หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เล่ม 2

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง
นางสาวสุธารี คำจีนศรี
นางภคพร จิตตรีขันธ์

ผู้ตรวจ
รศ. ดร.ฤทธิ์ วัฒนชัยยิ่งเจริญ
ผศ. ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล
นายอานุภาพ พ่วงสมจิตร

บรรณาธิการ
นางเพ็ชรรัตน์ ศรีวิลัย
นางสาววราภรณ์ นีระพันธ์

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ปีที่พิมพ์ 2567
พิมพ์ครั้งที่ 1
จำนวนพิมพ์ 20,000 เล่ม
ISBN : 978-616-606-004-1
รหัสสินค้า 2118015

อักษร
www.aksorn.com

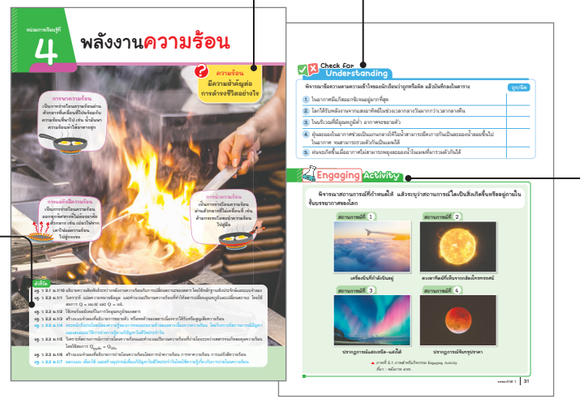
จัดพิมพ์และจำหน่ายทั่วประเทศโดย
บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด
142 ถนนตะนาว เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200
โทร. 0 2622 2999 (อัตโนมัติ 20 คู่สาย)
พิมพ์ที่: **บริษัท ไทยร่มเกล้า จำกัด** โทร. 0 2903 9101-6

คำแนะนำ ในการใช้สื่อ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 จัดทำขึ้นสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยดำเนินการจัดทำให้สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทุกประการ เพื่อส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือ เพื่อให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้

คำถาม
คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ก่อนเข้าสู่เนื้อหา
เพื่อให้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

Check for Understanding
คำถามตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน
ก่อนเข้าสู่การเรียนการสอน

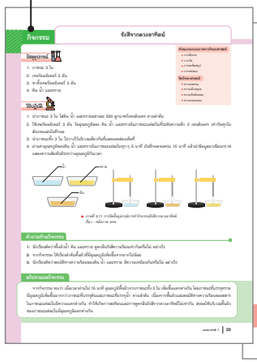


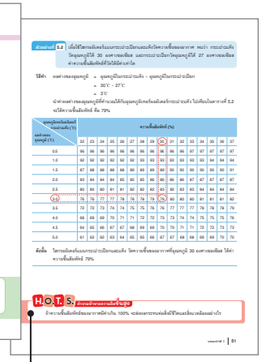
ตัวชี้วัด
ระบุตัวชี้วัดระหว่างทาง
และตัวชี้วัดปลายทาง
ที่สอดคล้องกับเนื้อหา

Engaging Activity
กิจกรรมก่อนเข้าสู่บทเรียนเพื่อ
กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

Prior Knowledge
คำถามทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน
เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่

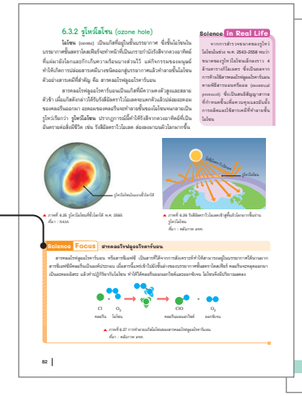
กิจกรรม
กิจกรรมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติเพื่อ
เสริมสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์



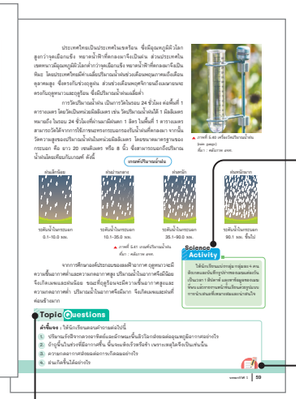


QR Code
นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบ
ที่รองรับการเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัล

H.O.T.S. คำถามท้าทายความคิดขั้นสูง
คำถามเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดวิเคราะห์
คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ



Science Focus
ความรู้เสริมจากเนื้อหา
เพื่อขยายความรู้ของผู้เรียน

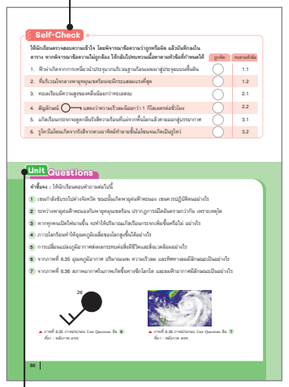


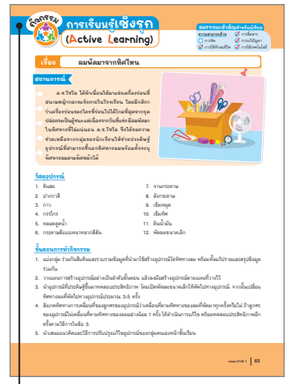
Science Activity
กิจกรรมเน้นการใช้ทักษะ
ในศตวรรษที่ 21

