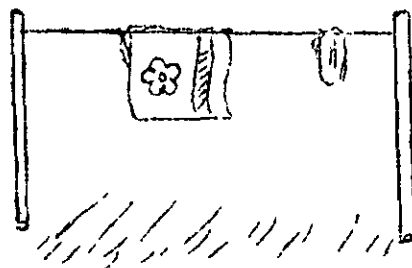
ประโยชน์ที่ได้จากการระเหยมีมากมาย เช่น การตากผ้า การทำนาเกลือ การตากปลา ฯลฯ

คู่มือการทดลองที่ 5การทดลองแสดงว่าผิวหนังของของเหลวทำให้น้ำระเหยเร็วขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าความแผ่กว้างของผิวหนังของเหลวทำให้ของเหลวระเหยได้เร็วขึ้น

อุปกรณ์ น้ำ น้ำเช็ดหน้า 2 ผืน ราวตากผ้า

- วิธีทดลอง
1. เอาน้ำเช็ดหน้าทั้ง 2 ผืนจุ่มน้ำ แล้วบิดให้หมาดเท่าๆกัน
 2. คลี่ผ้าเช็ดหน้าผืนหนึ่งออกให้กว้างที่สุด แล้วตากไว้ที่ราว อีกผืนหนึ่งไม่ต้องคลี่ออกตากไว้อย่างนั้นเลย
 3. สังเกตดูว่าผ้าผืนใดแห้งเร็วกว่ากัน เพราะอะไร



โมดูลที่ 1 ศูนย์ที่ 5

แบบฝึกหัดที่ 5

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. จากการทดลองที่ 5 ผ้าผืนใดแห้งก่อนกัน.....
2. ทำไมเวลาตากผ้า เราจึงต้องคลี่ผ้าออกให้กว้างๆ.....
-
3. จงบอกประโยชน์ของการระเหยที่เรานำมาใช้ในชีวิตประจำวันมาให้มากที่สุด....
-
-

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 5

1. ผ้าที่คลี่ออกกว้างๆแล้วตากจะแห้งก่อน
2. เพราะทำให้ผิวหนังของน้ำที่อยู่บนผ้ามีความกว้างมากๆถูกกับแดดและลมทำให้ผ้าแห้งเร็ว
3. การตากผ้า
 - การหากล้างของต่างๆ
 - การทอผ้าเกลื่อ
 - การระเหยของน้ำทำให้เราเย็นสบาย
 - ทำให้ในอากาศมีไอน้ำและทำให้มีเมฆและมีฝนต่อไป

ฯลฯ

" ขอแนะนำในการเรียนบทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง "

1. อ่านบทเรียนช้า ๆ และทำความเข้าใจไปเรื่อย ๆ ปฏิบัติตามคำแนะนำในบทเรียน
2. บทเรียนมีคำอธิบายสลับคำถามให้นักเรียนตอบ
3. แต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้ให้นักเรียนเติมคำตอบสั้น ๆ
4. แต่ละคำถามจะมีคำตอบทุกข้อ ซึ่งคำตอบนั้นจะอยู่ในกรอบข้างล่างถัดลงมา การอ่านบทเรียนจึงใช้กระดาษสีที่แจกให้ปิดส่วนที่เป็นคำตอบไว้ก่อน
5. การตอบคำถามนั้นนักเรียนควรข้อสัปดาห์ตนเอง โดยไม่ดูคำตอบก่อน การตอบผิดไม่เสียหายอะไร แต่จะทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น เมื่อตอบเสร็จแล้วจึงค่อยเปิดกระดาษสีออก ตรวจสอบคำตอบเพื่อทำความเข้าใจต่อไป

ขอให้นักเรียนโชคดีและสนุกกับการเรียนด้วยตนเองครั้งนี้

เอกสารประกอบการเรียนหมายเลข 1 / 2 " บทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง "

การระเหย

1. สิ่งที่เราพบเห็นรอบ ๆ ตัวเราโดยทั่วไปนั้น เราสามารถแบ่งได้เป็น 3 พวก หรือ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ พวกของแข็ง ก็คือแก้วพวกที่มีรูปร่างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่ใส่ เช่น โถะ ไม้ ถ่าน ถินสอ สมุด ฯลฯ พวกที่เป็นก๊าซก็คือน้ำแก๊สชนิดต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรานั่นเอง เช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ฯลฯ พวกที่เป็นของเหลว ก็คือน้ำ น้ำมัน น้ำหมึก ฯลฯ พวกนี้มีรูปร่างไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่

เราแบ่งสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราออกเป็นพวก ได้แก่.....
.....

3 พวก, ของแข็ง , ของเหลว และก๊าซ

2. การทดลองที่ 1

การทดลองเพื่อแสดงว่าของเหลวเปลี่ยนรูปร่างได้ตามภาชนะที่ใส่

จุดประสงค์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าของเหลวเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปตามภาชนะที่ใส่

อุปกรณ์ น้ำ แก้ว จาน ชอค

วิธีทดลอง 1. เอาแก้ว จาน ชอค มาวางเรียงกัน แล้วเทน้ำลงในภาชนะทั้ง 3 นี้

2. สังเกตดูจะเห็นว่าน้ำมีรูปร่างเหมือนภาชนะที่มันใส่



ของเหลวจะมีรูปร่าง.....

เปลี่ยนไปตามภาชนะที่ได้

3. นอกจากนี้อะไรของเหลวยังสามารถระเหยกลายเป็นไอได้ เช่น เราตั้งแก้วน้ำไว้ รุ่งขึ้นภาชนะใหม่ เราจะเห็นว่าน้ำในแก้วลดลง หรือเมื่อเราเทน้ำลงบนถนน ไม่นานน้ำก็จะหายไป น้ำในถ้วยแก้ว หรือน้ำที่เทลงบนถนนหายไปเพราะ.....

น้ำมีการระเหยกลายเป็นไอไปในอากาศ

4. ในชีวิตประจำวันเราพบการระเหยของน้ำหลายอย่าง ซึ่งเป็นประโยชน์แก่เรา เช่น,,

การตากผ้า การตากปลาเค็ม การทำนาเกลือ ฯลฯ

5. การทดลองที่ 2

การทดลองว่าของเหลวระเหยตลอดเวลา

จุดประสงค์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าของเหลวระเหยกลายเป็นไอไปตลอดเวลา

อุปกรณ์ น้ำ แก้วน้ำ

วิธีทดลอง 1. เทน้ำลงบนพื้นเล็กน้อย สังเกตว่าคอมาสักครู่ น้ำหายไปไหน

เพราะอะไร

2. เอนำมาดูที่แขน แล้วสังเกตว่า สักกรุน้ำจะแห้ง เพราะอะไร

นำهابไปเพราะ.....

มีการระเหย

6. การระเหยคือการเปลี่ยนแปลงจากสภาพที่เป็นของเหลวที่เรามองเห็นได้ กลายเป็นไอน้ำไปอยู่ในอากาศซึ่งเรามองไม่เห็น น้ำและของเหลวอื่น ๆ มีการระเหยกลายเป็นไอน้ำตลอดเวลา น้ำที่ระเหยกลายเป็นไอน้ำไปอยู่ในอากาศเราเรียกว่า ไอน้ำ น้ำเปลี่ยนแปลงจากสภาพของเหลวไปเป็นก๊าซหรือไอน้ำ เราเรียกว่าเกิดการ....

ระเหย

7. ของเหลวแต่ละชนิดระเหยไค้ไม่เท่ากัน เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำหอม แอลกอฮอล์ ระเหยไค้ไค้กว่าน้ำ เวลาเราทาแอลกอฮอล์ที่แขน รู้สึกเย็นกว่าทาด้วยน้ำเพราะการระเหยของแอลกอฮอล์เร็วกว่าการระเหยของน้ำ และการระเหยของของเหลวพาเอาความร้อนออกไปด้วย แอลกอฮอล์ไค้ไค้พาเอาความร้อนไปเร็วด้วย

การทดลองที่ 3

การทดลองเพื่อแสดงการระเหยของน้ำและของเหลวอื่น ๆ

จุดประสงค์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าน้ำมีการระเหยไค้ตลอดเวลา รวมทั้งของเหลวอื่น ๆ ด้วย

อุปกรณ์ น้ำ แก้วน้ำ ผ้าเช็ดหน้า แอลกอฮอล์ สาลี่

- วิธีทดลอง
1. เอาผ้าเช็ดหน้าชุบน้ำแล้วมิดพอมาก ๆ แล้วกลิ้งยัดไว้
 2. เอาแก้วตักน้ำแล้วเทลงบนพื้นเล็กนอย

3. เอาสำลีสับแอลกอฮอล์ลงหาที่แขน สังเกตว่าแขนเปียกแล้ว
ทอมาก็จะแห้ง

4. สังเกตดูจะเห็นว่าสักครู่ต่อมาผ้าที่ฉีกไว้จะแห้ง น้ำที่เทไว้ก็หายไป
ทั้งนี้เพราะน้ำระเหยไปแล้วนั่นเอง แอลกอฮอล์ที่ทาไว้ที่
แขนก็ระเหยไปทำให้เรารู้สึกเย็น

จากการทดลองที่ 3 ทำไมทาแขนด้วยแอลกอฮอล์จึงรู้สึกเย็นกว่าทาด้วยน้ำเพราะ

.....

แอลกอฮอล์ระเหยไค้เร็วกว่าน้ำ จึงพาความร้อนไปเร็ว เราจึงรู้สึกเย็น

8. การระเหยจะไค้เร็วหรือช้า นอกจากขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลวแล้ว ยังขึ้น
อยู่กับอุณหภูมิหรือความร้อนอีกด้วย เช่น เมื่อเรากากผ้าไว้ที่ราว ถ้าวันใดอากาศดี
แดดส่องจ้า ผ้าก็แห้งไวกว่่าวันที่อากาศมืดเริ่ม ทั้งนี้เพราะความร้อนช่วยให้ของ
เหลวระเหยไค้เร็วขึ้น ดังนั้นถ้าสังเกตดูเรากากผ้าในฤดูร้อนจึงแห้งเร็วกว่าเรากาก
ผ้าในฤดูฝน

จากที่กล่าวมาแสดงว่า ความร้อนทำให้

น้ำระเหยไค้เร็วขึ้น

9. การทดลองที่ 4

การทดลองว่าความร้อนทำให้น้ำระเหยไค้เร็วขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าความร้อนทำให้น้ำระเหยไค้เร็วขึ้น

อุปกรณ์ เตา แก้วทนไฟ น้ำ ถ้วยแก้วธรรมดา 1 ใบ

วิธีทดลอง 1. เติมน้ำใส่แก้วทั้ง 2 ปริมาณเท่า ๆ กัน
2. ใบหนึ่งเอาวางไว้เฉย ๆ อีกใบหนึ่งยกขึ้นตั้งไฟ
3. สังเกตดูในเวลาเท่า ๆ กัน น้ำในแก้วที่เอาขึ้นตั้งไฟจะลดน้อย

ลงเร็วกว่าน้ำในแก้วที่ตั้งทิ้งไว้เฉย ๆ

จากการทดลอง ทำไมน้ำที่ตั้งไฟจึงลบน้อยลงเร็วกว่าน้ำที่ตั้งทิ้งไว้เฉย ๆ ...

.....

เพราะความร้อนทำให้น้ำระเหยเร็วขึ้น

10. การระเหยนอกจากความร้อนแล้ว ลมก็มีส่วนที่ทำให้การระเหยเป็นไปได้เร็วขึ้น ดังนั้นถ้าวันไหนลมพัดแรงเราก็จะแห้งเร็วกว่าวันที่ไม่ก่อกลมพัด หรือเวลาที่เรอาบน้ำเสร็จใหม่แล้วไม่ได้เช็ดตัว ตัวจะแห้งเร็วขึ้นถ้าเราใช้พัดมาพัด เมื่อเราเล่นกีฬาหมาเหนื่อยๆ เราต้องการให้ร่างกายเราเย็นเร็ว เราก็ใช้พัดพัดทำให้เหงื่อแห้งเร็วยิ่งขึ้นทำให้ร่างกายเย็นสบาย

การทดลองที่ 5

การทดลองว่าลมทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าลมทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

อุปกรณ์ แก้ว น้ำ พัด

วิธีทดลอง 1. หยคน้ำลงบนโต๊ะ 2 หยก ในห่างกันไว้

2. หยกหนึ่งทิ้งไว้เฉย ๆ อีกหยกหนึ่งใช้พัดพัดแรง ๆ หรือเป่าปากก็ได้

3. สังเกตดูหยกน้ำหยกใดจะแห้งเร็วกว่ากัน

4. ใช้น้ำราดมือข้าง 2 ข้างให้เปียกเท่า ๆ กัน แล้วให้เพื่อนใช้พัดพัดมือข้างหนึ่ง อีกข้างหนึ่งไม่ต้องพัด สังเกตดูมือว่าข้างใดจะแห้งเร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด

จากการทดลองในข้อ 4 นี้มือข้างใดจะแห้งเร็วกว่ากัน.....

.....เพราะ.....

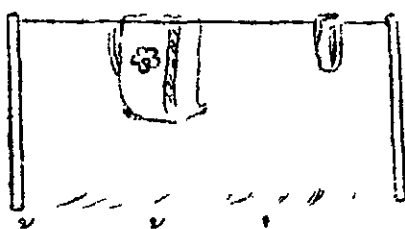
มือที่ใช้พัดพัด, เพราะลมทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น

11. ความแตกต่างของผิวหน้าของของเหลวที่ช่วยให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้นเช่นกัน เจน
ถ้าเราเทน้ำใส่ถ้วยแก้ว แล้วทิ้งทิ้งไว้ และเทน้ำให้เท่ากันในจานแบนบาง ทั้ง
ทั้งสองอย่างไว้ริมหน้าต่าง วันรุ่งขึ้นนักเรียนจะเห็นว่าน้ำในจานเหือดน้อยกว่าน้ำใน
แก้ว ทั้งนี้เพราะน้ำในจานมีผิวหน้าแตกต่างกว่าน้ำในแก้วมากกว่า

การทดลองที่ 6

การทดลองแสดงว่าความแตกต่างของผิวหน้าของเหลวทำให้น้ำระเหยเร็วขึ้น

- จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าความแตกต่างทำให้ของเหลวระเหยได้เร็วขึ้น
- อุปกรณ์ น้ำ ผาเช็ดหน้า 2 ผืน ราวตากผ้า
- วิธีทดลอง
1. เอาผาเช็ดหน้าทั้ง 2 ผืน จุ่มน้ำ แล้วบิดให้หมาด ๆ เท่ากัน
 2. คลี่ผืนหนึ่งให้กว้างที่ลู่แล้วตากไว้ที่ราว อีกผืนไม่ตองกลี้อออก
ตากไปอย่างนั้นเลย
 3. สังเกตผืนใดจะแห้งเร็วกว่ากัน เพราะอะไร



จากการทดลองผาผืนใดแห้งเร็วกว่ากัน..... เพราะ...

.....

ผืนที่กลี้ออกให้เต็มที่แล้วตาก, เพราะผาที่กลี้ออกเต็มที่ผิวหน้าของน้ำกว้าง
น้ำก็ระเหยได้เร็วกว่าผาที่ไม่ได้กลี้ออก

การระเหยของน้ำและของเหลว

เวลา 3 ชั่วโมง

เนื้อหาสำหรับครู

ชั่วโมงที่ 1

คุณสมบัติของของเหลว

นักเรียนเคยเรียนมาแล้วว่า เราอาจแบ่งสิ่งที่ไม่มีความแข็งตายตัว ที่เราจับต้องได้ ออกเป็น 3 อย่าง ตามลักษณะภายนอก คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

คุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของของเหลว คือ

1. เมื่อเทของเหลวในภาชนะใด จะมีรูปร่างตามภาชนะนั้น เช่น เทใส่ไห ก็มีรูปไห เทใส่ขวดก็มีรูปขวด เป็นต้น เราทดลองโดยการเทน้ำใส่ภาชนะรูปร่างต่าง ๆ แล้วสังเกตว่าน้ำมีรูปร่างอย่างไร มีรูปร่างอย่างภาชนะนั้นหรือไม่

2. ระเหยเป็นไอไปตลอดเวลา เช่น ทดลองเอาน้ำราดปูนซีเมนต์ หรือ พื้นเรือน ทั้งไม้สักครุบน้ำจะหายไป น้ำหาย หรือแห้งไปก็เพราะน้ำระเหยได้ ถ้าใช้แอลกอฮอล์ ทดลอง จะเห็นว่าระเหยเร็วกว่าน้ำเสียอีก

นักเรียนจะสังเกตเห็นว่า ในชีวิตประจำวัน ของเหลวหรือน้ำระเหยเป็นไอออกไปเสมอ เช่น

- ก. เวลาซักผ้า ตากผ้าเปียกไว้ไม่ช้าผ้าจะแห้ง
- ข. เปิดขวดหมึก ทิ้งไว้นาน ๆ น้ำหมึกจะแห้ง
- ค. อ่างน้ำแล้วไม่เช็ดตัว สักครู่ตัวจะแห้ง
- ง. ผืนตึกใหม่ ๆ ถนนจะเปียก ค่อยมาก็จะแห้งไปเอง
- จ. เอาผ้าเปียกลบกระดานดำ ในไม่ช้ากระดานดำจะแห้ง

ฯลฯ

เนื้อหาสำหรับครู

ชั่วโมงที่ 2 - 3

การระเหยและสิ่งที่ทำให้การระเหยเร็ว

การระเหย คือ การเปลี่ยนแปลงจากสภาพที่เป็นของเหลวซึ่งเรามองเห็นได้ กลายเป็นไอไปอยู่ในอากาศ ซึ่งเรามองเห็นไม่ได้ น้ำและของเหลวอื่น ๆ นี้ระเหยกลายเป็นไอไปอยู่ในอากาศได้เสมอ

การระเหยของน้ำและของเหลวอื่น ๆ นี้ บางเวลาก็ระเหยได้เร็ว บางเวลา ก็ระเหยได้ช้า เช่น เมื่อเราตากผ้าไว้ที่ราว ถ้าวันไหนอากาศดี ดวงอาทิตย์ส่องจ้า ผ้าก็แห้งเร็วกว่าวันที่อากาศมีเมฆครึ้ม ทั้งนี้ เพราะความร้อนช่วยให้ของเหลวระเหยได้เร็ว ลม ก็เป็นสิ่งที่ช่วยให้ของเหลวระเหยได้เร็วเหมือนกัน ดังนั้น ถ้าวันไหนลมพัดแรง ผ้าก็จะแห้งเร็วกว่าวันที่ลมสงบหรือไม่ค่อยมีลมพัด

นอกจากความร้อนและลมจะช่วยให้ของเหลวต่าง ๆ ระเหยได้เร็วแล้ว ความแผ่กว้างของผิวหน้าของของเหลวก็ช่วยในการระเหยได้เช่นกัน เช่น ถ้าเทน้ำใส่ในถ้วยแก้ว ตั้งทิ้งไว้ และเทน้ำให้เท่ากับที่ใส่ไปในถ้วยแก้ว ใส่ลงในจานบ้าง ตั้งถ้วยแก้วและจานนี้ไว้ที่ริมหน้าต่าง วันรุ่งขึ้นนักเรียนจะเห็นว่าน้ำในจานเหลือน้อยกว่าน้ำในแก้ว ทั้งนี้ เพราะน้ำในจานมีผิวหน้าแผ่กว้างกว่าน้ำในถ้วยแก้วมาก จึงระเหยไปได้มากกว่า

เกลือที่เราใช้ปรุงอาหารก็ทำมาจากการระเหยของน้ำ คือ ชาวนาปล่อยน้ำทะเลให้เข้ามาอยู่ในนา เมื่อน้ำระเหยจึงได้เกลือเหลืออยู่

ขณะที่ของเหลวต่าง ๆ ระเหย ของเหลวจะต้องเสียความร้อนไปบ้าง ดังนั้น เมื่อเกิดการระเหย จึงปรากฏว่าของเหลวเย็นลงกว่าเดิม ตัวอย่างเช่น เอน้ำราดมือ แล้วปล่อยให้ระเหยไป เราจะรู้สึกว่าเป็นกว่าปกติ ของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้รวดเร็วต่างกัน แอลกอฮอล์และน้ำมันเบนซินระเหยได้เร็วกว่าน้ำมาก ถ้าเราลองใช้แอลกอฮอล์หรือน้ำมันเบนซินราดมือ แล้วปล่อยให้ระเหย เราจะรู้สึกว่ามือเย็นกว่าใช้น้ำราด

การทดลองแสดงว่าความร้อนทำให้น้ำระเหยเร็ว

การทดลองที่ 1

1. ตักน้ำปริมาณเท่า ๆ กัน ใส่จานสองใบ
2. ใบหนึ่งตั้งทิ้งไว้เฉย ๆ อีกใบหนึ่งยกขึ้นตั้งจนเดือด
3. สังเกตดู น้ำในจานใบไหนจะเหือดน้อยกว่ากัน
4. อะไรทำให้น้ำแห้งงวดต่างกัน

การทดลองที่ 2

1. เอาผ้าเช็ดหน้า 2 ผืน จุ่มน้ำให้โชกเท่า ๆ กัน
2. เอาผืนหนึ่งตากกลางแจ้ง อีกผืนหนึ่งตากในร่ม
3. เมื่อทิ้งไว้นานเท่า ๆ กัน จับผืนดู ผืนไหนจะแห้งกว่ากัน ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
4. ทำไมแสงแดดจึงทำให้ผ้าแห้งเร็ว

ประโยชน์

เรานำความรู้เรื่องนี้มาใช้เป็นประโยชน์หลายอย่าง เช่น การทำนาเกลือ ก็อาศัยความร้อนจากแสงแดด ทำให้น้ำระเหยเร็ว ทำให้ได้ผลึกเกลือเป็นเม็ดออกมา การย่างเนื้อย่างปลา ก็อาศัยไฟเผาให้น้ำในก้อนเนื้อหรือชิ้นปลาระเหยออก ฉะนั้นเนื้อหรือชิ้นปลาจึงแห้งเร็ว

การทดลองแสดงว่าลมทำให้น้ำระเหยเร็ว

การทดลองที่ 1

1. เอามือทั้ง 2 ข้าง จุ่มน้ำลึกเท่า ๆ กัน
2. ยกมือขึ้นจากน้ำ ให้เพื่อนใช้พัดพัดมือข้างหนึ่งแรง ๆ แล้วหยุดพัดทันที
3. สังเกตดูว่า มือที่มีลมปะทะนั้น แห้งเร็วกว่ามือที่ปล่อยไว้เฉย ๆ หรือไม่
4. อะไรทำให้น้ำระเหยได้เร็วกว่ากัน

การทดลองที่ 2

1. เอน้ำหยดลงบนโต๊ะ 2 หยด ให้ทางกัน -
2. ปากเป่าหยดหนึ่งแรง ๆ อีกหยดหนึ่งทิ้งไว้เฉย ๆ
3. สังเกตดูว่า หยดใดจะแห้งเร็วกว่ากัน
4. ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

ประโยชน์

เราได้นำความรู้เรื่องนี้มาใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น เวลาร้อน ๆ มีเหงื่อออกก็ใช้พัดโบกไปมา จะรู้สึกเย็นสบายขึ้น เพราะลมทำให้หน้าหรือเหงื่อแห้งเร็ว เป็นต้น

การทดลองแสดงว่าความแผ่กว้างของผิวหน้าทำให้หน้าระเหยเร็ว

การทดลองที่ 1

1. เทน้ำใส่ถ้วยแก้ว และจานเคลือบแบน ๆ ให้ปริมาณเท่า ๆ กัน
2. ตั้งจานและถ้วยแก้วที่มีน้ำไว้นานเท่า ๆ กัน
3. สังเกตดูว่าเมื่อน้ำในจานระเหยไปหมด น้ำในถ้วยแก้วระเหยแห้งหรือยัง
4. อะไรที่ทำให้น้ำในจานระเหยได้เร็วกว่า

การทดลองที่ 2

1. เอาผ้าเช็ดหน้ามา 2 ผืน จุ่มน้ำให้ชุ่มเท่า ๆ กัน คลี่ผืนหนึ่งตากไว้ที่ราว
2. พับครึ่งอีกผืนหนึ่ง แล้วตากไว้ใกล้ ๆ กับผืนแรก
3. ตั้งไว้สักหนึ่งชั่วโมง สังเกตว่าผืนที่พับไว้แห้งเร็วกว่าผืนที่คลี่ออกเต็มที่

หรือเปล่า

4. อะไรทำให้น้ำในผ้าเช็ดหน้าแห้งต่างกัน

จากการทดลองทั้ง 2 ข้อ แสดงว่า ความกว้างของผิวหน้าทำให้หน้าระเหยเร็ว

ประโยชน์-

เราได้เอาประโยชน์จากความรู้นี้มาใช้หลายอย่าง เช่น การตากผ้า ถ้าให้ผ้าแห้งเร็ว เราจะต้องคลี่ผ้าออกเต็มที่ เวลาทอดผ้าต้องการให้ใช้สูกและแห้งเร็ว จะต้องเอียงกะทะไปมา เพื่อให้ผ้าที่อยู่ในกะทะแผ่กว้างออกมาก ๆ

บทเรียนโมดูลที่ 2

เรื่องการกลั่นตัวของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ

สำหรับชั้นประถมปีที่ 4 เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สร้าง น.ส.สุมาลี ศรีทองกิติกุล วันที่ 4 ธันวาคม 2520

ปรับปรุงครั้งที่ 1 วันที่...เดือนพ.ศ.....

