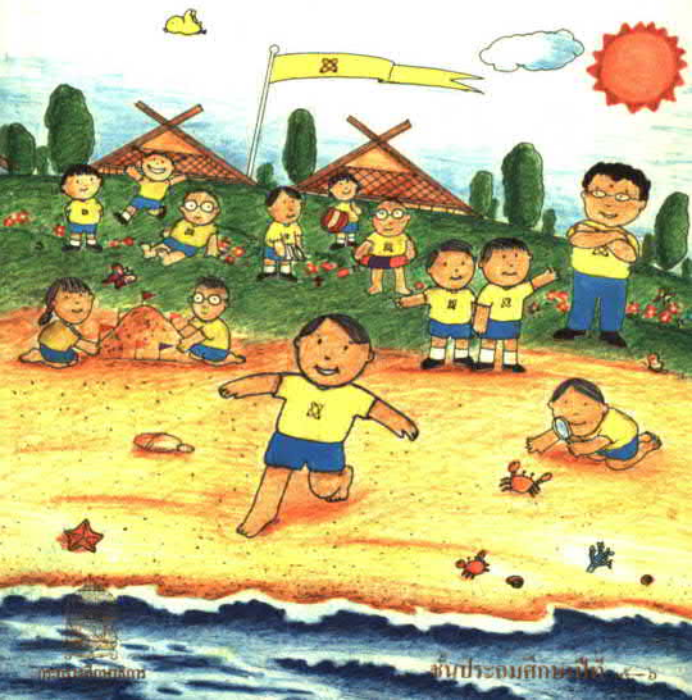


หนังสืออ่านเพิ่มเติม กลุ่มเสริมประสบการณ์ชีวิต

ค่ายวิทยาศาสตร์



หนังสืออ่านเพิ่มเติม กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

ชุดวิทยาศาสตร์

ค่ายวิทยาศาสตร์



ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕-๖

กรมวิชาการ

กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์แจกครั้งที่ ๑ จำนวน ๔๘,๐๐๐ เล่ม

พ.ศ. ๒๕๓๑

ผู้จัดพิมพ์ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 974-10-0585-7



พิมพ์ที่ โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา

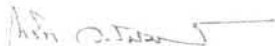
๓๐๔-๓๐๖ ปากซอยบ้านนาคร ถนนปทุมเมือง เขตปทุมธานี กทม. ๑๐๑๐๐ นายปทุม สิริวรรณ ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

กํานา

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้ดําเนินโครงการผลิตหนังสืออ่านเพิ่มเติมเสริมการเรียนรู้ ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช ๒๕๒๑ วัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นหนังสือสำหรับค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดนิสัยรักการอ่าน

หนังสือเรื่อง กํายาวิทยาศาสตร์ เป็นหนังสืออ่านเพิ่มเติมชุดวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕-๖ ซึ่งคณะกรรมการจัดทำหนังสือเพิ่มเติมเสริมการเรียนรู้ ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช ๒๕๒๑ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต (วิทยาศาสตร์) ที่กระทรวงศึกษาธิการแต่งตั้งขึ้นได้มอบหมายให้ นายธีระชัย ปุณณโชติ เป็นผู้เรียบเรียง และนายวิริยะ สิริสิงห เป็นผู้ตรวจขึ้นสุดท้ายและได้แต่งตั้งคณะกรรมการร่วมบรรณาธิการต้นฉบับด้วย หนังสือเล่มนี้ให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องความร้อนและแสงสว่าง ถกถึงให้ความร้อนและแสงสว่าง ประโยชน์และโทษของความร้อนและแสงสว่าง สสาร ผลของความร้อนที่มีต่อสสาร ฯลฯ ในการเรียนการสอนควรมอบหมายให้นักเรียนอ่านหนังสือเล่มนี้ประกอบ และทำการทดลองตามเนื้อหาที่มีในหนังสือจะทำให้ได้รับประโยชน์มากยิ่งขึ้น

กรมวิชาการหวังว่า หนังสืออ่านเพิ่มเติมเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามสมควร และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้



(นายโกวิท วรพิพัฒน์)

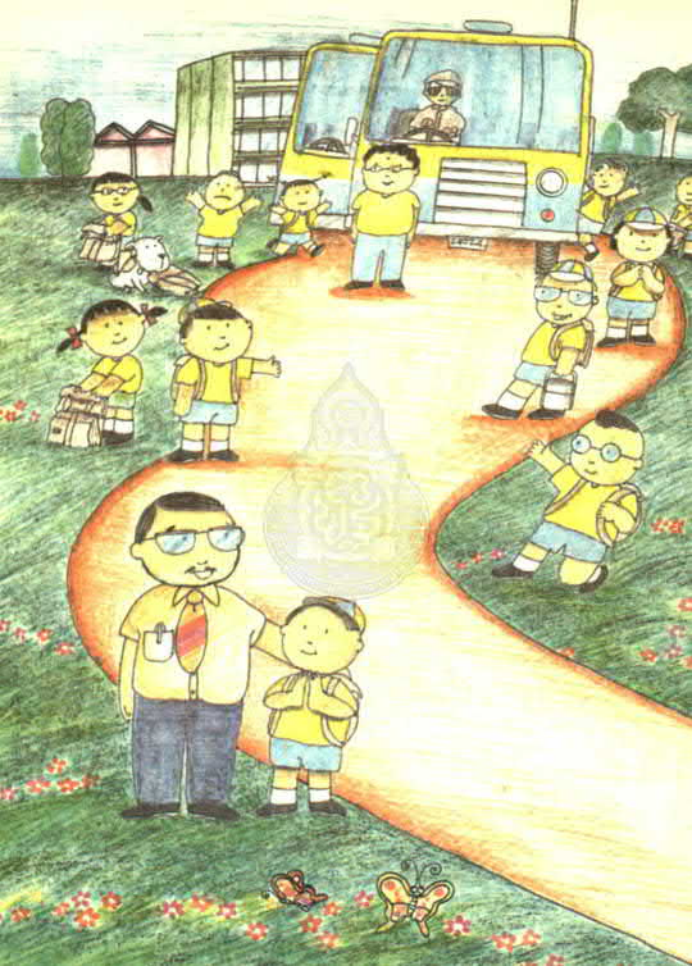
อธิบดีกรมวิชาการ



สารบัญ

เข้าค่าย	๑
พ่อครัวหัวป่า	๔
มนุษย์หิน	๑๐
พลังงานฝ่าแผลด	๑๗
การเปลี่ยนแปลงที่น่าพิศวง	๒๑
สนุกกับการทดลอง	๓๗
การเดินทาง ๓ วิธี	๔๗
ปิดค่าย	๖๕





เข้าค่าย

เช้าวันที่ ๑ เมษายน วิทยาตื่นนอนตั้งแต่ยังไม่สว่าง เขา
นอนหลับ ๆ ตื่น ๆ ทั้งคืน ทั้งนี้เพราะรู้สึกตื่นเต้นที่จะได้เดินทางไป
เข้าค่ายวิทยาศาสตร์ จึงรีบลุกจากเตียงนอนทันทีด้วยความกระปรี้
กระเปร่า ไม่รู้สึกง่วงเลยจนนึกเดียว ทั้ง ๆ ที่เมื่อคืนเขาจัดของใน
กระเป๋าอยู่จนดึก เมื่อวิชาล้างหน้าอาบน้ำและแต่งตัวเสร็จ เดิน
ออกมาจากห้องนอน จึงพบว่าแม่ได้จัดอาหารเช้าไว้ให้เรียบร้อยแล้ว

“วันนี้ ลูกแม่แต่งตัวเสร็จแต่เช้าเชียวนะ” แม่สัพยอกลูกชาย
พร้อมกับยิ้ม

“แม่ครับ พ่อตื่นหรือยังครับ” วิทยาหัดแม่และถามถึงพ่อ
ด้วยความกังวลว่าพ่อจะยังไม่ตื่น เพราะพ่อรับปากไว้ว่าจะพาเขาไป
ส่งโรงเรียน เขามีกระเป๋าและสิ่งของหลายชิ้นที่จะนำติดตัวไปค่าย
วิทยาศาสตร์ด้วย ปรกติวิทยาจะเดินทางไปโรงเรียนเอง เนื่องจาก
โรงเรียนอยู่ไม่ไกลจากบ้านมากนัก

“ตื่นแล้วจ๊ะ” แม่ตอบ “กำลังอาบน้ำอยู่จะลุก กินข้าวก่อน
ก็แล้วกัน กว่าลูกจะอ้อมพ่อก็คงเสร็จพอดี”

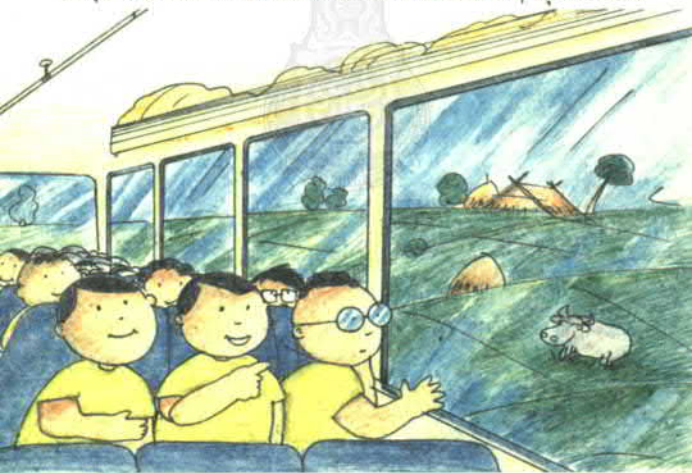
วิทยากับพ่อไปถึงโรงเรียน ขณะนั้นนักเรียนกำลังทยอยมา
โรงเรียน ที่หน้าโรงเรียนมีรถโดยสารคันใหญ่จอดอยู่ ๒ คัน พ่อช่วย
วิทยาขึ้นของไปที่รถแล้วรอนวิชาขึ้นรถเรียบร้อยแล้ว จึงกลับไป
ทำงาน

พอถึงเวลา ๘ นาฬิกาตรง ทุกคนก็พร้อมจะออกเดินทาง
ผู้ช่วยครูใหญ่ซึ่งรับหน้าที่เป็นผู้อำนวยการค่ายพักแรม ก็ให้สัญญาณ

รถทั้ง ๒ คันก็เคลื่อนที่ออกจากโรงเรียน เด็ก ๆ พวกนี้ร้องไห้โยเยด้วยความดีใจระคนตื่นเต้น จนครูสง่าต้องหันมาห้ามและบอกให้นักเรียนทุกคนกระทำตนให้เรียบร้อยตามที่ตกลงกันได้

วิทยากำลังเรียนอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ เป็นเด็กฉลาดและช่างซักถาม ส่วนครูสง่าเป็นครูสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ใจดี รักเด็ก และสอนดีด้วย เด็ก ๆ จึงรักครูสง่ามาก

รถทั้ง ๒ คันแล่นตามกันไป มุ่งหน้าไปอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นสถานที่ตั้งของค่ายวิทยาศาสตร์ เด็ก ๆ ทุกคนร่าเริง



ชีวนกันชมทัศนียภาพสองข้างทางด้วยความเพลิดเพลิน เป็นครั้งแรกของวิทยาที่เดินทางมาร่วมกิจกรรมกับเพื่อน ๆ และครูหลายวัน เขารู้สึกตื่นเต้นมาก

คณะครูและนักเรียนเดินทางถึงค่ายพักแรมเมื่อเวลาประมาณ ๑๐ นาฬิกา สถานที่ตั้งค่ายพักแรมเป็นเรือนไม้แบบบังกาโลหลายหลัง ด้านหน้าติดชายทะเล ด้านหลังติดกับป่าละเมาะ บรรยากาศสดชื่นดีมาก มีลมทะเลพัดอยู่เกือบตลอดเวลา ครูบอกให้นักเรียนช่วยกันขนของจากรถ แล้วให้นักเรียนแต่ละหมู่ติดตามครูที่ปรึกษาประจำหมู่ของตนเข้าที่พัก เพื่อเก็บของให้เรียบร้อยก่อนที่จะกลับมาประชุมเพื่อกระทำพิธีเปิดค่ายพักแรม และดำเนินการกิจกรรมต่อไป หมู่ของวิทยามีครูสง่าเป็นครูที่ปรึกษามีสมาชิก ๔ คน



พ่อครัวหัวป่า

เมื่อเสร็จพิธีเปิดค่ายพักแรมแล้ว กิจกรรมแรกของชาวค่ายคือหุงข้าวและปรุงอาหารกลางวัน ครูส่งให้นักเรียนช่วยกันหากิ่งไม้มาทำพิน แล้วช่วยกันก่อไฟขึ้นเพื่อหุงข้าว เด็ก ๆ ช่วยกันก่อไฟด้วยความขากลำบาก กว่าไฟจะติดดีและหุงข้าวได้ ก็เสียไม้ขีดไฟไปเกือบครึ่งกล่อง



อยู่นั้น วิทยาก็เฝ้าถามครูส่งขึ้นว่า

“ครูครับ ทำไมกิ่งไม้นี้จึงติดไฟยากนักละครับ เสียไม้ขีดไฟไปตั้งหลายก้าน”

“ครูเข้าใจว่า กิ่งไม้ที่เราเอามาทำพินนี้ยังไม่แห้งสนิทพอ และพวกเธอยังขาดความชำนาญด้วย” ครูส่งตอบ

สัญญาซึ่งเป็นเพื่อนของวิทยาลัยถามขึ้นบ้างว่า “ทำไมเราจึงต้องใช้เศษกระดาษและใบไม้แห้ง ๆ ช่วยในการติดไฟด้วยล่ะครับ ใช้กิ่งไม้อย่างเดียวไม่ได้หรือครับ”