เชื่อมโยง
เชื่อมโยงสู่แบบฝึกหัด
เพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝน
จนเกิดความเชี่ยวชาญ

Topic Questions
คำถามตรวจสอบความเข้าใจ
ของผู้เรียนในแต่ละหัวข้อ

Self-Check
คำถามเพื่อให้ผู้เรียนตรวจสอบ
ความรู้ ความเข้าใจด้วยตัวเอง



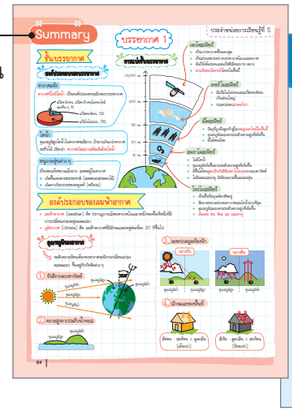


Science in Real Life
เชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์
สู่ชีวิตประจำวัน

Unit Questions
แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนรู้
เพื่อใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)
กิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือ
ปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้
ด้วยตนเองและบรรลุสมรรถนะ
สำคัญ

Summary
สรุปเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียน
ได้ทบทวนสาระสำคัญ
ประจำหน่วยการเรียนรู้



STEM Activity
กิจกรรมบูรณาการความรู้
ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีกับกระบวนการ
เชิงวิศวกรรม

สารบัญ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.1 เล่ม 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 พลังงานความร้อน 2-29

4.1 อุณหภูมิและการวัด 4
4.1.1 เครื่องวัดอุณหภูมิ 4
4.1.2 หน่วยวัดอุณหภูมิ 6
4.2 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร 7
4.2.1 ผลของความร้อนต่อการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร 7
4.2.2 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร 12
4.2.3 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนสถานะของสสาร 13
4.3 การถ่ายโอนความร้อน 15
4.3.1 การนำความร้อน 17
4.3.2 การพาความร้อน 19
4.3.3 การแผ่รังสีความร้อน 21
4.4 สมดุลความร้อน 22
Science in Real Life 24
กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) 27
Summary 28

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 บรรยากาศ 1 30-65

5.1 ชั้นบรรยากาศ 32
5.1.1 องค์ประกอบของบรรยากาศ 32
5.1.2 การแบ่งชั้นบรรยากาศ 36
5.2 องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ 38
5.2.1 อุณหภูมิของอากาศ 40
5.2.2 ความดันอากาศ 45
5.2.3 ความชื้นอากาศ 48
5.2.4 ลม 54
5.2.5 การเกิดเมฆและฝน 56
Science in Real Life 60
กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) 63
Summary 64

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 บรรยากาศ 2 66-90

6.1 ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ 68
6.1.1 พายุฝนฟ้าคะนอง 68
6.1.2 พายุหมุนเขตร้อน 69
6.2 การพยากรณ์อากาศ 72
6.2.1 เกณฑ์การรายงานพยากรณ์อากาศ 72
6.2.2 แผนที่อากาศ 76
6.3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก 80
6.3.1 ปรากฏการณ์เรือนกระจก 80
6.3.2 รูโหว่โอโซน 82
Science in Real Life 85
กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) 87
Summary 88

STEM Activity 91
บรรณานุกรม 92

วิทยาศาสตร์ ม.1 เล่ม 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สารรอบตัว

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หน่วยของสิ่งมีชีวิต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การดำรงชีวิตของพืช

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

พลังงานความร้อน

ตัวชี้วัด

มฐ. ว 2.1 ม.1/10 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และแบบจำลอง

มฐ. ว 2.3 ม.1/1 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ โดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$

มฐ. ว 2.3 ม.1/2 ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร

มฐ. ว 2.3 ม.1/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัว หรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

มฐ. ว 2.3 ม.1/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

มฐ. ว 2.3 ม.1/5 วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

มฐ. ว 2.3 ม.1/6 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

มฐ. ว 2.3 ม.1/7 ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

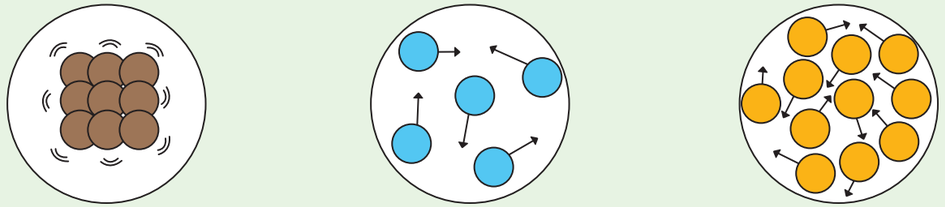
Check for Understanding

พิจารณาข้อความตามความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในตาราง

		ถูก/ผิด
1.	เมื่อน้ำได้รับความร้อน อุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มขึ้นแต่ไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส	
2.	ดวงอาทิตย์ถ่ายโอนความร้อนมายังโลกโดยวิธีการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง	
3.	การนำความร้อนสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	
4.	เมื่อวางน้ำแข็งไว้ในห้อง น้ำแข็งจะค่อย ๆ ละลาย เนื่องจากมีการถ่ายโอนความเย็นไปสู่อากาศ	
5.	การอังมือข้างกองไฟจะได้รับความร้อนจากการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน	