1. หลักการและเหตุผล

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นมากที่สุดของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้และทำความเข้าใจเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติจึงเป็นเรื่องน่าสนใจและสมควรจะศึกษาไว้อย่างยิ่ง เพื่อผู้เรียนจะได้มีความรู้ที่ได้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ทั้งในทางที่ทำให้ชีวิตประจำวันดีขึ้นและเป็นประโยชน์มากขึ้น การกลั่นตัวของน้ำก็เป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นักเรียนจะเข้าใจเรื่อง การเกิดเมฆ, ฝน, น้ำค้าง, หิมะ ฯลฯ ได้ ถ้านักเรียนเข้าใจเรื่อง การกลั่นตัวของน้ำเสียก่อน

2. ความมุ่งหมาย

ความมุ่งหมายทั่วไป

1. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการกลั่นตัวของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ
2. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับน้ำที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
3. ให้ นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง การกลั่นตัวของน้ำและการกลั่นตัวของน้ำตามธรรมชาติไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

ความหมายเชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการกลั่นตัวได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าไอน้ำในอากาศเมื่อเย็นลงจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
3. นักเรียนสามารถบอกวิธีกลั่นตัวอย่างง่าย ๆ ได้อย่างถูกต้อง
4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศเป็นเหตุที่ทำให้เกิดน้ำค้าง เมฆ หมอก ฝน หิมะ และลูกเห็บ
5. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของการกลั่นตัวของน้ำที่เรานำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างน้อย 3 อย่าง
6. นักเรียนสามารถอธิบายวงจรของการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติได้อย่างถูกต้อง
7. นักเรียนสามารถทำการทดลองเรื่องการกลั่นตัวของน้ำอย่างง่าย ๆ ได้

3. ความรู้พื้นฐาน

นักเรียนควรมีความรู้เรื่องการระเหยและอุณหภูมิมาก่อน

4. การประเมินผลเบื้องต้น

ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัดเรื่องการกลั่นตัวของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ

5. กิจกรรมการเรียนรู้

บทเรียนนี้ครูและนักเรียนสามารถเลือกจัดการเรียนการสอนที่เสนอไว้ให้เลือกนี้ได้ โดยความสนใจของผู้เรียน และความเหมาะสมของเนื้อหา บทเรียนนี้ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจชอบในการเรียนด้วยตนเอง ระหว่างที่มีการเรียนการสอนอยู่นี้ ถ้าหากผู้เรียนมีความสงสัยประการใด ก็อาจซักถามจากครู

ผู้สอนได้ ทั้งเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม ถ้านักเรียนเลือกเรียนโดยใช้กิจกรรมใด ก็ให้อ่านคำแนะนำจากเอกสารที่ระบุไว้ให้แล้วปฏิบัติตามนั้น

1. เรียนกันเป็นกลุ่มย่อย (4 - 6 คน) โดยครูจัดศูนย์กิจกรรมไว้ให้นักเรียน ศูนย์กิจกรรมจะประกอบด้วยคู่มือการเรียนและอุปกรณ์การเรียน (เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 2/1)

2. เรียนด้วยตนเองจากชุดการเรียนสำเร็จรูป โดยศึกษาจากคู่มือและคำแนะนำทุกขั้นตอน (เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 2/2)

3. เรียนกับครูเป็นกลุ่มใหญ่ โดยครูสอนตามเอกสารหมายเลข 2/3 และอุปกรณ์ที่จัดไว้ให้ (เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 2/3)

6. การประเมินผลหลังการเรียน

ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัด เรื่องการกลั่นตัวของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติชุดเกมนั้น ถ้านักเรียนทำได้อย่างน้อย 80 % ขึ้นไปก็ถือว่าผ่านบทเรียนนี้ได้

7. การเรียนซ่อมเสริม

ถ้านักเรียนยังไม่ผ่านบทเรียนโมดูลชุดนี้ ให้นักกลับไปเลือกทำกิจกรรมจากบทเรียนนี้ใหม่อีกครั้ง จนมีความเข้าใจดีแล้ว จึงมาตอบคำถามจากแบบฝึกหัดใหม่อีกครั้ง จึงจะผ่านไปได้

ภาคผนวก

1. เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 2/1, 2/2 และ 2/3
2. อุปกรณ์ประกอบการเรียน ไขว่ ไขว่ไฟ, ถ่านารอน, กระดาษขนวน, ถ้วยแก้ว, น้ำแข็ง, น้ำ, ผาเช็ดหนา

3. แบบเรียนชั้นประถมปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ และหนังสือประกอบการเรียนอื่น ๆ
 4. แบบฝึกหัดประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องการกลั่นตัวของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ
-

ชื่อ.....ชั้น.....

แบบฝึกหัดประเมินผลก่อนและหลังเรียนโมดูลที่ 2

แบบฝึกหัดเรื่อง การกลั่นตัวของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ

10 คะแนน เวลา 15 - 20 นาที

1. การกลั่นตัว คือ.....
2. ไอน้ำจะมีการกลั่นตัวเมื่อ.....
3. ถ้าเราเอาน้ำแข็งใส่ถ้วยแก้วตั้งทิ้งไว้ สักครูจะมีหยดน้ำมาเกาะรอบๆถ้วยแก้ว หยดน้ำเหล่านี้มาจาก.....
4. น้ำค้างเกิดจาก.....
5. ถ้าเราวางก้อนน้ำแข็งทิ้งไว้ จะเห็นมีควันเกิดขึ้นรอบๆก้อนน้ำแข็ง ควันเหล่านี้ คือ...
.....
6. หยดน้ำที่เกาะอยู่ที่ฝาถ้วยน้ำด้านในเสมอ ขาจาก.....
.....
7. ประโยชน์ของการกลั่นตัวของไอน้ำ คือ
 - 1.....
 - 2.....
 - 3.....
8. น้ำธรรมชาติไม่มีวันหมดไปจากโลกนี้ เพราะ.....
.....
.....

เอกสารประกอบการเรียนหมายเลข 2/1

ศูนย์การเรียนเรื่อง การกลั่นตัวของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวนนักเรียน 35 คน

วันที่ เดือน พ.ศ. เวลา 3 คาบ (150 นาที)

ความมุ่งหมาย

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการกลั่นได้
2. นักเรียนสามารถบอกวิธีการกลั่นอย่างง่าย ๆ ได้
3. นักเรียนสามารถทดลอง เรื่องการกลั่นอย่างง่าย ๆ ได้
4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าไอน้ำในอากาศ เมื่อเป็นตัวลง จะกลั่นตัว เป็นหยดน้ำ
5. นักเรียนสามารถบอกได้ว่า การกลั่นตัว เป็นเหตุที่ทำให้เกิดน้ำค้าง เมฆ หมอก ฝน หิมะ
6. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของการกลั่นที่เรานำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียน

หน่วยที่ 1

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- การกลั่นตัวของน้ำ	1. บัตรคำสิ่ง	1. อ่านบัตรคำสิ่ง	- ดูความร่วมมือ
- ไอน้ำเมื่อไ้รับ	2. เนื้อเรื่องย่อ	2. อ่านเรื่องย่อ	ในการทำ
ความเป็นยอม	3. คู่มือการทดลองที่ 1	3. ทำการทดลองที่ 1	กิจกรรมกลุ่ม
กลั่นตัวเป็นหยด	4. อุปกรณ์การทดลอง	4. ทำแบบฝึกหัดที่ 1	- ดูจากการทำ
	5. แบบฝึกหัดที่ 1	5. ตรวจเฉลยแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด

น้ำ	6. เจลยแบบฝึกหัด	6. เปลี่ยนไปทำศูนย์ อื่นต่อไป	
-----	------------------	----------------------------------	--

ศูนย์ที่ 2

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- ใ้ น้ำในอากาศเมื่อเป็นลงก็กลั่นตัวเป็นน้ำค้าง หมอก ฯลฯ - ใ้ น้ำเมื่อกลั่นตัวเป็นละอองน้ำมากเขาก็กลายเป็นเมฆ และกลายเป็นฝนในที่สุด - การทดลองน้ำค้าง, หมอก	1. บัตรคำสั่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. คู่มือการทดลองที่ 2 4. อุปกรณ์การทดลองที่ 2 5. แบบฝึกหัดที่ 2 6. เจลยแบบฝึกหัดที่ 2	1. อ่านบัตรคำสั่ง 2. อ่านเรื่องย่อ 3. ทำการทดลองที่ 2 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 2 5. ตรวจเจลยแบบฝึกหัด 6. เปลี่ยนไปทำศูนย์อื่นต่อไป	- ดูความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม - ดูจากการทำแบบฝึกหัด

ศูนย์ที่ 3

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเมินผล
- การกลั่นน้ำอย่างง่าย ๆ - การกลั่นตัวของไอน้ำที่พบในชีวิตประจำวัน	1. บัตรคำสิ่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. คู่มือการทดลองที่ 3 4. อุปกรณ์การทดลองที่ 3 5. แบบฝึกหัดที่ 3 6. เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3	1. อ่านบัตรคำสิ่ง 2. อ่านเรื่องย่อ 3. ทำการทดลองที่ 3 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 3 5. ตรวจเฉลยแบบฝึกหัด 6. เปลี่ยนไปทำศูนย์อื่นต่อไป	- ดูความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม - ดูจากการทำแบบฝึกหัด

ศูนย์ที่ 4

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเมินผล
- การเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ - ประโยชน์ของการกลั่นตัวของน้ำ	1. บัตรคำสิ่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. เทปเรื่องย่อ 4. กระดาษสำหรับเขียนรายงานกลุ่ม	1. อ่านบัตรคำสิ่ง 2. อ่านเรื่องย่อพร้อมเทป 3. ร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มแล้วเขียนเป็นรายงานส่ง 4. เปลี่ยนไปทำศูนย์อื่นต่อไป	- ดูจากการทำงานกลุ่ม - ดูจากการเขียนรายงาน

กิจกรรมสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงเรื่องที่เรียนมาแล้วทั้งหมด ให้นักเรียนสรุป และซักถามความเข้าใจ

ประเมินผล

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการค้นคว้าของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ ถ้าทำได้ตั้งแต่ 80 % ขึ้นไป ถือว่าผ่านบทเรียนนี้ไปได้

โมดูลที่ 2 ฐานที่ 1

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 1

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 1
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 1 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม เพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 1
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 1
5. เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 1
 ไม่ควรดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
 เมื่อทำเสร็จแล้วให้เปลี่ยนไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 1การกลั่นตัว

การกลั่นตัวคือการเปลี่ยนแปลงจากไอกลั่นมาเป็นของเหลว เช่นไอน้ำในอากาศกลั่นตัวกลับมาเป็นหยกน้ำในรูปของน้ำค้างในเวลากลางคืน หรือกลายเป็นเมฆแล้วในที่สุดก็ตกลงมาเป็นน้ำฝน ของเหลวอื่นๆ เช่น แอลกอฮอล์ก็กลั่นตัวได้เช่นกัน การกลั่นตัวเป็นของเหลวนั้นบางครั้งเรียกว่า "การควบแน่น"

การกลั่นตัวของน้ำก็คือการที่ไอน้ำกลายเป็นหยกน้ำโดยเราทำให้ไอน้ำเย็นตัวลง เช่นไอน้ำที่อยู่รอบๆกอน้ำแข็งได้รับความเย็นก็กลั่นตัวเป็นควันซึ่งก็คือกลุ่มของละอองน้ำนั่นเอง

คู่มือการทดลองที่ 1

การทดลองแสดงการกลั่นตัวของไอน้ำ

จุดประสงค์

เพื่อแสดงว่าไอน้ำเมื่อเย็นตัวลงจะกลั่นตัวกลายเป็นหยกน้ำ

อุปกรณ์

แก้วทนไฟ น้ำ เตา กระจกปองใส่น้ำ

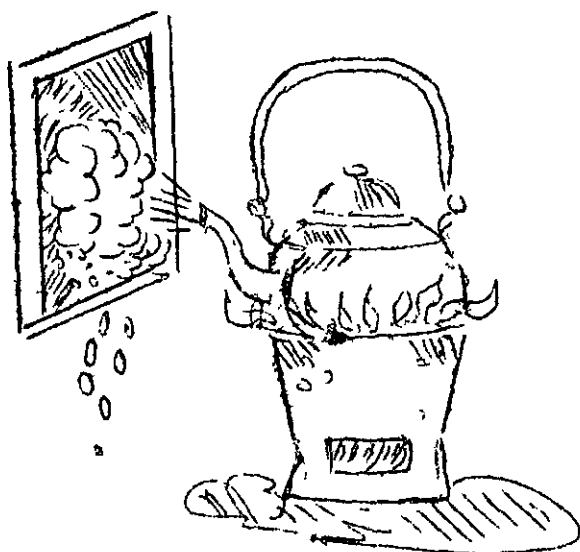
วิธีทดลอง

1. เอน้ำใส่แก้วแล้วตั้งไฟ

2. เมื่อน้ำเดือดจนมีไอขึ้นแล้ว เอากระจกปองใส่น้ำไปรองที่ไอน้ำนั้น

3. จะเห็นหยกน้ำเกาะที่กระจกปองใส่น้ำ

หยกน้ำนี้คือไอน้ำที่กระทบความเย็นจากกระจกปองน้ำจึงกลั่นตัวกลายเป็นหยกน้ำนั่นเอง



โมดูลที่ 2 ฐานที่ 1

แบบฝึกหัดที่ 1

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. การกลั่นคือ.....
2. น้ำก้างคือ.....
3. การที่ไอน้ำจะกลั่นตัวได้ จะต้องทำให้ไอน้ำ.....
4. กลุ่มควันที่ลอยอยู่รอบๆ ก้อนน้ำแข็ง คือ.....
5. เมฆ คือ.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

1. การ เปลี่ยนสภาพจากไอน้ำกลายเป็นของเหลวหรือหยดน้ำ
2. ไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำในเวลากลางคืน
3. ทำให้ไอน้ำเป็นตัวลง หรือลดอุณหภูมิลง
4. ละอองน้ำเล็กๆ ที่กลั่นตัวเพราะได้รับความเย็นจากก้อนน้ำแข็ง
5. กลุ่มของละอองน้ำที่กลั่นตัวเพราะไอน้ำได้รับความเย็นจากอากาศข้างบน

โมดูลที่ 2 ศูนย์ที่ 2

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 2

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 2
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 2 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม
เพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 2
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 2
5. เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 2
ไม่ควรดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
เมื่อทำเสร็จแล้วให้เปลี่ยนไปทำกิจกรรมศูนย์ต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 2

ในวันที่มีอากาศหนาวบางวัน เราอาจจะสังเกตเห็นว่าเราหายใจออกมาเป็นควัน ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากว่าลมหายใจที่เราหายใจออกมานั้นเต็มไปด้วยไอน้ำ เมื่อไอน้ำอุ่นๆที่เราหายใจออกมาได้สัมผัสกับความเย็นจึงเย็นลง ในขณะที่เย็นลงจึงกลั่นตัวเป็นละอองน้ำ ซึ่งเรามองเห็นเป็นควัน

เนื่องจากในอากาศมีไอน้ำ เมื่ออากาศเย็นลงไอน้ำก็กลั่นตัวเกิดเป็นละอองน้ำลอยอยู่ในอากาศ และเมื่อไปจับกลุ่มรวมกันเข้าจึงเกิดเป็นเมฆขึ้น หยดน้ำในก้อนเมฆจะตกลงมาสู่ดินในสภาพของฝน ฉะนั้นเราจึงเห็นละอองน้ำในอากาศได้ในสภาพของเมฆ หมอก น้ำค้างหรือฝน และถ้าอากาศเย็นจัดมากๆ เราก็จะเห็นเป็นหิมะ ลูกเห็บ หรือเกร็ดน้ำค้าง

คู่มือการทดลองที่ 2

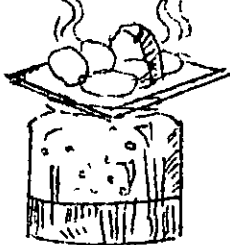
2.1 การทดลองแสดงการเกิดหมอก

จุดประสงค์ เพื่อแสดงให้เห็นว่า ไอน้ำเมื่อเย็นลงจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเล็กๆ ซึ่งเรียกว่า หมอก หรือ เมฆ

อุปกรณ์ ชาม น้ำร้อน น้ำแข็ง กระจก 1 แผ่น

- วิธีทดลอง
1. เติมน้ำร้อนลงในชามให้เต็ม แล้วเทออกให้เหลือเพียงนิดเดียวเท่านั้น
 2. เอากระจกวางปิดบนปากชาม แล้วเอาน้ำแข็งวางบนกระจก

นักเรียนจะเห็นว่าเหนือผิวน้ำในชามจะมีกลุ่มของละอองเกิดขึ้น เรามองเห็นคล้ายๆกับหมอกนั่นเอง

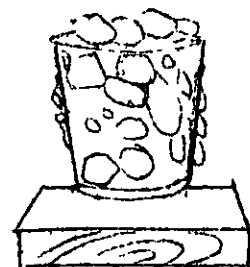


2.2 การทดลองแสดงการเกิดน้ำค้าง

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าไอน้ำเมื่อเย็นตัวลงจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

อุปกรณ์ แก้ว น้ำแข็ง

- วิธีทดลอง
1. เช็ดแก้วให้แห้งสนิททั้งข้างในข้างนอก
 2. เอาน้ำแข็งใส่ ตั้งทิ้งไว้สักครู่ จะเห็นว่ามียหยดน้ำมาเกาะรอบนอกถ้วยแก้ว



หยดน้ำเหล่านี้ก็คือไอน้ำในอากาศที่ได้รับความเย็นจึงกลั่นตัวเป็นหยดน้ำนั่นเอง เปรียบได้กับการเกิดน้ำค้างในตอนกลางคืน

โมดูลที่ 2 หน่วยที่ 2

แบบฝึกหัดที่ 2

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. หมอก คือ.....
2. น้ำค้างเกิดขึ้นในตอนกลางคืนเพราะ.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

1. ไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็กๆ เมื่อได้รับความเย็น
2. ในเวลากลางคืนอากาศเย็นกว่าในตอนกลางวัน ไอน้ำจึงกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

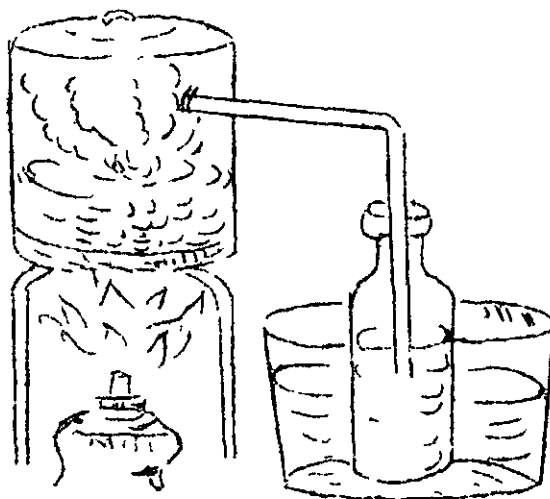
โมดูลที่ 2 ศูนย์ที่ 3

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 3

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 3
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 3 อ่านให้เข้าใจแล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม เพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 3
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 3
5. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 3
ไม่ควรดูคำตอบก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
เมื่อทำเสร็จแล้วให้นักเรียนย้ายไปทำกิจกรรมศูนย์ต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 3

การกลั่นตัวก็ถือว่าเป็นการทำให้ น้ำบริสุทธิ์ที่สุด เพราะน้ำกลั่นเป็นน้ำที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส วิธีการอย่างง่าย ๆ คือให้ไอน้ำเดือดถูกกับความเย็นไอน้ำก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เราก็จะได้ น้ำกลั่นตามต้องการ



การกลั่นตัว ของไอน้ำที่เราพบในชีวิตประจำวันมีมากมาย เช่น ไอน้ำจากหม้อหุงข้าวจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ที่ฝาหม้อด้านใน เมื่อเราเปิดฝาหม้อข้างเรา จะหยดน้ำเกาะอยู่ที่ฝานั้น หรือหยดน้ำที่เกาะอยู่ที่ฝาตู้เย็นด้านในก็เป็นไอน้ำที่กลั่นตัวเหมือนกัน

โมดูลที่ 2 ศูนย์ที่ 3

คู่มือการทดลองที่ 3

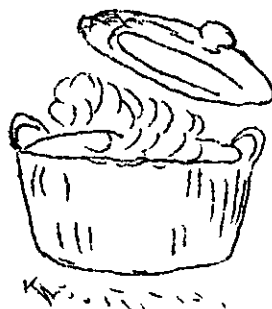
การทดลองแสดงการกลั่นตัวของไอน้ำ

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าไอน้ำที่ร้อนมากๆ เมื่อเย็นตัวลงก็กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

อุปกรณ์ หม้อ เตา น้ำ

วิธีทดลอง 1. ต้มน้ำให้เดือด แล้วเปิดฝาทิ้งไว้ จะเห็นว่ามีหยดน้ำเกาะอยู่
2. เช็ดฝาให้แห้ง ปิดฝาทิ้งไว้สักครู่ แล้วเปิดดู จะเห็นว่ามีหยดน้ำอีก

น้ำที่เกาะที่ฝาคือไอน้ำที่มีความร้อนมากเมื่อมากระทบฝาก็กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
ถ้าเราก้มแกงหรือหุงข้าวจะเห็นชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะหยดน้ำที่เกาะที่ฝานี้จะใสไม่ขุ่น
เหมือนน้ำข้าวหรือน้ำแกงเลย แสดงว่าน้ำกลั่นไม่มีสี และถ้าชิมดูก็ไม่เปรี้ยวเช่นเดียวกัน



โมดูลที่ 2 ตอนที่ 3

แบบฝึกหัดที่ 3

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. น้ำกลั่นถือว่าเป็นน้ำที่.....ที่สุด เราจึงใช้น้ำกลั่นในการผสมยา หรือ สารเคมีต่างๆ
2. หยดน้ำที่เกาะอยู่ที่ฝาโถงคานในมาจากในมาจาก.....
.....
3. วิธีทำน้ำกลั่นอย่างง่ายๆ คือ.....
.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

1.บริสุทธิ์
2. ไอน้ำที่ระเหยมาจากน้ำในตุ่ม ไอน้ำนี้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ที่ฝาคานใน
3. ต้มน้ำให้เดือดจนระเหยกลายเป็นไอ แล้วให้ไอน้ำเหล่านี้ไปกระทบความเย็น ก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เราก็จะได้น้ำกลั่นตามความต้องการ

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 4

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อพร้อมไปกับเทป
2. ให้ทั้งกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ และประโยชน์ที่มนุษย์เราได้รับจากการเปลี่ยนแปลงนี้
3. ให้นักเรียนทุกคนเขียนสรุปเรื่องที่คุยกันในข้อ 2 นั้นมา เขียนในกระดาษที่แจกให้
4. ย้ายไปทำศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 4

การระเหยของน้ำและการกลั่นตัวของไอน้ำเกิดขึ้นวันเว้นวันอยู่เช่นนี้ทุกวันทุกคืน เมฆที่เราเห็นอยู่ในท้องฟ้าก็มาจากไอน้ำในอากาศ เพราะไอน้ำเมื่อลอยตัวสูงขึ้นก็จะเย็นตัวลงกลายเป็นละอองน้ำรวมตัวกันเป็นกลุ่มๆ แลเห็นเป็นเมฆก้อนๆ บางทีไอน้ำถูกพัดพาไปกระทบความเย็นก็สลายตัวเป็นละอองน้ำ ถ้าหยกน้ำหรือละอองน้ำมีขนาดเล็กละเอียดยิ่งก็ลอยอยู่ได้ ถ้ามีขนาดโตอากาศพุงไว้ไม่ไหวก็จะตกลงมาเป็นฝน เมฆนอกจากเป็นเมฆฝนแล้วยังมีแสงสว่างและความร้อนจากดวงอาทิตย์ไว้ได้มาก ถ้าไม่มีอากาศ ไม่มีเมฆยังแสงอาทิตย์ไว้ เราก็จะรู้สึกร้อนกว่าที่เป็นอยู่ทุกวันนี้มาก และมนุษย์อาจอยู่ไม่ได้ก็ได้

นับว่าเราโชคดีที่มีไอน้ำอยู่ในอากาศและกลายเป็นหยกน้ำได้ ถ้ามันกลายเป็นหยกน้ำอีกไม่ได้ เราก็จะไม่มีหยกน้ำค้างน้ำค้างบนหญ้า น้ำค้างบนต้นไม้และให้ความชุ่มชื้นแก่ดิน เราจะมีน้ำฝนรดผักและผลไม้ น้ำในทะเล มหาสมุทร ในบ่อ แม่น้ำลำคลอง ก็จะแห้งเหือดหายไปทุกที จนในที่สุดโลกเราก็จะกลายเป็นทะเลทรายไปหมด

สรุป น้ำในทะเล มหาสมุทร ในคลอง บ่อ หนอง บึง ระเหยกลายเป็นไอน้ำไปในอากาศ ตลอดเวลา และกลั่นตัวเป็นหยกน้ำ เป็นฝนตกลงมาในที่เดิมอีกตลอดเวลาเช่นกัน

โมดูลที่ 2 ศูนย์ที่ 4

แบบฝึกหัดที่ 4

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. น้ำมีการเปลี่ยนแปลง คือ จากน้ำกลายเป็น.....และจากไอน้ำ
กลายเป็น.....