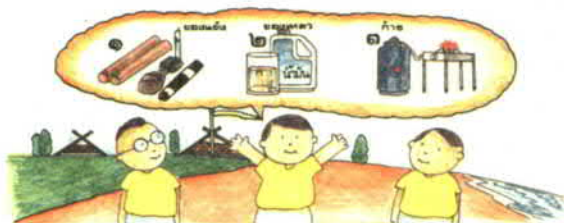
“ที่ครูแนะนำให้เธอใช้กระดาษและใบไม้แห้งช่วย เพราะพวกนี้ติดไฟง่าย เนื่องจากมีขนาดเล็กและแห้ง แล้วเราก็อาศัยความร้อนจากการลุกไหม้ของเศษกระดาษและใบไม้แห้งนี้ช่วยทำให้กิ่งไม้ติดไฟอีกทีหนึ่ง” ครูส่งาตอบ

วิทยาลัยถามขึ้นอีกว่า “ทำไมจึงมีควันมากนักล่ะครับ และข้าวก็ดูเหมือนจะสุกช้ามาก ที่บ้านผมหุงข้าวด้วยเตาแก๊สไม่เห็นมีควันเลย และข้าวก็สุกเร็วดีด้วย”

“เป็นคำถามที่ดีมาก วิทยาลัย” ครูส่งาถาม แล้วพูดต่อไปว่า “เชื้อเพลิงมีหลายชนิด บางชนิดติดไฟยาก มีควันมากให้ความร้อนต่ำ เช่น พวกเศษไม้ กิ่งไม้ ใบไม้ เป็นต้น บางชนิดติดไฟง่ายและให้ความร้อนสูงมาก เช่น ก๊าซหุงต้มที่เราใช้ในครัว น้ำมันเบนซิน แอลกอฮอล์ เป็นต้น เชื้อเพลิงพวกนี้นอกจากจะให้ความร้อนสูงแล้วยังมีเขม่าและควันน้อยอีกด้วย ซึ่งเราถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่ดี แต่ก็มีเชื้อเพลิงบางชนิดแม้ว่าจะติดไฟยากสักหน่อย แต่ก็ใช้ความร้อนสูงมาก เช่น ถ่านหิน เป็นต้น”

ครูส่งาพูดต่อไปว่า “ใครจะยกตัวอย่างเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งของเหลว และก๊าซได้บ้าง”

“เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เช่น ฝืน ถ่านไม้ ถ่านหิน ขี้ได้ เทียนไข เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมันปิโตรเลียม แอลกอฮอล์ น้ำมันพืชต่าง ๆ ส่วนเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ เช่น



ก๊าซหุงต้ม ก๊าซถ่านหิน เป็นต้น” วินัยเพื่อนของวิชาตอบ
 วิชาถามขึ้นบ้างว่า “ถ่านไม้ที่เราใช้หุงข้าวเป็นเชื้อเพลิงที่
 ให้ความร้อนสูงไหมครับ ผมรู้สึกว่ามีถ่านบ้างแต่ไม่มากเหมือนกับ
 ถังไม้ที่เรากำลังใช้อยู่นี้”

“ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนดีพอใช้เหมาะสำหรับใช้
 ในครัว เพราะไม่มีถ่านมากนัก และให้ความร้อนสูงพอควร” ครูส่งตอบ
 “แต่ผมว่าสู้ก๊าซหุงต้มไม่ได้นะครับ” สัญญาแย้ง

“ทั้งถ่านไม้และก๊าซหุงต้มต่างก็เหมาะสมสำหรับใช้เป็น
 เชื้อเพลิงในครัวด้วยกันทั้งคู่ แต่ดีกันคนละอย่าง ถ่านไม้ใช้กันมา
 นานจนเกิดความเคยชิน ก๊าซหุงต้มใช้สะดวกจะติดไฟหรือดับไฟ
 เมื่อไรก็ได้ จะเร่งให้ไฟแรงขึ้นหรืออ่อนลงก็ได้ และอาหารก็สุก
 เร็วกว่าด้วย ปัจจุบันครอบครัวสมัยใหม่นิยมใช้ก๊าซหุงต้มกันมากขึ้น
 ในขณะนี้ถ่านไม้มีราคาแพงมากขึ้นทุกที เพราะป่าไม้ถูกทำลายไป”
 ครูส่งอธิบายให้เด็ก ๆ ฟัง

“เชื้อเพลิงนี้มีประโยชน์ดีนะครับ ถ้าหากไม่มีเชื้อเพลิง
 พวกเราก็คงจะต้องรับประทานอาหารดิบแน่ ๆ คงจะเหม็นคาวแน่”

วินัยกล่าวขึ้น

“ถูกแล้ว เชื้อเพลิงมีประโยชน์มาก นอกจากจะใช้เชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหารแล้ว เรายังใช้เชื้อเพลิงทำประโยชน์อย่างอื่นอีก เช่นทำให้เครื่องจักรเครื่องยนต์ทำงาน ช่วยให้พลังงานความร้อน และแสงสว่าง และช่วยให้เกิดความอบอุ่น เป็นต้น”

“เอ เชื้อเพลิงมีโทษบ้างไหมนะ” ครูสง่าพูด

วิทยาพูดว่า “ผมว่าเชื้อเพลิงก็มีโทษมากเหมือนกันนะครับ เมื่อเร็ว ๆ นี้ผมอ่านข่าวหนังสือพิมพ์ เขาลงข่าวว่าเกิดไฟไหม้ที่บ้านหลังหนึ่ง เพราะบ้านนั้นเก็บเชื้อเพลิงในบ้านไม่ดี เก็บไว้ใกล้เตาไฟเกินไป”

“ถูกแล้ว” ครูสง่าพูด “นอกจากเชื้อเพลิงจะทำให้เกิดอัคคีภัยได้แล้ว ควันทะเลียมายังทำความสกปรกและรำคาญให้แก่คน ตลอดจนทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นพิษมาก เช่น ควันท่อไอเสียรถยนต์ เป็นต้น”



“ครูครับ เรามีวิธีอย่างไรในการเก็บรักษาเชื้อเพลิงบ้างครับ
 จึงจะไม่เกิดโทษแก่เรา เช่น ไฟไหม้ตามที่เป็นข่าวในหน้าหนังสือพิมพ์
 บ่อย ๆ” สัตยูถามด้วยความอยากรู้

“การเก็บรักษาเชื้อเพลิงนั้น ควรเก็บไว้ในที่ ๆ ห่างไกลความร้อน
 ซึ่งอาจทำให้เชื้อเพลิงนั้นลุกไหม้ขึ้นได้โดยง่าย และการเก็บไว้ใน
 ที่ ๆ ห่างไกลมือเด็ก เพราะเด็กอาจซุกชนนำไปเล่นทำให้เกิด
 เพลิงไหม้ได้ และเมื่อใช้เตาหุงต้มอาหารที่ใช้ก๊าซเสร็จแล้ว ต้อง
 ปิดให้สนิททุกครั้ง และหมั่นตรวจสอบสายยางนำก๊าซ และหัวถัง
 ก๊าซอยู่เสมอว่ามีรอยรั่วหรือไม่ นอกจากนั้น ไม่ควรตั้งถังก๊าซใกล้
 เตาไฟจนเกินไป” ครูส่งาตอบ

ขณะนั้น ชาวที่หุงอยู่เดือดพอดิ ครูส่งาและเด็ก ๆ จึงต้อง
 ยุติการสนทนาลง แล้วกุลีกุจอช่วยกันทำอาหารมื้อกลางวันต่อไป
 จนเสร็จ อาหารที่ชาวค่ายปรุงขึ้นคือ ปลาเผา ผักผักบุ้ง ไข่เจียว

ครูส่งาชมเด็ก ๆ ว่าปรุงอาหารได้ดี โดยเฉพาะปลาเผาอร่อย



ไม่แพ้ปลาเผาที่ภูเกิดเลยทีเดียว เสียแต่ขมไปหน่อยเท่านั้น
เด็ก ๆ พากันหัวเราะชอบใจ แล้วครูและนักเรียนก็ร่วมกัน
รับประทานอาหารมือนั้นกันอย่างเอร็ดอร่อย



มนุษย์หิน



หลังจากรับประทานอาหารกลางวันเสร็จเรียบร้อยแล้ว สมาชิก
ชาวถ้ำบางคนก็พักผ่อน บางคนก็เล่นกันอย่างสนุกสนาน จนกระทั่ง
เวลาบ่ายโมงตรง เสียงนกหวีดเริ่มกิจกรรมค่ายพักแรมก็ดังขึ้น
เด็ก ๆ ต่างเข้าประจำหมู่กิจกรรมของตน วิชชาและวินัยได้อยู่หมู่
กิจกรรมเดียวกัน ครูส่งาเดินนำหมู่กิจกรรมไปที่ต้นไม้ใหญ่ต้นหนึ่ง
โคนต้นไม้มีโต๊ะไม้เตี้ย ๆ ตั้งอยู่หนึ่งตัว ครูส่งานำอุปกรณ์ที่ถือมา
ด้วยวางบนโต๊ะ แล้วนั่งลงบนต้นไม้ข้างโต๊ะนั้น เด็ก ๆ จึงพากัน
นั่งลงบนพื้นหันหน้าไปทางครูส่งา

ครูส่งกล่าวขึ้นก่อนว่า “กิจกรรมแรกที่เราจะทำกันวันนี้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับพลังงานความร้อนและแสงสว่าง นักเรียนทุกคน คงจำได้ว่า ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานความร้อน และแสงสว่างที่สำคัญที่สุดของเรา นอกจากดวงอาทิตย์แล้ว เรายัง ได้รับความร้อนและแสงสว่างจากสิ่งอื่นอีก เช่น เราอาศัยพลังงาน ความร้อนจากการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงหุงอาหารเมื่อสักครู่นี้”

ครูส่งหยุดพูดครู่หนึ่ง แล้วจึงกล่าวต่อไปว่า “วันนี้ครูจะให้ นักเรียนทำกิจกรรมสักอย่างหนึ่ง กิจกรรมนี้ครูต้องการให้นักเรียน ก่อไฟขึ้นโดยใช้วิธีต่อไปนี้ คือ

วิธีที่หนึ่ง ใช้ไม้ไผ่แห้ง ๆ ๒ อัน มาถูกัน

วิธีที่สอง ใช้เหล็กตีกับหินเหล็กไฟ”

ครูส่งพูดจบแล้ว ก็แจกอุปกรณ์ให้แก่เด็ก ๆ ซึ่งได้แก่ ไม้ไผ่ คนละ ๒ อัน ฝอยกระดาษ จี๊กบ และนุ่น คนละหนึ่งกำมือ หิน เหล็กไฟพร้อมเหล็กตีและกระบอกไม้ไผ่ยัดนุ่นคนละ ๑ ชุด พร้อมทั้งอธิบายวิธีจุดไฟให้เด็ก ๆ ฟังด้วย

ไม้ไผ่

หินเหล็กไฟ

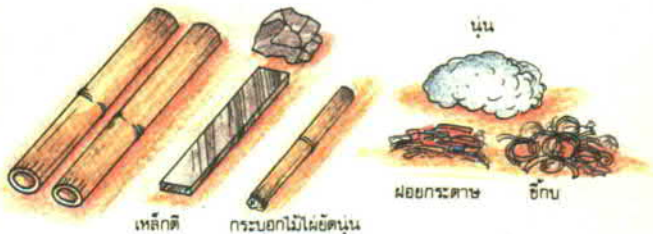
นุ่น

เหล็กตี

กระบอกไม้ไผ่ยัดนุ่น

ฝอยกระดาษ

จี๊กบ



วิทยาและเพื่อนๆ ลงมือทำกิจกรรมกันอย่างขะมักเขม้น ครั้งแรกวิทยาเอาไม้ไผ่ ๒ อันมาดุกกันแรงๆ หลายครั้ง จนไม้ไผ่ทั้ง ๒ อันร้อนจัด แล้วจึงเอาเชือกเพลิงคือ เศษกระดาษและจี้กบมาวางไว้ข้างๆ ให้สัมผัสกับไม้ไผ่อันที่อยู่ข้างล่าง แล้วพยายามดุกไม้ไผ่ต่อไปให้เร็ว และแรงยิ่งขึ้นจนรู้สึกเมื่อยและเหงื่อไหล ไฟก็ยังไม่ติด แต่บางครั้งก็เกิดควันลอยขึ้นมาจากเศษกระดาษบ้าง เมื่อเขาใช้ปากเป่าเพื่อให้ไฟลุกขึ้น ควันนั้นก็กลับหายไป วิทยาหมดแรงจึงหยุดพัก เพื่อนๆ ก็เช่นเดียวกัน



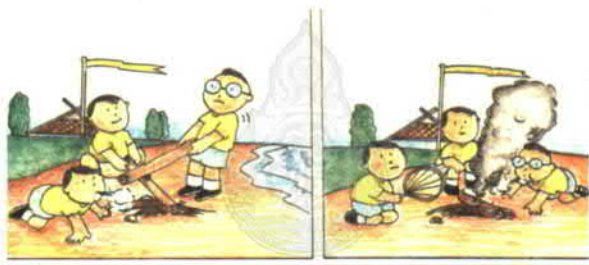
วิชาจึงกล่าวขึ้นว่า “ครูครับ ผมพยายามดูไม้ ๒ อันนี้
ตั้งนานแล้วไม่เห็นไฟติดสักทีครับ”

ครูสง่าหัวเราะแล้วตอบว่า “แสดงว่าพวกเธอสู้คนโบราณไม่ได้
ในสมัยโบราณตั้งแต่ยุคหินนั้น มนุษย์ก่อไฟขึ้นด้วยวิธีเอาไม้ไผ่แห้งๆ
สองอันมาถูกันอย่างนี้แหละ และก็คงจะทำได้ด้วยความยากลำบาก
เช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตาม เธอก็คงจะเห็นแล้วว่า การเสียดสี
ของไม้ ๒ อัน ทำให้เกิดความร้อนขึ้น”