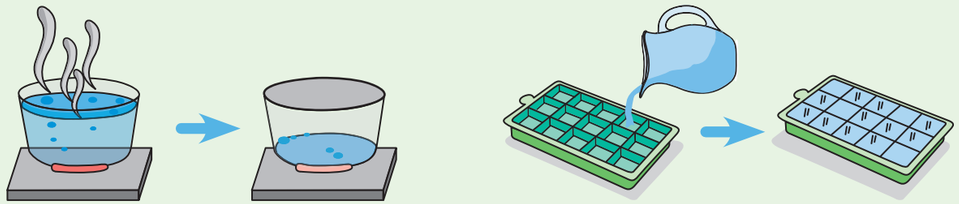
Engaging Activity

1. **พิจารณาภาพ แล้วระบุว่าเป็นแบบจำลองอนุภาคของสสารสถานะใด**



(ก) (ข) (ค)

2. **พิจารณาภาพ แล้วระบุว่าในภาพได้รับความร้อนหรือสูญเสียความร้อน**



(ก) (ข)

▲ ภาพที่ 4.1 ภาพสำหรับกิจกรรม Engaging Activity
ที่มา : คลังภาพ อจท.

4.1 อุณหภูมิและการวัด

Prior Knowledge

เพราะเหตุใดเมื่อเราจับสิ่งต่าง ๆ เราจึงรู้สึกร้อนเย็นแตกต่างกัน

ความร้อน (heat) เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง ซึ่งได้มาจากแหล่งกำเนิดหลายแหล่ง เช่น ดวงอาทิตย์ การเผาไหม้เชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้า ความร้อนมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การตากเสื้อผ้ากลางแจ้ง การแปรรูปอาหาร การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนของแสงอาทิตย์

▲ ภาพที่ 4.2 การตากผ้า อาศัยความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ เพื่อทำให้เสื้อผ้าแห้ง
ที่มา : คลังภาพ อจท.

▲ ภาพที่ 4.3 ใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ในอาหาร เพื่อรักษาคุณภาพให้นานขึ้น
ที่มา : คลังภาพ อจท.

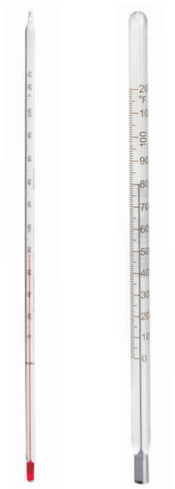
▲ ภาพที่ 4.4 การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

สสารต่าง ๆ รอบตัวล้วนมีความร้อนสะสมอยู่ ซึ่งค่าระดับความร้อนนั้น เรียกว่า **อุณหภูมิ** (temperature) โดยการวัดอุณหภูมิไม่สามารถใช้ความรู้สึกของแต่ละบุคคลได้ จึงต้องใช้เครื่องมือวัดที่ได้มาตรฐานและมีหน่วยกำกับ

4.1.1 เครื่องวัดอุณหภูมิ

เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ เรียกว่า **เทอร์มอมิเตอร์** (thermometer) ซึ่งมีอยู่หลายแบบ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เช่น

1. เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะ ตัวเครื่องทำด้วยหลอดแก้ว บริเวณปลายหลอดเป็นกระเปาะที่บรรจุของเหลวอยู่ภายใน ซึ่งของเหลวนั้นอาจเป็นปรอทหรือแอลกอฮอล์ เมื่อนำไปวัดอุณหภูมิของสารจะเกิดการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสารกับเทอร์มอมิเตอร์ หากสารนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าเทอร์มอมิเตอร์ ความร้อนจากสารจะถ่ายโอนไปสู่เทอร์มอมิเตอร์บริเวณกระเปาะที่มีของเหลวบรรจุอยู่ ซึ่งเมื่อของเหลวได้รับความร้อนจะขยายตัวและไหลไปตามหลอดแก้วที่มีสเกลบอกระดับอุณหภูมิไว้ จนกระทั่งอุณหภูมิของสารและของเหลวเท่ากัน ของเหลวจะหยุดการขยายตัว จึงอ่านค่าอุณหภูมิของสารนั้น ๆ ได้ แต่หากเทอร์มอมิเตอร์มีความร้อนสูงกว่าสารที่ต้องการวัด ความร้อนจากเทอร์มอมิเตอร์จะถ่ายโอนไปยังสาร ทำให้ของเหลวบริเวณกระเปาะหดตัว ระดับสเกลที่บอกอุณหภูมิที่มีค่าลดต่ำลง