2. ประโยชน์ของการกลั่นตัวของไอน้ำ คือ

1.....

2.....

3.....

3. การเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติทำให้น้ำ.....
.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 4

1. ไอน้ำ น้ำ

2. 1. ทำให้เกิดน้ำค้างทำให้ดินชุ่มชื้น

2. ทำให้เกิดฝน

3. ทำให้น้ำไม่หมดไปจากโลกนี้

3. น้ำไม่หมดไปจากโลกนี้เพราะน้ำวนเวียนจากน้ำเป็นไอน้ำ และจากไอน้ำมาเป็นน้ำ
ตลอดเวลา

“ ข้อเสนอแนะในการเรียนบทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง ”

1. อ่านบทเรียนช้าๆ และทำความเข้าใจไปเรื่อยๆ ปฏิบัติตามคำแนะนำในบทเรียน
2. บทเรียนมีคำถามสลับคำถามให้นักเรียนตอบ
3. แต่ละคำถามมีคำตอบทุกข้อ ซึ่งคำตอบนั้นจะอยู่ในกรอบข้างล่างถัดลงมา การอ่านบทเรียนจึงใช้กระดากสีที่แจ่มให้ปิดส่วนที่เป็นคำตอบไว้ก่อน
4. การตอบคำถามนั้นนักเรียนควรซื้อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดคำตอบก่อน การตอบผิดไปเสียหยาอะไร “ ก็จะทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น เมื่อตอบเสร็จแล้วจึงค่อยเปิดกระดากสีออก ตรวจสอบคำตอบเพื่อทำความเข้าใจต่อไป

ขอให้นักเรียนโชคดีในการเรียนและสนุกกับการเรียนครั้งนี้

เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 2/2 " บทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง "

การกลืนตัวของน้ำ

1. การกลืนตัว

การกลืนตัวคือการเปลี่ยนแปลงจากโกลดมาเป็นของเหลว เช่น ไอน้ำ ในอากาศกลืนตัวกลายมาเป็นหยกน้ำในรูปของน้ำค้างในเวลากลางคืน หรือกลายเป็น เมฆแล้วในที่สุดก็ตกลงมาเป็นน้ำฝน ของเหลวอื่น ๆ เช่น แอลกอฮอล์ก็กลืนตัวได้ เช่นกัน การกลืนตัวเป็นของเหลวนี้บางครั้งเรียกว่า " การควบแน่น "

การกลืนตัวของน้ำก็คือการที่ไอน้ำกลายเป็นหยกน้ำโดยเราทำให้ไอน้ำ เป็นตัวลง เช่น ไอน้ำที่อยู่รอบ ๆ กอนน้ำแข็งได้รับความเย็นก็กลืนตัวเป็นถ้ำซึ่ง ก็คือกลุ่มของละอองน้ำนั่นเอง

เมื่อไอน้ำเป็นตัวลงจะกลายเป็น.....เราเรียกว่า.....

หยกน้ำ, การกลืนตัว

2. การทดลองที่ 1

การทดลองแสดงว่าการกลืนตัวของไอน้ำ

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าไอน้ำเมื่อเป็นตัวลงจะกลืนตัวกลายเป็นหยกน้ำ

อุปกรณ์ แก้วทนไฟ น้ำ เทา กระป๋องใส่น้ำ

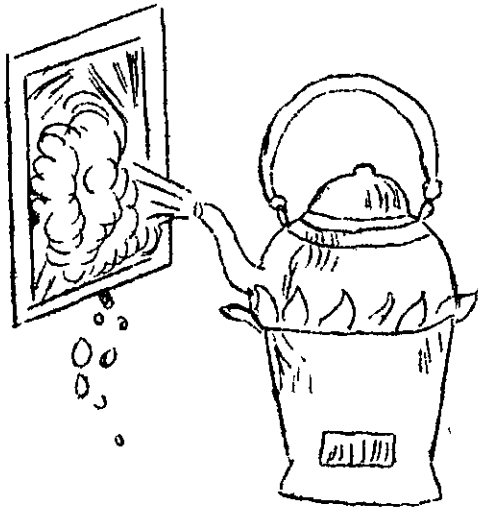
วิธีทดลอง 1. เอาน้ำใส่แก้วแล้วตั้งไฟ

2. เปื่อน้ำเดือดจนมีไอขึ้นแล้ว เอากระป๋องใส่น้ำไปรอที่ไอน้ำนั้น

3. จะเห็นหยกน้ำเกาะที่กระป๋องใส่น้ำ

หยกน้ำนี้คือไอน้ำที่กระทบความเย็นจากกระป๋องน้ำจึงกลืนตัวกลายเป็นหยกน้ำ

นั่นเอง



ทำไมไอน้ำร้อน เมื่อกระทบกระป๋องน้ำ จึงกลายเป็นหยดน้ำ.....

.....

เพราะไอน้ำเมื่อกระทบความเป็นจึงกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ กระป๋องน้ำนี้เป็น
กว่าไอน้ำเดือด

3. ในวันที่มีอากาศหนาวบางวัน เราอาจสังเกตเห็นว่าเราหายใจออกมาเป็น
ควัน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากว่าลมหายใจที่เราหายใจออกมานั้นเต็มไปด้วยไอน้ำ เมื่อ
ไอน้ำอุ่น ๆ ที่เราหายใจออกมาได้สัมผัสกับความเย็นจึงเย็นลง ในขณะที่ยังเย็นลงจึงกลั่น
ตัวเป็นละอองน้ำซึ่งเรามองเห็นเป็นควัน
ดังนั้นควันเหล่านี้คือ

ไอน้ำที่กระทบความเย็นแล้วกลั่นตัวลงเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ

4. เนื่องจากในอากาศมีไอน้ำ เมื่ออากาศเย็นลงไอน้ำก็กลั่นตัวเกิดเป็น
ละอองน้ำลอยอยู่ในอากาศและเมื่อไปจับกลุ่มรวมกันเข้าจึงเกิดเป็นเมฆขึ้น หยดน้ำใน
ก้อนเมฆจะตกลงมาสู่ดินในสภาพของฝน ฉะนั้นเราจึงเห็นละอองน้ำในอากาศได้ในสภาพ
ของเมฆ หมอก น้ำค้าง หรือฝน และถ้าอากาศเย็นจัดมาก ๆ เราก็จะเห็นเป็น

หิมะ ลูกเห็บ หรือเกร็ดน้ำค้าง

เมฆคือ.....

ไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ ที่จับกลุ่มกัน

5.

การทดลองที่ 2

การทดลองแสดงการเกิดหมอก

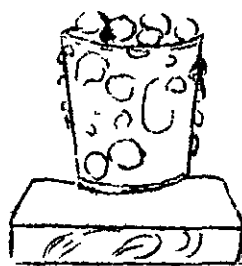
จุดประสงค์ เพื่อแสดงให้เห็นว่า ไอน้ำเมื่อเย็นลงจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่า หมอก หรือเมฆ

อุปกรณ์ ขวด น้ำร้อน น้ำแข็ง กระบอก 1 แฉก

วิธีทดลอง 1. เทน้ำร้อนลงในขวดให้เต็ม แล้วเทออกให้เหลือเพียงนิดเดียวเท่านั้น

2. เอากระบอกวางปิดบนปากขวดแล้วเอาน้ำแข็งวางบนกระบอก

นักเรียนจะเห็นว่าเนื้อผิวน้ำในขวดจะมีกลุ่มของละอองเกิดขึ้น เรามองเห็นกลาย ๆ กับหมอกนั่นเอง



การทดลองแสดงการเกิดน้ำค้าง

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าไอน้ำเมื่อเย็นตัวลงจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

อุปกรณ์ แก้ว น้ำแข็ง

วิธีทดลอง 1. เช็ดแก้วให้แห้งสนิททั้งข้างในข้างนอก

2. เอน้ำแข็งใส่ ตั้งทิ้งไว้สักครู่ จะเห็นว่ามีหยดน้ำมาเกาะรอบ

นอกแก้ว

หยดน้ำเหล่านี้ก็คือไอน้ำในอากาศที่ได้รับความเย็นจึงกลั่นตัวเป็นหยดน้ำนั่นเอง

2. เช็ดผ้าให้แห้งแล้วปิดหมอลงไปใหม่ รอสักครูจึง เปิดดู จะเห็นว่า
ก็ยังมีหยกน้ำอีก

น้ำที่เกาะที่ผ้านี้คือไอน้ำที่มีความร้อน เมื่อมากระทบผาก็กลั่นตัว เป็นหยกน้ำ
ถ้าเราอบแห้งหรือหงาชาวจะ เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะหยกน้ำที่เกาะที่ผานี้จะใสไม่ขุ่น
เหมือนน้ำขาวหรือน้ำขุ่นเลย แสดงว่าน้ำกลั่นไปมีสี และถ้าชิมก็จะมีรสเช่นกัน
เวลาเราเปิดฝาคูมเราจะเห็นหยกน้ำเกาะอยู่ที่ฝาคูมภายใน หยกน้ำนี้
มาจาก.....

มาจากไอน้ำที่ระเหยขึ้นมาจากน้ำในคูลและมากระทบฝาคูมจึงกลั่น เป็นหยกน้ำ

8. การระเหยของน้ำและการกลั่นตัวของไอน้ำเกิดขึ้นบนเว็บบนอยู่ เช่นนี้ทุกวันทุก
คืน เมฆที่เราเห็นอยู่ในท้องฟ้าก็มาจากไอน้ำในอากาศ เพราะไอน้ำเมื่อลอยตัวขึ้นสูง
ก็จะเย็นตัวลงกลายเป็นละอองน้ำรวมตัวกันเป็นกลุ่ม ๆ แดเห็นเป็นก้อนเมฆ บางทีไอน้ำ
ถูกพัดพาไปกระทบความเย็นก็สลายตัว เป็นละอองน้ำ ถ้าหยกน้ำหรือละอองน้ำมีขนาดเล็ก
ก็ลอยอยู่ได้ ถ้ามีขนาดโตอากาศพองไวไม่ไหวก็ตกลงมา เป็นฝน
ละอองน้ำที่มารวมตัวกัน ถ้าละอองน้ำมีขนาดโตก็จะตกลงมา เป็น.....

ฝน

9. เมฆนอกจากเป็นเมฆฝนแล้วยังมีแสงสว่างและความร้อนจากดวงอาทิตย์
ไว้มาก ถ้าไม่มีอากาศ ไม่มีเมฆบังแสงอาทิตย์ไว้ เราก็จะรู้สึกร้อนกว่าทุกวันนี้
มาก และมนุษย์อาจอยู่ไม่ไหวก็ได้

เมฆเป็นไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ มารวมตัวกันมีประโยชน์คือ...

.....

ทำให้อากาศไอรอนจกเงาะ เบญจขันธ์บงอหิตยไอบาง และทำให้เกิด

ฝน

10. นับว่าเราโชกดีที่มีไอบัวอยู่ใวอากาศและกลายเป็นหยดน้ำได้ ถ้ามันกลายเป็นหยดน้ำอีกใบใด เราก็จะไอบี้น้ำกลางบารุงนชว บารุงนชวไอบะไไความชุ่มชื้น ยกดิน เราจะไม่ไอบี้น้ำรดผักและผลไม้ น้ำทะเล มหาสมุทร ในบอ แม่น้ำลำคลอง ก็จะไอบี้น้ำเพื่อหนายไอบี้น้ำที่ จนนไอบี้น้ำโลกเราก็จะกลายเป็นทะเลทรายไร้หยด

สรุปน้ำในทะเล มหาสมุทร ในคลอง บอ ปึง ระเหยกลายเป็นไอบี้น้ำ
ในอากาศ ตลอดเวลาและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เป็นฝนตกลงมาในไอบี้น้ำอีกตลอดเวลา
เช่นกัน

กระป๋องที่ไอบี้น้ำจากการไอบี้น้ำของไอบี้น้ำก็ไอบี้น้ำ.....

.....

ทำให้ไอบี้น้ำไม่หมดไปจากโลกนี้ ซึ่งนับว่าเป็นการถ่วงชีวิตมาก ไอบี้น้ำ
ความ ไอบี้น้ำระคาย ไอบี้น้ำเจริญงอกงาม ฯลฯ

การกลั่นตัวของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ

เวลา 3 ชั่วโมง

เนื้อหาสำหรับครูชั่วโมงที่ 1การกลั่นตัวของน้ำ

" การกลั่นตัว " ก็คือการเปลี่ยนแปลงจากไอลับมาเป็นของเหลว เช่น ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวกลับเป็นหยกน้ำในรูปของน้ำค้างในเวลากลางคืน หรือกลายเป็นเมฆและในที่สุดก็ตกลงมาเป็นน้ำฝน

นอกจากน้ำแล้วของเหลวอื่น ๆ เช่น แอลกอฮอล์ก็กลั่นตัวได้เช่นเดียวกัน การกลั่นตัวเป็นของเหลวนี้นบางครั้งเราก็เรียกว่า " การควบแน่น "

" การกลั่นตัวของน้ำ " เหตุที่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นน้ำไค้ก็จะต้องทำให้ไอน้ำเย็นลง เช่น เมื่อเราไอน้ำแข็งลงในถ้วยแก้วจะมีหยกน้ำจับอยู่ที่ผิวภายนอกถ้วยแก้วนั้น ที่เป็นดังนี้เพราะไอน้ำในอากาศซึ่งอยู่รอบ ๆ ถ้วยแก้วเย็นลง ไอน้ำจึงกลั่นตัวเป็นของเหลวส่วนที่อยู่ใกล้ถ้วยแก้วก็จะเกาะที่ผิวนอกถ้วยแก้ว ส่วนที่อยู่ห่างออกมาทีละอยเป็นกลุ่มกลายกันเช่นเดียวกับที่เราน้ำก่อนน้ำแข็งมาวางไว้ จะเห็นวารอบ ๆ กอนน้ำแข็งจะมีกลุ่มละอองน้ำลักษณะกลายคว้น เป็นเพราะอากาศที่อยู่ใกล้กอนน้ำซึ่งเย็นลงจึงทำให้ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นของเหลวคือละอองน้ำที่เราเห็นกลายคว้นนั้นเอง

ในเวลากลางวันดวงอาทิตย์ทำให้คนไม่ พื้นแผ่นดิน ตลอดจนสิ่งต่าง ๆ และน้ำไค้ได้รับความร้อน น้ำจากที่ต่าง ๆ จึงกลายเป็นไอลไปในอากาศ เมื่อดวงอาทิตย์ตกสิ่งต่าง ๆ เหลวานั้นก็เย็นลงและอากาศก็เย็นลงเช่นเดียวกัน ดังนั้นไอน้ำในอากาศจึงมีการกลั่นตัวขึ้น ไอน้ำจะกลั่นตัวอยู่บนหญ้าเย็น ๆ บนคนไม้ ตามที่ต่าง ๆ และกลั่นตัวบนผ้าที่เราฝังไว้ตั้งแต่ตอนกลางวันควย ทำให้ผ้าเปียก ครั้นดวงอาทิตย์ขึ้นในตอนเช้า น้ำค้างจะกลายเป็นไอลไปในอากาศอีก

ในวันที่มีอากาศหนาวบางวัน เราอาจจะเคยสังเกตเห็นว่าเราหายใจออกมา

เป็นวัน ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากว่าลมหายใจที่เราหายใจออกมานั้นเต็มไปด้วยไอน้ำ เมื่อไอน้ำอุ่น ๆ ที่เราหายใจออกมาใกล้สัมผัสกับความเป็นจริงเย็นลง ในขณะที่เย็นลงจึงกลั่นตัวเป็นละอองน้ำ ซึ่งเรามองเห็นเป็นควันหรือมองดูคล้ายเมฆ

เนื่องจากในอากาศมีไอน้ำ เมื่ออากาศเย็นลงไอน้ำก็กลั่นตัวเกิดเป็นละอองน้ำลอยอยู่ในอากาศและเมื่อไปจับกลุ่มรวมกันเข้าจึงเกิดเป็นเมฆขึ้น หยดน้ำจากเมฆจะตกลงมาสู่พื้นดินในสภาพของฝน ฉะนั้นเราจึงเห็นละอองน้ำในอากาศได้ในลักษณะของเมฆ หมอก ฝน และน้ำค้าง และถ้าอากาศเย็นจัดมาก ๆ เราก็จะเห็นเป็นหิมะ ลูกเห็บ หรือเกล็ดน้ำค้าง

เนื้อหาสำหรับครู

ชั่วโมงที่ 2

การทดลองที่แสดงว่าไอน้ำยอมกลั่นตัวหรือควบแน่นกลับเป็นหยดน้ำอย่างเดิม

การทดลองที่ 1

1. เอนน้ำใส่ภาชนะแล้วทมน้ำจนเกือบแห้ง
2. ยื่นกระดาษขนวน กระป๋อง หรือกระโถนโลหะเข้าไปดูกับไอน้ำ
3. สังเกตว่ามีหยดน้ำเกาะที่ภาชนะที่ไปรอรับหรือไม่
4. หยดน้ำนี้มาจากไหน เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

การทดลองที่ 2

1. เทน้ำเดือดจัด ๆ ลงในถ้วยแก้ว
2. ทัศนัยนัยกแผ่นโลหะหรือฝากระป๋องปิดถ้วยแก้วไว้
3. สักครู่หยิบฝากระป๋องนั้นขึ้นมาดู สังเกตว่ามีหยดน้ำเกาะข้างล่างฝาหรือไม่
4. หยดน้ำนี้มาจากไหน เพราะเหตุใด

การทดลองที่ 3

1. เอนน้ำแข็งใส่ถ้วยแก้วที่แห้งตั้งทิ้งไว้สักครู่
2. สังเกตจะเห็นไควาข้างนอกถ้วยมีหยดน้ำเกาะอยู่
3. หยดน้ำนี้มาจากไหน เกิดขึ้นได้อย่างไร

จากการทดลอง เหล่านี้แสดงว่า ไอน้ำทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นไอน้ำเดือดหรือไอน้ำในอากาศก็ตาม เมื่อกระทบความเย็นมันจะรวมตัว หรือควบแน่นเป็นหยดน้ำเสมอ

ประโยชน์

การที่ไอน้ำถูกความเย็นยอรวมตัว หรือควบแน่นเป็นหยดน้ำ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งมีประโยชน์แก่เรามาก เช่น

1. การเกิดน้ำค้าง ซึ่งทำให้ใบไม้และดินได้รับความชุ่มชื้น ทำให้พืชออกงาม
2. การเกิดฝน ซึ่งทำให้เราอาศัยทำการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์

เนื้อหาสำหรับครู

ชั่วโมงที่ 3

การเปลี่ยนแปลงของน้ำตามธรรมชาติ

ในตอนเช้าเรามักเห็นหยดน้ำเกาะบนใบไม้ในฤดูหนาว เวลากลางคืนอากาศก็ลดพื้นดินเย็นลง ไอน้ำในอากาศจึงกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ตามที่ต่าง ๆ แค่นี้พอสายก็ระเหยกลับไปอยู่ในอากาศเสียอีก

ในอากาศร้อนมีไอน้ำปนอยู่มากกว่าในอากาศหนาว เมื่อไอน้ำเย็นตัวลง ก็กลั่นตัวเป็นน้ำ น้ำค้าง เมฆ และฝน ซึ่งมาจากไอน้ำในอากาศทั้งสิ้น

การระเหยของน้ำและการกลั่นตัวของไอน้ำ เกิดควบเวียนกันอยู่เช่นนี้ทุกถิ่นทุกเวลา เมฆที่เราเห็นกันอยู่ในท้องฟ้าก็มาจากไอน้ำในอากาศ ไอน้ำเมื่อลอยตัวสูงขึ้นก็จะเย็นลงกลายเป็นละอองน้ำรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม ๆ และเห็นเมฆเป็นก้อน ๆ บางทีไอน้ำถูกลมพัดไปกระทบอากาศเย็น ก็ละลายตัวเป็นละอองน้ำ ถ้าหยดน้ำหรือละอองน้ำมีขนาดเล็ก ละเอียดยิ่งก็ลอยอยู่ได้ ถ้ามีขนาดใหญ่ อากาศยกไว้ไม่ไหว ก็ตกลงมาเป็นฝน เมฆนอกจากเป็นเมฆฝนแล้ว ยังยังแสงสว่างและความร้อนจากดวงอาทิตย์ไว้ไ้ไ้มาก ถ้าไม่มีอากาศ ไม่มีเมฆบังแสงอาทิตย์ไว้ เราจะมีชีวิตอยู่ไม่ได้เป็นอยู่ทุกวันนี้

นับว่าเราโชคดีที่มีไอน้ำในอากาศและกลายเป็นหยดน้ำได้ ถ้ามันกลายเป็นน้ำ

ไม่ได้ดีกว่า เราก็จะไม่มีหยกน้ำค้างขาวรุ่มหนา ขำรุ่มกันไป ให้ความชุ่มชื้น เราจะ
ไม่มีน้ำฝนรดผักและต้นไม้ น้ำในทะเล ในมหาสมุทรและในแม่น้ำ บ่อ บึง ก็จะแห้ง
เหือดหายไปทุกที่ ๆ จนในที่สุดโลกเราก็จะกลายเป็นทะเลทรายไปหมด

สรุป น้ำในทะเล มหาสมุทร ในคลอง หนอง บึง ระเหยกลายเป็น
ไอน้ำไปอยู่ในอากาศตลอดเวลา และกลั่นตัวเป็นหยกน้ำฝนตกลงมาในที่เดิมอีกตลอดเวลา
เช่นกัน

บทเรียนโมดูลที่ 3

เรื่องการตกผลึก

สำหรับชั้นประถมปีที่ 4 เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สร้าง น.ส.สุมาลี ศรีทองกิติกุล วันที่ 4 ธันวาคม 2520

ปรับปรุงครั้งที่ 1 วันที่ ... เดือน..... พ.ศ.....