ครูสง่าพูดต่อไปว่า “นักเรียนลองเจาะรูที่ไม้ไผ่อันหนึ่งซิด
แล้วเอานุ่นที่เผาไฟและดับแล้วใส่ลงในรูนั้นเป็นเชื้อเพลิง เพราะ
นุ่นที่เคยติดไฟมาก่อนแล้วจะติดไฟได้ดีกว่านุ่นที่ยังไม่เคยติดไฟเลย
แล้วเอาไม้ไผ่อีกอันหนึ่งถูตรงปากกรุนั้น พอร้อนจัดก็ช่วยกันเป่าลม
ให้ไฟติด”



วิชาและเพื่อนๆ ช่วยกันทำตามที่คุณครูสั่งว่าแนะนำ กราวนี้
ปรากฏได้ผล เพราะนุ่นที่ใส่ไว้ในรูไม้ไผ่เกิดควันลอยขึ้นมาและเมื่อ
เพื่อนๆ ช่วยกันเป่าสักครู่ ก็เกิดไฟลุกแดงวาบขึ้น พวกเขาจึงเอา
ฝอยกระดาษและขี้กบก้อยๆ เติมลงไปทีละไม้ไผ่ ไฟก็ลุกขึ้นใน
ที่สุด วิชาและเพื่อนๆ ก็สามารถก่อไฟได้สำเร็จด้วยวิธีใช้ไม้ไผ่
๒ อันดูกัน แต่ไม้ไผ่อันที่ใส่เชื้อเพลิงนั้นก็พลอยไหม้หมดไปด้วย



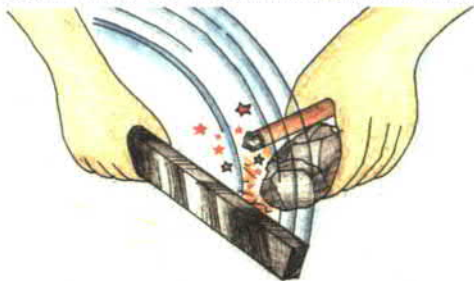
ต่อจากนั้น วิชาและเพื่อน ๆ ก็ทำกิจกรรมที่สองต่อไป โดยเอาเหล็กตีกับหินชนิดหนึ่งซึ่งครูสง่าเรียกว่า หินเหล็กไฟ และบอกว่าการที่เรียกว่าหินเหล็กไฟก็เพราะเมื่อเอาเหล็กมาตีแล้วจะเกิดประกายขึ้น

หินเหล็กไฟ

เหล็กตี

กระบอกไม้ไผ่
ยัดขี้เถ้า

ครูสง่าแนะนำให้นักเรียนจับอุปกรณ์ให้ถูกวิธี ใช้อุ้งมือซ้ายกำกระบอกไม้ไผ่ที่ใส่ขี้เถ้าไว้ แล้วใช้นิ้วชี้ นิ้วกลาง และนิ้วหัวแม่มือข้างเดียวกันจับหินเหล็กไฟรอไว้ที่ปากกระบอกไม้ไผ่ แต่ให้ต่ำกว่าปากกระบอกเล็กน้อย มือขวาจับเหล็กตีลงบนหินเหล็กไฟนั้น



วิทยาใช้เหล็กตีลงบนไฟเพียง ๒-๓ ครั้ง ปรากฏไฟที่เกิดจากการกระทบของเหล็กกับหินก็ไปติดนุ่นในกระบอกไม้ไผ่เกิดควันขึ้น เมื่อเป่าลมลงไปก็เกิดไฟลุกแดงขึ้น เขาจึงนำเศษกระดาษมาจ่อให้ติดไฟแล้วนำไปจุดกองไฟอีกทีหนึ่ง

ในที่สุดวิทยาและเพื่อน ๆ ก็สามารถก่อไฟตามวิธีเดียวกับมนุษย์สมัยหินได้สำเร็จ และเขาก็ได้เรียนรู้ว่าการเสียดสีทำให้เกิดความร้อนและแสงสว่างได้ด้วย

เย็นวันนั้น หลังจากทำกิจกรรมเสร็จแล้ว เด็ก ๆ ก็มีโอกาสดูได้เล่นหรือพักผ่อนตามความต้องการของแต่ละคน บางคนก็เก็บเปลือกหอยตามหาดทราย บางคนก็เล่นเตะตะกร้อและฟุตบอล บางคนก็ลงเล่นน้ำทะเลอย่างสนุกสนาน แต่ต้องเล่นในบริเวณที่ครูกำหนดไว้ให้ และมีครูพลศึกษาคอยดูแลความปลอดภัย วิทยาลงเล่นน้ำทะเลกับเพื่อน ๆ จนกระทั่งใกล้เวลาอาหารเย็น ครูผู้ดูแลก็เป่านกหวีดให้เลิกเล่นเพื่อให้ทุกคนไปอาบน้ำแต่งตัว และรับประทานอาหารเย็นที่ทางโรงเรียนจัดไว้ให้



พลังงานไฟฟ้า

เช้าวันรุ่งขึ้น หลังจากรับประทานอาหารเช้าแล้ว ก็ถึงเวลาทำกิจกรรมครั้งที่สอง ครูส่งพานักเรียนเข้าประจำที่เดิม เมื่อนักเรียนทุกคนนั่งลงแล้ว ครูส่งก็แบ่งนักเรียนเป็นหมู่ ๆ ละ ๒ คน วิทยาทำกิจกรรมคู่กับสัญญา อุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มจะต้องใช้คือถ่านไฟฉาย และหลอดไฟฉายที่นักเรียนนำติดตัวมาจากบ้าน และสายไฟเส้นเล็ก ๆ ที่ครูส่งแจกให้

ครูส่งบอกให้เด็ก ๆ ทดลองเอาหลอดไฟและถ่านไฟฉายมาต่อกันด้วยสายไฟ โดยมีดปลายข้างหนึ่งของสายไฟเข้ากับขั้วของหลอดไฟ แล้วใช้ถ่านไฟฉายซึ่งเป็นขั้วลบ กดปลายอีกข้างหนึ่งของสายไฟไว้ เมื่อวิทยาเอาขั้วหลอดไฟแตะที่หัวซึ่งเป็นขั้วบวกของถ่านไฟฉาย หลอดไฟก็สว่างขึ้นทันที ครูส่งพูดขึ้นว่า “นักเรียนสังเกตดูซิว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง”



“มีแสงสว่างเกิดขึ้นครับ” วิชาตอบ

“แล้วมีอะไรอีก” ครูส่งถามต่อ

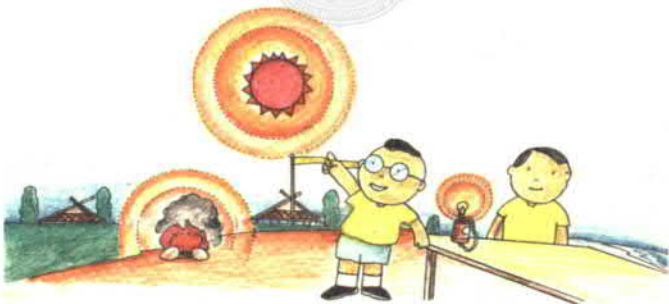
นักเรียนทั้งหมดเงยไปสักครู่หนึ่ง ก็มีเสียงไกรคนหนึ่ง
พูดขึ้นว่า

“หลอดไฟอุ่น ๆ ด้วยครับครู”

สัญญาจึงเสริมขึ้นว่า “มีความร้อนเกิดขึ้นด้วยใช่ไหมครับ”

“ถูกแล้ว” ครูส่งตอบ “ไฟฟ้าให้ความร้อนและแสงสว่างได้
ในถ่านไฟฉายมีสารเคมีบางชนิด ที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าแล้ว
กระแสไฟฟ้าก็ทำให้เกิดความร้อนและแสงสว่าง”

“ครูครับ ผมสังเกตว่าความร้อนและแสงสว่างมักจะเกิด
คู่กันเสมอ นะครับ ดวงอาทิตย์ก็ให้เราทั้งแสงสว่างและความร้อน
การลุกไหม้และการเสียดสีต่างก็ทำให้เกิดทั้งความร้อนและแสงสว่าง
คราวนี้ไฟฟ้าก็ทำให้เกิดแสงสว่างและความร้อนเช่นเดียวกันอีก”
สัญญาพูดกับครู

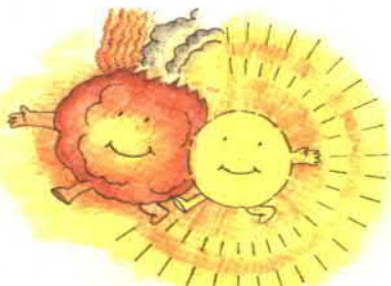


“เธอเป็นเด็กช่างสังเกตดีมาก สัญญา” ครูสง่าชมแล้วอธิบายต่อไปว่า

“ความร้อนและแสงสว่างต่างก็เป็นพลังงานทั้งคู่ แต่เป็นพลังงานคนละชนิด พลังงานมีคุณสมบัติพิเศษอยู่อย่างหนึ่งคือสามารถเปลี่ยนจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่งได้ และก็สามารถเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้ด้วย ในกรณีของดวงอาทิตย์นั้น ดวงอาทิตย์ส่งทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานแสงสว่างมายังโลกเราพร้อม ๆ กัน ในกรณีของการเสียดสีและการลุกไหม้นั้น จะเกิดพลังงานความร้อนขึ้นก่อน แล้วจึงเกิดการลุกไหม้ทำให้เกิดแสงสว่างขึ้นภายหลัง และในกรณีของไฟฟ้าทำให้หลอดไฟสว่างนี้ ก็เกิดพลังงานความร้อนขึ้นในเส้นลวดภายในหลอดไฟฉายก่อนจนลูกแดงและเปล่งแสงสว่างออกมา แต่เนื่องจากรวดเร็วมากจนแยกไม่ทันว่าเกิดอะไรก่อนหรือหลังกันแน่”

“ถ้าผมจะเรียกความร้อนและแสงสว่างว่าเป็นพลังงานฝาแฝดหรือพลังงานพี่พลังงานน้องจะได้ไหมครับ” วินัยถาม

“เธอจะเรียกอย่างนั้นก็คงได้ เพราะต่างก็เป็นพลังงานด้วยกัน และมักจะเกิดคู่กันเสมอ” ครูสง่าตอบยิ้ม ๆ แล้วถามต่อไปว่า



“ใครจะตอบครูได้ว่า ความร้อนและแสงสว่างมีประโยชน์อย่างไรบ้าง”

“ความร้อนช่วยในการหุงต้มอาหารและให้ความอบอุ่นแก่เราครับ” วินัยตอบ

“แสงสว่างช่วยให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ครับ” สัญญาตอบบ้าง

“แต่ความร้อนและแสงสว่างก็มีโทษเหมือนกันนะ เช่น ความร้อนอาจทำให้เกิดไฟไหม้บ้านได้ และแสงสว่างที่มากเกินไปก็อาจให้โทษแก่สายตา และทำให้วิตามินบางชนิดเสื่อมคุณภาพได้ เช่น วิตามินซี” ครูสง่าเสริมแล้วกล่าวสรุปว่า

“เป็นอันว่า นักเรียนทราบแล้วนะว่าแหล่งที่ให้ความร้อนและแสงสว่างคือ ดวงอาทิตย์ การเผาไหม้ การเสียดสี และไฟฟ้า ความร้อนและแสงสว่างมีประโยชน์มาก แต่ถ้าเราประมาทหรือไม่ระมัดระวังก็อาจเกิดโทษแก่เราได้ เช่น เกิดอัคคีภัย เป็นต้น”

หลังจากนั้น ครูสง่าก็สมทนกับเด็ก ๆ ถึงแหล่งที่ให้ความร้อนและแสงสว่างอื่น ๆ เช่น ความร้อนจากใต้พื้นพิภพ ความร้อนจากปฏิกิริยาเคมี ความร้อนจากพลังงานอะตอม ฯลฯ จนกระทั่งเวลาหยุดพัก



การเปลี่ยนแปลงที่น่าพิศวง

เสียงนกหวีดสัญญาณเริ่มกิจกรรมครั้งที่ ๓ ดังขึ้น ครูส่งพานักเรียนประจำหมู่ของตนเดินเข้าไปในอาคารอำนวยการค่าย-วิทยาศาสตร์ แล้วพูดขึ้นว่า

“นักเรียนเคยเรียนมาแล้วว่า สสารมีอยู่ ๓ สถานะ คือของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สิ่งที่เป็นสสาร ได้แก่ สิ่งที่มีน้ำหนักและต้องการที่อยู่ นักเรียนอยากทราบไหมว่าเมื่อสสารได้รับความร้อนจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง”

ครูส่งหยุดพูดครู่หนึ่ง แล้วจึงกล่าวต่อไปว่า

“ครูจะให้ให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างหนึ่ง ขอให้นักเรียนจับคู่กันทำการทดลองตามบทปฏิบัติการที่ครูจะแจกให้ แล้วตอบคำถามท้ายการทดลองด้วย สำหรับกิจกรรมช่วงเช้านี้ ให้นักเรียนทำการทดลองในบทปฏิบัติการที่ ๑ เพียง ๒ การทดลองก่อน ตอนบ่ายจึงค่อยมาทำการทดลองอื่น ๆ ต่อไป”

เมื่อครูส่งพูดจบก็ให้นักเรียนทุกคนมารับอุปกรณ์การทดลองและบทปฏิบัติการแล้วแยกย้ายกันไปทำการทดลองตามโต๊ะที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ วิทยาและสัญญาได้ทำงานคู่กันอีก เขาอ่านบทปฏิบัติการแล้วจัดอุปกรณ์และลงมือทดลองตามคำแนะนำในบทปฏิบัติการทีละขั้น



บทปฏิบัติการที่ ๑

การเปลี่ยนสถานะของสาร

การทดลองที่ ๑

อุปกรณ์การทดลอง

๑. ถาดโลหะ ๑ ใบ
๒. ขี้ผึ้ง
๓. ตะเกียงแอลกอฮอล์
๔. สามขาพร้อมตะแกรงลวด
๕. ไม้ขีดไฟ