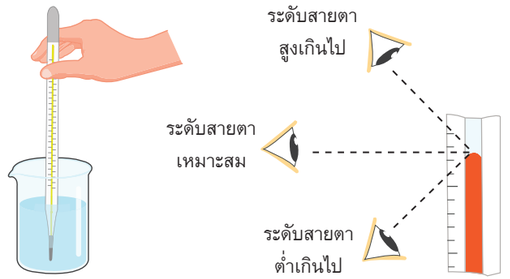
▲ ภาพที่ 4.5 เทอร์มอมิเตอร์แอลกอฮอล์ (ซ้าย) เทอร์มอมิเตอร์ปรอท (ขวา)
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ข้อแตกต่างระหว่างเทอร์มอมิเตอร์ปรอทกับเทอร์มอมิเตอร์แอลกอฮอล์ คือ เทอร์มอมิเตอร์ปรอทสามารถตรวจวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ไวกว่าเทอร์มอมิเตอร์แอลกอฮอล์ แต่ไม่สามารถใช้วัดค่าอุณหภูมิต่ำ ๆ ได้ เพราะปรอทจะแข็งตัวที่อุณหภูมิ -39 องศาเซลเซียส ขณะที่เทอร์มอมิเตอร์แอลกอฮอล์สามารถใช้วัดอุณหภูมิในช่วงที่ต่ำกว่านั้นได้ เนื่องจากแอลกอฮอล์จะเริ่มแข็งตัวที่อุณหภูมิ -115 องศาเซลเซียส และข้อแตกต่างอีกอย่างหนึ่ง คือ แอลกอฮอล์ที่อยู่ในเทอร์มอมิเตอร์มักมีสีแดง ทำให้สามารถมองเห็นระดับสเกลได้ชัดกว่า

เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะเป็นเทอร์มอมิเตอร์ที่ใช้ทั่วไปในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีวิธีการใช้งาน ดังนี้

1) จุ่มเทอร์มอมิเตอร์ด้านที่มีกระเปาะลงในสารที่ต้องการวัด โดยไม่ให้เทอร์มอมิเตอร์สัมผัสกับภาชนะที่บรรจุสาร และให้เทอร์มอมิเตอร์อยู่ในลักษณะตั้งตรงในแนวดิ่ง

2) อ่านค่าอุณหภูมิเมื่อระดับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์หยุดนิ่ง โดยให้สายตาอยู่ระดับเดียวกับระดับของของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์



▲ ภาพที่ 4.6 วิธีการถือเทอร์มอมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

▲ ภาพที่ 4.7 วิธีการอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Science in Real Life

เทอร์มอมิเตอร์แบบอินฟราเรดเป็นเทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิทัลที่วัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัสจากการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุ ถูกนำมาใช้งานในหลายด้าน เช่น วัดอุณหภูมิร่างกาย วัดอุณหภูมิสำหรับการประกอบอาหาร

ข้อปฏิบัติและข้อควรระวังขณะใช้เทอร์มอมิเตอร์ มีดังนี้

1) ระวังไม่ให้เทอร์มอมิเตอร์ได้รับแรงกระแทก

2) ไม่วัดอุณหภูมิที่แตกต่างกันมาก ๆ ในทันที เช่น นำไปวัดสารที่มีอุณหภูมิสูงมาก แล้วนำไปวัดสารที่มีอุณหภูมิต่ำทันที เพราะอาจทำให้เทอร์มอมิเตอร์แตกหักได้

3) เมื่อใช้เทอร์มอมิเตอร์เสร็จแล้ว ล้างและเช็ดให้แห้ง แล้วเก็บในที่ปลอดภัย

2. เทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิทัล ภายในมีไมโครชิปที่ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าเป็นตัวเลข มีวิธีใช้ คือ กดปุ่มเปิด-ปิด แล้วนำเทอร์มอมิเตอร์สอดใต้ลิ้น ใต้รักแร้ หรือรูทวารหนัก รอประมาณ 1 นาที จนมีเสียงสัญญาณดังขึ้น นำเทอร์มอมิเตอร์ออกแล้วอ่านค่าอุณหภูมิที่เป็นตัวเลข ซึ่งเทอร์มอมิเตอร์ชนิดนี้ปลอดภัยต่อการใช้มากกว่าเทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะ และสามารถอ่านค่าได้ง่ายกว่า แต่มีราคาที่แพงกว่า

▲ ภาพที่ 4.8 เทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิทัล
ที่มา : คลังภาพ อจท.

4.1.2 หน่วยวัดอุณหภูมิ

หน่วยของอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์มอมิเตอร์มีอยู่หลายหน่วย แต่ละหน่วยมีการกำหนดจุดหลอมเหลว จุดเยือกแข็ง และจุดเดือดของน้ำแตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จุดหลอมเหลว จุดเยือกแข็ง และจุดเดือดของน้ำที่กำหนดโดยหน่วยวัดอุณหภูมิต่าง ๆ

หน่วยวัด	สัญลักษณ์	จุดหลอมเหลว (Melting point; MP)	จุดเยือกแข็ง (Freezing point; FP)	จุดเดือด (Boiling point; BP)
องศาเซลเซียส	$^{\circ}C$	0	0	100
องศาฟาเรนไฮต์	$^{\circ}F$	32	32	212
เคลวิน	K	273	273	373
องศาโรเมอร์	$^{\circ}R$	0	0	80

หากต้องการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิระหว่างหน่วยวัดอุณหภูมิต่าง ๆ จะต้องมีการเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยเดียวกัน โดยเป็นไปตามสมการความสัมพันธ์ระหว่างหน่วย ดังนี้

$$\frac{\text{อุณหภูมิที่อ่านได้ - จุดเยือกแข็ง}}{\text{จุดเดือด - จุดเยือกแข็ง}} = \frac{X - FP}{BP - FP}$$

$$= \frac{^{\circ}C - 0}{100} = \frac{K - 273}{100} = \frac{^{\circ}F - 32}{180} = \frac{^{\circ}R - 0}{80 - 0}$$

$$= \frac{^{\circ}C}{100} = \frac{K - 273}{100} = \frac{^{\circ}F - 32}{180} = \frac{^{\circ}R}{80}$$