1. หลักการและเหตุผล

การตกผลึกเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอีกเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของเหลวหลาย ๆ อย่างตกผลึกได้ ดังนั้นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสาเหตุของการตกผลึกและหาทางนำประโยชน์จากเรื่องนี้มาใช้ได้ เช่น การนำความรู้เรื่องการตกผลึกมาเป็นหลักในการทำนาเกลือ โดยปล่อยให้หน้าทะเลระเหยไป ทำให้เกิดการตกผลึก นอกจากนี้ยังใช้เป็นวิธีแยกของแข็งออกจากสารละลายได้

2. ความมุ่งหมาย

ความมุ่งหมายทั่วไป

1. ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่องการตกผลึกได้อย่างถูกต้อง
2. ให้นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องการตกผลึกมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการตกผลึกได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสารต่าง ๆ ละลายในน้ำได้หรือไม่เท่ากัน บางชนิดไม่ละลายในน้ำ

3. นักเรียนสามารถบอกไวยากรณ์ต่าง ๆ บอคมคณลึกละเอียดแตกต่างกัน
4. นักเรียนบอกไวยากรณ์ต่างชนิดกันมีรูปผลต่างกัน
5. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของการคณลึกละเอียดอย่างน้อย 2 ข้อ
6. นักเรียนสามารถทำการทดลองเรื่องการคณลึกละเอียดอย่างง่าย ๆ ได้

3. ความรู้พื้นฐาน

นักเรียนต้องมีความรู้เรื่องสารละลายมาก่อน

4. การประเมินผลเบื้องต้น

ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัดเรื่องการคณลึกละเอียด

5. กิจกรรมการเรียนรู้

บทเรียนนี้ครูและนักเรียนสามารถเลือกจัดการเรียนการสอนที่เสนอไว้ให้เลือกนี้ได้ โดยความสนใจของผู้เรียน และความเหมาะสมของเนื้อหา บทเรียนนี้ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้สึกชอบในการเรียนด้วยตนเอง ระหว่างที่มีการเรียนการสอนอยู่นี้ ถ้าหากผู้เรียนมีความสงสัยประการใด ก็อาจซักถามจากครูผู้สอนได้ทั้ง เป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม ถ้านักเรียนเลือกเรียนโดยใช้กิจกรรมใดก็ได้ให้อ่านคำแนะนำจากเอกสารที่ระบุไว้ให้ แล้วปฏิบัติตามนั้น

1. เรียนเป็นกลุ่มย่อย (4 - 6 คน) โดยครูจัดศูนย์กิจกรรมไว้ให้เรียน ศูนย์กิจกรรมจะประกอบด้วยคู่มือการเรียนรู้และอุปกรณ์การเรียนรู้ (เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 3/1)

2. เรียนด้วยตนเองจากชุดการเรียนรู้สำเร็จรูป โดยศึกษาจากคู่มือและคำแนะนำทุกขั้นตอน (เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 3/2)

3. เรียนกับครูเป็นกลุ่มใหญ่ โดยครูสอนตามเอกสารหมายเลข 3/3 และ

อุปกรณ์ที่จัดไว้ให้ (เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 3/3)

6. การประเมินผลหลังเรียน

ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัดเรื่องการตกผลึกอีกครั้ง ถ้า
นักเรียนทำได้อย่างน้อย 80 % ขึ้นไปจากแบบฝึกหัดนั้นให้ถือว่าผ่านบทเรียนนี้ไป
ได้

7. การเรียนซ่อมเสริม

ถ้านักเรียนยังไม่ผ่านบทเรียนโมลลึงค์นี้ ให้กลับไปเลือกทำกิจกรรมจาก
บทเรียนนี้ใหม่อีกครั้ง จนมีความเข้าใจดีแล้ว จึงมาตอบคำถามจากแบบฝึกหัด
ใหม่อีกครั้ง จึงจะผ่านไปได้

ภาคผนวก

1. เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 3/1, 3/2, 3/3
2. อุปกรณ์การเรียน ไม้แกว่ง กระป๋องนม, เกล็ด, ช้อน, ชาม, แวนชบาย
3. แบบเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ และหนังสือประกอบการเรียนอื่น ๆ
4. แบบฝึกหัดประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องการตกผลึก

ชื่อ.....ชั้น.....

แบบฝึกหัดประเมินผลก่อนและหลังเรียนโมดูลที่ 3

แบบฝึกหัดเรื่อง การตกผลึก 10 คะแนน เวลา 15 - 20 นาที

1. ผลึก คือ
2. การตกผลึก คือ
3. ถ้าเราเอาน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือที่เข้มข้นมากมาตั้งทิ้งไว้ปล่อยให้เย็นไป
ในที่สุดเราจะเห็นผลึกของ.....หรือผลึกของ.....ตกค้างอยู่
4. เกลือที่เรานำมาใส่อาหารรับประทานนั้น มีวิธีทำคือ.....
.....
5. สารจะตกผลึกได้จะต้องทำให้สารละลายที่เข้มข้นนั้น.....
6. จงยกตัวอย่างของแข็งที่มีรูปเป็นผลึกได้มา 3 อย่าง
1.....
2.....
3.....
7. ผลึกของสารชนิดต่างๆย่อมมีรูปร่างของผลึก.....
8. จงอธิบายการทดลองให้สารเกิดการตกผลึกอย่างง่าย ๆ มา 1 วิธี
-

ศูนย์การเรียนเรื่อง การตกผลึก

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวนนักเรียน 35 คน

วันที่ ... เดือน พ.ศ. เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความหมาย

1. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสารต่าง ๆ ละลายน้ำได้ดีไม่เท่ากัน และบางชนิดก็ไมละลายในน้ำ
2. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการตกผลึกได้
3. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าการตกผลึกของสารต่าง ๆ ย่อมแตกต่างกันทั้งด้านความยากง่ายและรูปร่างของผลึกของสารนั้น ๆ
4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสารต่างชนิดกันย่อมมีรูปร่างของผลึกแตกต่างกัน
5. นักเรียนสามารถทำการทดลอง เรื่องการตกผลึกอย่างง่าย ๆ ได้

กิจกรรมการเรียน

ศูนย์ที่ 1

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- สารละลาย	1. บัตรคำสั่ง	1. อ่านบัตรคำสั่ง	- ดูจากความตั้งใจ
- ผลึก	2. เนื้อเรื่องย่อ	2. อ่านเรื่องย่อ	ในการทำกิจกรรม
- ความหมายของผลึก	3. ตัวอย่างผลึกของสารต่าง ๆ	3. พิจารณาผลึก	- ดูจากการทำแบบฝึกหัด
- การตกผลึก	4. แบบฝึกหัดที่ 1	4. ทำแบบฝึกหัดที่ 1	
		5. เฉลยแบบฝึกหัด	

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
	5. เฉลยแบบฝึกหัด	5. เฉลยแบบฝึกหัดแล้ว ตรวจแก้ไขจนถูกต้อง 6. เปลี่ยนไปทำศูนย์ อื่นต่อไป	

ศูนย์ที่ 2

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
— การทดลองของ เกลื้อ	1. บัตรคำสั่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ	1. อ่านบัตรคำสั่ง 2. อ่านเรื่องย่อ	— จากความร่วมมือ ในการทำงานกลุ่ม
— การทดลองการ ตกของ เกลื้อ	3. คู่มือการทดลองที่ 1 4. อุปกรณ์การทดลอง 5. แบบฝึกหัดที่ 2	3. ทำการทดลองที่ 1 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 1 5. ตรวจเฉลยแบบ ฝึกหัด	— จากการทำแบบ ฝึกหัด
— การทดลองการ ตกของ น้ำตาลหรือ สารส้ม	6. เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2	6. เปลี่ยนไปทำ กิจกรรมศูนย์ อื่นต่อไป	

หมายเหตุ

ถ้านักเรียนมีจำนวนมาก ก็ให้แบ่งกลุ่มทำกิจกรรมศูนย์ที่ 2 ได้
โดยแบ่งกันทำการทดลอง เช่น กลุ่มที่ 1 ทำการทดลองฝึกเกลื้อ
กลุ่มที่ 2 ทำการทดลองฝึกสารส้ม ฯลฯ

กิจกรรมสรุป

ครูให้นักเรียนทั้งหมดมาร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง สรุปบทเรียน

ประเมินผล

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการตกผลึก ถ้าทำได้ตั้งแต่ 80 % ขึ้นไป
ถือว่าผ่านบทเรียนนี้ไปได้

โมดูลที่ 3 ศูนย์ที่ 1

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 1

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 1
2. ดูตัวอย่างผลึกของสารต่างๆ พิจารณาดูด้วยว่าผลึกเหล่านั้นมีรูปร่างเหมือนกันหรือไม่อย่างไร
3. ทำแบบฝึกหัดที่ 1
4. เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 1
 ไม่ควรเปิดดูก่อนที่นักเรียนจะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
 นักเรียนจะเก่งมากถ้าทำตามคำสั่งนี้ เสร็จแล้วเปลี่ยนไปทำกิจกรรมศูนย์ต่อไป

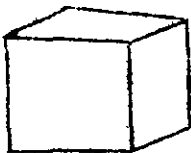
เรื่องย่อตอนที่ 1

ถ้านักเรียนใส่เกลือหรือน้ำตาลลงในน้ำ จะปรากฏว่าเกลือหรือน้ำตาลนั้นหายไป ที่เป็นเช่นนี้เพราะเกลือหรือน้ำตาลนั้นละลายน้ำได้ มีของแข็งหลายชนิดที่ละลายน้ำได้ แต่ก็มีของแข็งอีกหลายชนิดที่ละลายน้ำไม่ได้ เช่นลูกเหม็นที่เราใช้ป้องกันแมลงสาบก็ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ในแอลกอฮอล์ เป็นต้น

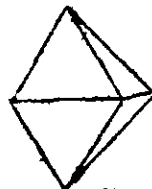
ของแข็งชนิดใดก็ตามที่ละลายอยู่ในน้ำได้จนมากเต็มที่ เมื่อของเหลวนั้นระเหยหรือแห้งงวดไปหรือเย็นลง จะทำให้ของแข็งที่ละลายอยู่ในของเหลวนั้นกลับคืนมาเป็นของแข็งได้อีก ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้เรียกว่าเกิดการ "ตกผลึก" ขึ้น เราคงจะเคยเห็นปรากฏการณ์นี้มาบ่อยๆแล้ว เช่น การตกผลึกของน้ำตาลในถ้วยน้ำเชื่อม การตกผลึกของเกลือในช้อนน้ำปลาเมื่อเราคั่งทิ้งไว้นานๆ ถ้าเราเอาแว่นขยายส่องดูเม็ดน้ำตาล เม็ดเกลือ เหล่านี้จะเห็นว่ามันมีรูปเป็นเกล็ดเป็นเหลี่ยมมันวาวต่างๆกัน นักวิทยาศาสตร์เรียกเม็ดของแข็งที่มีเหลี่ยมมันวาวนี้ว่า "ผลึก"

ดังนั้นการตกผลึกก็คือ การทำให้สิ่งที่ละลายอยู่ในของเหลวมีสถานะคืนมาเป็นของแข็งเป็นเกร็ดหรือเป็นก้อนมีเหลี่ยมต่างๆตามชนิดของสิ่งที่ละลายนั้น การทำนาเกลือก็เป็นตัวอย่างของการทำให้เกลือที่มีอยู่ในน้ำทะเลตกผลึกออกมา

ผลึกที่ทำโดยวิธีปล่อยให้ของเหลวระเหยไปนั้น บางทีก็ไม่ค่อยเรียบร้อยนัก ถ้าจะให้เรียบร้อยสวยก็ต้องเลี้ยงไว้ให้โต เช่นละลายสารส้มในน้ำให้ข้นๆ แล้วคั่งทิ้งไว้จนเริ่มเกิดผลึกเล็กๆ นำผลึกเล็กๆเหล่านี้มาผูกแขวนไว้ในน้ำสารส้มสัก 15 วัน ผลึกก็จะโตขึ้นๆ และมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมคล้ายแก้วเจียรในสวยงามมาก



ผลึกเกลือ



ผลึกสารส้ม



ผลึกกำมะถัน

โมดูลที่ 3 ศูนย์ที่ 1

แบบฝึกหัดที่ 1

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงขีด ✓ หรือ ✕ ลงหน้าข้อความที่นักเรียนเห็นว่าถูกหรือผิด

.... 1. น้ำละลายของแข็งได้ทุกชนิด

..... 2. ของแข็งจะตกผลึกได้ต้องละลายอยู่ในของเหลวมากเกินที่แล้วทำให้เย็นลง

. 3. การทำนาเกลือเป็นตัวอย่างของการตกผลึก

.. . . . 4. ผลึกของสารต่างชนิดกันย่อมมีรูปร่างแตกต่างกัน

..... 5. ถ้าอยากได้ผลึกที่เป็นรูปเหลี่ยมสวยงามเราต้องเลี้ยงไว้ให้โต

จงเติมคำลงในช่องว่าง

6. เมื่อเราเอาน้ำปลาตั้งทิ้งไว้หลายวันจะเกิด.....

7. การตกผลึกคือการที่.. ..

.....

8. ในน้ำทะเลมีเกลือละลายอยู่มาก ดังนั้นถ้าเราเอาน้ำทะเลมาทำให้แห้งจน
เราจะได้..... มาใช้รับประทานได้เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

1. ✕ 2. ✓ 3. ✓ 4. ✓ 5. ✓

6. ผลึกเกลือ

7. ของแข็งที่ละลายอยู่ในสาร ละลายอิมตัวแล้วแยกตัวออกมาของเหลวที่มันละลายอยู่
แยกออกมาเป็นของแข็งมีรูปเป็นผลึกต่างๆ

8. เกลือ

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 2

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 2
2. อ่านคู่มือการทดลอง อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มเพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคำแนะนำจากคู่มือการทดลอง .
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 2
5. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัด นักเรียนควรขีดสัคย์ต่อตนเองโดยไม่เปิดเฉลยแบบฝึกหัดก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ

เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้วก็ย้ายไปทำกิจกรรมกลุ่มอื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 2

การตกผลึก

การตกผลึกคือการที่ของแข็งที่ละลายอยู่ในสารละลายอิ่มตัวเต็มที่เมื่อเย็นตัวลงหรือแห้งงวดลงของแข็งก็จะแยกออกมาเป็นผลึกอยู่ที่ภาชนะนั้น

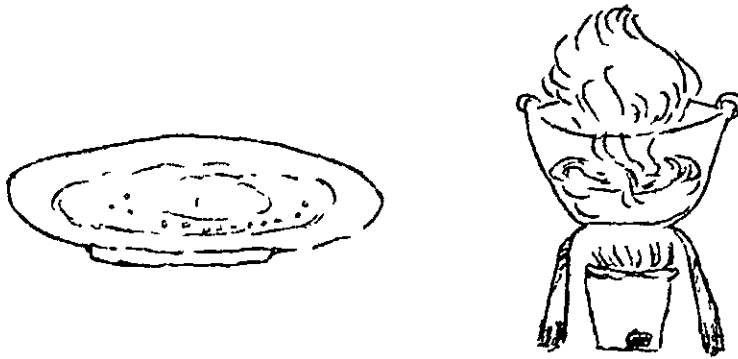
คู่มือการทดลอง

จุดประสงค์ แสดงการเกิดผลึกของเกลือ

อุปกรณ์ น้ำ เกลือ จานแบนๆ เทา หม้อหรือถ้วยแก้วทนไฟ

วิธีทดลอง

1. เทน้ำใส่ถ้วยแก้วแล้วตั้งไฟให้น้ำเดือด
2. ใส่เกลือที่ละลายน้อยๆ คนให้ละลาย เติมน้ำเกลือจนเดือด
3. ยกแก้วลง รินส่วนที่เป็นน้ำใสใส่จานแบนๆ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น อย่าให้จานกระเทือน ถ้าอยากเห็นผลึกเร็วๆ ก็เอาไปตากแดดก็ได้



สรุปการทดลอง น้ำร้อนจะละลายเกลือได้ดีกว่าน้ำเย็น ฉะนั้นเมื่อให้น้ำร้อนละลายเกลือจนอิ่มตัว เมื่อเย็นลงหรือน้ำระเหยงวดลง เกลือที่ละลายอยู่มากก็จะแยกตัวออกมาเป็นของแข็งในรูปทรงเรขาคณิต เราเรียกของแข็งที่มีรูปทรงเรขาคณิตนี้ว่า " ผลึก " และเรียกการที่ของแข็งแยกตัวออกมานี้ว่า " การตกผลึก "

(การทดลองหาผลึกของสารอื่นๆก็ทำโดยวิธีเดียวกันนี้)

แบบฝึกหัดที่ 2

ชื่อ.....

ชั้น.....

1. เมื่อเอาเกลือใส่ในน้ำร้อนเกลือจะละลายได้.....ละลายในน้ำเย็น

2. นักเรียนยกตัวอย่างของแข็งที่มีรูปเป็นผลึกมา 3 ชนิด

1.....

2.....

3.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

1. คือว่า

2. 1. เกลือ

2. น้ำตาล

3. ลารัม

4. คินประสิว

5. จุนสี

ฯลฯ

“ ข้อเสนอแนะในการเรียนบทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง ”

1. อ่านบทเรียนช้าๆ และทำความเข้าใจไปเรื่อยๆ ปฏิบัติตามคำแนะนำในบทเรียน
2. บทเรียนมีคำถามสลับคำถามให้นักเรียนตอบ
3. แต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้ให้นักเรียนเติมคำตอบสั้นๆ
4. แต่ละคำถามจะมีคำตอบทุกข้อ ซึ่งคำตอบนั้นจะอยู่ในกรอบข้างล่าง ถัดลงมา การอ่านบทเรียนจึงใช้กระดาษสีที่แจกให้ปิดส่วนที่เป็นคำตอบไว้ก่อน
5. การตอบคำถามให้นักเรียนตรวจสอบข้อสงสัยของตนเอง โดยไม่เปิดคำตอบก่อน การตอบผิดไม่เสียหายอะไร แต่จะทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น เมื่อตอบเสร็จแล้วจึงค่อยเปิดกระดาษสีออก ตรวจสอบคำตอบเพื่อทำความเข้าใจต่อไป

ขอให้นักเรียนโชคดีและสนุกกับการเรียนด้วยตนเองครั้งนี้

โมดูลที่ 3

เอกสารประกอบการเรียนหมายเลข 3 / 2

" บทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง "

การทดลอง

1. ถ้านักเรียนใส่เกลือหรือน้ำตาลลงในน้ำ จะปรากฏว่าเกลือหรือน้ำตาลนั้นหายไป ที่เป็นเช่นนี้เพราะเกลือหรือน้ำตาลนั้นละลายน้ำได้ ของแข็งหลายชนิดละลายน้ำได้ แต่ก็มีของแข็งอีกหลายชนิดที่ละลายน้ำไม่ได้ เช่น ดินเหนียวที่เราใช้ป้องกันแมลงสาบไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้ในแอลกอฮอล์ เป็นต้น

ของแข็งชนิดใดก็ตามที่ละลายในน้ำได้มากจนเต็มที เมื่อของเหลวนั้นระเหยงวดไปหรือเยือกแข็ง จะทำให้สิ่งที่จะละลายอยู่ในของเหลวนั้นกลับคืนมาเป็นของแข็งได้อีก ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ เรียกว่าเกิดการ " ตกผลึก " ขึ้น ดังนั้นการที่สารตกผลึกก็คือ การ.....

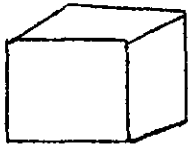
การที่ของแข็งที่ละลายอยู่ในของเหลวนั้นกลับคืนมาเป็นของแข็งอีก

2. เราคงจะเคยเห็นการตกผลึกมามากแล้ว เช่น การตกผลึกของน้ำตาลในถัวยน้ำเชื่อม การตกผลึกของเกลือในถัวยน้ำปลาเมื่อน้ำเชื่อมหรือน้ำปลานั้นแห้งงวดลง ถ้าเราเอาแว่นขยายส่องดูเม็ดน้ำตาล เม็ดเกลือ จะเห็นว่ามันมีรูปเป็นเกร็ดเป็นเหลี่ยม มันวาวต่างกัน นักวิทยาศาสตร์เรียกเม็ดของแข็งที่มีเหลี่ยมมันวาวนี้ว่า " ผลึก " ดังนั้นถ้าจะให้ความหมายของผลึก ก็คือ.....

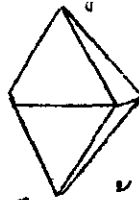
ของแข็งที่มีรูปทรงเป็นเหลี่ยมแยกตัวออกจากของเหลวที่มันละลายอยู่

เมก 3

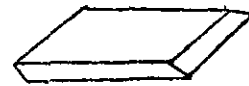
3. ผลึกของสารชนิดต่างกันย่อมมีรูปร่างต่าง ๆ กัน เช่น ผลึกเกลือมีรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ผลึกสารส้มมีรูปหกเหลี่ยม ดังรูปต่อไปนี้



ผลึกเกลือ



ผลึกสารส้ม



ผลึกยูนี

ตัวอย่างของสารที่มีรูปผลึกอื่นๆอีก คือ.....

.....

น้ำตาล, ดินประสิว ฯลฯ

4. ถังนั้นการตกผลึกก็คือ การทำให้สิ่งที่ละลายอยู่ในของเหลวมีสถานะคืนมาเป็นของแข็งเป็นเกร็ดหรือเป็นก้อนมีเหลี่ยมต่างๆตามชนิดของสิ่งที่ละลายนั้น การทำนาเกลือก็เป็นตัวอย่างของการทำให้เกลือที่มีอยู่ในน้ำทะเลตกผลึกออกมา น้ำปลาที่คั่งทิ้งไว้นานๆ เราจะได้เห็นเม็ดสีขาวอยู่ที่ก้นขวด เม็ดใสนี้ คือ.....

.....

เม็ดเกลือที่แยกออกมาจากน้ำปลาลากลายเป็นของแข็งอยู่ที่ก้นขวด

5. ผลึกที่ทำโดยวิธีปล่อยให้ของเหลวระเหยไปเองนั้น บางทีไม่ก่อเรียบร้อยนัก ถ้าจะให้เรียบร้อยสวยก็ต้องเลี้ยงให้โต เช่นละลายสารส้มในน้ำให้ข้นๆ แล้วทิ้งไว้จนเริ่มเกิดผลึกเล็กๆ นานผลึกเล็กๆ เหล่านั้นมาผูกแขวนไว้ในน้ำสารส้มสัก 15 วัน ผลึกก็จะโตขึ้นๆ และมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมคล้ายแก้วเจียรในสวยงามมาก แต่ถ้าเราปล่อยให้สารละลายนั้นเย็นเร็วๆหรือแห้งงวดเร็วๆ เราจะได้ผลึกขนาด.....

เล็ก

โมดูลที่ ๖

6. จงชี้ ☒ หรือ ☒ ลงหน้าข้อความที่เห็นว่าถูกหรือผิด
- 1. น้ำละลายของแข็งได้ทุกชนิด
- 2. ของแข็งจะตกผลึกได้ต้องละลายอยู่ในสารละลายที่
มากเต็มที่แล้วทำให้เย็นลง
- 3. การหำนาเกลือเป็นตัวอย่างของการตกผลึก
- 4. ถ้าอยากได้ผลึกที่เป็นเหลี่ยมสวยงามเราต้องเลี้ยง
ไว้ให้โต

1. ☒ 2. ☒ 3. ☒ 4. ☒

7. การตกผลึกของสารโคเกิดขึ้นได้จากการที่ของเหลวที่ละลายสารนั้นอยู่มากเต็มที่
แล้วระเหยวกลงหรือเย็นลง สารนั้นก็จะแยกออกมาเป็นผลึกอยู่ที่ภาชนะนั้น ทั้งนี้เพราะ
สารละลายที่เป็นตัวลงจะละลายสิ่งต่างๆ ได้น้อยกว่าสารละลายที่ร้อน ดังนั้นของแข็งส่วนที่เกิน
จะแยกตัวตกผลึกออกมา การทำให้ตกผลึกเราจึงต้องทำให้สารละลายอิ่มตัวนั้น.....