วิธีทดลอง

๑. นำถาดโลหะที่ใส่ขี้ผึ้งมาตั้งไฟ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

๒. นำตะเกียงแอลกอฮอล์ออกจากถาดขี้ผึ้ง ปล่องให้ขี้ผึ้งเย็นลงแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง

คำถาม จากการทดลองทั้ง ๒ ข้อดังกล่าว นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

การทดลองที่ ๒

อุปกรณ์การทดลอง

๑. ขวดแก้วทนไฟ
๒. จุกกอร์กเจาะรูมีหลอดแก้วอเสียบอยู่
๓. หลอดทดลอง
๔. เทอร์โมมิเตอร์
๕. แก้วใส่น้ำแข็ง
๖. ตะเกียงแอลกอฮอล์
๗. สามขาพร้อมตะแกรง
๘. ไม้ขีดไฟ
๙. น้ำ



วิธีทดลอง

๑. เอนน้ำใส่ขวดแก้วทึบไฟครึ่งขวด ปิดปากขวดด้วยจุกกอร์ก
เจาะรู ๒ รู รูหนึ่งมีเทอร์โมมิเตอร์เสียบติดอยู่ อีกรูหนึ่งมีหลอดแก้ว
งอเสียบไว้ ให้ปลายหลอดแก้วในขวดอยู่เหนือระดับน้ำและอีก
ปลายหนึ่งของหลอดแก้วสอดอยู่ในหลอดทดลองซึ่งจุ่มอยู่ใน
แก๊วน้ำแข็ง ส่วนกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์นั้นให้จุ่มอยู่ไ้ระดับ
น้ำเล็กน้อย (ดังรูป)

๒. ยกขวดแก้วทึบไฟขึ้นตั้งไฟ

๓. คอยอ่านเทอร์โมมิเตอร์และบันทึกอุณหภูมิทุก ๒ นาที

๔. เมื่อน้ำเดือดแล้ว สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมทั้ง
สังเกตอุณหภูมิในขณะที่น้ำเดือดด้วย

คำถาม

๑. น้ำหรือของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนแปลง
อย่างไรบ้าง

๒. อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

๓. ในขณะที่น้ำกำลังเดือด อุณหภูมิของน้ำจะเป็นอย่างไร

๔. มีอะไรเกิดขึ้นในหลอดทดลองที่แช่อยู่ในแก๊วน้ำแข็ง
บ้าง สิ่งนั้นเกิดจากอะไร



ในระหว่างที่นักเรียนกำลังทดลอง ครูส่งาเดินดูพร้อมทั้งแนะนำช่วยเหลือในการจัดเครื่องมือและใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้อง ครูส่งาแนะนำให้นักเรียนรู้จักใช้เทอร์โมมิเตอร์ให้ถูกต้อง โดยบอกให้ทราบว่าเวลาอ่านเทอร์โมมิเตอร์จะต้องให้สายตาอยู่ระดับเดียวกับระดับของของเหลวหรือปรอทในเทอร์โมมิเตอร์ ให้ก้านของเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง อ่านมาตราส่วนที่ตรงกับส่วนบนสุดของผิวปรอทหรือของเหลว ซึ่งสูงขึ้นเล็กน้อย และต้องให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ล้อมรอบด้วยสิ่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิเสมอ ในกรณีของการทดลองนี้ เราต้องการวัดอุณหภูมิของน้ำ ดังนั้นจึงต้องให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในน้ำ แต่ถ้าเราต้องการทราบอุณหภูมิของไอน้ำเดือด เราก็จะต้องให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์อยู่สูงกว่าระดับน้ำ



ครูส่งอธิบายถึงลักษณะและชนิดของเทอร์โมมิเตอร์ว่า เทอร์โมมิเตอร์มีลักษณะเป็นหลอดแก้วยาวตรง ตรงปลายหลอด โป่งออกเป็นกระเปาะสำหรับใส่ของเหลวที่ขยายตัวได้ดี เมื่อได้รับความร้อน เช่น ปَرอทหรือแอลกอฮอล์ ถ้าเป็นแอลกอฮอล์ เขามักใส่สีแดงลงไปด้วยเพื่อให้เห็นชัด ที่ก้นหลอดมีรูตรงกลางสำหรับให้ของเหลวในกระเปาะขยายตัวขึ้นไปได้ และมีขีดบอกมาตราส่วนบนด้านหลอดสำหรับอ่านระดับของของเหลว หรืออุณหภูมิด้วย มาตราส่วนที่นิยมใช้กันมี ๒ แบบ คือ



๑. ชนิดเซลเซียส มาตราส่วนแบบนี้ปัจจุบันนิยมใช้กันมากที่สุด แบ่งมาตราส่วนระหว่างอุณหภูมิของน้ำแข็งและอุณหภูมิของน้ำเดือดออกเป็น ๑๐๐ ช่อง โดยมีอุณหภูมิของน้ำแข็งเท่ากับ ๐ องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำเดือดเท่ากับ ๑๐๐ องศาเซลเซียส

๒. ชนิดฟาเรนไฮต์ แบ่งมาตราส่วนระหว่างอุณหภูมิของน้ำแข็งและอุณหภูมิของน้ำเดือดออกเป็น ๑๘๐ ช่อง โดยมีอุณหภูมิของน้ำแข็งเท่ากับ ๓๒ องศาฟาเรนไฮต์ และอุณหภูมิของน้ำเดือดเท่ากับ ๒๑๒ องศาฟาเรนไฮต์

ครูส่งอธิบายให้นักเรียนทราบว่า เทอร์โมมิเตอร์ที่กำลังใช้อยู่ นั้นเป็นเทอร์โมมิเตอร์สำหรับการทดลองวิทยาศาสตร์ จึงมีมาตราส่วนแสดงอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิน้ำเดือดและต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำแข็งด้วย เพราะสิ่งที่ต้องการทราบอุณหภูมิอาจมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำมากก็ได้ นอกจากนั้นยังมีเทอร์โมมิเตอร์สำหรับใช้ในกรณีอื่นๆ อีก เช่น เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศ และเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดไข้ เป็นต้น





เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศนั้น ติดไว้บน
แผ่นไม้ ใช้แขวนกับฝาผนังได้ บนแผ่นไม้แบ่งมาตราส่วนของอุณหภูมิ
ไว้ แต่ไม่ถึงอุณหภูมิของน้ำเดือด เพราะอุณหภูมิของอากาศจะไม่
สูงขนาดนั้น แต่อุณหภูมิอาจต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำแข็งได้ เช่น
อุณหภูมิของประเทศในแถบหนาว ประเทศในทวีปยุโรปหรืออเมริกา
เป็นต้น

เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดไข้ เป็นเทอร์โมมิเตอร์อันเล็ก ๆ
สำหรับสอดไว้อมใต้ลิ้นได้ รูภายในหลอดแก้วจะมีส่วนที่ตีบหรือ
คดงอเพื่อให้ปรอทที่ขยายตัวขึ้นไปแล้วค้างอยู่ในรูหลอดได้นาน ๆ
เพื่อจะได้อ่านอุณหภูมิของร่างกายได้ถูกต้อง เวลาจะใช้วัดอุณหภูมิ
ใหม่จะต้องสลับเทอร์โมมิเตอร์แรง ๆ หลายครั้ง เพื่อให้ปรอท
ไหลกลับลงมาจนเส้นปรอทจ่อกัน และมาตราส่วนที่แบ่งไว้นั้นจะ

ปรอทวัดไข้ แบบเคลือบเงิน



แสดงมาตราส่วนเฉพาะช่วงของอุณหภูมิที่คนปรกติจะมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ในเวลาที่มีไข้เท่านั้น ดังนั้นจึงนำไปวัดอุณหภูมิของสิ่งอื่นโดยเฉพาะที่อุณหภูมิร้อนมาก ๆ ไม่ได้เพราะปรอทจะขยายตัวตันจนหลอดแก้วแตกได้

ครูส่งาสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีเก็บรักษาเทอร์โมมิเตอร์ด้วยว่าจะต้องระมัดระวังอย่าให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์กระแทกกับภาชนะหรือวัตถุต่าง ๆ เพราะจะทำให้กระเปาะซึ่งบางแตกได้ เช่น ไม่ใช้เทอร์โมมิเตอร์กวนในสิ่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เพราะอาจกระทบกระแทกกับภาชนะที่ใส่ได้ ต้องใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดต่าง ๆ ให้ถูกกับงานของมัน เช่น ไม่ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ไปวัดอุณหภูมิของน้ำเดือด เป็นต้น เวลาใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองหรือเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้เสร็จแล้ว ควรล้างให้สะอาดด้วยน้ำธรรมดา เช็ดให้แห้ง แล้วเก็บใส่กล่องให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันไม่ให้แตกหรือหักเสียหายได้





เมื่อนักเรียนทุกคนทดลองเสร็จแล้ว ครูส่งาก็พูดขึ้นว่า

“เออละ นักเรียนทุกคนทดลองเสร็จแล้ว ต่อไปนี้เราจะคุยกันเกี่ยวกับผลของการทดลองหรือข้อค้นพบที่พวกเธอได้จากการทดลองเหล่านี้ นักเรียนเล่าให้ครูฟังซิว่า เมื่อนำกรดซัลฟิวริกขึ้นตั้งไฟ มีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นบ้าง”

“ซัลฟิวริกจะค่อย ๆ อ่อนตัวแล้วไหลเยิ้มละลายครับ” วิชาพูด

“เดิมซัลฟิวริกอยู่ในสถานะอะไร” ครูส่งาถามต่อ

“เป็นของแข็งครับ” วิชาตอบ

“เมื่อซัลฟิวริกละลายแล้ว มันอยู่ในสถานะอะไร” ครูส่งาถามอีก

“ของเหลวครับ” วิชาตอบ

“อะไรทำให้ซัลฟิวริกเปลี่ยนสถานะได้” ครูส่งาถาม

“ความร้อนครับ” วิชาตอบ

“ดีมาก” ครูสง่าชม “ความร้อนทำให้ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้ เราเรียกการที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวว่า การหลอมเหลว”

“แต่เมื่อเราปล่อยให้เย็นลง มันกลับกลายเป็นขี้ผึ้งแข็งอย่างเดิมอีกครั้ง” ศัญญากล่าวแย้ง

“ถูกแล้ว เมื่อของเหลวเย็นตัวลงถึงอุณหภูมิหนึ่งมันจะแข็งตัวกลายเป็นของแข็งได้ การที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งนี้เราเรียกว่า การแข็งตัว” ครูสง่าอธิบาย

“ถ้าเช่นนั้นสสารก็สามารถเปลี่ยนแปลงสถานะกลับไปกลับมาได้นะสิครับ” วินัยถาม

“ถูกแล้ว” ครูสง่าตอบ แล้วถามต่อไปว่า

“จากการทดลองที่ ๒ น้ำเมื่อได้รับความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นบ้าง”

“ระดับปรอทในเทอร์โมมิเตอร์สูงขึ้นเรื่อย ๆ ครับ” ศัญญาตอบ

“นั่นแสดงว่าอะไรเปลี่ยนแปลง” ครูสง่าถามอีก

“อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงครับมันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ครับ” ศัญญาตอบ

“แต่ผมสังเกตว่า เวลาที่น้ำเดือดแล้ว ระดับปรอทไม่เปลี่ยนแปลงเลยครับ” วิทยาพูดขัดขึ้น

“วิทยามีความสังเกตดีมาก” ครูสง่าชม แล้วกล่าวต่อไปว่า

“เวลาที่น้ำเดือด อุณหภูมิของน้ำจะคงที่ เราเรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดเดือดของน้ำ”

“เวลาน้ำเดือด มันมีลักษณะอย่างไร” ครูสง่าถามต่อไป

“มีฟองอากาศโต ๆ เคลื่อนที่พุ่งพล่านเต็มไปหมดเลยครับ”

วินัยตอบ

“ถูกแล้ว” ครูสง่าพูด “เมื่อน้ำหรือของเหลวเดือด ทุก ๆ ส่วนของของเหลวจะเคลื่อนที่ทั้งหมด และมีลักษณะพุ่งพล่านอย่างที่ว่าวินัยพูดนั่นแหละ เราเรียกลักษณะเช่นนี้ว่า การเดือด”

ครูสง่าหยุดคิดครู่หนึ่ง แล้วพูดต่อไปว่า

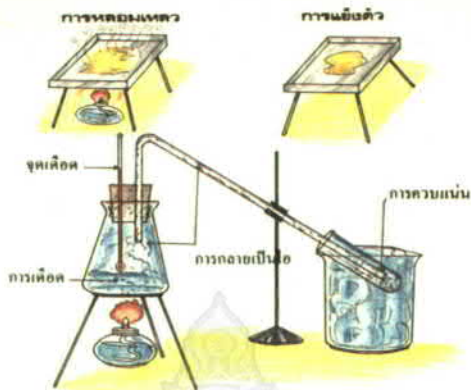
“เมื่อน้ำเดือดแล้ว นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง”

“ผมสังเกตเห็นไอน้ำครับ มองเห็นเป็นไอและเป็นฝ้าเกาะอยู่ตามหลอดแก้วอครับ” สัญญาพูด

“ที่เขตอบนั้นถูกส่วนหนึ่ง ที่ว่าถูกนั้นคือเมื่อน้ำเดือดน้ำจะกลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นไปซึ่งเราเรียกว่า การกลายเป็นไอ เรามักจะพบเสมอว่าเมื่อเราต้มน้ำนาน ๆ น้ำจะค่อย ๆ แห้งลง แต่ที่ไม่ถูกก็คือว่ามองเห็นเป็นไอและเป็นฝ้าเกาะอยู่ตามหลอดแก้วอ นั้น ที่จริงสิ่งที่มองเห็นนั้นไม่ใช่ไอน้ำ แต่มันเป็นละอองน้ำที่เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำ เพราะไอน้ำเรามองไม่เห็น เนื่องจากอยู่ในสถานะเป็นก๊าซ สิ่งที่เรามองเห็นจึงเป็นไอน้ำที่ควบแน่นเป็นละอองน้ำแล้ว” ครูสง่าอธิบาย