พิจารณา $\frac{^{\circ}C}{100} \times 20 = \frac{K - 273}{100} \times 20 = \frac{^{\circ}F - 32}{180} \times 20 = \frac{^{\circ}R}{80} \times 20$

$$\frac{^{\circ}C}{\cancel{100}_{5}} \times \cancel{20}^{1} = \frac{K - 273}{\cancel{100}_{5}} \times \cancel{20}^{1} = \frac{^{\circ}F - 32}{\cancel{180}_{9}} \times \cancel{20}^{1} = \frac{^{\circ}R}{\cancel{80}_{4}} \times \cancel{20}^{1}$$

จะได้ $\frac{^{\circ}C}{5} = \frac{K - 273}{5} = \frac{^{\circ}F - 32}{9} = \frac{^{\circ}R}{4}$

ตัวอย่างที่ 4.1 ถ้าวัดอุณหภูมิได้ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมินี้จะมีค่าเท่าใดในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์

วิธีทำ จากสมการ $\frac{^{\circ}C}{5} = \frac{^{\circ}F - 32}{9}$

$$\frac{25}{5} = \frac{^{\circ}F - 32}{9}$$

$$^{\circ}F = 77$$

ดังนั้น อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 77 องศาฟาเรนไฮต์

4.2 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร

Prior Knowledge เมื่อสสารได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

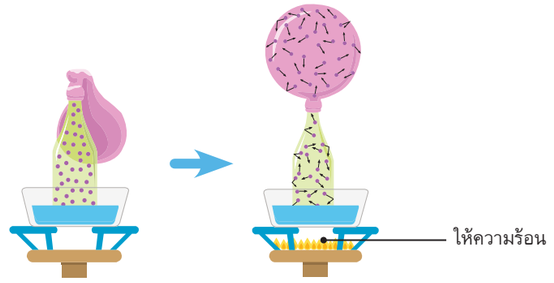
เมื่อพลังงานความร้อนถ่ายเทจากสสารหนึ่งไปยังอีกสสารหนึ่ง สสารจะได้รับหรือสูญเสียความร้อน ซึ่งอาจส่งผลให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ เปลี่ยนสถานะหรือเปลี่ยนรูปร่างไป

4.2.1 ผลของความร้อนต่อการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อน สสารจะเปลี่ยนรูปร่างโดยอาจจะขยายตัวหรือหดตัว ตัวอย่างเช่น การลอยตัวบอลลูน เกิดจากการที่อากาศภายในบอลลูนได้รับความร้อน ทำให้อนุภาคอากาศจะอยู่ห่างกันมากขึ้น อากาศภายในบอลลูนจึงเกิดการขยายตัว ส่งผลให้ความหนาแน่นของอากาศภายในบอลลูนน้อยกว่าความหนาแน่นของอากาศภายนอก บอลลูนจึงลอยตัวสูงขึ้น

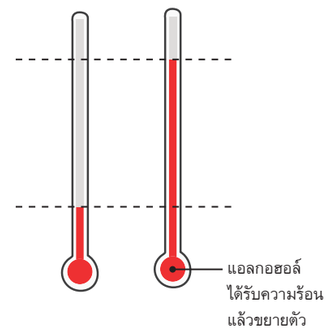
▲ ภาพที่ 4.9 ความร้อนทำให้อากาศเกิดการขยายตัวจึงทำให้บอลลูนขยายใหญ่ขึ้น
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หากอากาศอยู่ในระบบปิด เช่น อากาศที่อยู่ภายในขวดที่หุ้มปากขวดด้วยลูกโป่ง เมื่อได้รับความร้อนอากาศจะขยายตัว อนุภาคจะสั่นและเคลื่อนที่เร็วขึ้น และอนุภาคจะอยู่ห่างกันมากขึ้น ทำให้อากาศมีปริมาตรเพิ่มมากขึ้น ความดันภายในเพิ่มมากขึ้น และความหนาแน่นอากาศลดลง แต่หากอากาศสูญเสียความร้อนจะทำให้อากาศมีปริมาตรลดลง



▲ ภาพที่ 4.10 การขยายตัวของแก๊สภายในขวดที่หุ้มปากขวดด้วยลูกโป่งเมื่อได้รับความร้อน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

เมื่อพิจารณาของเหลว เช่น แอลกอฮอล์ในเทอร์มอมิเตอร์ เมื่อได้รับความร้อน อนุภาคของแอลกอฮอล์จะแยกออกห่างจากกันมากขึ้น อนุภาคสั่นและเคลื่อนที่เร็วขึ้นเช่นเดียวกับอนุภาคแก๊ส ทำให้ปริมาตรของแอลกอฮอล์เพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาตรของของเหลวสามารถเพิ่มขึ้นได้น้อยกว่าแก๊ส



▲ ภาพที่ 4.11 การขยายตัวของแอลกอฮอล์ในเทอร์มอมิเตอร์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