เย็นตัวลง

8. คู่มือแสดงการทดลองผลึกเกลือ
- | | |
|-------------------|---|
| <u>จุดประสงค์</u> | แสดงการเกิดผลึกของเกลือ |
| <u>อุปกรณ์</u> | น้ำ เกลือ จานแบนๆ หม้อหรือถ้วยแก้วทนไฟ |
| <u>วิธีทดลอง</u> | 1. เทน้ำใส่ถ้วยแก้วแล้วตั้งไฟให้น้ำเดือด
2. ใส่เกลือที่ละลายจนให้ละลาย เคี่ยวน้ำเกลือจนเดือด
3. รินน้ำเกลือใส่จานแบนๆ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น อย่าให้จานกระเทือน
ถ้าอยากได้ผลึกเร็วก็เอาไปตากแดดก็ได้ |
- สรุปการทดลอง น้ำร้อนละลายสิ่งต่างๆ ได้มากกว่าน้ำเย็น ฉะนั้นเมื่อให้น้ำละลาย
เกลือจนอิ่มตัว เมื่อเย็นลงเกลือที่ละลายอยู่มากก็จะแยกออกมาตกผลึก (สารอื่นๆ ก็ทำเช่นเดียวกัน)
-

การตกผลึก

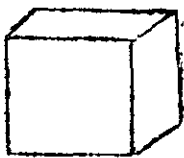
เวลา 2 ชั่วโมง

เนื้อหาสำหรับครูชั่วโมงที่ 1 - 2

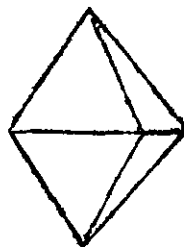
..... ฐานนักเรียนไม่เคลื่อนไหว น้ำตาลลงในน้ำ จะปรากฏว่าน้ำตาลและเกลือหายไป
ที่เป็นเช่นนี้เพราะน้ำตาลและเกลือละลายน้ำได้ มีของแข็งหลายชนิดที่ละลายน้ำไม่ได้
แต่ละลายในของเหลวชนิดอื่นได้ เช่น ลูกลิ้น ที่ใช้ป้องกันแมลงสาบ ไม่ละลาย
ในน้ำ แต่ละลายได้ในแอลกอฮอล์ เป็นต้น

ของแข็งชนิดใดก็ตามที่ละลายอยู่ในของเหลวอย่างมากเต็มที่ เมื่อของเหลว
นั้นระเหยออกไปหรือเย็นลง จะทำให้สิ่งที่จะละลายอยู่ในของเหลวนั้นกลับคืนมา เป็นของ
แข็งใดอีก ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้เรียกว่าเกิด " การตกผลึก " ขึ้น เราคงจะเคย
เห็นปรากฏการณ์เช่นนี้มาแล้ว เช่น การตกผลึกของน้ำตาลในถายน้ำเชื่อม การตก
ผลึกของเกลือในถายน้ำปลา เมื่อน้ำปลาหรือน้ำเชื่อมแห้งงวดลง ถ้าเราเอาแว่นขยาย
ส่องดูเม็ดเกลือ เบ็ดน้ำตาล จะเห็นว่ามันมีรูปเป็นเกล็ดเป็นเหลี่ยมมันวาวต่างกัน
นักวิทยาศาสตร์เรียกเม็ดของแข็งที่มีเหลี่ยมมันวาวว่า " ผลึก "

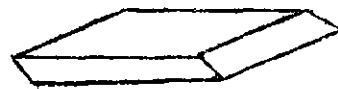
ดังนั้นการตกผลึกก็คือการทำให้สิ่งที่จะละลายอยู่ในของเหลวมีสถานะก่อกองออกมา เป็น
ของแข็ง เป็นเกร็ด หรือก้อนมีเหลี่ยมต่าง ๆ ตามชนิดของสิ่งที่จะละลายนั้น การทำนา
เกลือเป็นตัวอย่างของการทำให้เกลือที่มีอยู่ในน้ำทะเลตกผลึกออกมา



ผลึกเกลือ



ผลึกสารส้ม



ผลึกจุณสี

ผลึกที่หาโดยวิธีปล่อยให้ของเหลวระเหยไปเองนั้นบางที่ไม่ค่อยเรียบร่อนัก
ถ้าจะให้เรียบร่อนและสวยก็ต้องเลี้ยงให้โต เช่นละลายสารสมในน้ำโชน ๆ แล้วทิ้งไว้
จนเริ่มเกิดผลึกเล็ก ๆ นำผลึกเล็ก ๆ เหล่านั้นมาผูกแขวนไว้ในน้ำสารสมสัก 15 วัน
ผลึกก็จะโตขึ้น ๆ และมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมคล้ายแก้วเจียรในสวยงามมาก

การทดลองทำผลึกเกลือ

1. เติมน้ำใส่กระป๋องนมสักครึ่งกระป๋อง ถ่มน้ำรอน
2. กอบ ๆ ใสเกลือสัก 2 ช้อนโต๊ะ หมั่นคนให้เกลือละลายหมด เคี้ยว
น้ำเกลือให้เค็ดย
3. เติมน้ำเกลือเค็ดย ๆ ลงในชามแก้ว ยกชามแก้วไปอบไว้ในที่เรียบ ๆ อย่า
ให้มืออะไรกระเทือน หมั่นคอยคนน้ำในชามทิ้งไว้สัก 7 - 8 วัน
4. เมื่อน้ำในภาชนะระเหยแห้งแล้วจะมีผลึกเกลือ เกาะชามอยู่มากมาย
5. ใช้แว่นขยายส่องดูผลึกเกลือแต่ละผลึกมีรูปร่างเป็นลูกบาศก์ หรือลูกเต๋า

ประโยชน์

การทำน้ำเกลือ ก็อาศัยความรู้ที่ว่าเกลือละลายอยู่ในน้ำทะเล ย่อมตกผลึก
ได้ เขาจึงใช้ความรู้นี้เป็นประโยชน์ โดยปล่อยให้ทะเลให้ระเหย เมื่อน้ำทะเล
ระเหยหมดไป ก็จะได้น้ำเกลือตามความต้องการ

บทเรียนโมดูลที่ 4

เรื่องการลูกใหม่ของ เตียนไซ

สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สร้าง น.ส.สุมาลี ศรีทองกิติกุล วันที่ 4 ธันวาคม 2520

ปรับปรุงครั้งที่ 1 วันที่... เดือน พ.ศ.

1. หลักการและ เหตุผล

ในชีวิตประจำวันเราจะพบการลูกใหม่เกิดขึ้นเสมอ ดังนั้นการ เรียนรู้และทำความเข้าใจถึงสาเหตุและผลของการลูกใหม่ก็นับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้เรียน เพื่อที่จะนำความรู้ที่ได้นี้ไปปรับปรุงแก้ไขให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ในรู้จักวิธีป้องกันการลูกใหม่ที่จะทำให้เกิดความเสียหาย หรือทำให้เกิดการลูกใหม่ขึ้นในเวลาที่เราต้องการได้อย่างรวดเร็ว การที่เราเรียนเรื่องการลูกใหม่จากการลูกใหม่ของ เตียนไซก็เพราะ เตียนไซเป็นเชื้อเพลิงที่หาง่ายและสะดวกแก่ผู้เรียน ในการทดลองและสามารถจะทำการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในขณะที่ลูกใหม่ได้อย่างชัดเจน

2. ความมุ่งหมาย

ความมุ่งหมายทั่วไป

1. ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่องการลูกใหม่อย่างถูกต้อง
2. ให้นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องการลูกใหม่ของ เตียนไซไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการลูกใหม่ได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถบอกไควว่าการลูกใหม่ต้องการออกซิเจน

3. นักเรียนสามารถยกตัวอย่าง เชื้อเพลิงใดอย่างถูกต้องอย่างน้อย 3 อย่าง

4. นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบของ เตียนไซใดอย่างถูกต้อง

5. นักเรียนสามารถอธิบายการลุกลามของ เตียนไซใดอย่างถูกต้อง

6. นักเรียนสามารถทำการทดลอง เรื่องการลุกลามของ เตียนไซได้

7. นักเรียนสามารถบอกไควว่าการลุกลามของ เตียนไซมีที่มาและ การบอนไดออกไซด์เกิดขึ้น

8. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของการนำความรู้เรื่องนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันใดอย่างน้อย 2 อย่าง

3. ความรู้พื้นฐาน

นักเรียนควรมีความรู้เรื่องอากาศมาก่อน

4. การประเมินผลเบื้องต้น

ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัดเรื่องการลุกลามของ เตียนไซ

5. กิจกรรมการเรียนรู้

บทเรียนนี้ครูกับนักเรียนสามารถเลือกจัดการเรียนการสอนที่เสนอไว้ให้เลือกนี้ได้โดยความสนใจของผู้เรียน และความเหมาะสมของเนื้อหา บทเรียนนี้ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนด้วยตนเอง ระหว่างที่มีการเรียนการสอนอยู่ ถ้าหากผู้เรียนมีความสงสัยประการใด ก็อาจซักถามจากครูผู้สอนได้ ทั้งเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม ถ้านักเรียนเลือกเรียนโดยใช้กิจกรรมใด ก็ให้อ่านคำแนะนำจากเอกสารที่ระบุไว้ให้ แล้วปฏิบัติตามนั้น

1. เรียนเป็นกลุ่มย่อย (4 - 6 คน) โดยครูจัดศูนย์กิจกรรมไว้ให้นักเรียน ศูนย์กิจกรรมประกอบด้วยคู่มือการเรียนและอุปกรณ์การเรียน

(เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 4/1)

2. เรียนด้วยตนเองจากชุดการเรียนสำเร็จรูป โดยศึกษาจากคู่มือและคำแนะนำทุกชั้นตอน (เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 4/2)

3. เรียนกับครูเป็นกลุ่มใหญ่ ครูสอนตามเอกสารหมายเลข 4/3 และอุปกรณ์ที่จัดไว้ให้

6. การประเมินผลหลังเรียน

ให้นักเรียนตอบคำถามจากแบบฝึกหัดเรื่องการลูกไหมของเทียนไขชุดเดิมนี้ ถ้านักเรียนทำได้อย่างน้อย 80 % ขึ้นไปจากแบบฝึกหัดถือว่าผ่านบทเรียนนี้ไปได้

7. การเรียนซ่อมเสริม

ถ้านักเรียนยังไม่ผ่านบทเรียนโมดูลชุดนี้ให้กลับไปเลือกทำกิจกรรมจากบทเรียนนี้ใหม่อีกครั้ง จนมีความเข้าใจก็แล้ว จึงมาตอบคำถามจากแบบฝึกหัดใหม่อีกครั้ง ก็จะผ่านไปได้

ภาคผนวก

1. เอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 4/1 4/2 4/3
2. อุปกรณ์ประกอบการเรียน ไข่แก๊ว เทียนไข, ไม้ขีด, ถ้วยแก้ว, น้ำปูนใส กระຈกใส่
3. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และหนังสือประกอบการเรียนอื่น ๆ
4. แบบฝึกหัดประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องการลูกไหมของเทียนไข

ชื่อ.....ชั้น.....

แบบฝึกหัดประเมินผลก่อนและหลังเรียนโมดูลที่ 4

แบบฝึกหัดเรื่อง การลวกไหม้ของเทียนไข 20 คะแนน เวลา 20 - 25 นาที

1. จงยกตัวอย่างสิ่งที่เรียกว่าเชื้อเพลิงมา 5 ชนิด
 - 1..... 2.....
 - 3..... 4.....
 - 5.....
2. การลวกไหม้หรือการสันดาปคือ.....
3. นอกจากออกซิเจนจะเป็นก๊าซที่มนุษย์ใช้ในการหายใจแล้ว ออกซิเจนยังเป็นประโยชน์คือ.....
4. ส่วนประกอบของเทียนไข คือ 1.....2.....
5. การที่เทียนไขติดไฟได้ ไขจะต้องได้รับความร้อนจนกลายเป็น.....ก่อนจึงจะติดไฟ
6. เมื่อเกิดการลวกไหม้ของเทียนไข จะเกิดสิ่งต่อไปนี้ตามมาด้วย คือ 1.....
2.....3.....
7. ก๊าซที่ทำให้น้ำมันในไขลุกไหม้ คือก๊าซ.....
8. ประโยชน์ของการลวกไหม้มีหลายอย่างคือ
 - 1.....
 - 2.....
 - 3.....
9. การลวกไหม้มีประโยชน์แต่ก็มีโทษ คือ
 - 1.....
 - 2.....
10. เมื่อต้องการจะดับไฟที่เผาขยะ เราจะทำอย่างไรจึงจะทำให้ไฟดับได้ (โดยอย่าใช้วิธีเอาน้ำราด).....

เอกสารประกอบการเรียนหมายเลข 4/1

โมดูลที่ 4

ศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง การลูกไหมของเทียนไข

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวนนักเรียน 35 คน

วันที่ เดือน พ.ศ. เวลา 4 คาบ (300 นาที)

ความมุ่งหมาย

1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายเรื่องการลูกไหมได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าการลูกไหมของการออกซิเจน
4. นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบของเทียนไขได้
5. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดการลูกไหมของเทียนไขได้
6. นักเรียนสามารถทำการทดลองเรื่องการลูกไหมของเทียนไขได้
7. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าการลูกไหมของเทียนไขทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เหมะ คาร์บอน ไอน้ำ ความร้อนและแสงสว่างเกิดขึ้น
8. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องการลูกไหมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ศูนย์ที่ 1

เนื้อหา	สื่อการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเมินผล
- เชื้อเพลิง	1. บัตรคำสิ่ง	1. อ่านบัตรคำสิ่ง	- ดูจากความร่วมมือ ในการทำงานกลุ่ม
- การลูกไหม	2. เนื้อเรื่องย่อ	2. อ่านเรื่องย่อ	
- การทดลองการ	3. คู่มือการทดลองที่ 1	3. ทำการทดลองที่ 1	

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
ลูกใหม่ต้องการออกซิเจน	4. อุปกรณ์การทดลองที่ 1 5. แบบฝึกหัดที่ 1 6. เฉลยแบบฝึกหัด	4. แบบฝึกหัดที่ 1 5. ตรวจเฉลยแบบฝึกหัด 6. เปลี่ยนไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป	- จากการทำแบบฝึกหัด

ศูนย์ที่ 2

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- ส่วนประกอบของเทียนไข - การจุดใหม่ของเทียนไข - การทดลองการจุดใหม่ของการจุดใหม่ของเทียนไข	1. บัตรคำสั่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. คู่มือการทดลองที่ 2 4. อุปกรณ์การทดลอง 5. แบบฝึกหัดที่ 2 6. เฉลยแบบฝึกหัด	1. อ่านบัตรคำสั่ง 2. อ่านเรื่องย่อ 3. ทำการทดลองที่ 2 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 2 5. ตรวจเฉลยแบบฝึกหัด 6. เปลี่ยนไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป	- จากการทำงานกลุ่ม - จากการทำแบบฝึกหัด

ศูนย์ที่ 3

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- การทดลองการ ลุกไหม้ของเทียน ไขทำให้เกิด ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์	1. บัตรคำสั่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. คู่มือการทดลองที่ 3 4. อุปกรณ์การทดลอง 5. แบบฝึกหัดที่ 3 6. เฉลยแบบฝึกหัด	1. อ่านบัตรคำสั่ง 2. อ่านเรื่องย่อ 3. ทำการทดลองที่ 3 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 3 5. ตรวจเฉลยแบบ ฝึกหัด 6. เปลี่ยนไปทำ กิจกรรมศูนย์อื่น ต่อไป	- ดูจากการทำงาน กลุ่ม - ดูจากการทำแบบ ฝึกหัด

ศูนย์ที่ 4

เนื้อหา	สื่อการเรียน	กิจกรรมการเรียน	ประเมินผล
- การลุกไหม้ของ เทียนไขทำให้เกิด ควัน เหมะ ไอน้ำ ความ ร้อน แสงสว่าง	1. บัตรคำสั่ง 2. เนื้อเรื่องย่อ 3. คู่มือการทดลองที่ 4 4. อุปกรณ์การทดลอง 5. แบบฝึกหัดที่ 4 6. เฉลยแบบฝึกหัด	1. อ่านบัตรคำสั่ง 2. อ่านเรื่องย่อ 3. ทำการทดลองที่ 4 4. ทำแบบฝึกหัดที่ 4 5. ตรวจเฉลยแบบ ฝึกหัด 6. เปลี่ยนไปทำ กิจกรรมศูนย์อื่น ต่อไป	- ดูจากการทำงาน ในกลุ่ม - ดูจากการทำแบบ ฝึกหัด

กิจกรรมสรุป

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปบทเรียน และให้ซักถามจนมีความเข้าใจ

ประเมินผล

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการลูกใหม่ของเตียนไซ ถ้านักเรียนทำได้ตั้งแต่ 80 % ขึ้นไป ถือว่าผ่านบทเรียนนี้ไปได้

โมดูลที่ 4 ศูนย์ที่ 1

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 1

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อศูนย์ที่ 1
2. อ่านคู่มือการทดลองให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม เพื่อช่วยกันทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 1 ตามลำดับขั้นที่บอกไว้ สังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 1
5. เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ให้กรวญคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 1 ไม่ควรดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
เมื่อทำเสร็จแล้วให้เปลี่ยนไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อนัยที่ 1

โมกุลที่ 4 ศูนย์ที่ 1

เชื้อเพลิงและการลุกไหม้

มีอะไรหลายอย่างติดไฟได้ น้ำมัน กระดาษ ถ่าน ไม้และผ้าก็ติดไฟได้ทั้งนั้น หญาหรือ ฟางแห้งก็ติดไฟได้ง่าย สิ่งเหล่านี้รวมทั้งเทียนไข เราวมเรียกว่า "เชื้อเพลิง"

ในการลุกไหม้หรือที่นักวิทยาศาสตร์เรียกว่า"สันดาป"จะเกิดขึ้นได้ง่ายหรือยากก็แล้วแต่เชื้อเพลิงด้วย เพราะเชื้อเพลิงบางชนิดติดไฟง่าย บางชนิดก็ติดไฟยาก น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินติดไฟได้ง่ายมาก เวลาถ้าย้ำมันเบนซินเขาจึงห้ามสูบบุหรี่ใกล้ๆ กระดาษก็ติดไฟง่าย ติดง่ายกว่าเศษไม้ชิ้นเล็กๆ แต่เศษไม้ชิ้นเล็กๆก็ยังติดไฟง่ายกว่าถ่าน เราจึงใช้กระดาษหรือเศษไม้เป็นเชื้อไฟเวลาเราก่อไฟในเตา

ในการลุกไหม้นอกจากต้องการสิ่งที่ติดไฟได้ที่เรียกว่าเชื้อเพลิงแล้ว ยังต้องการอีกอย่างหนึ่งก็คือออกซิเจน การลุกไหม้ของสารต่างๆคือการรวมตัวของก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศกับธาตุที่เป็นส่วนประกอบของสารที่ลุกไหม้นั้น แต่ก่อนที่จะมีการรวมตัวกันนั้น จะต้องให้ความร้อนก่อน ดังนั้นในครั้งแรกเราจึงต้องใช้ไม้ขีดไฟจุดก่อน การรวมตัวของก๊าซออกซิเจนกับสารประกอบนี้จะเกิดความร้อนขึ้นมากจนทำให้ส่วนประกอบของสารกลายเป็นไอ ไอที่ร้อนจัดจะมีแสงที่เราเรียกว่า"เปลวไฟ"เกิดขึ้น

เมื่อสมัยโบราณเรายังไม่มีไม้ขีดไฟใช้ เวลาเราต้องการไฟเขาก็มีวิธีทำไ้ต่างๆเช่น

1. การตีเหล็กไฟ โดยใช้เหล็กตีกับหินแข็งๆให้เกิดประกายไฟ แล้วใช้ปูนทำเป็นชุก เมื่อประกายไฟกระเด็นมาติดปูนแล้วก็เป่าให้ลุกเป็นไฟ วิธีนี้เรียกว่า"ตีเหล็กไฟ"

2. การใช้ไม้สีกัน โดยใช้ไม้ที่มีผิวแห้งสนิท 2 อัน อันหนึ่งเจาะเป็นรูใส่ขุทหรือเชื้อที่ติดไฟง่าย แล้วเอาอีกอันหนึ่งสอดไว้ในรู หมุนไปมาแรงๆ เมื่อผิวสีกันจนร้อนจัดจะเกิดมีไฟ เมื่อเป่าไฟก็จะลุกติดเชื้อขึ้น วิธีนี้เรียกว่า"ใช้ไม้สีไฟ"

คู่มือการทดลองที่ 1

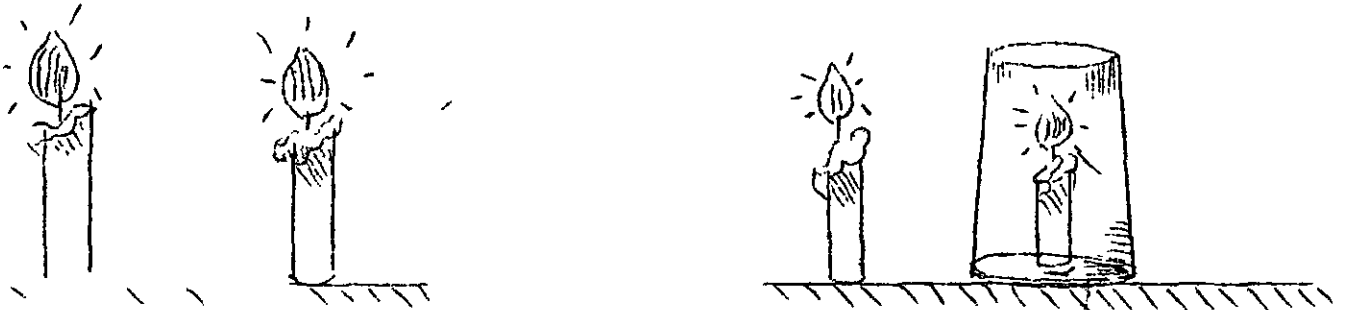
การทดลองแสดงว่าก๊าซออกซิเจนช่วยในการลุกไหม้

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าในการลุกไหม้ออกซิเจนมีความจำเป็นมาก

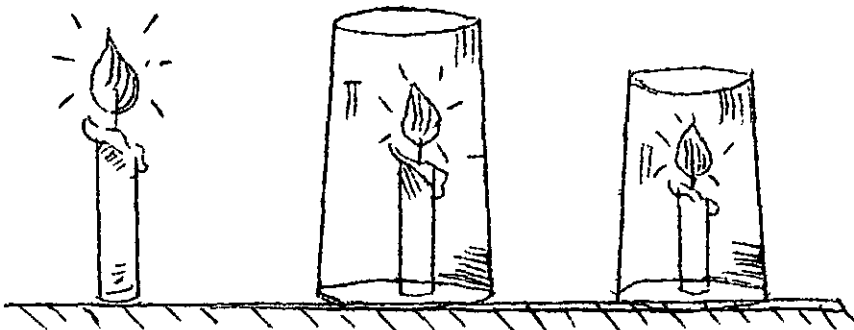
อุปกรณ์ เทียนไข 2 เล่ม ถ้วยแก้ว ไม้ขีดไฟ

วิธีทดลอง

1. จุดเทียนไขทั้ง 2 เล่ม สังเกตการลุกไหม้
2. ค่อยๆครอบแก้วลงที่เทียนไขเล่มหนึ่ง สังเกตการลุกไหม้ในเทียนไขทั้ง 2 เล่ม
3. จะเห็นว่าเทียนไขแท่งที่อยู่ในแก้วจะค่อยๆหรี่ลง และดับในที่สุด
4. จุดเทียนไขทั้ง 2 เล่มใหม่ แล้วไข้แก้ว 2 ใบที่มีขนาดไม่เท่ากัน คือใบเล็กใบหนึ่ง ใบใหญ่ใบหนึ่ง ครอบลงที่เทียนไขทั้ง 2 เล่มพร้อมๆกัน สังเกตดูเทียนไขในแก้ว ใบไหนจะดับก่อน เพราะอะไร



เทียนไขที่อยู่ในแก้วใบเล็กดับก่อนเพราะภายในแก้วมีอากาศที่ช่วยให้ไฟติดน้อยกว่า
ดังนั้นเมื่อใช้ออกซิเจนสำหรับติดไฟในเวลาเท่ากัน ออกซิเจนในใบเล็กจึงหมดก่อนไฟจึงดับ



โมดูลที่ 4 ศูนย์ที่ 1

แบบฝึกหัดที่ 1

ชื่อ.....

ชั้น.....