“การควบแน่นของไอน้ำคืออะไรกันครับ และทำไมมันจึงควบแน่น” วินัยถามด้วยความสงสัย

“การควบแน่นของไอน้ำก็คือการที่ไอน้ำเปลี่ยนสถานะกลับมาเป็นน้ำนั่นเอง และการที่มันเกิดการควบแน่นได้ ก็เพราะมันกระทบเข้ากับความเย็น” ครูสง่าตอบ



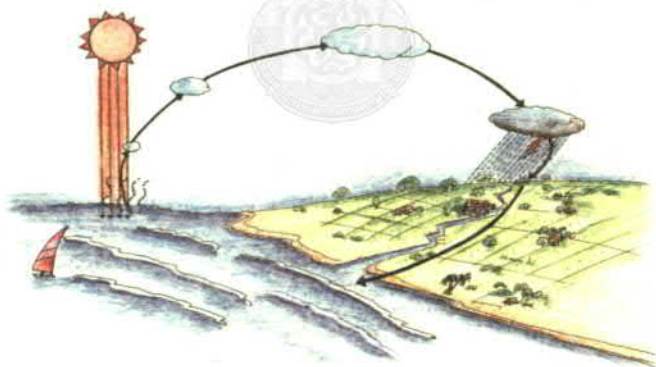
“อย่างที่มีน้ำกลับกลายเป็นน้ำอีกในหลอดทดลองที่แช่ในน้ำแข็งนะหรือครับ” วินัยถามขึ้น

“ถูกต้อง” ครูสง่าตอบ แล้วอธิบายต่อไปว่า “อย่างที่เธอเห็นไอน้ำกลับกลายเป็นน้ำอีกในหลอดทดลองนั้นแหละ เนื่องจากเราแช่หลอดทดลองไว้ในน้ำแข็ง ไอน้ำที่ผ่านมาตามหลอดแก้ว เมื่อกระทบกับความเย็นของหลอดทดลองเข้า ก็จะควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ ส่วนที่ครูว่าเกิดการควบแน่นของไอน้ำตามหลอดแก้วนั้นก็เพราะหลอดแก้วนั้นเย็นกว่าไอน้ำมาก โดยเฉพาะเมื่อน้ำยังไม่เดือด ยังไม่มีไอน้ำร้อนๆ เคลื่อนที่ผ่านมาถึง”

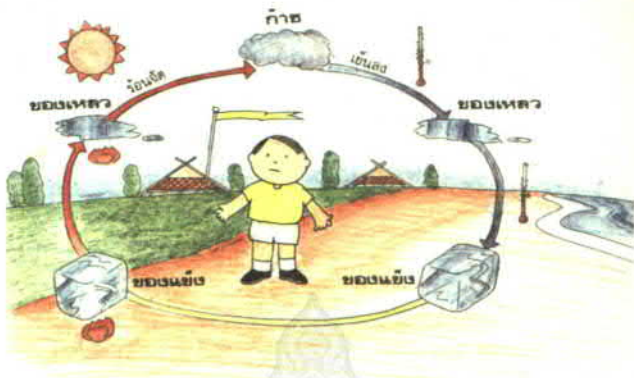
“การทดลองนี้คล้ายกับการเกิดฝนตกใช่ไหมครับ” วิชาถาม

“ถูกแล้ว เป็นคำถามที่ดีมาก วิชา” ครูสง่าชม

“การเกิดฝนในธรรมชาติก็อธิบายได้ด้วยหลักการนี้เช่นเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อน้ำตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ในธรรมชาติได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ก็จะกลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นไปในอากาศ แต่การกลายเป็นไอนี้ในกรณีนี้ต่างกับที่เรากล่อง เพราะเป็นการกลายเป็นไออย่างช้า ๆ โดยที่น้ำไม่เดือดและเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวหน้าของน้ำเท่านั้น เราเรียกว่า การระเหย เมื่อไอน้ำลอยขึ้นไปในอากาศสูง ๆ ก็กระทบกับความเย็นของบรรยากาศเบื้องบน ทำให้มันควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ ลอยอยู่ซึ่งเราเรียกว่า เมฆ นั่นเอง เมื่อละอองน้ำเหล่านั้นเกาะกลุ่มรวมตัวกันมากขึ้น ๆ ก็จะหนักและลอยตัวต่ำลง ในที่สุดก็จะตกลงมาเป็นฝน”



วัฏจักรของน้ำ



วิทยาศาสตร์ล่อๆ ขึ้นว่า “สสารนี้แปลกจริง เมื่อได้รับความร้อนก็จะเปลี่ยนแปลงสถานะเช่นจากของแข็งกลายเป็นของเหลว จากของเหลวกลายเป็นไอหรือก๊าซ แต่เมื่อเย็นลงก็กลับกลายเป็นของเหลว และของแข็งอย่างเดิมอีก”

ครูส่งกล่าวชมว่า “เธอเข้าใจถูกต้องแล้ววิชา นักเรียนทุกคนจำไว้ให้ต๊ะนะ สิ่งที่วิทยาศาสตร์เมื่อสักครู่นี้เป็นการสรุปสิ่งที่เรากำหนดกิจกรรมในช่วงเช้านี้ทั้งหมดได้อย่างดีทีเดียว”

เมื่อครูส่งพูดจบลงก็พอดีได้ยินเสียงสัญญาณนกหวีดดังขึ้น แสดงว่าได้เวลารับประทานอาหารกลางวันแล้ว ครูส่งจึงบอกให้นักเรียนไปพักได้ และบอกว่าให้กลับมาทำกิจกรรมต่อไปอีกในตอนบ่าย



สนุกกับการทดลอง

เมื่อถึงเวลาทำกิจกรรมภาคบ่าย ครูส่งแจกบทปฏิบัติการ
ที่ ๒ พร้อมด้วยอุปกรณ์การทดลองให้วิชาและเพื่อน ๆ ทดลอง
ต่อไป บทปฏิบัติที่นักเรียนได้รับมีข้อความดังนี้

บทปฏิบัติการที่ ๒

การขยายตัวของสาร

การทดลองที่ ๑

อุปกรณ์การทดลอง

๑. ลวดเหล็ก ๑ เส้น

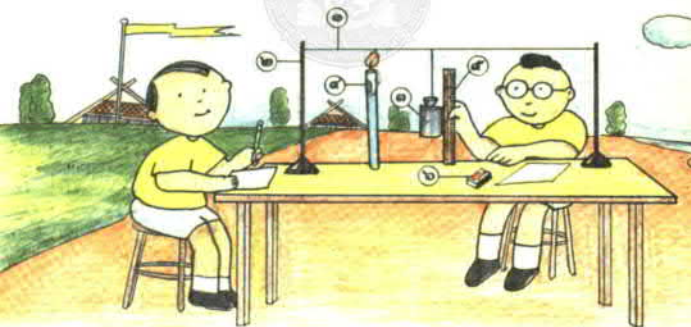
๒. หลัก ๒ หลัก

๓. ตั้มน้ำหนัก ๑ ตั้ม

๔. เทียนไข ๒-๓ แท่ง

๕. ไม้บรรทัด

๖. ไม้ขีดไฟ



วิธีทดลอง

๑. นำสวดเหล็กซึ่งไว้กับหลัก ๒ หลัก ให้ตั้ง นำตุ้มน้ำหนักผูกไว้กับกึ่งกลางของเส้นสวด (ดังรูป) วัดระยะทางที่ตุ้มน้ำหนักอยู่สูงจากพื้นด้วยไม้บรรทัด แล้วจดบันทึกไว้

๒. จดเทียบนาฬิกา แล้วนำมาสั่นเส้นสวดให้ร้อนเป็นเวลาสัก ๔-๕ นาที

๓. วัดระยะทางที่ตุ้มน้ำหนักอยู่สูงจากพื้นด้วยไม้บรรทัดอีกครั้งหนึ่งแล้วจดบันทึกไว้

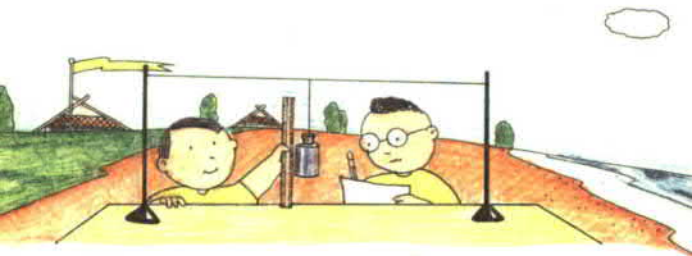
๔. นำเทียบนาฬิกาออก แล้วปล่อยสวดเหล็กให้เย็นสัก ๒๐ นาที

๕. วัดระยะทางที่ตุ้มน้ำหนักอยู่สูงจากพื้นอีกครั้งหนึ่ง

๖. เปรียบเทียบข้อมูลที่วัดได้ทั้ง ๓ ครั้ง

คำถาม

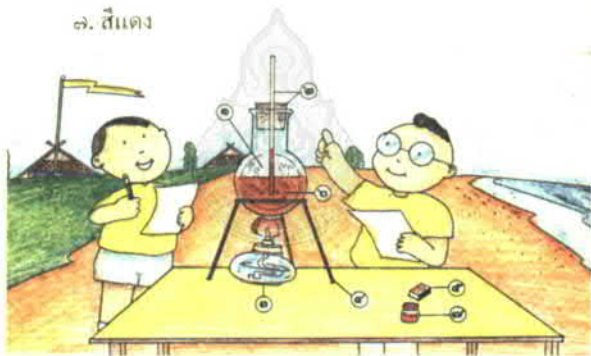
จากการทดลองดังกล่าวข้างต้น นักเรียนจะสรุปผลของการทดลองอย่างไร



การทดลองที่ ๒

อุปกรณ์การทดลอง

๑. ขวดทนไฟรูปกลม
๒. จุกยางเจาะรูมีหลอดแก้วตรงเสียบอยู่
๓. ตะเกียงแอลกอฮอล์
๔. สามขา
๕. ไม้ขีดไฟ
๖. น้ำ
๗. สีแดง



วิธีทดลอง

๑. กรอกลูกไม้ใส่ลงในขวดทนไฟรูปกลม หยดสีแดงลงไป ๒-๓ หยด อุดปากขวดด้วยจุกยางเจาะรูมีหลอดแก้วตรงเสียบติดอยู่ ให้ปลายหลอดแก้วในขวดจุ่มอยู่ใต้ระดับน้ำ สังเกตระดับน้ำในหลอดแก้ว ทำเครื่องหมายแสดงระดับน้ำในหลอดแก้วไว้

๒. นำขวดทนไฟที่มีน้ำสีแดงดังกล่าวกวขึ้นตั้งไฟ

๓. สังเกตระดับน้ำในหลอดแก้วทุก ๑ นาที เป็นเวลาประมาณ ๕ นาที

๔. นำตะเกียงแอลกอฮอล์ออก ปล่องทิ้งไว้ให้น้ำในขวดเย็นลง ๑๐ นาที สังเกตระดับน้ำในหลอดแก้วทุก ๑ นาที เช่นเดียวกัน
คำถาม

นักเรียนจะสรุปผลของการทดลองนี้อย่างไร

การทดลองที่ ๓

อุปกรณ์การทดลอง

๑. ขวดรูปกลม

๒. จุกยางเจาะรู มีหลอดแก้วอเสียบอยู่

๓. หยดน้ำสีแดง หรือเม็ดยาโปรท



วิธีทดลอง

๑. นำขวดรูปกลมเปล่า ๆ มาใบหนึ่ง อุดปากขวดด้วยจุกยาง เเจาะรูมีหลอดแก้วงอเสียบติดอยู่ ใส่หยดน้ำสีแดงหรือเม็ดปรอท ให้ค้างไว้ในหลอดแก้วงอนั้น (ดังรูป) แล้วทำเครื่องหมายของหยดน้ำหรือเม็ดปรอทนั้นไว้

๒. ใช้อุ้งมือทั้งสองข้างกุมขวดกันกลมมันไว้ สัก ๒-๓ นาที

๓. สังเกตดูหยดน้ำหรือเม็ดปรอทนั้นว่าเคลื่อนที่ไปจากเดิมหรือไม่

๔. ปลอ่ยมือที่กุมขวดไว้ ออก แล้วตั้งขวดไว้สัก ๒-๓ นาที สังเกตดูการเคลื่อนที่ของหยดน้ำหรือเม็ดปรอทนั้นเช่นเดียวกัน
คำถาม

นักเรียนจะสรุปผลของการทดลองนี้อย่างไร

เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มทำการทดลองทั้ง ๓ การทดลองเสร็จแล้ว ครูส่งาก็เรียกให้ทุกคนมานั่งล้อมวงกัน เพื่อสนทนาเกี่ยวกับการทดลองที่ได้กระทำมาแล้ว



ครูสง่าพูดขึ้นว่า

“นักเรียนได้ทำการทดลองทั้ง ๓ การทดลองเสร็จแล้ว ครูจะถามเกี่ยวกับการทดลองที่ ๑ ก่อนว่า เมื่อนำเทียนไขมาลงเส้นลวดให้ร้อนแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นบ้าง”

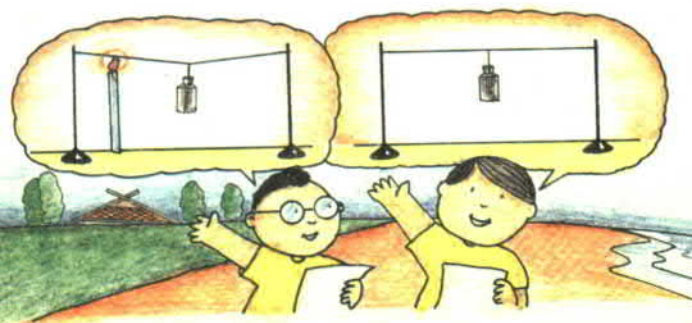
“เส้นลวดหย่อนลงครับ ซึ่งทราบได้จากการวัดตม้น้ำหนักซึ่งห้อยต่ำลงมาจากเดิม” สัญญาตอบ