เมื่อพิจารณาของแข็ง หากได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว แต่จะขยายตัวได้น้อยกว่าของเหลวและแก๊ส ดังนั้น สสารที่ได้รับความร้อนแล้วจึงสามารถขยายตัวได้ดี ได้แก่ แก๊ส ของเหลว และของแข็ง ตามลำดับ

ผลของความร้อนต่อการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

กิจกรรม

การขยายตัวของสสาร

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- การสังเกต
- การวัด
- การลงข้อสรุป
- การทดลอง

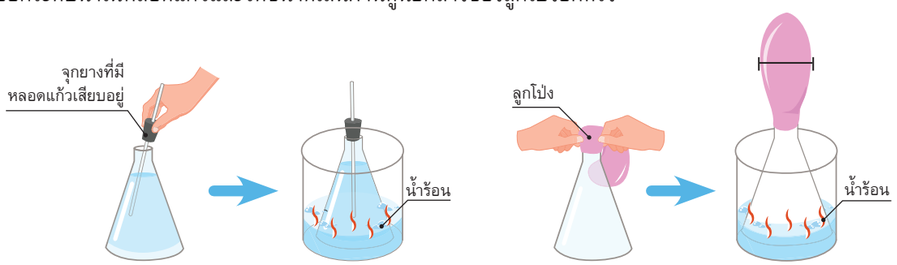
จิตวิทยาศาสตร์
- ความอดทน
- ความมีเหตุผล
- ความรับผิดชอบ
- ความรอบคอบ

วัสดุอุปกรณ์

1. ลูกโป่ง
2. น้ำกลั่น
3. ขวดรูปชมพู่
4. จุกยางที่มีหลอดแก้ว

วิธีปฏิบัติ

1. ใส่น้ำกลั่นลงในขวดรูปชมพู่ จากนั้นนำจุกยางที่มีหลอดแก้วเสียบอยู่มาปิดบริเวณปากขวด ขีดเส้นบอกระดับน้ำในหลอดแก้ว
2. สวมลูกโป่งปิดปากขวดรูปชมพู่อีกใบหนึ่งที่ไม่มีอะไรบรรจุอยู่ภายในขวด วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวขวางบริเวณตรงกลางของลูกโป่ง
3. นำขวดรูปชมพู่ทั้ง 2 ใบ ไปแช่น้ำร้อน และสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
4. ขีดเส้นบอกระดับน้ำในหลอดแก้วและวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกโป่งอีกครั้ง



▲ ภาพที่ 4.12 การจัดอุปกรณ์แสดงการขยายตัวของสสาร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อให้ความร้อนโดยการนำขวดรูปชมพู่ทั้ง 2 ใบ ไปแช่น้ำร้อน ระดับน้ำและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
2. ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของของเหลวและแก๊สอย่างไร
3. นักเรียนคิดว่าสสารในสถานะใดที่สามารถขยายตัวได้ดีกว่ากัน เพราะเหตุใด

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม พบว่า เมื่อนำขวดรูปชมพู่ทั้ง 2 ใบ ไปแช่ในน้ำร้อน ระดับน้ำในหลอดแก้วของขวดรูปชมพู่ขวดแรกเพิ่มขึ้น ขณะที่ขวดรูปชมพู่อีกใบหนึ่ง พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกโป่งเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ความร้อนจะทำให้ปริมาตรของของเหลวและแก๊สเพิ่มมากขึ้น โดยหากเปรียบเทียบปริมาตรที่เพิ่มขึ้นแล้ว พบว่า แก๊สสามารถขยายตัวได้ดีกว่าของเหลวที่ได้รับความร้อนปริมาณเท่า ๆ กัน เพราะแก๊สมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลน้อยกว่าของเหลว เมื่อได้รับความร้อนโมเลกุลจึงสั่นและเคลื่อนที่ได้มากกว่า ดังนั้น แก๊สจึงขยายตัวได้ดีกว่าของเหลว

การขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การขยายตัวเชิงเส้น คือ การขยายตัวของวัตถุตามแนวยาวมากกว่าตามแนวกว้าง วัตถุที่มีการขยายตัวเชิงเส้นส่วนใหญ่มักมีลักษณะเป็นเส้นหรือแท่งยาว เช่น การขยายตัวของเส้นลวด ซึ่งในความเป็นจริงแล้วมีการขยายตัวทุกทิศทาง แต่มีการขยายตัวตามแนวยาวชัดเจนมากกว่า

2. การขยายตัวเชิงพื้นที่ คือ การขยายตัวของวัตถุทั้งในแนวกว้างและแนวยาว เช่น การขยายตัวของฝาขวด การขยายตัวของห่วงวงกลมที่ใช้รัดท่อน้ำ การขยายของวัตถุที่มีลักษณะเป็นแผ่น

3. การขยายตัวเชิงปริมาตร คือ การขยายตัวของวัตถุในทุกทิศทาง วัตถุที่มีการขยายตัวเชิงปริมาตร ได้แก่ ของแข็งที่มีรูปทรง 3 มิติ เช่น ทรงกลม ทรงกระบอก ของเหลว และแก๊ส

▲ ภาพที่ 4.13 เมื่อเหล็กได้รับความร้อนจะขยายตัวและอ่อนตัว ทำให้ดัดแปลงรูปร่างได้ง่าย
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวและหดตัวเนื่องจากความร้อนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น