วงเติมคำลงในช่องว่าง

1. เชื้อเพลิง คือ.....
2. การลุกไหม้ คือ.....
3. นอกจากเชื้อเพลิงแล้ว สิ่งที่ช่วยในการลุกไหม้ คือ.....
4. ในการลุกไหม้ เชื้อเพลิงต้องได้รับ

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

1. สารที่สามารถติดไฟได้
2. การที่เชื้อเพลิงรวมตัวกับออกซิเจนแล้วมีความร้อนเกิดขึ้น
3. ออกซิเจน
4. ได้รับความร้อนก่อนจึงจะเกิดการลุกไหม้ขึ้นได้

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 2

1. ให้นักเรียนอ่านคู่มือการทดลองที่ 2
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 2 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม
เพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 2
4. ทอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 2
5. เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 2
อย่าดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
เมื่อทำเสร็จแล้วให้ย้ายไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป

เรื่องย่อตอนที่ 2

โมดูลที่ 4 ศูนย์ที่ 2

ส่วนประกอบของเทียนไข

การศึกษาเรื่องการลุกไหม้ของเทียนไข แทนการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงอื่นๆ เพราะเทียนไขเป็นเชื้อเพลิงที่หาง่าย ใช้ทดลองได้สะดวก และนักเรียนก็อาจทำการทดลองเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการลุกไหม้ได้ง่ายๆ

การลุกไหม้ของเทียนไข

1. เทียนไขจะลุกไหม้ในที่ที่มีอากาศ

2. เทียนไขจะติดไฟได้ ไขซึ่งเป็นของแข็งจะต้องได้รับความร้อนซึ่งทำให้ไขหลอมเหลวเป็นของเหลวลีก่อน แล้วจึงขึ้นไปตามไส้ แล้วรวมกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดลุกเป็นเปลวไฟ

คู่มือการทดลองที่ 2

การทดลองแสดงการลุกไหม้ของเทียนไข

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าก่อนที่เทียนไขจะลุกไหม้ ไขจะต้องขึ้นไปตามไส้แล้วระเหยก่อนจึงจะเกิดการลุกไหม้

อุปกรณ์ เทียนไข ไม้ขีด

วิธีทดลอง 1. ใช้ไม้ขีดจุดเทียนไข 2 ครั้ง ครั้งแรกเอาไฟจ่อที่ไส้จนกว่าจะติดลุกเป็นเปลวไฟ
2. ครั้งที่ 2 เป่าเปลวไฟที่ติดนั้นให้ดับ แล้วจุดใหม่ทันที (ต้องเอาไม้ขีดที่ติดเปลวไฟถือรออยู่ก่อนแล้ว)

3. สังเกตการติดไฟของเทียนไขทั้ง 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างไร

สรุป เทียนไขครั้งแรกจะลุกเป็นเปลวไฟช้ากว่าครั้งที่ 2 เพราะครั้งแรกไขยังเป็นของเหลวยังไม่ทันแข็งจึงทำให้ระเหยแล้วติดไฟง่ายขึ้น

โมดูลที่ 4 ศูนย์ที่ 2

70

၁၂.

แบบฝึกหัดที่ 2

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. ส่วนประกอบของเทียนไข คือ
 - 1.....
 - 2.....
2. เทียนไขจะจุดไหม้ในที่ที่มี.....
3. เทียนไขจะติดไฟได้ เราต้องทำให้.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

1.
 1. ใต้เทียน
 2. ไช
2. อากาศ
3. ไชระเหยกกลายเป็นไอไปตามใต้ก้อน

บัตรคำสั่งฐานที่ 3

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่องย่อฐานที่ 3
2. อ่านคู่มือการทดลองที่ 3 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม เพื่อทำการทดลอง
3. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 3
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 3
5. เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 3
 ไม่ควรดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
 เมื่อทำเสร็จแล้วให้ย้ายไปทำกิจกรรมฐานอื่นต่อไป

เรื่องย่อศูนย์ที่ 3

เมื่อเทียนไขถูกลม จะเกิดสิ่งต่อไปนี้เกิดขึ้น

1. เปลวไฟ 2. ความร้อน 3. แสงสว่าง
4. คิว้นและเขม่า 5. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

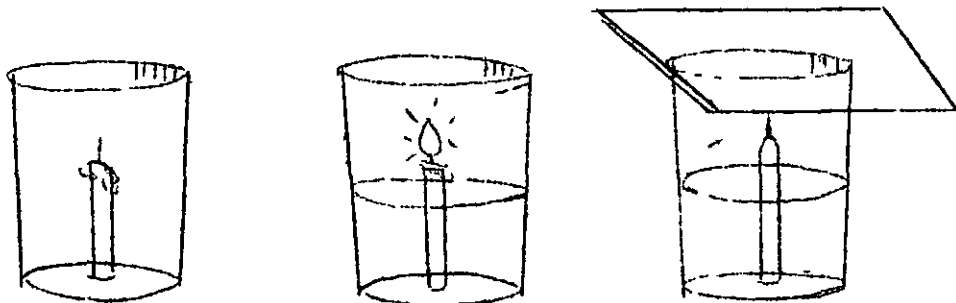
คู่มือการทดลองที่ 3

การทดลองแสดงว่าเมื่อจุดเทียนไขแล้วจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าเมื่อมีการถูกลมจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น

อุปกรณ์ เทียนไข แก้ว ไม้ขีด

- วิธีทดลอง
1. เอาเทียนไขปักไว้ในแก้ว
 2. เทน้ำปูนใสลงในแก้ว ให้ท่วมเทียนขึ้นมาเล็กน้อย
 3. จุดเทียนไข แล้วเอากะจกปิดแก้ว
 4. รอสักครู่ เทียนไขจะดับ สังเกตคว่าน้ำปูนใสย้วยใสเหมือนเค็มหรือไม่
 5. ยกแก้วเขย่า จะเห็นน้ำปูนใสขุ่นทันที



การทดลองนี้แสดงว่าเมื่อเทียนไขถูกลมจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น เพราะก๊าซนี้ทำให้น้ำปูนใสขุ่น

ประโยชน์ ความรู้เรื่องนี้ทำให้เรารู้ว่าเราไม่ควรจุดไฟหรือตะเกียงไว้ใกล้ที่นอนเพราะจะทำให้ก๊าซที่เราหายใจเข้าไปและเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น ทำให้เรารู้สึกไม่สบาย หายใจไม่สะดวก

โมดูลที่ 4 ศูนย์ที่ 3

แบบฝึกหัดที่ 3

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. เมื่อเทียนไขถูกไฟจะเกิด
 - 1.....
 - 2.. ..
 - 3.....
 - 4.....
 - 5.....
 2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้.....
-

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

1.
 1. เปลวไฟ
 2. ความร้อน
 3. แสงสว่าง
 4. คาร์บอนและเขม่า
 5. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
2. น้ำปูนใสขุ่น

บัตรคำสั่งศูนย์ที่ 4

1. ให้นักเรียนอ่านคู่มือการทดลองที่ 4 อ่านให้เข้าใจ แล้วแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มเพื่อทำการทดลอง
2. ทำการทดลองตามคู่มือการทดลองที่ 4 สังเกตผลการทดลอง
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 4
4. เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบฝึกหัดที่ 4
 ไม่ควรดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ
 เมื่อทำเสร็จแล้วก็ย้ายไปทำกิจกรรมศูนย์อื่นต่อไป

คู่มือการทดลองที่ 4

4.1 การทดลองแสดงว่าเมื่อเทียนไขถูกลมแล้วจะมีเปลวไฟสว่างขึ้นและมีความร้อน

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าเมื่อเทียนไขถูกลมแล้วจะเกิดเปลวไฟและความร้อน

อุปกรณ์ เทียนไข ไม้ขีด กระดาษ

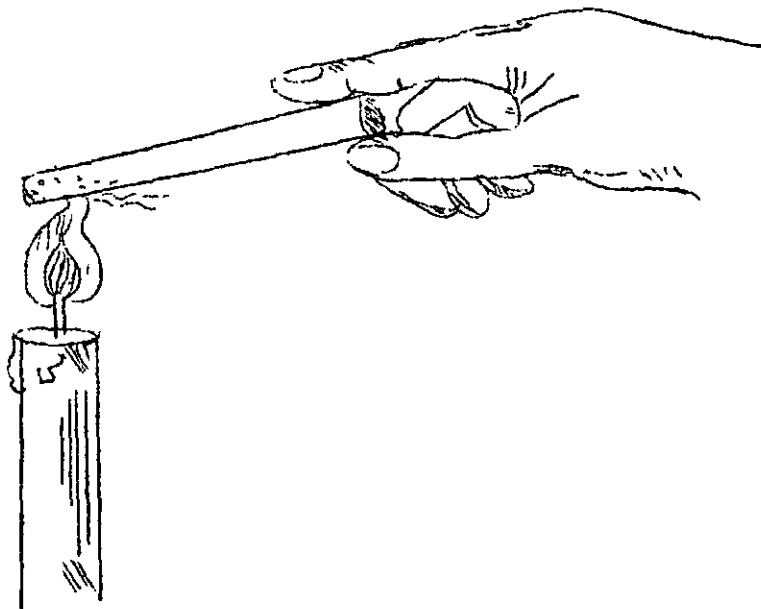
- วิธีทดลอง
1. จุกเทียนไข เราจะเห็นว่าไม้ขีดเป็นเปลว ทำให้เราสามารถมองเห็นได้ในที่มืด เวลาไฟดับเราจึงใช้เทียนไขแทน
 2. ลองเอามืออังตอนบนของเปลวไฟ จะรู้สึกว่าร้อน
 3. ลองเอาเศษกระดาษใส่เข้าไปในเปลวไฟ กระดาษจะลุกไหม้เพราะเหตุใด

4.2 การทดลองแสดงว่าเมื่อเทียนไขถูกลมแล้วจะมีควันและเขม่าเกิดขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าการลุกไหม้ของเทียนไขทำให้เกิดควันและเขม่าเกิดขึ้น

อุปกรณ์ เทียนไข ไม้ขีด คินสอ

- วิธีทดลอง
1. จุกเทียนไขให้ลุกเป็นเปลว
 2. เอาคินสอไปรอข้างใต้เทียนไข ทันใดจะเกิดมีควันเกิดขึ้นสีค้ำๆ และเมื่อทิ้งไว้สักครูจะเห็นว่าคินสอตรงที่เราเอาไปรอเทียนไขนั้นจะมันวาวมีเขม่าจับอยู่ ถ้าเอามือลูบ เขม่าจะมีสีค้ำ



โมดูลที่ 4 ฐานที่ 4

แบบฝึกหัดที่ 4

ชื่อ.....

ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. ประโยชน์ของการลูกไหม้ของเทียนไข คือ 1.....
2.....
 2. ถ้าเราเอาแก้วสะอาดๆไปรอที่เปลวเทียนไข แก้วจะ.....
เพราะการลูกไหม้ของเทียนไขทำให้เกิด.....
-

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 4

1. 1. ให้แสงสว่าง
 2. ให้ความร้อน
2. มีสีกำ มีควันและเขม่า

“ ข้อเสนอแนะในการเรียนบทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง ”

1. อ่านบทเรียนซ้ำๆ และทำความเข้าใจไปเรื่อย ปฏิบัติตามคำแนะนำในบทเรียน
2. บทเรียนมีคำอธิบายสลับคำถามให้นักเรียนตอบ
3. แต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้ให้นักเรียนเติมคำตอบสั้นๆ
4. แต่ละคำถามจะมีคำตอบทุกข้อ ซึ่งคำตอบนั้นจะอยู่ในกรอบข้างล่างถัดลงมา การอ่านบทเรียนจึงใช้กระดาษสีที่แจกให้ปิดส่วนที่เป็นคำตอบไว้ก่อน
5. การตอบคำถามนั้นนักเรียนควรซื้อสติกเกอร์เอง โดยไม่ดูคำตอบก่อน การตอบผิดไม่เสียหายอะไร แต่จะทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น เมื่อตอบเสร็จแล้วจึงค่อยเปิดกระดาษสีออก ตรวจดูคำตอบเพื่อทำความเข้าใจต่อไป

ขอให้นักเรียนโชคดีและสนุกกับการเรียนด้วยตนเองครั้งนี้

เอกสารประกอบการเรียนหมายเลข 4/2 " บทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง "

การลูกใหม่ของเทียนไข

1. นามันถาค กระดาษ ถ่าน ไม้ หนุ่าแห่ง เราสามารถจุดกิกไฟ
ไคงาย สิ่งที่สามารถกิกไฟไคนี้เราเรียกว้า "เชื้อเพลิง" และเชื้อเพลิงนี้เป้น
ตัวสำคัญที่เรากองมีในการทำให้เกิดการลูกใหม่
เชื้อเพลิงก็อ.....

สิ่งที่สามารถกิกไฟไคงาย

2. ในชีวิตประจำวันเราเห็นการลูกใหม่อยู่ตลอดเวลา เช่น การลูกใหม่
ของถ่านในเตาหุงข้าวหรือเตาต้มน้ำ การลูกใหม่ของเทียนไขเพื่อให้เกิดแสงสว่าง
การลูกใหม่เกิดจากการที่เชื้อเพลิงรวมตัวกับออกซิเจน ทำให้เกิดความร้อน เช่น
การรวมตัวของเทียนไขกับออกซิเจนเกิดความร้อนขึ้น การรวมตัวของกระดาษกับ
ออกซิเจนเกิดความร้อนและ เปลวไฟขึ้น
การลูกใหม่ก็อการที่.....

เชื้อเพลิงรวมตัวกับออกซิเจนแล้วมีความร้อน เกิดขึ้น

3. สิ่งที่เป็นในการลูกใหม่ก็อ เชื้อเพลิง ออกซิเจน ก่อนที่ออกซิเจนจะ
รวมกับเชื้อเพลิงนั้นเรากองให้ความร้อนก่อน ดังนั้นครั้งแรกจึงต้องไขไม้ขีดไฟจุด
ก่อน การรวมตัวของออกซิเจนกับเชื้อเพลิงนี้จะเกิดความร้อนมากขึ้นจนส่วน
ประกอบของเชื้อเพลิงกลายเป็นไอ ไอที่ร้อนจัดจะมีแสง เราเรียกว้าเกิด
เปลวขึ้น

การจะ เกิดการลุกไหม้จะต้องประกอบด้วย.....

.....

เชื้อเพลิง ออกซิเจน และการให้ความร้อนแก่เชื้อเพลิง

4. สมัยก่อนเราไม่มีไม้ขีด การที่จะให้เกิดความร้อนแก่เชื้อเพลิงใช้วิธีต่าง ๆ ทำให้เกิดความร้อนเพื่อให้เกิดการลุกไหม้ เช่น ใช้น้ำมันจนเกิดความร้อนแล้ว เกิดประกายไฟ แล้วใส่เชื้อเพลิงเข้าไปก็จะเกิดการลุกไหม้ได้ หรือการใช้ เหล็กตีกับหินแข็ง ๆ ทำให้เกิดประกายไฟ เมื่อประกายไฟกระเด็นมากินนุ่นก็เผา ไหลลุกเป็นไฟได้ เราเรียกวิธีนี้ว่า " การตีเหล็กไฟ " แต่อย่างไรก็ตามการ การลุกไหม้ต้องเกิดในที่ที่มีอากาศ ทั้งนี้เพราะในอากาศมีก๊าซออกซิเจนซึ่งช่วยให้ ไฟติด

เราใช้เหล็กตีกับหินแข็ง ๆ เพื่อให้เกิด.....

.....

ประกายไฟเพื่อให้ความร้อนแก่เชื้อเพลิงในการรวมตัวกับออกซิเจน

5. การทดลองที่ 1

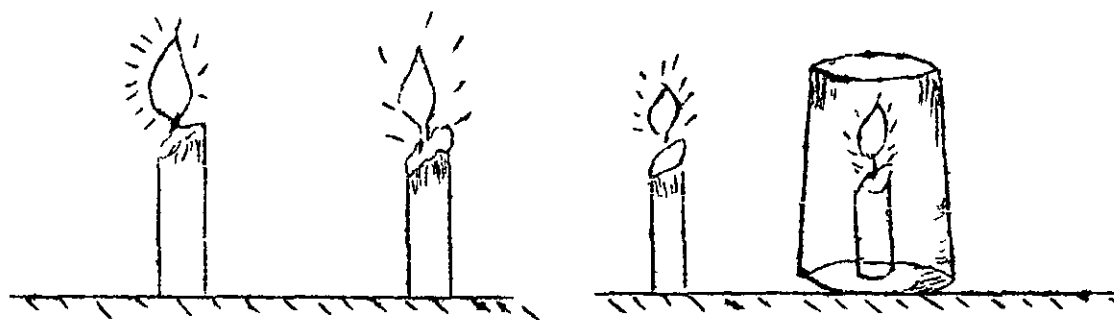
การทดลอง เพื่อแสดงว่าก๊าซออกซิเจนช่วยในการลุกไหม้

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าในการลุกไหม้ออกซิเจนมีความจำเป็นมาก

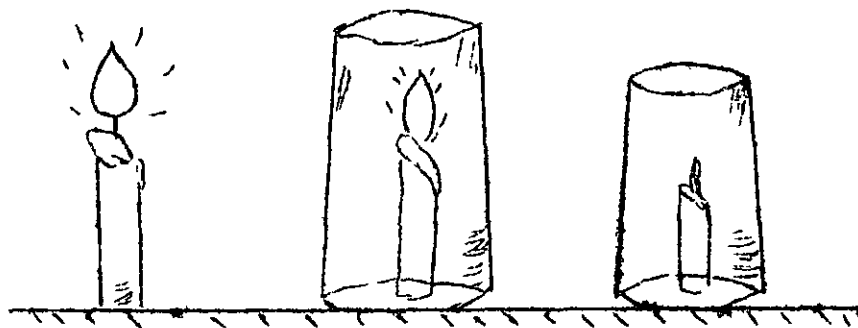
อุปกรณ์ เทียนไข 2 เล่ม ถ้วยแก้ว ไม้ขีดไฟ

- วิธีทดลอง
1. จุดเทียนไขทั้ง 2 เล่ม สังเกตการลุกไหม้
 2. กอຍ ๆ ครอบแก้วลงที่เทียนไขเล่มหนึ่ง สังเกตการลุกไหม้ ในเทียนไขทั้ง 2 เล่ม
 3. จะเห็นว่าเทียนไขแท่งที่อยู่ในแก้วจะค่อย ๆ หริ่ง และดับ ในที่สุด

4. จุดเทียนไขทั้ง 2 เล่มใหม่ แล้วไขแก้ว 2 ใบที่มี
ขนาดไม่เท่ากัน คือใบเล็กใบหนึ่ง ใบใหญ่ใบหนึ่ง
ครอบลงที่เทียนไขทั้ง 2 เล่มพร้อม ๆ กัน สังเกตดู
เทียนไขในแก้วใบไหนจะดับก่อน , เพราะอะไร



เทียนไขที่อยู่ในแก้วใบเล็กดับก่อนเพราะภายในแก้วมีอากาศที่ช่วยให้ไฟติด
น้อยกว่า ดังนั้นเมื่อใช้ออกซิเจนสำหรับติดไฟในเวลาเท่ากัน ออกซิเจนในแก้ว
ใบเล็กจึงหมดก่อนไฟจึงดับก่อน



จากการทดลอง ทำไมเทียนไขที่กำลังติดไฟเมื่อเอาแก้วครอบลงมาทำไม
เทียนไขจึงดับ.....
.....

เพราะออกซิเจนที่อยู่ในอากาศในแก้วครอบนั้นถูกใช้หมดไฟจึงดับและ เพราะ

การลัดไหมทองการไขออกซิเจน

6. จากการทดลอง เติมน้ำที่มีแก้วใบเล็กกรอบไฟกับก่อน เติมน้ำที่อยู่ในแก้วใบใหญ่ เพราะ.....
.....

ออกซิเจนในแก้วกรอบใบเล็กมีน้อยกว่าในแก้วกรอบใบใหญ่ จึงหมกก่อนไฟ จึงดับก่อน

7. ส่วนประกอบของ เติมน้ำ
การศึกษาเรื่องการลัดไหมของ เติมน้ำ แทนการลัดไหมของ เชื้อเพลิงอื่น ๆ เพราะ เติมน้ำเป็นเชื้อเพลิงที่หาง่าย ไขทดลองได้สะดวก และนักเรียนก็อาจทำการทดลองเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการลัดไหมได้ง่าย ๆ
- การลัดไหมของ เติมน้ำ
1. เติมน้ำจะลัดไหมในที่ที่มีอากาศ เพราะในอากาศมีก๊าซออกซิเจนช่วยให้ไฟติด
 2. เติมน้ำจะติดไฟได้ ไขซึ่งเป็นของแข็งจะต้องได้รับความร้อนซึ่งทำให้ไขหลอมเหลวเป็นของเหลวเสียก่อนแล้วจึงขึ้นไปตามไส้แล้วรวมกับออกซิเจนในอากาศทำให้เกิดลุกเป็นเปลวไฟ

การทดลองที่ 2

- การทดลอง เพื่อแสดงการลัดไหมของ เติมน้ำ
- จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าก่อนที่เติมน้ำจะลัดไหม ไขจะต้องขึ้นไปตามไส้แล้วระเหยก่อนจึงจะเกิดการลัดไหม
- อุปกรณ์ เติมน้ำ ไม้ขีด
- วิธีทดลอง 1. ไขไม้ขีดจุดเติมน้ำ 2. กรัง กรังมรกเอาไฟรอที่ไส้จนกว่าจะติดลุกเป็นเปลวไฟ

2. ครั้งที่ 2 เป่าเปลวไฟที่ติดนั้นให้ดับ แล้วจุดใหม่ทันที (ต้องเอาไม้ขีดที่ติดเปลวไฟถือรออยู่ก่อนแล้ว)
3. สังเกตการติดไฟของเทียนไขทั้ง 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างไรร

สรุป เทียนไขครั้งแรกจะลุกเป็นเปลวไฟช้ากว่าครั้งที่ 2 เพราะครั้งแรกไขยังเป็นของแข็งอยู่ แต่ในครั้งที่ 2 เทียนไขติดไฟเร็วเพราะไขที่เค็มแข็งนั้นหลอมเหลวแล้วและยังไม่ทันแข็งจึงทำให้ระเหยแล้วติดไฟง่ายขึ้น

จากการทดลอง แสดงว่าเทียนไขจะลุกไหม้ได้เราต้องทำให้.....

.....เสียก่อน เพื่อรวมตัวกับออกซิเจน

ไขหลอมเหลวเป็นของเหลวแล้วระเหยไปตามไส้

8. เมื่อเทียนไขลุกไหม้จะเกิดสิ่งต่อไปนี้ขึ้น คือ 1. เปลวไฟ
2. ความร้อน 3. แสงสว่าง 4. กว๊นและเขม่า
 5. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การทดลองที่ 3

การทดลอง เพื่อแสดงว่า เมื่อจุดเทียนไขแล้วจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่า เมื่อมีการลุกไหม้จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น

อุปกรณ์ เทียนไข แก้ว ไม้ขีด

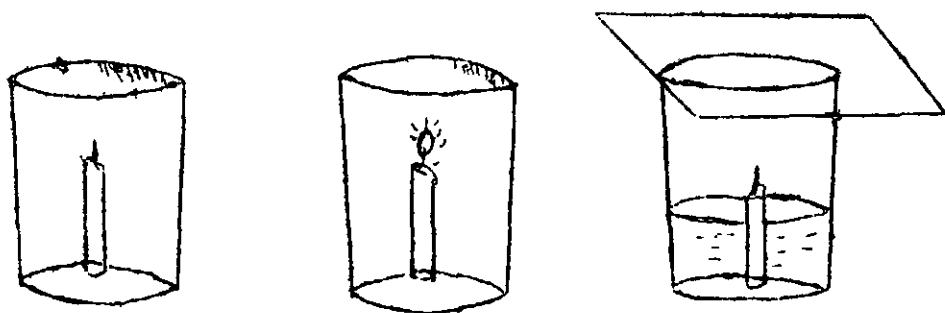
วิธีทดลอง 1. เอาเทียนไขปักไว้ในแก้ว

2. เทน้ำปูนใสลงในแก้ว ให้ท่วมเทียนขึ้นมาเล็กน้อย

3. จุดเทียนไข แล้วเอากะดาษปิดแก้ว

4. รอสักครู่ เทียนไขจะดับ สังเกตว่าน้ำปูนใสยังใสเหมือนเดิมหรือไม่

5. ยกแก้วเขย่า จะเห็นน้ำปูนใสขุ่นทันที



การทดลองนี้แสดงว่า เมื่อเทียนไขลุกไหม้จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น เพราะก๊าซนี้ทำให้เทียนไขไหม้

ความรู้นี้ทำให้เรารู้ว่าเราไม่ควรจุดไฟหรือจุดตะเกียงไว้ใกล้พื้นนอน เพราะจะทำให้ก๊าซที่เราหายใจเข้าไปและเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น ทำให้เราอึดอัด ไม่สบายหายใจไม่สะดวก

น้ำป็นพิษเพราะ.....

เกิดมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นในแก้ว

9. การทดลองที่ 4

การทดลองเพื่อแสดงว่า เมื่อเทียนไขลุกไหม้แล้วจะมีเปลวไฟสว่างขึ้นและมีความร้อน

จุดประสงค์ เพื่อแสดงว่าเมื่อเทียนไขลุกไหม้จะเกิดเปลวไฟและความร้อน

อุปกรณ์ เทียนไข ไม้ขีด กระดาษ

วิธีทดลอง

1. จุดเทียนไข เราจะเห็นว่ามีไฟสว่างเป็นเปลว ทำให้เราสามารถมองเห็นได้ในที่มืด เวลาไฟดับเราจึงใช้เทียนไขแทน
2. ลองเอามืออังกอนบนของเปลวไฟ จะรู้สึกวอร์ม
3. ลองเอาเศษกระดาษใส่เข้าไปในเปลวไฟ กระดาษจะลุกไหม้ เพราะเหตุใด

การทดลองเพื่อแสดงว่า เมื่อเทียนไขลุกไหม้จะมีควันและเขม่า เกิดขึ้น

จุดประสงค์

เพื่อแสดงว่าการลุกไหม้ของ เทียนไข ทำให้มีควันและเขม่าเกิดขึ้น

อุปกรณ์

เทียนไข ไม่ขีด ถินสอ

วิธีทดลอง

1. จุดเทียนไขให้ลุกเป็นเปลว

2. เอาถินสอไปรอข้างไส้เทียนไข ทันใดจะเกิดมีควันเกิดขึ้นสีดำ ๆ และทิ้งไว้สักครู่นี้จะเห็นว่าถินสอตรงที่เราเอาไปรอเทียนไขนั้นจะมันวาว จะมีเขม่าจับอยู่ ถ้าเอามือลูบ เขม่าจะมีสีดำ

จากการทดลองที่ 4 ประโยชน์ของเทียนไขคือ.....

.....

ทำให้เกิดความร้อนและเราสามารถมองเห็นได้ในที่มืดเมื่อเราจุดเทียนไขขึ้น

การลูกไหมของเทียนไข

เวลา 4 ชั่วโมง

เนื้อหาสำหรับครูชั่วโมงที่ 1เชื้อเพลิงและการลูกไหม

มีอะไรหลายอย่างติดไฟได้ น้ำมัน กระดาษ ถ่าน ไม้ และผ้า
ติดไฟได้ทั้งนั้น หนูหรือฟางแห้งก็ติดไฟได้ง่าย สิ่งเหล่านี้รวมทั้งเทียนไข เรา
เรียกว่า " เชื้อเพลิง "

ในการลูกไหมหรือที่นักวิทยาศาสตร์เรียกว่า " สันดาป " จะเกิดขึ้นได้ง่าย
หรือยากแล้วแต่เชื้อเพลิงด้วย เพราะเชื้อเพลิงบางชนิดติดไฟง่าย บางชนิดติดไฟยาก
น้ำมันก๊าดและน้ำมันเบนซินติดไฟได้ง่ายมาก เวลาถายน้ำมันเบนซินเขาจึงห้ามสูบบุหรี่
ใกล้ ๆ กระดาษก็ติดไฟง่าย ติดง่ายกว่าเศษไม้ชิ้นเล็ก ๆ แต่เศษไม้ชิ้นเล็ก ๆ ก็ยัง
ติดง่ายกว่าถ่าน เราจึงใช้กระดาษและเศษไม้เป็นเชื้อไฟ เวลาก่อไฟในเตา

ในการลูกไหมนอกจากต้องการสิ่งที่ติดไฟได้ที่เราเรียกว่าเชื้อเพลิงแล้ว ยังต้องมีอีก
อย่างหนึ่งคือ ออกซิเจน การลูกไหมของสารต่าง ๆ คือการรวมตัวของกาซออกซิเจน
ที่มีอยู่ในอากาศกับธาตุที่เป็นส่วนประกอบของสารที่ลูกไหมนั้น แต่ก่อนที่จะมีการรวมตัวกัน
นั้น จะต้องให้ความร้อนก่อนดังนั้นในครั้งแรกเราเราจึงต้องไขไม้ขีดไฟจุดก่อน การ
รวมตัวของกาซออกซิเจนกับส่วนประกอบของสารนี้จะเกิดความร้อนมากจนทำให้ส่วน
ประกอบของสารกลายเป็นไอ ไอที่มีความร้อนจักจะมีแสงที่เราเรียกว่า " เปลวไฟ "
เกิดขึ้น

เมื่อสมัยโบราณยังไม่มีไม้ขีดไฟใช้ เวลาต้องการไฟเขาก็มีวิธีทำไ้ต่าง ๆ
เช่น

1. การตีเหล็กไฟ โดยใช้เหล็กตีกับหินแข็ง ๆ ให้เกิดประกายไฟแล้วไขหนู
ทำเป็นชุก เมื่อประกายไฟกระเด็นมาติดหนูแล้วก็เป่าให้ลุกเป็นไฟ วิธีนี้เรียกว่า

" คีเหล็กไฟ "

2. การใช้ไม้สีกัน โดยไม้ที่มีผิวแห้งสนิท 2 อัน อันหนึ่งเจาะเป็นรู ใส่ขลุ่ยหรือเชือกที่ติดไฟง่าย แล้วเอาอีกอันหนึ่งสอดไว้ในรู หยิบไปมาแรง ๆ เมื่อผิวสีกันจนรอนจืดจะเกิดมีไฟ เมื่อเป่าไฟจะลุกติดเชือกขึ้น วิธีนี้เรียกว่า " ไขไม้สีไฟ "

เนื้อหาสำหรับครู

ชั่วโมงที่ 2

ส่วนประกอบของ เทียนไขและการลุกไหม้ของ เทียนไข

การศึกษาเรื่องการลุกไหม้โดยยกการลุกไหม้ของ เทียนไขมาศึกษาก็เพราะ เทียนไขเป็นเชื้อเพลิงที่หาง่ายใช้ทดลองได้สะดวก และนักเรียนอาจทำการทดลองเพื่อการเปลี่ยนแปลงของการลุกไหม้ได้ง่าย ๆ

ส่วนประกอบของ เทียนไข คือ ไขและไขที่เป็นลวเทียน เป็นของแข็ง

การลุกไหม้ของ เทียนไข

1. เทียนจะลุกไหม้ในที่ที่มีอากาศ.

2. เทียนไขจะติดไฟได้ ไขซึ่งเป็นของแข็งจะทองได้ด้วยความร้อนซึ่งทำให้ไขหลอมเหลวเสียก่อนแล้วซึมไปตามไส้ ไขระเหยเป็นไอที่ไ้แล้วรวมกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้ติดลุกเป็นเปลวไฟ เมื่อเทียนไขลุกไหม้จะเกิด

ก. เปลวไฟ

ข. ความร้อน

ค. แสงสว่าง

ง. กว้นและเขม่า

จ. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การทดลองเพื่อแสดงว่าการลุกไหม้ของ เทียนไข ไขจะต้องซึมไปตามไส้แล้วระเหยก่อนจึงจะเกิดการลุกไหม้

1. ไข่ม้วนไฟจุดเทียนไข 2 ครั้ง ครั้งแรกเอาไฟจ่อที่ไส้จนกว่าจะกลืน
ลูกเป็นเปลวไฟ
2. ครั้งที่ 2 เป่าเปลวไฟที่ติดนั้นให้ดับแล้วจุดใหม่ทันที (ต้องเอาไข่ม้วนที่ติด
เปลวไฟถือรออยู่ก่อน)
3. สังเกตการติดไฟของเทียนไขทั้ง 2 ครั้ง
4. การติดไฟของเทียนไขทั้ง 2 ครั้งนั้นแตกต่างกันอย่างไร

สรุป การจุดเทียนไขครั้งแรก จะจุดเป็นเปลวไฟช้ากว่าครั้งที่ 2 เพราะไข
ที่เป็นของแข็งยังไม่หลอมเหลว ความร้อนจากเปลวไฟของไข่ม้วนต้องทำให้ไขหลอมเหลว
ขึ้นขึ้นมาระเหยที่ไขก่อน เปลวไฟจึงจะติดได้ แต่ครั้งที่ 2 นั้นของเหลวที่ไส้ของ
เทียนเมื่ออยู่แล้วยังไม่ทันแข็ง ฉะนั้นจึงติดลูกเป็นเปลวไฟได้ง่ายกว่า

เนื้อหาสำหรับครู

ชั่วโมงที่ 3 - 4

การทดลองที่แสดงว่า เทียนไขลูกใหม่แล้วจะมีเปลวสว่างขึ้น และมีความร้อน
ด้วย

1. จุดไข่ม้วนไฟแล้วจุดไส้เทียนไข ครั้งแรกจะเห็นไส้เทียนไขไหม้เป็นสีดำ
ตามหลักกฎก็จะจุดเป็นเปลวสว่าง
2. เปลวสว่างของเทียนไขทำให้เรามองเห็นของในที่มืดได้ เวลาไฟดับเรา
จึงต้องใช้เทียนไขแทน
3. ลองเอามืออังคอนบนของเปลวไฟ จะรู้สึกว่าร้อนหรือไม่
4. ลองเอากะดาษใส่เข้าไปในเปลวเทียน สักครู่กระดาษจะลุกไหม้เพราะ
เหตุใด

การทดลองแสดงว่า เทียนไขลูกใหม่ยอมเกิดควันและเขม่า

1. จุดเทียนไขให้ลูกเป็นเปลว
2. หากกระป๋องใหม่ ๆ มา 1 ใบ เอาข้างกระป๋องวางลงให้ชิดไส้เทียน

ทันใดจะเกิดมีควันดำ ๆ และเมื่อถึงไวส์ก็ถูกรบกวนกระป๋องออกมาดูจะเห็นว่า
ทรงที่บนวาวนั้นมีเขม่าจับ เอามือลูบเขม่าจะมีสีดำ
การทดลองแสดงว่า เมื่อจุดเทียนไขจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น

1. เอาเทียนไขปักไว้ในถ้วยแก้ว
2. เหน่าปูนใสลงในถ้วยแก้วให้ท่วมเทียนไขขึ้นมาเล็กน้อย
3. จุดเทียน พอเทียนเป็นเปลว เอาแผ่นกระจกปิดแก้วให้มิดชิด
4. รอสักครู่ เทียนจะดับ ให้สังเกตว่าปูนใสยังใสอยู่ไหม
5. ยกแก้วเขย่า จะเห็นปูนใสข้นขาวทันที

การทดลองนี้แสดงว่า เมื่อเทียนไขลุกไหม้ยอมทำให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น
เพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกกับปูนใสมันจะทำให้ปูนใสข้น เราจึงใช้ปูนใส
ในการทดสอบการที่เกิดขึ้นจากการลุกไหม้ของ เทียนไข

ประโยชน์ จากความรู้นี้เราจึงไม่ควรจุดไฟไว้ใกล้ที่นอนเพราะจะทำให้ก๊าซ
ออกซิเจนหมดและเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้รู้สึก หายใจไม่สะดวก

การทดลองแสดงว่าการลุกไหม้ต้องการออกซิเจน

1. จุดเทียนไข 2 เล่ม แล้วทิ้งไว้
2. ก่อขั้วครอบแก้วลงที่เทียนไข เล่มหนึ่ง
3. สังเกตดูทำไมเทียนไขที่มีแก้วครอบจึงดับ เพราะเหตุใด
4. คราวนี้เอาแก้ว 2 ใบ ใบเล็ก 1 ใบ ใบใหญ่ 1 ใบ ครอบลงบนเทียนที่
จุดไฟแล้วพร้อมกัน
5. สังเกตดูว่าเทียนไขในแก้วใบไหนดับก่อน

การทดลองนี้แสดงว่าการที่ไฟดับเพราะออกซิเจนที่จำเป็นในการลุกไหม้หมด
เทียนไขที่มีแก้วครอบจึงดับ และระหว่างแก้วใบเล็กกับแก้วใบใหญ่ เทียนไขในแก้วใบเล็ก
ดับก่อนเพราะในแก้วมีออกซิเจนน้อยกว่าจึงหมดก่อนไฟจึงดับก่อน

ภาคผนวก ง.

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน
- แบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเปลี่ยนแปลง

คำชี้แจง แบบทดสอบทั้งหมดมี 45 ข้อ แต่ละข้อมีกำตอบ ก ข ค ง ให้นักเรียนเลือก
คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วใส่เครื่องหมายกากบาท (X) ลงบน
ตัวอักษร ก หรือ ข หรือ ค หรือ ง เป็นคำตอบที่นักเรียนเลือกในกระดาษ
คำตอบ (โปรดตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้เท่านั้น อย่าตอบหรือ
เขียนเครื่องหมายใด ๆ ในกระดาษคำถาม)

ตัวอย่าง

(0) ไอน้ำในอากาศมีมากในฤดูไหน ?

- ก. ฝน
- ข. ร้อน
- ค. แสง
- ง.หนาว

ตัวอย่างการตอบ ไอน้ำในอากาศมีมากในฤดูฝน ฉะนั้นข้อ ก เป็นคำตอบที่ถูกต้อง
จึงขีดกากบาท (X) ลงที่ข้อ ก ดังนี้

(0) ~~X~~ ข ค ง

(00) ก ข ค ง

หมายเหตุ ในข้อเดียวกันนั้นถ้านักเรียนเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนคำตอบ
ใดในกระดาษคำตอบแล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนไปตอบคำตอบอื่น ให้ขีดข้อ
ที่ไม่ต้องการออกเสีย แล้วเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนคำตอบ
ที่ต้องการอย่างชัดเจนดังนี้

(0) ~~X~~ ข ค ง

(00) * ~~X~~ ค ง

1. สิ่งใดต่อไปนี้คืออยู่ใต้ทั้ง 3

สถานะ ?

ก. น้ำ

ข. ไม้

ค. ถ่าน

ง. เต็มโซ

2. สิ่งใดต่อไปนี้ที่ระเหยได้ ?

ก. การบูน

ข. ลูกเหม็น

ค. แอลกอฮอล์

ง. เกสโซไอโอติน

3. ของเหลวชนิดใดที่ระเหยได้เร็วที่สุด ?

ก. น้ำ

ข. น้ำหอม

ค. น้ำเกลือ

ง. น้ำมันก๊าก

4. สิ่งใดช่วยให้น้ำระเหยได้เร็วที่สุดคืออะไร ?

ก. ลม

ข. แสงสว่าง

ค. ความร้อน

ง. การกวนหรือกวนน้ำ

5. เมื่อใส่น้ำปริมาณเท่า ๆ กันไว้ในภาชนะทั้ง 4 ใบ วางไว้ในที่เดียวกัน ใบใต้น้ำจะงอกเร็วที่สุด ?

ก.



ข.



ค.



ง.



6. เหตุใดเมื่อเอาน้ำอุ่นทิ้งจึงรู้สึกเย็นสบายขึ้น ?

ก. น้ำระเหยทำให้เย็น

ข. น้ำล้างเหงื่อไคลออก

ค. น้ำทำให้ผิวหนังอ่อนตัวลง

ง. น้ำซึมเข้าไปในผิวหนังที่แห้ง

7. ทำไมเมื่อทาผิวหนังด้วยแอลกอฮอล์จึงรู้สึกเย็นกว่าทาด้วยน้ำ ?

ก. แอลกอฮอล์เย็นกว่าน้ำ

ข. แอลกอฮอล์เบากว่าน้ำ

ค. แอลกอฮอล์ระเหยเร็วกว่าน้ำ

ง. แอลกอฮอล์ซึมเข้าใต้ผิวหนังเร็วกว่าน้ำ

8. ในหนาวเมื่ออากาศ
เปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ ทำไมคน
จึงชอบเอาผ้ามาโยกตัว
ควย ?
ก. เพื่อให้หน้าท้องที่ระเหยเร็ว ๆ
ข. เพื่อให้หน้าท้องที่ตัวอบอุ่นเร็ว ๆ
ค. เพื่อให้ไอน้ำในอากาศระเหย
เร็ว ๆ
ง. เพื่อให้ไอน้ำในอากาศควบแน่น
เร็ว ๆ
9. ในชีวิตประจำวันเราได้ประโยชน์
อะไรจากการระเหยของน้ำมาก
ที่สุด ?
ก. การกวนน้ำ
ข. การรีดผ้า
ค. การตากผ้า
ง. การหุงข้าว
10. เมื่อเรตากผ้าเปียก ๆ ไว้
ทำไมผ้าจึงแห้ง ?
ก. เพราะมีลม
ข. เพราะมีแดด
ค. เพราะไอน้ำที่ตัวเป็นน้ำ
ง. เพราะน้ำบนผา ระเหยกลายเป็น
ไอน้ำไปหมด
11. เมื่อเรตากผ้าเราจะกลิ้งผ้าทางออก
เต็มที่เพื่ออะไร ?
ก. เพื่อให้ผืนผ้าแห้งเร็วขึ้น
ข. เพื่อตากผ้าให้เป็นระเบียบ
ค. เพื่อทำให้ลมพัดมาที่ผ้ามากขึ้น
ง. เพื่อให้ผิวหน้าของผ้าถูกแดดอบ
มากขึ้น
12. การทดลองข้อใดที่เกี่ยวกับการ
ระเหย ?
ก. เอน้ำร้อนใส่แก้วตั้งทิ้งไว้
ข. เอน้ำแข็งใส่แก้วตั้งทิ้งไว้
ค. เอน้ำใสจานตั้งไว้ 2 - 3 วัน
ง. เอาเกลือใส่จานตั้งทิ้งไว้ 2
- 3 วัน
13. การทำนาเกลืออาศัยหลักอะไร ?
ก. การกลั่น
ข. การระเหย
ค. การควบแน่น
ง. ถูกทุกข้อ

14. กําคอบข๑ไค๑น๑ก๑ง๑ต๑สุด๑ ?
 ก. ข๑ง๑ เ๑ล๑ว๑ท๑ก๑ข๑น๑ิ๑ระ๑เ๑ย๑ไค๑
 ข. ข๑ง๑ เ๑ล๑ว๑ท๑ก๑ข๑น๑ิ๑ระ๑เ๑ย๑ไค๑
 เ๑ก๑ก๑น๑
 ก. ข๑ง๑ เ๑ล๑ว๑ท๑ก๑ข๑น๑ิ๑ระ๑เ๑ย๑ไค๑ค๑
 น๑เ๑ก๑ก๑น๑
 ง. ข๑ง๑ เ๑ล๑ว๑ส๑ม๑า๑ร๑ด๑ะ๑ล๑ย๑ว๑ถ๑
 ไค๑ค๑ก๑ข๑น๑ิ๑

15. ไ๑น๑า๑ใน๑อ๑าก๑า๑ศ๑อ๑ย๑ใน๑ถ๑า๑น๑ะ๑ไค๑ ?
 ก. ก๑า๑ข๑
 ข. ข๑ง๑แ๑ง๑
 ก. ข๑ง๑ เ๑ล๑ว๑
 ง. อ๑ย๑ไค๑ท๑ง๑ 3 ส๑ถ๑า๑น๑ะ

16. ก๑า๑ร๑น๑น๑เ๑ว๑เ๑ย๑ข๑ง๑น๑า๑ม๑ี๑ล๑า๑ค๑บ๑
 ช๑น๑อ๑ย๑า๑ง๑ไค๑ ?
 ก. ระ๑เ๑ย๑ - ไ๑น๑า๑
 - น๑า๑ - ก๑ล๑น๑ก๑ว๑
 ข. น๑า๑ - ระ๑เ๑ย๑
 - ไ๑น๑า๑ - ก๑ล๑น๑ก๑ว๑
 ก. ไ๑น๑า๑ - ระ๑เ๑ย๑
 - ก๑ล๑น๑ก๑ว๑ - น๑า๑
 ง. ก๑ล๑น๑ก๑ว๑ - น๑า๑
 - ไ๑น๑า๑ - ระ๑เ๑ย๑

17. เม๑ื่อ๑ไ๑น๑า๑แ๑ง๑ล๑ง๑ใน๑แ๑ว๑แ๑ว๑เช๑ี๑ค๑
 ข๑า๑ง๑น๑อ๑ก๑แ๑ว๑ไค๑แ๑ง๑ง๑เ๑ไค๑ ว๑า๑ง๑แ๑ว๑
 น๑า๑แ๑ง๑ท๑ง๑ไค๑ ไ๑ข๑า๑ข๑า๑ง๑น๑o๑ก๑แ๑ว๑
 ก๑็๑จะ๑เป๑ีย๑ก๑อ๑ก๑ น๑า๑ที่๑เ๑าะ๑ข๑a๑ง๑น๑o๑ก๑
 แ๑ว๑ม๑า๑ว๑า๑ก๑ไค๑น๑ ?
 ก. ม๑า๑จ๑า๑น๑า๑แ๑ง๑
 ข. น๑a๑ข๑ม๑อ๑อ๑ก๑ม๑a๑จ๑a๑ง๑แ๑ว๑
 ก. ม๑a๑จ๑a๑ก๑ไ๑น๑a๑ใน๑อ๑าก๑a๑ศ๑
 ง. ม๑a๑จ๑a๑ก๑น๑a๑ที่๑ป๑น๑o๑ย๑ก๑บ๑น๑a๑แ๑ง๑

18. เม๑ื่อ๑เป๑ิ๑ค๑ฝ๑า๑ม๑อ๑ห๑ง๑ข๑a๑ว๑ที่๑ส๑ู๑ก๑ไ๑น๑ม๑ ?
 จ๑ะ๑ม๑ี๑น๑a๑ห๑ย๑ล๑ง๑ม๑a๑จ๑a๑ง๑ฝ๑a๑m๑o๑k๑a๑n๑ใน๑
 น๑a๑น๑ี๑m๑a๑จ๑a๑ก๑ไค๑น๑ ?
 ก. เป๑็๑น๑a๑ข๑a๑ว๑ที่๑ก๑ระ๑เช๑น๑ข๑ี๑น๑ม๑a๑
 ข. ไ๑น๑a๑เค๑ื่อ๑ค๑ใน๑m๑o๑ข๑a๑ว๑ที่๑ก๑ล๑น๑ก๑ว๑
 ก. ไ๑น๑a๑ใน๑อ๑าก๑a๑ศ๑ก๑ล๑น๑ก๑ว๑อ๑ย๑ที่๑ฝ๑a๑
 m๑o๑ที่๑เป๑ิ๑ค๑o๑อ๑k๑m๑a๑
 ง. m๑e๑k๑ร๑ว๑ไค๑ฝ๑a๑m๑o๑เป๑ิ๑y๑n๑a๑ป๑ิ๑ค๑
 l๑ง๑ป๑i๑จ๑i๑ง๑ม๑ี๑n๑a๑ที่๑ฝ๑a๑m๑o๑

19. เรามักจะเห็นหยกน้ำเกาะอยู่ที่ปากกุ่มน้ำคานในเหมอเพราะเหตุใด ?
- ก. น้ำในกุ่มกระเซ็นขึ้นมา
ข. น้ำคางจากภายนอกซึมเข้ามา
ค. ไอน้ำภายในกุ่มกลั่นตัวเป็นหยกน้ำ
ง. น้ำที่เปียกผาตุ่มกลั่นตัวเป็นหยกน้ำ
20. ละอองไอน้ำในอากาศที่รวมตัวกันอยู่สูง ๆ เรียกว่าอะไร ?
- ก. เมฆ
ข. หมอก
ค. น้ำค้าง
ง. ลูกเห็บ
21. สภาพเช่นไรจึงจะเกิดการกลั่นตัว ?
- ก. ใสลดอุณหภูมิให้ต่ำลง
ข. เพิ่มอุณหภูมิของไอให้สูงขึ้น
ค. เพิ่มอุณหภูมิของของเหลวให้สูงขึ้น
ง. ลดอุณหภูมิของของเหลวให้ต่ำลง

22. ไอน้ำจะรวมตัวกันเป็นหยกน้ำเมื่อใด ?
- ก. เมื่อมีน้ำหนักเบา
ข. เมื่อมีน้ำหนักมาก
ค. เมื่อกระทบความร้อน
ง. เมื่อกระทบความเย็น
23. น้ำค้างคืออะไร ?
- ก. น้ำในแอ่งน้ำ
ข. ไอน้ำในตอนเช้า
ค. ไอน้ำเมื่อถูกแดดเผา
ง. การกลั่นตัวของไอน้ำในตอนกลางคืน
24. ปรากฏการณ์เรื่องใดที่ไม่ได้มีสาเหตุมาจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศ ?
- ก. การเกิดเมฆและหมอก
ข. การเกิดฝนและน้ำค้าง
ค. การเกิดฟ้าแลบและฟ้าร้อง
ง. การเกิดหิมะและลูกเห็บ

25. ถ้ากล่าวข้อใดที่ไม่ถูกต้องกับ
ความจริง ?