“การที่เส้นลวดหย่อนลงหมายความว่าอย่างไร” ครูสง่าถาม
สัญญาหยุดคิดครู่หนึ่งแล้วจึงตอบว่า

“ผมเข้าใจว่าลวดคงจะยาวขึ้นกระมังครับ”

“เธอเข้าใจถูกต้องแล้ว” ครูสง่ากล่าว “เมื่อลวดได้รับความร้อนมันจะขยายตัวยาวขึ้น”

“แต่เมื่อเราปล่อยให้เย็นลง มันจะหดตัวใช้ไหมครับ เพราะผมวัดตม้น้ำหนัก ตม้น้ำหนักเลื่อนสูงขึ้นจากเดิม แสดงว่าลวดตึงขึ้น”
วินัยถาม



“ถูกแล้ว” ครูส่งคำตอบ แล้วถามต่อไปว่า

“เมื่อนักเรียนนำขวดที่มีน้ำสีแดงขึ้นตั้งไฟในการทดลองที่ ๒ นั้น นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง”

“ระดับน้ำในหลอดแก้วเลื่อนสูงขึ้นครับ” วินัยตอบ

“แล้วเมื่อเอาเทียนไขออกแล้วล่ะ” ครูส่งคำถามต่อไป

“ระดับน้ำในหลอดแก้วลดลงครับ” วินัยตอบอีก

“หมายความว่าน้ำขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และหดตัวเมื่อเย็นลงใช่ใหมครับ” วิชาถามขึ้น

“ถูกต้อง วิชา” ครูส่งคำตอบ



“ในการทดลองที่ ๓ เมื่อนักเรียนเอามือทั้งสองกุมขวดกลมไว้ นั้น เธอสังเกตเห็นอะไรบ้าง” ครูส่งคำถามต่อไป

“ผมสังเกตเห็นหยดน้ำเกลื่อนที่ออกไปทางปลายหลอดแก้วงอครับ” สัณญาตอบ

“เมื่อเธอเอามือออกจากกรอกุมขวดแก้วแล้วล่ะ เธอสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง” ครูส่งถามอีก

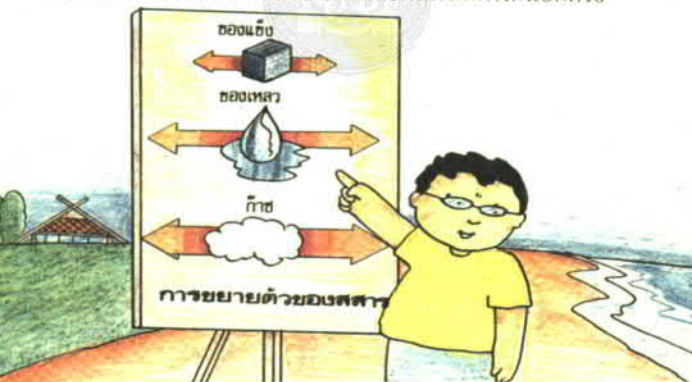
“หยดน้ำนั้นเกลื่อนที่กลับมาอีกครั้ง” สัณญาตอบ แล้ว

ถามว่า “การทดลองนี้คงจะแสดงว่าอากาศขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และหดตัวเมื่อเย็นลงเช่นเดียวกับเส้นลวดและน้ำในการทดลองที่ ๑ และ ๒ ใช่ไหมครับ”

“ดีมาก เธอเข้าใจถูกต้องแล้ว” ครูสง่าชม

“ผมรู้สึกว่ ในระหว่างเส้นลวด น้ำ และอากาศนั้น อากาศได้รับความร้อนเพียงเล็กน้อยก็ขยายตัวจนสังเกตเห็นได้ รองลงมาคือน้ำ ส่วนเส้นลวดนั้นต้องใช้ไฟลนอยู่นานจึงสังเกตเห็นว่าขยายตัว” วิทยาพูดขึ้น

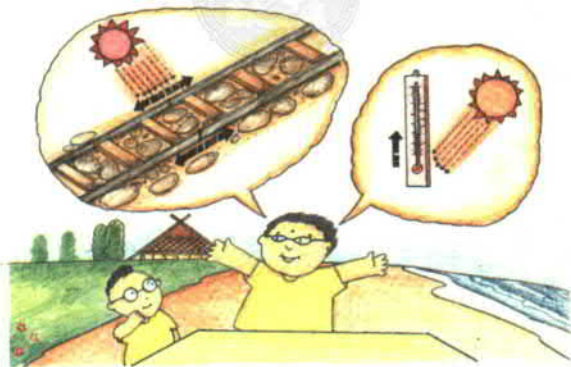
“วิทยามีความสังเกตดีมาก” ครูสง่าชมแล้วอธิบายต่อไปว่า “ในบรรดาสารทั้ง ๓ สถานะนั้น ของแข็งขยายตัวและหดตัวได้น้อยที่สุด ของเหลวขยายตัวและหดตัวได้ดีขึ้น ส่วนอากาศหรือก๊าซจะขยายตัวและหดตัวได้ดีที่สุด นอกจากนั้นของแข็งหรือของเหลวต่างชนิดกัน ก็จะขยายตัวและหดตัวได้ต่างกันอีกด้วย”



สัญญาเอ่ยถามขึ้นบ้างว่า

“ครูครับ เราจะนำความรู้เรื่องการขยายตัวของสสาร เมื่อได้รับความร้อนนี้ไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้างครับ

“เรานำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ในการวางรางรถไฟ เขาจะเว้นช่องระหว่างหัวรางแต่ละท่อนไว้เล็กน้อย เพื่อไว้สำหรับรางรถไฟขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนในเวลากลางวัน ถ้าวางรางแต่ละท่อนให้ชิดกันพอดี เวลามันขยายตัวจะดันกันจนรางรถไฟคดงอ อาจเป็นเหตุให้รถไฟตกรางได้ ส่วนของเหลวขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนนั้นเขานำไปเป็นหลักในการสร้างเทอร์โมมิเตอร์ โดยบรรจุของเหลว เช่น ปรอทหรือแอลกอฮอล์ไว้ในกระเปาะแก้ว ซึ่งมีมันจะขยายตัวขึ้นไปตามรูหลอดแก้วมากหรือน้อยตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ครูสาวอธิบายจบพอดีเสียงสัญญาดนกลหวิดหมดเวลา ก็ตั้งขึ้น





การเดินทาง ๓ วิธี

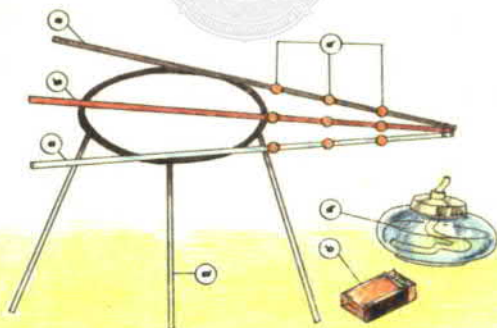
เช้าวันที่ ๕ เมษายน ซึ่งเป็นวันที่ ๓ ของการอยู่ค่ายพักแรม หลังจากทำกิจกรรมกายบริหารและรับประทานอาหารเช้าเรียบร้อยแล้ว ก็ถึงเวลาทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ต่อไป ครูส่งคำสั่งให้นักเรียนแบ่งหมู่กันหมู่ละ ๔ คน ดำเนินกิจกรรมตามบทปฏิบัติการต่อไปนี้

บทปฏิบัติการที่ ๓

การทดลองที่ ๑

อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|---------------|---------------------|
| ๑. แท่งเหล็ก | ๕. ตะเกียงแอลกอฮอล์ |
| ๒. แท่งทองแดง | ๖. ไม้ขีดไฟ |
| ๓. แท่งแก้ว | ๗. สามขา |
| ๔. ดินน้ำมัน | |



วิธีทดลอง

๑. นำแท่งเหล็ก แท่งทองแดง และแท่งแก้วซึ่งแต่ละแท่งติดดินน้ำมันไว้ ๓ ก้อน ห่างจากปลายข้างหนึ่งเป็นระยะเท่า ๆ กัน วางบนสามขา จัดให้ปลายข้างหนึ่งที่ไม่มีดินน้ำมันติดอยู่มารวมกัน (ดังรูป)

๒. จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ ลนตรงส่วนปลายของแท่งวัตถุที่รวมกันไว้นั้น

๓. สังเกตความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

คำถาม

๑. ดินน้ำมันที่ติดไว้บนแท่งวัตถุทั้ง ๓ แท่ง เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

๒. ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหมายความว่าอย่างไร

๓. ความร้อนเคลื่อนที่ผ่านของแข็งในลักษณะเช่นไร



การทดลองที่ ๒

อุปกรณ์การทดลอง

๑. หลอดทดลอง
๒. ด่างทับทิม
๓. น้ำ
๔. กิมไม้
๕. ตะเกียงแอลกอฮอล์
๖. ไม้ขีดไฟ

วิธีการทดลอง

๑. เติมน้ำใส่หลอดทดลองประมาณครึ่งหลอด ได้เกร็ดต่าง
ทับทิมลงไป ๒ - ๓ เกร็ด จ้าหลอดทดลองด้วยกิมไม้ยกไปลงไฟ
(ดังรูป)

๒. สังเกตการเคลื่อนที่ของสีต่างทับทิม



คำถาม

๑. สีของด่างทับทิมเคลื่อนที่อย่างไร
๒. ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหมายความว่าอย่างไร
๓. ความร้อนเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

การทดลองที่ ๓

อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|------------------------|-----------------|
| ๑. กล้องกระดาษสีเหลือง | ๕. เทียน ๑ แท่ง |
| ๒. กระดาษแก้ว | ๖. ไม้ขีดไฟ |
| ๓. หลอดตะเกียง ๒ หลอด | |
| ๔. รูป ๓ ดอก | |

วิธีทดลอง

๑. นำกล้องกระดาษสีเหลืองมาใบหนึ่ง ตัดด้านข้างด้านหนึ่งออกแล้วปิดด้วยกระดาษแก้วแทน เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพในกล้องได้ เเจาะรูด้านบนกล้องเป็นรูปกลม ๒ รู กว้างของกล้องให้ขนาดของรูพอดีกับขนาดของหลอดตะเกียง แล้วสวมหลอดตะเกียงเข้ากับรูทั้งสองนั้น จุดเทียนไข ๑ แท่ง แล้วนำไปวางใต้รูกล้องข้างหนึ่ง (ดังรูป)



๒. จุดรูป ๓ ดอก แล้วเอาปลายรูปไปหาอยู่ที่ปากหลอดตะเกียงทีละข้าง

๓. สังเกตการเคลื่อนที่ของกรวยรูป เปรียบเทียบกับเมื่อเอารูปที่ปากหลอดตะเกียงทีละข้าง

คำถาม

๑. การเคลื่อนที่ของควันทูล้อมมีลักษณะอย่างไร เมื่อแท่งขุปล
ที่ปากหลอดตะเกียงที่ละข้าง

๒. ความร้อนเคลื่อนที่ในอากาศอย่างไร

เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มทดลองเสร็จแล้ว ครูส่งที่เรียกนักเรียน
ทุกคนมานั่งรวมกันเพื่ออภิปรายถึงผลการทดลองที่ได้กระทำไปแล้ว
ครูส่งถามขึ้นว่า

“เมื่อนักเรียนเผาแท่งวัตถุ ๓ แท่ง ในการทดลองที่ ๑ นั้น
นักเรียนสังเกตพบอะไรเกิดขึ้นบ้าง”

“ดินน้ำมันที่ติดไว้บนแท่งเหล็กและแท่งทองแดงหลุด
ลงมาครับ แต่ที่ติดไว้บนแท่งแก้วไม่หลุดเลย แม้ว่าเราจะเผาเป็น
เวลานาน” วินัยตอบ

“แต่ดินน้ำมันที่ติดไว้บนแท่งทองแดงหลุดเร็วกว่าที่ติดไว้
บนแท่งเหล็กครับ” สัณญาตอบบ้าง



“นักเรียนคิดว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น” ครูส่งถาม

นักเรียนทุกคนต่างเงิบกันไปครูใหญ่ ในที่สุดวิทยากรก็กล่าว
ขอรับรองให้ครูส่งอธิบายให้ฟัง ครูส่งจึงอธิบายว่า

“เป็นเพราะความร้อนเคลื่อนที่ผ่านแท่งทองแดงได้เร็วกว่า
แท่งเหล็ก ส่วนแท่งแก้วนั้นความร้อนเคลื่อนที่ได้ช้ามากหรืออาจ
เคลื่อนที่ไปไม่ได้เลย นอกจากนั้นความร้อนยังเคลื่อนที่ผ่านวัตถุ
ต่างชนิดกันได้ดีไม่เท่ากัน วัตถุที่ความร้อนเคลื่อนที่ผ่านได้ดีเรียกว่า
ตัวนำความร้อน ส่วนวัตถุที่ความร้อนเคลื่อนที่ผ่านได้ช้ามากหรือ
ไม่ได้เลยเรียกว่า ฉนวนความร้อน พวกโลหะเป็นตัวนำความร้อน
ที่ดี เช่น เงิน ทองแดง อะลูมิเนียม เหล็ก ส่วนวัตถุที่นำความร้อน
ไม่ได้ดี เช่น แก้ว ไม้ พลาสติก เป็นต้น”



ครูส่งาหยุดคิดครู่หนึ่ง แล้วถามต่อไปว่า

“นักเรียนสังเกตบ้างไหมว่า ดินน้ำมัน ๓ ก้อนที่ติดบนแท่งทองแดงหรือแท่งเหล็กนั้น ก้อนไหนหลุดก่อน และก้อนไหนหลุดหลังสุด”