1) การวางรางรถไฟจะต้องมีการเว้นช่องว่างระหว่างท่อนรางรถไฟ เพื่อให้มีพื้นที่สำหรับการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนในช่วงกลางวัน หากไม่เว้นช่องว่างไว้อาจทำให้ท่อนรางรถไฟเกิดการดันกันและรางโค้งงอได้

2) การสร้างทางวิ่งของสนามบิน ในเวลากลางวันอากาศจะร้อน คอนกรีตของทางวิ่งสนามบินจะขยายตัวออก ดังนั้น ในการสร้างทางวิ่งหรือรันเวย์ของสนามบิน จึงต้องเว้นช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีตไว้ โดยตรงช่องว่างจะเทยางมะตอยอุดรอยต่อไว้ เพื่อให้ทางวิ่งเรียบ ไม่สะดุด

3) การขึงสายไฟจะต้องขึงให้หย่อนพอประมาณ เนื่องจากในช่วงฤดูหนาวอากาศจะเย็น สายไฟจะหดตัวเนื่องจากสูญเสียความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อม สายไฟจึงตึงมากขึ้น หากขึงสายไฟตึงไว้ตั้งแต่แรก เมื่อสายไฟหดตัวอาจทำให้ตึงจนขาดได้

▲ ภาพที่ 4.14 การเว้นช่องว่างระหว่างท่อนรางรถไฟจะต้องเว้นช่องว่างแต่ละท่อนให้ห่างกันพอสมควร เพื่อรองรับการขยายตัวของรางรถไฟเมื่อได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

▲ ภาพที่ 4.15 การขึงสายไฟให้หย่อนพอประมาณ เพื่อป้องกันการหดตัวของสายไฟในช่วงฤดูหนาว
ที่มา : คลังภาพ อจท.

4) ห่วงที่ใช้รัดสิ่งของ ต้องใช้ห่วงที่มีขนาดพอดีกับสิ่งที่ต้องการรัด ใช้งานโดยการนำห่วงไปลนไฟให้เกิดการขยายตัวแล้วสวมห่วงลงบนสิ่งของ ซึ่งเมื่อห่วงเย็นลงจะหดตัวและรัดได้อย่างแน่นหนา

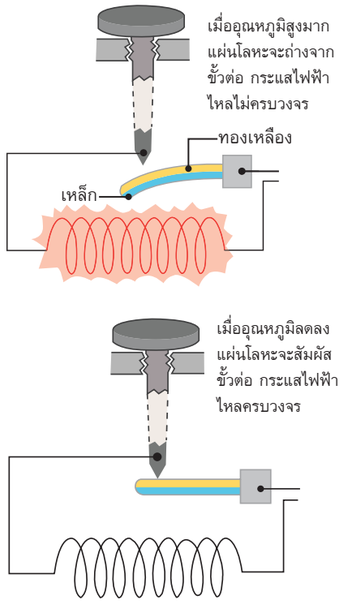
5) ฟิล์มหด (shrink film) เป็นพลาสติกที่ใช้ในการห่อหุ้มสินค้าต่าง ๆ ในการบรรจุภัณฑ์สินค้า (packing) หรือพลาสติกที่ใช้ห่อหุ้มกล่องสินค้าอีกชั้นหนึ่ง โดยเมื่อได้รับความร้อน พลาสติกจะเกิดการหดตัวตามลักษณะของสิ่งของที่ห่อหุ้ม

6) การสร้างตัวควบคุมอุณหภูมิในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เตารีดไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า โดยตัวควบคุมอุณหภูมิจะประกอบด้วยโลหะ 2 ชนิด คือ เหล็กและทองเหลือง

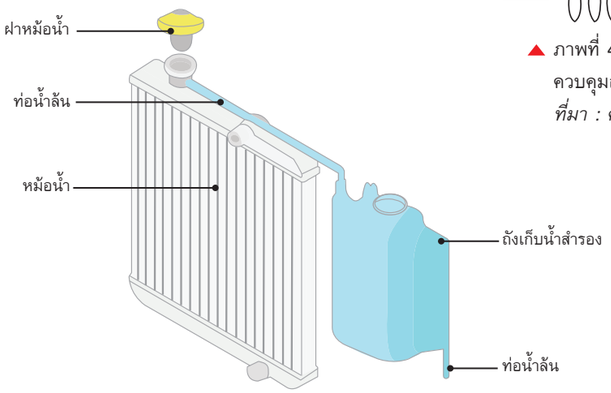
หลักการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิ คือ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นนำความร้อน เตารีดจะมีความร้อนเพิ่มขึ้น ซึ่งความร้อนจะทำให้แผ่นโลหะทั้ง 2 ชนิด ที่เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิเกิดการขยายตัว โดยขยายตัวไม่เท่ากัน แผ่นโลหะทั้งสองที่ประกบกันจึงเกิดการโค้งงอ ทำให้แผ่นโลหะไม่สัมผัสกับขั้วต่อ กระแสไฟฟ้าจึงไม่สามารถไหลผ่านได้ อุณหภูมิของเตารีดจึงไม่สูงขึ้นอีก และเมื่ออุณหภูมิของเตารีดเย็นลง แผ่นโลหะทั้งสองจะหดตัวทำให้สัมผัสกับขั้วต่อ กระแสไฟฟ้าจึงสามารถไหลเข้าสู่วงจรอีกครั้ง