- ก. เขาใช้น้ำกลั่นผสมถ้วยยา เหม
- ข. น้ำฝนเป็นน้ำกลั่นจากธรรมชาติ
- ค. น้ำกลั่นเป็นน้ำที่ดื่มอร่อยที่สุด
- ง. น้ำกลั่นเป็นน้ำที่บริสุทธิ์ที่สุด

26. ถ้าเอาน้ำใส่โกรกที่มีทั้งสีและ
กลิ่นมากันใหม่ผดที่ใดเป็น
อย่างไร ?

- ก. สีหมดไป กลิ่นและรสยังคงอยู่
- ข. ไม่มีสี กลิ่นและรสเหลือ
อยู่เลย
- ค. สีและกลิ่นยังคงอยู่แต่ไม่มี
รสเลย
- ง. กลิ่นและรสหายไป แต่สียังคงอยู่

27. การตกผลึกคืออะไร ?

- ก. การตกตะกอนของของแข็ง
- ข. การเป็นแก้วของสารละลาย
- ค. การรบกวนของน้ำที่ละลาย
สิ่งต่าง ๆ
- ง. การแยกตัวออกจากน้ำหรือ
ของเหลวที่ใส่นั้นละลายอยู่
มาเป็นของแข็งในรูปทรง
ต่าง ๆ

28. สารจะตกผลึกได้ก็ต่อเมื่อใด ?

- ก. เอาขึ้นทิ้งไฟให้ร้อน ๆ
- ข. สารละลายนั้นยิ่งตัวไปจะละลาย
อีกเลย
- ค. เอาสารละลายขึ้นทิ้งไฟแล้ว
ปล่อยให้เย็นลง
- ง. สารละลายยิ่งตัวและเมื่อเย็น
ลงสารละลายใ้น้อยลง
ถึงนั้นส่วนที่เกินจะแยกตัวตก
ผลึกเสียบ้าง

29. ถ้าต้องการคุณลักษณะของผลึก ควร
ทำอย่างไรจึงจะง่ายที่สุด ?

- ก. เทน้ำปลาใส่จานแบน ๆ ตั้งทิ้ง
ไว้
- ข. เอาสารผสมแก้วในน้ำแล้วทิ้ง
ไว้
- ค. เอาน้ำตาลมาทำน้ำเชื่อมแล้ว
ตั้งทิ้งไว้
- ง. เอาปูนสีใส่กระป๋องละลายน้ำ
เย็นทิ้งทิ้งไว้

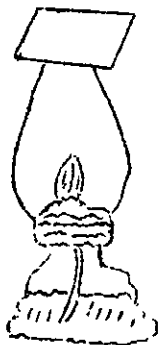
30. น้ำเกลือที่มีเกลือละลายอยู่มากเต็มทีเมื่อเอามาตั้งทิ้งไว้ในน้ำระเหยไปหมดจะเห็นอะไร ?
- เบ็ดเกลือ
 - ก้อนเกลือ
 - ผลึกของเกลือ
 - ไม่ปรากฏอะไรเลย
31. ขอความใ้ถูกดวงที่สุด ?
- ผลึกส่วนมากมีรูปร่างเหมือน ๆ กัน
 - ผลึกจะตกเร็วมากขึ้นเมื่อให้ความร้อน
 - ผลึกของสารต่าง ๆ จะมีรูปร่างต่าง ๆ กัน
 - ผลึกของสารชนิดเดียวกันย่อมมีขนาดเท่ากันเสมอ
32. เรานำความรู้อะไรเรื่องการตกผลึกมาใช้ในชีวิต ?
- การทำกะปิ
 - การทำนาเกลือ
 - การตากกุ้งแห้ง
 - การตากปลาเค็ม

33. ขอความใ้ถูกดวงที่สุด ?
- น้ำจะละลายสิ่งต่าง ๆ ได้ทั้งหมด
 - สารบางอย่างไม่ละลายในน้ำ
 - สารบางชนิดพอให้ความร้อนแล้วจะละลาย
 - ความสามารถในการละลายของสารทุกชนิดเท่ากัน
34. อากาศมีสถานะเป็นอะไร ?
- ก๊าซ
 - ของแข็ง
 - ของเหลว
 - ได้ทั้ง 3 สถานะ
35. ในอากาศมีก๊าซอะไรที่ช่วยให้ไฟติด ?
- ไอน้ำ
 - ออกซิเจน
 - ไนโตรเจน
 - คาร์บอนไดออกไซด์
36. เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกกับน้ำปูนใสจะปรากฏผลอย่างไร ?
- น้ำปูนใสขุ่นขาว
 - น้ำปูนใสเหมือนเดิม
 - น้ำปูนใสใสกว่าเดิม
 - ไม่มีอะไรเกิดขึ้น

37. ของต่อไปนี้ข้อใดเป็นเชื้อเพลิง
ทั้งชุด ?
- ก. ถ่านหิน อีสุ กิน
ข. ถ่าน ถ่านหิน ถ่านไม้
ค. ใบแห้ง ไม้เลค ใบไม้
ง. ถ่านหิน อิโกรเลียม กิน

38. จะเกิดการลุกไหม้ไ้จะคง
มีอะไร ?
- ก. ออกซิเจน
ข. สิ่งที่เกิดไฟได้
ค. อุณหภูมิสูง เพียงพอ
ง. ทั้ง 3 ข้อ

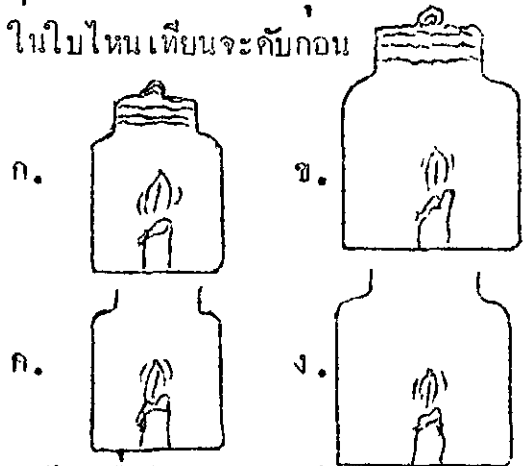
39.



จากรูปไฟดับเพราะอะไร ?

- ก. ไล่จากน้ำมัน
ข. ขาดก๊าซออกซิเจน
ค. ในหลอดไฟมีอากาศ
ง. ขาดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

40. จุดเทียนไขไว้ในขวดโหล 4 ใบ
ในใบไหนเทียนจะดับก่อน



41. ทำไมเมื่อโรยทรายลงไปบนกองไฟ
จนมิดไฟจึงดับ ?

- ก. เพราะทรายเป็นของไม่ติดไฟ
ข. เพราะทรายทำให้กองไฟเย็น
ลง
ค. เพราะเชื้อเพลิงในกองไฟหมด
พอดี
ง. เพราะทรายกันไม่ให้อากาศ
เข้าไปติดกับเชื้อเพลิง

42. เมื่อจุดเทียนไขไว้ในขวดโหล แอมพิคสาธกฏเทียนไขจะดับ เทียนไขในขวดโหลในขวดโหลเล็กนอย เทียนไขในขวดโหล การทดลองครั้งนี้แสดงอะไร ?
- ก. เทียนไขในขวดโหลในขวดโหลเล็ก
 - ข. แอมพิคสาธกฏเทียนไขในขวดโหล
 - ก. อากาศที่อยู่ในขวดโหลหมดไฟจะดับ
 - ง. การจุดเทียนไขมีการบวมโต ออกซิเจนเกิดขึ้น

43. เอาถ้วยแก้วไปอังเหนือเทียนไขที่กำลังจุดใหม่ จะเห็นไอน้ำเกาะในถ้วยแก้วไอน้ำนี้มาจากไหน ?
- ก. ไอน้ำอิมกั
 - ข. ไอน้ำในอากาศ
 - ก. ไอน้ำจากการคายความร้อน
 - ง. ไอน้ำที่ปนมากับก๊าซที่เกิดจากการจุดเทียน

44. เมื่อเทียนไขกำลังจุดใหม่ ถ้าเอากะดุมไปอังเปลวไฟ จะมีเขม่าดำติดอยู่ เขม่านี้มาจากไหน ?
- ก. เปลวไฟที่เกิดขึ้น
 - ข. ไขของเทียนไข
 - ก. ซากการบวมที่ไหม้ไปไม่หมด
 - ง. ออกซิเจนในอากาศมาช่วยในการจุดเทียน

45. เวลานั้นหนาวเอาตะเกียงไว้หัวนอนหรือไม่ ?
- ก. กว เพราะเวลาเย็นจะไค้ไม่มีค
 - ข. กว เพราะปีการถ่ายเทอากาศเสีย
 - ก. ไมกว เพราะอากาศสำหรับหายใจน้อยลง
 - ง. ไ้กว เพราะจะทำให้เกิดมีไอน้ำในอากาศ

แบบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

กาชี้แจง แบบสอบถามทั้งหมดมี 35 ข้อ แต่ละข้อมีคำตอบ ก ข ก ง และ จ ให้นักเรียนเลือกคำตอบเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายวงกลม (○) ล้อมรอบหัวข้อมาตอบที่นักเรียนเลือกในกระดาษคำตอบ (โปรดตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้เท่านั้น อย่าตอบหรือเขียนเครื่องหมายใด ๆ ในกระดาษคำถาม) คำตอบที่นักเรียนเลือกไม่มีถูกหรือผิด จึงขอให้นักเรียนเลือกข้อที่นักเรียนเห็นด้วยจริงๆ เท่านั้น ตัวอย่าง เช่น

- (๐) ถ้าชี้รุ่งกีนั้นมือจะควน
- ก. เห็นควยอย่างยิง
- ข. เห็นควย
- ก. ไบแใจ
- ง. ไบเห็นควย
- จ. ไบเห็นควยอย่างยิง

ตัวอย่างการตอบ นักเรียนไม่เชื่อว่าชี้รุ่งกีนั้นมือจะควน ทั้งเคยชี้ให้เพื่อนดูบ่อย ๆ มือก็ยังคือยู่ นักเรียนจึงปีความรูสึกว่า " ไม่เห็นควย " แต่ยังไม่กล้าถามเด็กชาค เพราะกลัวผู้ใหญ่เคยพูด จึงคิดว่าเขาอาจไม่โกหก จึงวงกลมลงที่ ข ก ง ดังนี้

(๐) ก ข ก ③ จ

(๐๐) ก ข ก ง จ

หมายเหตุ ในข้อเดียวกันนั้นถ้านักเรียนเขียนวงกลมลงในกระดาษคำตอบแล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ก็ให้กากบาททับข้อเดิม แล้วไปวงกลมคำตอบใหม่ตามต้องการดังนี้

(๐) ก ข ก ③ จ

(๐๐) ก ข ก ✕ ③ จ

1. นักเรียนคิดว่าควรหาคำตอบ
ที่ว่า " โลกนี้มีมานานเท่าไร "
 - ก. เห็นควยอย่างยิ่ง
 - ข. เห็นควย
 - ค. ไม่แน่ใจ
 - ง. ไปเห็นควย
 - จ. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง
2. นักเรียนอยากทราบว่าคอกไม้
บานใดอย่างไร
 - ก. เห็นควยอย่างยิ่ง
 - ข. เห็นควย
 - ค. ไปแน่ใจ
 - ง. ไม่เห็นควย
 - จ. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง
3. เมื่อนักเรียนสงสัยอะไร
นักเรียนจะลองหาคำตอบให้ได้
 - ก. เห็นควยอย่างยิ่ง
 - ข. เห็นควย
 - ค. ไม่แน่ใจ
 - ง. ไม่เห็นควย
 - จ. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง
4. นักเรียนสงสัยอะไรนักเรียนจะลอง
ถามครูในเรื่อง
 - ก. เห็นควยอย่างยิ่ง
 - ข. เห็นควย
 - ค. ไม่แน่ใจ
 - ง. ไม่เห็นควย
 - จ. ไปเห็นควยอย่างยิ่ง
5. เมื่อนักเรียนสงสัยอะไรนักเรียนจะลอง
ไปหาหนังสืออ่านให้เข้าใจ
 - ก. เห็นควยอย่างยิ่ง
 - ข. เห็นควย
 - ค. ไม่แน่ใจ
 - ง. ไม่เห็นควย
 - จ. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง
6. เมื่อนักเรียนสงสัยสิ่งใดนักเรียนจะ
ลองถามเพื่อน
 - ก. เห็นควยอย่างยิ่ง
 - ข. เห็นควย
 - ค. ไม่แน่ใจ
 - ง. ไปเห็นควย
 - จ. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง

7. ความปกติที่นักเรียนมาโรงเรียน
พร้อมเพื่อนทุกวันแคว้นนี้เพื่อน
ไม่มาโรงเรียนมาโรงเรียนไม่ได้
นักเรียนจึงขาดโรงเรียน
เพราะไม่มีเพื่อนมาช่วย

- ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข. ไม่เห็นด้วย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นด้วย
- จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

8. วันนี้นักเรียนพวกทองแดงอยาก
รับประทานมะม่วงของพี่สาว
บอกว่าไปขอรับประทานเพราะ
จะทำให้พวกทองแดงขึ้น นักเรียน
ก็ไม่รับประทาน

- ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข. เห็นด้วย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. ไม่เห็นด้วย
- จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

9. ครูบอกนักเรียนว่า เวย์ - อาทิตย์
นักเรียนไม่ควรไปเที่ยวควรรอหนังสือ
ทุกวันเพราะใกล้สอบแล้วดังนั้นนักเรียน
จึงไม่ไปเที่ยวและอ่านหนังสือทุกวัน

- ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข. เห็นด้วย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. ไม่เห็นด้วย
- จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

10. เมื่อวานนี้นักเรียนเอาธนบัตรใบละ 5
บาท จายค่าอาหารให้แม่ค้า แล้ว
นักเรียนลืมเอาเงินทอนนักเรียนจึงนึก
ไก่อวันนี้ แต่ก็คิดว่าจะไม่ทวงคืนเพราะ
ถึงทวงคืนเมื่อกาก็คงไม่ไหว

- ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข. ไม่เห็นด้วย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นด้วย
- จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

11. นักเรียนชอบขึ้นถนนฝรั่ง เมื่อ
เก็บผลฝรั่งมากิน วันนี้ฝนตก
กะพ้อตามไม่ให้นักเรียนขึ้น
ถนนฝรั่ง เราจะว่าถนนฝรั่งดี
นักเรียนอาจฉลาดตกลงมา
ก. เห็นควายอย่างยิ่ง
ข. เห็นควาย
ค. ไม่แน่ใจ
ง. ไม่เห็นควาย
จ. ไม่เห็นควายอย่างยิ่ง

12. ถ้านักเรียนช่วยคุณแม่ทำงาน
อยู่จนตึก จึงได้มาโรงเรียน
ไม่ทัน ดังนั้นนักเรียนก็ควร
ขาดเรียนสักวันหนึ่ง
ก. ไม่เห็นควายอย่างยิ่ง
ข. ไม่เห็นควาย
ค. ไม่แน่ใจ
ง. เห็นควาย
จ. เห็นควายอย่างยิ่ง

13. เมื่อเจ้าหน้าที่กรมอนามัยมาฉีดยา
ป้องกันอหิวาต์ให้แก่เด็กเรียน ถ้า
นักเรียนยังไม่ฉีดยา นักเรียน
ควรฉีดยานั้นทันที
ก. เห็นควายอย่างยิ่ง
ข. เห็นควาย
ค. ไม่แน่ใจ
ง. ไม่เห็นควาย
จ. ไม่เห็นควายอย่างยิ่ง

14. วันนี้นักเรียนเล่นกีฬาแล้วรู้สึกร้อน-
มากจะอาบน้ำทันที แต่คุณแม่บอก
ว่าอย่าเพิ่งอาบน้ำเลยเพราะจะทำให้
นักเรียนไม่สบาย ดังนั้นนักเรียน
ควรรักเย็บก่อนซักกรรวยจึงค่อย
อาบน้ำ
ก. เห็นควายอย่างยิ่ง
ข. เห็นควาย
ค. ไม่แน่ใจ
ง. ไม่เห็นควาย
จ. ไม่เห็นควายอย่างยิ่ง

15. นักเรียนเห็นร่องเท้าคูใหม่
สวยมากจึงขอส่งนกูกุญแจ
ชื่อแกลุณแจบอกวาทองหนุมี่ไซ
แล้วขอไหววไวก่อน
ก. เห็นควยอย่างยิง
ข. เห็นควย
ค. ไม่แน่ใจ
ง. ไม่เห็นควย
จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

16. ถ้ามีกนกพิณจนใจ"แท้กว่า "ผี "
ปัจจุบันเราก็กวเชื่อ
ก. เห็นควยอย่างยิง
ข. เห็นควย
ค. ไม่แน่ใจ
ง. ไม่เห็นควย
จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

17. เคยเชื่อกันว่าบนดวงจันทร์ไม่มีสิ่งมีชีวิต
อยู่เลยแต่ดำนักวิทยาศาสตร์สำรวจ
พบว่ามียังมีชีวิตอยู่ไ้กับนักเรียนควรเชื่อตาม
ก. เห็นควยอย่างยิง
ข. เห็นควย
ค. ไม่แน่ใจ
ง. ไม่เห็นควย
จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

18. เคียวนี่เราเชื่อว่าดวงจันทร์หมุนรอบ
โลกแต่ถ้าบักนักพิณจนใจว่าโลกหมุนรอบ
ดวงจันทร์นักเรียนจะเชื่อเพียงใด
ก. เชื่อมากที่สุด
ข. เชื่อมาก
ค. เชื่อครึ่งไม่เชื่อครึ่ง
ง. เชื่อบ้างเล็กน้อย
จ. ไม่เชื่อเลย

19. ถ้าเราเชื่อว่าฟ้าผ่าเกิดจากไฟฟ้าใน
ก้อนเมฆ แต่ถาพิณจนใจว่าฟ้าผ่าเกิด
จากกลุ่มก๊าซในอากาศเรากวเชื่อ
เพียงใด
ก. เชื่อมากที่สุด
ข. เชื่อมาก
ค. เชื่อครึ่งไม่เชื่อครึ่ง
ง. เชื่อเล็กน้อย
จ. ไม่เชื่อเลย

20. นักเรียนไม่เคยเชื่อว่าน่านมวัว
ทำเป็นนมผง ๆ ได้ แต่เมื่อ
ที่สาวจิสน์โดยเอานมผงมาชง
กับนารกนให้รับประทานปรากฏ
ว่ามีรสเหมือนนมวัวจริง ๆ

นักเรียนควรจะเชื่อ

- ก. เห็นควยอย่างยิง
- ข. เห็นควย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. ไม่เห็นควย
- จ. ไปเห็นควยอย่างยิง

21. ผู้ใหญ่เฝ้ากันตอ ๆ บว่า
ผีมีจริง บางแห่งมีผีถูกควย
นักเรียนไปไหนมาไหนจึงต้อง
ระวังผีหลอก

- ก. ไม่เห็นควยอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควย
- จ. เห็นควยอย่างยิง

22. กวรวแปลความฝันเป็นตัวเลขเพื่อจะ
ได้อธิบายเหตุที่รู้ลึก

- ก. ไม่เห็นควยอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควย
- จ. เห็นควยอย่างยิง

23. เมื่อเกิดจันทรกาส กวรวก็ไปเพื่อให้
พระราหุกายระจันทร

- ก. ไปเห็นควยอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควย
- จ. เห็นควยอย่างยิง

24. วันนี้นักเรียนจะผ่าซดลอบไถ่ก็แข็งใจ
ขึ้นอยู่กับโชคของนักเรียนเอง

- ก. ไม่เห็นควยอย่างยิง
- ข. ไปเห็นควย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควย
- จ. เห็นควยอย่างยิง

25. เมื่อคืนฝันร้ายมากไม่กรอกรอก
จากบ้าน

- ก. ไม่เห็นควายอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควาย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควาย
- จ. เห็นควายอย่างยิง

26. การทาง เป็นสิ่งบอกเหตุร้าย

- ก. ไม่เห็นควายอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควาย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควาย
- จ. เห็นควายอย่างยิง

27. สิ่งศักดิ์สิทธิ์จะช่วยป้องกัน
ภัยอันตรายต่าง ๆ ใด

- ก. ไม่เห็นควายอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควาย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควาย
- จ. เห็นควายอย่างยิง

28. มนุษย์เราอาจทำได้ในเขตมณฑลคณา
ในการรักษาโรคใด

- ก. ไม่เห็นควายอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควาย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควาย
- จ. เห็นควายอย่างยิง

29. วันนี้พบคุณบอกว่า เดินทางไปทางทิศ
เหนือจะมีโชคดี นักเรียนจึง เดินทาง
ไปทางทิศเหนือ

- ก. ไม่เห็นควายอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควาย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควาย
- จ. เห็นควายอย่างยิง

30. การกบฏแรงโน้มถ่วงของนักวิทยาศาสตร์
นั้นไม่มีความสำคัญต่อเราเลย

- ก. ไม่เห็นควายอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควาย
- ค. ไม่แน่ใจ
- ง. เห็นควาย
- จ. เห็นควายอย่างยิง

31. ความรู้ที่เราได้รับจากการ
เกษตรนั้นเรานำไปใช้ใด
ก. เห็นควยอย่างยิ่ง
ข. เห็นควย
ค. ไม่สนใจ
ง. ไม่เห็นควย
จ. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง
32. จากการสำรวจฐานะโนกรัว
ในจังหวัดบระจวบที่ริชัณ
ปี พ.ศ. 2515 พบว่ามี
ผู้หญิงมากกว่าผู้ชายร้อยละ
2 แต่จากการสังเกตนักเรียน
รู้สึกว่ามีผู้ชายมากกว่าผู้หญิง
ดังนั้นนักเรียนจึงสรุปว่า
จังหวัดบระจวบที่ริชัณมีผู้ชาย
มากกว่าผู้หญิง
ก. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง
ข. ไม่เห็นควย
ค. ไม่สนใจ
ง. เห็นควย
จ. เห็นควยอย่างยิ่ง

33. นักเรียนทำเลขการบ้านไม่ได้ ซึ่งของ
นักเรียนช่วยอธิบายให้ เมื่อครูถาม
นักเรียนว่าตัวเองหรือ นักเรียนตอบ
ว่าตัวเอง
ก. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง
ข. ไม่เห็นควย
ค. ไม่สนใจ
ง. เห็นควย
จ. เห็นควยอย่างยิ่ง
34. นักเรียนคิดโจทย์เลขทศนิยมข้อหนึ่ง
ได้คำตอบเป็น 2.55 นักเรียนคิด
ให้อีกวิธีหนึ่งก็ได้อีกคำตอบเท่าเดิม
แต่เพื่อนของนักเรียนหลายคนบอกว่า
เขาคิดได้ 2.45 นักเรียนควรแก้
คำตอบเป็น 2.45 ให้ตรงกับ
เพื่อน ๆ
ก. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง
ข. ไม่เห็นควย
ค. ไม่สนใจ
ง. เห็นควย
จ. เห็นควยอย่างยิ่ง

35. ถ้ายังเรียนเท่าการทดลองหลายครั้งแล้ว
แต่ไม่ได้คำตอบที่ครูบอกนักเรียนจึงรายงาน
ตามคำถามที่ทดลอง
- ก. เห็นควายอย่างยิง
 - ข. เห็นควาย
 - ค. ไม่สนใจ
 - ง. ไม่เห็นควาย
 - จ. ไม่เห็นควายอย่างยิง
-