“ก้อนที่อยู่ใกล้ไฟหลุดก่อนครับ และก้อนที่อยู่ไกลสุดหลุดทีหลังเพื่อนเลยครับ” สัตยูญาตอบ

“ถูกแล้ว การที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะความร้อนเคลื่อนที่ผ่านวัตถุที่เป็นของแข็งโดยการเคลื่อนที่จากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่อยู่ชิดกันต่อ ๆ กันไปจากโมเลกุลที่อยู่ใกล้ความร้อนที่สุดไปยังโมเลกุลที่อยู่ห่างออกไปตามลำดับ โดยที่โมเลกุลของวัตถุนั้นไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย ซึ่งเราเรียกการเคลื่อนที่หรือการเดินทางของความร้อนในลักษณะนี้ว่า การนำความร้อน” ครูส่งาอธิบาย

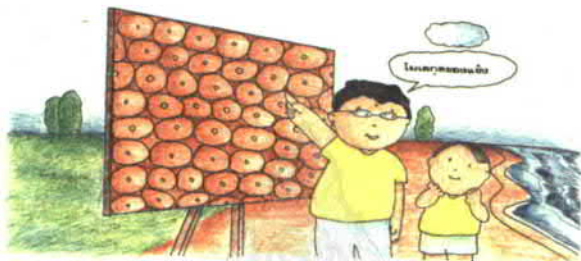


การนำความร้อน

“ครูครับ โมเลกุลคืออะไรครับ” วินัยถามขึ้น

“โมเลกุลคืออนุภาคเล็ก ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นก้อนวัตถุในของแข็งนั้นโมเลกุลจะอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อมันได้รับความร้อนก็จะสั่นสะเทือนและชนโมเลกุลที่อยู่ใกล้ ๆ ให้สั่นสะเทือนไปด้วย

ทำให้ไปชนโมเลกุลอื่นต่อไปเรื่อย ๆ ดังนั้นโมเลกุลที่อยู่ไกลจากแหล่งกำเนิดความร้อน ก็จะสั่นสะเทือนได้หรือร้อนได้ ครูสง่าอธิบายพร้อมทั้งวาดรูปแสดงโมเลกุลของของแข็งบนกระดานดำประกอบด้วย



“ใครทราบบ้างว่า เรามาความรู้เกี่ยวกับการเดินทางของความร้อนผ่านวัตถุที่เป็นของแข็งชนิดต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง” ครูสง่าถาม

“ด้ามถือหรือมือจับของภาชนะหุงต้ม ต้องทำด้วยวัตถุที่เป็นฉนวนกั้น เพื่อว่าจะได้ไม่ร้อนมือเวลาจับหรือหิ้ว” วิชาตอบ



“แต่ตัวภาชนะหุงต้ม เช่น หม้อหรือกระทะ ต้องทำด้วยโลหะ ที่เป็นตัวนำความร้อนครับ ส่วนมากใช้อะลูมิเนียม หรือเหล็ก เพื่ออาหารจะได้สุกเร็ว ถ้าใช้ฉนวนความร้อนอาหารคงไม่สุกแน่” สัตยญาพูด

“ด้วยกาแฟหรือชาไม้ไผ่แกงก็ควรทำด้วยฉนวนความร้อน เพราะจะได้ไม่ร้อนมือหรือร้อนปากครับ” วินัยพูดขึ้นบ้าง

“ข้อนี้ตักแกงส่วนใหญ่ก็ทำด้วยกระเบื้องครับ เพราะจะต้องจุ่มอยู่ในน้ำแกงร้อน ๆ เวลาเอามือตักช้อนน้ำแกงจะได้ไม่ร้อนมือครับ” วิทยาเสริม



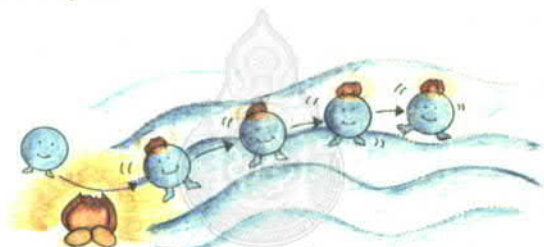
“ดีมาก เก่งกันทุกคน สามารถนำความรู้ที่เรียนไปอธิบาย เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้ดี” ครูสง่าชม แล้วถามต่อไปว่า

“ในการทดลองวิธีที่ ๒ นักเรียนสังเกตเห็นสีของด่างทับทิม ที่ละลายน้ำเคลื่อนที่อย่างไร ทั้งขณะที่ยังไม่ได้ลงไฟ และเมื่อลงไฟแล้ว”

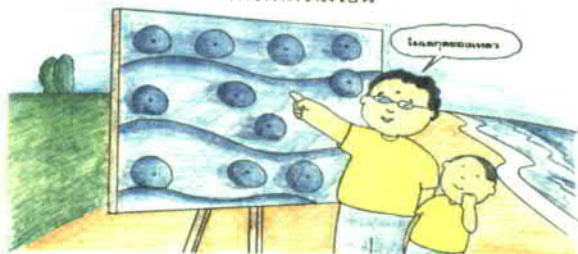
“เมื่อยังไม่ได้ลงไฟ สีชมพูอมม่วงของด่างทับทิมที่ละลาย จะจมอยู่ก้นหลอดทดลองครับ แต่เมื่อเอาไฟลงสักครู่สีของด่างทับทิมที่ละลายจะลอยขึ้นไปเป็นสายจากก้นหลอดสู่ผิวน้ำครับ” สัตยญาตอบ

“ครูครับ ทำไมสีของด่างทับทิมจึงขึ้นมาข้างบนได้” วินัยถามขึ้น

“การที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะน้ำที่ร้อนจะลอยตัวขึ้นสูงก็เลยพาสีขึ้นไปข้างบนด้วย ในกรณีการเคลื่อนที่หรือการเดินทางของความร้อนแบบนี้เราเรียกว่า การพาความร้อน เพราะว่าโมเลกุลของเหลวอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็ง เมื่อได้รับความร้อนจึงเคลื่อนที่ได้ง่าย” ครูส่งอธิบายพร้อมทั้งวาดรูปแสดงโมเลกุลของของเหลวให้นักเรียนดูด้วย



การพาความร้อน



ครูสง่าหยุดคิดครู่หนึ่ง แล้วถามนักเรียนว่า

“การเคลื่อนที่ของก้อนรูปในการทดลองที่ ๓ มีลักษณะอย่างไร วินัยตอบครูซิ”

“เมื่อผมเอารูปแท่งที่ปากหลอดตะเกียงข้างที่มีเทียนอยู่ข้างใต้ ก้อนรูปลอยขึ้นข้างบนไม่ลงไปในกลุ่ม แต่เมื่อย้ายรูปไปแท่งที่ปากหลอดตะเกียงข้างที่ไม่มีเทียนไข คราวนี้ก้อนรูปกลับลอยไปในกลุ่ม แล้วลอยขึ้นทางหลอดตะเกียงอีกข้างหนึ่งครับ”
วินัยตอบ

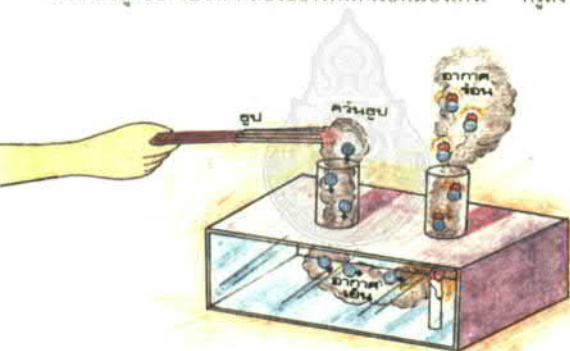


“การเคลื่อนที่ของก้อนรูปเช่นนี้ ความหมายว่าอย่างไร ครูสง่าถาม

“แสดงว่าอากาศที่ร้อนเหนือเปลวเทียนลอยตัวขึ้นสูงและพาเอาก้อนรูปลอยขึ้นไปด้วยครับ” วินัยตอบ

“ครูครับ ทำไมเมื่อเอารูปแท่งตรงปากหลอดตะเกียงข้างที่ไม่มีเทียนไข ก้อนรูปจึงลอยลงไปในกลุ่ม แล้วลอยขึ้นหาด้านมีเทียนไขล่ะครับ” วิทยาถาม

“การที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะอากาศเหนือเทียนได้รับความร้อน โมเลกุลของอากาศร้อนจึงลอยตัวสูงขึ้นเช่นเดียวกับโมเลกุลของน้ำ และโมเลกุลของอากาศหรือก๊าซอยู่ห่างกันมากกว่าของเหลวเสียอีกจึงลอยตัวสูงขึ้นได้โดยง่ายและพาความร้อนขึ้นไปด้วย เมื่ออากาศร้อนลอยสูงขึ้นทางด้านที่มีเทียนไขอยู่ อากาศเย็นเหนือหลอดตะเกียงทางด้านหนึ่ง จึงลอยเข้ามาแทนที่ และพาเอาควันรูปลอยลงมาด้วย เมื่อถึงบริเวณเหนือเปลวเทียนไขก็จะลอยขึ้นสูงออกไปจากกล่องอย่างที่นักเรียนมองเห็น” ครูสง่าอธิบาย



“ถ้าเช่นนั้น การเดินทางของความร้อนในอากาศก็เป็น การพาความร้อน เช่นเดียวกับในของเหลวนะซิครับ” สัตยูถาม

“ถูกแล้ว ความร้อนเดินทางหรือเคลื่อนที่ในอากาศหรือก๊าซได้โดยการพาความร้อนเช่นเดียวกัน” ครูสง่าตอบ

“ความร้อนเดินทางโดยวิธีอื่นอีกได้ไหมครับ” วินัยถาม

“ความร้อนยังเดินทางหรือเคลื่อนที่ได้อีกแบบหนึ่ง คือ การแผ่รังสีความร้อน” ครูสง่าตอบ

“เป็นอย่างไรรครับ” วินัยถาม

“การแผ่รังสีความร้อน เป็นการเคลื่อนที่ของความร้อน โดยแผ่กระจายออกโดยรอบแหล่งกำเนิดความร้อน โดยไม่ต้องอาศัยโมเลกุลของสสารใด ๆ เป็นสื่อนำหรือเป็นตัวพาไป เช่น การที่เรานั่งอยู่ข้างกองไฟหรือเตาไฟ เราจะรู้สึกร้อนไม่ว่าเราจะขยับไปนั่งทางไหนรอบกองไฟ จะนั่งใต้ลมหรือเหนือลมก็ร้อนทั้งสิ้น แต่ถ้านั่งใต้ลมจะร้อนกว่านั่งเหนือลม เพราะความร้อนเคลื่อนที่มายังตัวเราได้ ๒ แบบ คือ ทั้งโดยการพาความร้อน โดยอาศัยโมเลกุลของอากาศพาความร้อนมา และโดยการแผ่รังสีความร้อนด้วย” ครูสง่าอธิบาย แล้วถามขึ้นว่า



“ใครทราบบ้างว่า ทำไมช่องลมตามบ้านเรือน เขาจึงทำไว้
ตอนบนของประตูหน้าต่าง หรือชิดกับเพดานห้อง”

“ผมคิดว่าคงจะเกี่ยวกับการระบายอากาศกระมังครับ”

สัญญาตอบ

“เกี่ยวข้องกับอากาศอย่างไร” ครูสง่าถามอีก

“อากาศในห้องที่ร้อนคงจะลอยตัวขึ้นสูงและออกไปทาง
ช่องลมเหนือหน้าต่างและประตู และอากาศภายนอกที่เย็นกว่าก็
จะพัดเข้ามาแทนที่ทางประตูหน้าต่างเช่นเดียวกับการทดลองที่ ๓
ครับ” สัญญาตอบ

“ดีมาก” ครูสง่าชม “เรื่องนี้ก็อธิบายได้ด้วยเรื่องของการพา
ความร้อนในอากาศนั่นเอง”



วิชาซึ่งนั่งฟังอยู่นานเอ่ยถามครูสง่าขึ้นว่า

“ครูครับ เราใช้หลักการของการแผ่รังสีความร้อนไปใช้ ประโยชน์
ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้างครับ”

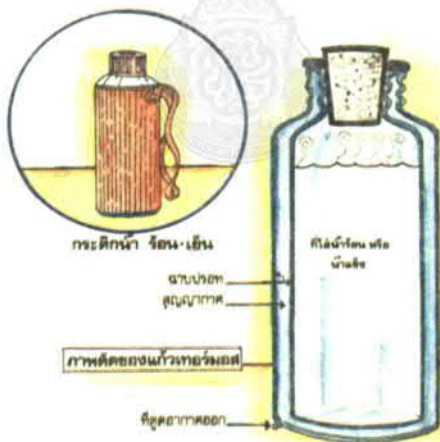


“เป็นคำถามที่ดีมาก วิชา” ครูสง่าชม แล้วอธิบายต่อไปว่า
“เรานำความรู้เกี่ยวกับเรื่องการนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อน
นี้ไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ที่สำคัญและเราส่วนมากรู้จักดีคือ
การทำกระติกน้ำร้อนและกระติกน้ำแข็ง หรือที่เรียกว่า แก้วเทอร์มอส”



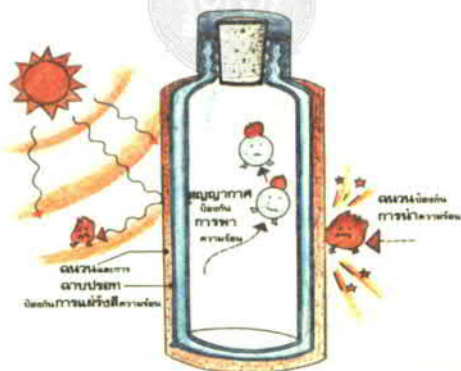
ครูสง่านั่งคิดครุ่นหนึ่ง แล้วกล่าวต่อไปว่า

“แก้วเทอร์มอสนั้น ทำด้วยภาชนะแก้ว ๒ ชั้น ระหว่างชั้นนอกกับชั้นในสูบลอากาศออกเพื่อไม่ให้เกิดการพาความร้อนเกิดขึ้น และยังฉาบผิวแก้วด้วยปรอทที่ผิวแก้วด้านนอกของชั้นใน และด้านในของชั้นนอก แก้วเทอร์มอสนี้ใช้ใส่น้ำร้อนหรือน้ำแข็งก็ได้ ถ้านำไปใช้สำหรับใส่น้ำร้อน ก็เรียกว่า กระติกน้ำร้อน ในกรณีนี้รังสีความร้อนของน้ำร้อนภายในกระติกจะออกมาสู่ภายนอกได้ยากจะสะท้อนกลับเข้าไปภายในกระติกอีก เนื่องจากกระทบกับผิวแก้วด้านนอกของชั้นในซึ่งเป็นมันเงาเพราะฉาบด้วยปรอท





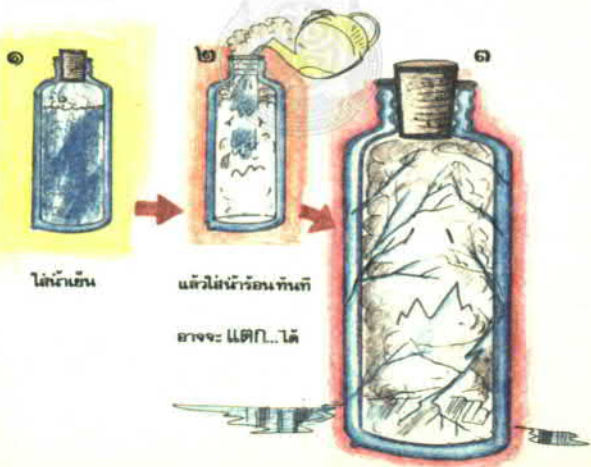
ถ้าเรานำเอาแก้วเทอร์มอสไปใช้ใส่น้ำแข็งก็เรียกว่า กระติกน้ำแข็ง ในกรณีนี้รังสีความร้อนจากอากาศภายนอกจะถูกป้องกันไม่ให้เข้าไปภายในกระติกได้โดยง่าย โดยจะกระทบกับผิวแก้วชั้นนอกที่สะท้อนความร้อนได้ เนื่องจากฉาบด้วยปรอทไว้ที่ผิวด้านใน ดังนั้นกระติกน้ำแข็งจึงรักษาความเย็นไว้ได้นาน



นอกจากนั้น ทั้งในกรณีของกระติกน้ำร้อนและกระติกน้ำแข็ง ยังมีการป้องกันการเดินทางของความร้อนอีก ๒ วิธีด้วย คือ ป้องกันการนำความร้อนด้วยการทำด้วยแก้วและหุ้มด้วยฉนวนความร้อนอีกชั้นหนึ่ง และป้องกันการพาความร้อนด้วยโดยการทำเป็นภาชนะ ๒ ชั้น แล้วสูบลมอากาศระหว่างชั้นนอกและชั้นในออกอีกด้วย”

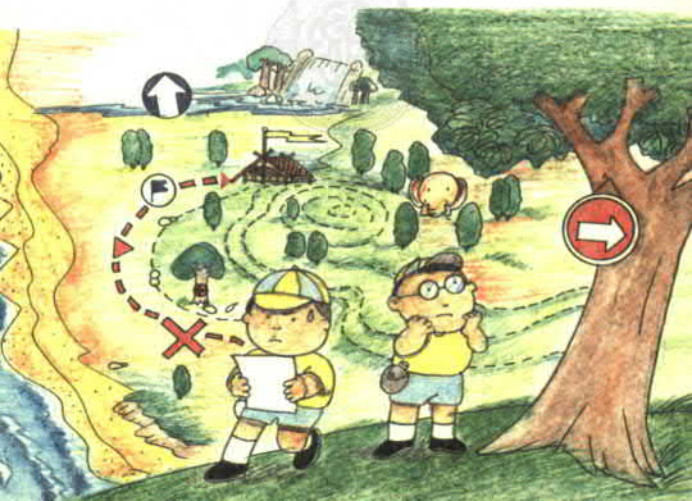
“สรุปแล้วแก้วเทอร์มอสนี้ป้องกันการเดินทางของความร้อนทั้ง ๓ วิธีเลยทีเดียวครับ” วิทยาพูด

“เธอเข้าใจถูกต้องแล้ว วิทยา” ครูส่งตอบ “แต่ควรเข้าใจว่าถ้านำไปใช้ใส่น้ำแข็งไม่ควรนำไปใส่น้ำร้อนอีก หรือถ้าใส่น้ำร้อนอยู่แล้วก็ไม่ควรนำไปใส่น้ำแข็ง เพราะแก้วจะหดตัวหรือขยายตัว ทำให้แตกได้”



ปิดท้าย

วิทยาได้เข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ในค่ายพักแรมอีกหลายอย่างนอกเหนือไปจากกิจกรรมด้านวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมเดินทางไกลในบ่ายวันที่ ๓ ของการอยู่ค่ายพักแรม วิทยาและเพื่อน ๆ ต้องเดินทางจากค่ายที่บึงละมุง เดินตามเส้นทางที่ครูกำหนดไว้ในแผนที่ ไปสิ้นสุดที่หาดพิทยะ ระหว่างทางครูได้ทำเครื่องหมายไว้ตามทางแยกต่าง ๆ ตรงตามแผนที่ เพื่อกันการหลงทาง แม้กระนั้นก็ยังมีความงมูหลงทางเดินไปทางอื่น ถ้าจะรู้ว่าหลงทางก็เสียเวลาอยู่นาน ทั้งนี้ เพราะไม่ทราบว่าใครเปลี่ยนทิศทางของลูกศรที่ทำเครื่องหมายไว้ให้หันไปทางทิศอื่น



นอกจากกิจกรรมเดินทางไกลแล้ว ยังมีกิจกรรมนันทนาการในตอนค่ำทุกคืนอีกด้วย เด็ก ๆ ชอบกิจกรรมเหล่านี้มาก เพราะช่วยให้เขาสนิทสนมคุ้นเคยกัน มีความอดทนต่อความยากลำบาก และมีความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย



เมื่อถึงเวลา ๑๓ นาฬิกา ของวันที่ ๑๐ เมษายน ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการอยู่ค่าย ชาวค่ายทุกคนรวมทั้งครูที่ปรึกษาก็มาขึ้นเจ้าแถวอยู่ตรงหน้าเสาธงหน้าอาคารอำนวยการ เพื่อกระทำพิธีปิดค่าย ทุกคนยืนตรงและเงียบสนิท วิทยากรสีกใจหายเมื่อคิดว่า เวลาแห่งความสุขสนุกสนานในการที่ได้อยู่ร่วมกับเพื่อนและครูที่รักกำลังจะหมดไป



ประสบการณ์ที่เขาได้รับในการมาอยู่ค่ายวิทยาศาสตร์นี้มีความหมายต่อเขามาก เขาได้เรียนรู้เรื่องราวต่างๆ และเรียนรู้ธรรมชาติรอบตัวจากการสังเกตสิ่งแวดล้อมและการสนทนากับครู ได้ฝึกหัดการอยู่ร่วมกับผู้อื่น รู้จักช่วยตนเองและผู้อื่น ตลอดจนฝึกนิสัยตนเองให้อยู่อย่างง่ายง่ายและมีความอดทนต่อความยากลำบากต่างๆ วิทยากรฟังผู้อำนวยการค่ายกล่าวให้โอวาทเป็นครั้งสุดท้ายก่อนที่จะทำพิธีปิดค่ายและเชิญธงประจำค่ายลงจากยอดเสาด้วยความประทับใจ



เมื่อธงประจำค่ายลงจากยอดเสาแล้ว ต่างก็หันมาจับมือกัน และกอดกันด้วยความรักและอาลัย แม้ว่าทุกคนจะรู้ว่า เมื่อกลับไปโรงเรียนก็จะได้เรียนร่วมกันอีก แต่ทุกคนก็รู้สึกว่ามันไม่เหมือนกับอยู่ที่ค่ายวิทยาศาสตร์นี้ทุกคนได้อยู่ร่วมกันอย่างใกล้ชิด รับประทานอาหารด้วยกัน เล่นด้วยกัน ทำกิจกรรมร่วมกันและนอนด้วยกัน รู้จักนิสัยใจคอและน้ำใจของกันและกัน มิตรภาพระหว่างเพื่อน และความสามัคคีระหว่างครูกับศิษย์ เกิดขึ้นที่ค่ายนี้ในเวลาอันรวดเร็ว และสนิทสนมแน่นแฟ้นยิ่งกว่าการที่ได้เรียนร่วมกันมาตั้งแต่ ๕-๖ ปี เสียอีก



ในเย็นวันนั้น รถโดยสารก็พาพวกเราเดินทางกลับถึงกรุงเทพมหานครโดยสวัสดิภาพ และถึงโรงเรียนเมื่อเวลาประมาณ ๑๘ นาฬิกา ที่โรงเรียนมีผู้ปกครองหลายคนมารอรับอยู่ก่อนแล้ว พ่อและแม่ของวิทยาก็มารอรับอยู่ด้วย วิทยาจึงตรงเข้าไปไหว้พ่อและแม่แล้วจึงไปลาครู หลังจากนั้นสามคน พ่อ แม่ และลูกก็พากันเดินทางกลับบ้าน



บันทึกท้ายเล่ม

เชื้อเพลิงมี 3 ชนิด



ของแข็ง



ของเหลว



ก๊าซ

ความร้อน กับ แสงสว่าง
เป็นพลังงานคู่แฝด มัก
เกิดคู่กันเสมอ



แหล่งให้ ความร้อน และแสงสว่าง



ดวงอาทิตย์



การเผาไหม้



ไฟฟ้า

แบบเซลเซียส แบบฟาเรนไฮต์

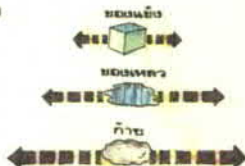


มาตราส่วนของเทอร์โมมิเตอร์
มี 2 แบบ คือ 1. แบบเซลเซียส
2. แบบฟาเรนไฮต์



ของแข็งขยายตัวและหดตัวได้น้อย
ของเหลวขยายตัวและหดตัวได้ดีขึ้น
อากาศหรือก๊าซขยายตัวและหดตัวได้
ดีที่สุด

สสารเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนสถานะจาก
ของแข็งเป็นของเหลว และก๊าซ เมื่อเย็นลง
จะกลับกลายเป็นของเหลวและของแข็งอย่าง
เดิมอีก



ตัวนำความร้อน คือ

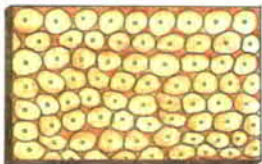
วัตถุที่ยอมให้ความร้อน

เคลื่อนผ่านได้ดี

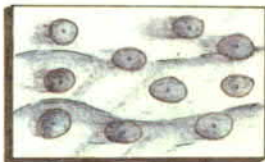
ฉนวนความร้อน คือ

วัตถุที่ความร้อนเคลื่อนผ่าน

ได้ช้าหรือไม่ได้เลย



โมเลกุลของแข็ง



โมเลกุลของเหลว/ก๊าซ



การนำความร้อน โมเลกุลของวัตถุที่อยู่ติดกันจะดัน โมเลกุลที่



การพาความร้อน โมเลกุลของวัตถุจะเคลื่อนที่ พาความร้อนไปด้วย



การแผ่รังสีความร้อน เป็นการเคลื่อนที่ของความร้อน โดยแผ่กระจายออกโดยรอบ
แหล่งกำเนิดความร้อน โดยไม่ต้องอาศัยโมเลกุลของสสารใด ๆ

ผู้เรียบเรียง

นายธีระชัย ปุณฺณโชติ

ผู้ออกแบบรูปเล่มและภาพประกอบ

นายประวิทย์ มาศรีงสรรค์

ผู้ตรวจ

นายวิริยะ สิริสิงห

คณะบรรณาธิการ

นางสุภรณ์ สภาพงษ์	หัวหน้าคณะบรรณาธิการ
นางสาวพรเพ็ญ ปทุมศิริ	บรรณาธิการ
นางสุชาดา วิทยุฒิ	บรรณาธิการ
นางสาวอุษิน ธารศรี	บรรณาธิการ
นายวิริยะ สิริสิงห	บรรณาธิการ
นายปิณดา ไชยะคำ	บรรณาธิการ
นายสมเจตน์ กาฬดิษฐ์	บรรณาธิการ
นางสาวจำเริญ ไร่ไทย	บรรณาธิการ
นางสาวเพราพรรณ โกมลนาลัย	บรรณาธิการ
นางสาวนิตยา สุธีรวุฒิ	บรรณาธิการ
นายประเทศ สุขสถิตย์	บรรณาธิการ
นางสาวกฤษณา รัตนวงศ์	บรรณาธิการ
นายสุระ ดามาพงษ์	บรรณาธิการ
นางสาวพริ้มเพรา คงชนะ	บรรณาธิการ
นางวัฒนา บุญเสนอ	บรรณาธิการ
นางสาวปราณี สินธุสอาด	บรรณาธิการ
นางรัตนา ภาณุฤทธิ์	บรรณาธิการ
นางสาววิภา อัครธรรม	บรรณาธิการและเลขานุการ





ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง อนุญาตให้ใช้หนังสือในโรงเรียน

ด้วยกรมวิชาการได้จัดทำหนังสืออ่านเพิ่มเติม กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช ๒๕๒๓ เรื่อง ค่ายวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕-๖ ขึ้น กระทรวงศึกษาธิการได้พิจารณาแล้ว อนุญาตให้ใช้หนังสือนี้ในโรงเรียนได้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๕ พฤษภาคม ๒๕๓๐

(นายเอกวิทย์ ณ ถลาง)

รองปลัดกระทรวง รักษาราชการแทน
ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