7) ถังเก็บน้ำสำรองในรถยนต์ เป็นถังที่มีท่อเชื่อมต่อกับหม้อน้ำรถยนต์ เมื่อเครื่องยนต์ทำงาน น้ำในหม้อน้ำจะได้รับความร้อนและขยายตัวจนล้นออกมาจากหม้อน้ำ ส่วนที่ล้นออกมาจะไหลไปสู่ถังเก็บน้ำสำรอง เมื่อเครื่องยนต์หยุดทำงาน น้ำจากถังเก็บน้ำสำรองจะไหลกลับไปสู่หม้อน้ำหลักอีกครั้ง

▲ ภาพที่ 4.16 การบรรจุภัณฑ์หรือห่อหุ้มสินค้าด้วยฟิล์มหด
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 4.17 การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิในเตารีดไฟฟ้า
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 4.18 ถังเก็บน้ำสำรองในรถยนต์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

กิจกรรม

การสร้างแบบจำลองการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- การสังเกต
- การลงความเห็นจากข้อมูล
- การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

จิตวิทยาศาสตร์
- ความอดทน
- ความมีเหตุผล
- ความรับผิดชอบ
- ความรอบคอบ

วัสดุอุปกรณ์

1. กาว
2. ลูกปัด
3. เส้นด้าย
4. กรรไกร
5. กล่องกระดาษแข็ง
6. กระดาษฟลิปชาร์ต

วิธีปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แล้วร่วมกันสืบค้นหาและศึกษาเนื้อหา เรื่อง ผลของความร้อนต่อการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร
2. สร้างแบบจำลองเกี่ยวกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ครูให้ในการสร้างแบบจำลอง และกำหนดให้ลูกปัดแทนอนุภาคของสสาร โดยแบบจำลองแสดงถึงลักษณะการขยายตัวของสสาร เนื่องจากความร้อน 3 ลักษณะ และแสดงถึงการเปรียบเทียบการขยายตัวของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เมื่อได้รับความร้อน
3. นำเสนอแบบจำลองหน้าชั้นเรียน
4. ประเมินแบบจำลองและการนำเสนอแบบจำลองของกลุ่มอื่น ๆ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อน อนุภาคของสสารจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
2. ลักษณะการขยายตัวของวัตถุเมื่อได้รับความร้อนแบ่งออกเป็นกี่ลักษณะ อะไรบ้าง

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม เมื่อสสารสูญเสียความร้อน อนุภาคของสสารจะสั่นน้อยลง (หรือเคลื่อนที่ช้าลง) และอยู่ใกล้กันมากขึ้น สสารจึงเกิดการหดตัว และเมื่อสสารได้รับความร้อน อนุภาคของสสารจะสั่นมากขึ้น (หรือเคลื่อนที่เร็วขึ้น) และอยู่ห่างกันมากขึ้น สสารจึงเกิดการขยายตัว ซึ่งการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อนมี 3 ลักษณะ ได้แก่ การขยายตัวเชิงเส้น การขยายตัวเชิงพื้นที่ และการขยายตัวเชิงปริมาตร ซึ่งการขยายตัวเชิงเส้นจะเกิดกับวัตถุที่มีลักษณะเป็นเส้นหรือแท่งยาว การขยายตัวเชิงพื้นที่จะเกิดกับวัตถุที่มีลักษณะเป็นแผ่น และการขยายตัวเชิงปริมาตรจะเกิดกับของแข็งรูปทรง 3 มิติ ของเหลว และแก๊ส โดยเมื่อให้ความร้อนที่เท่ากันแก่สสาร แก๊สจะขยายตัวได้มากที่สุด รองลงมา คือ ของเหลวและของแข็ง ตามลำดับ

4.2.2 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร

นอกจากความร้อนจะทำให้สสารเกิดการขยายตัวแล้ว ความร้อนยังสามารถทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไปนั้นจะขึ้นอยู่กับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณความร้อน ดังสมการ

$$Q = mc\Delta t$$

- Q คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ มีหน่วยเป็น จูล (J)
- m คือ มวลของสสาร มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)
- c คือ ความร้อนจำเพาะของสาร มีหน่วยเป็น จูลต่อกิโลกรัม·เคลวิน (J/kg·K)
- Δt คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป มีหน่วยเป็น เคลวิน (K)

ตัวอย่างที่ 4.2 จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำมวล 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 35 องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 4,186 จูลต่อกิโลกรัม·เคลวิน)

วิธีทำ น้ำมวล $100\ g = 0.1\ kg$

จากสมการ $Q = mc\Delta t$

$Q = 0.1\ kg \times 4{,}186\ J/kg\cdot K \times (35^{\circ}C - 25^{\circ}C)$

$Q = 4{,}186\ J$

ดังนั้น จะต้องใช้ความร้อน 4,186 จูล เพื่อทำให้น้ำมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 25 องศาเซลเซียส ไปเป็น 35 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่ 4.3 ให้ความร้อน 8,372 จูล แก่น้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 75 องศาเซลเซียส น้ำที่ได้รับความร้อนนี้มีมวลกี่กิโลกรัม (ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 4,186 จูลต่อกิโลกรัม·เคลวิน)

วิธีทำ จากสมการ $Q = mc\Delta t$

$8{,}372 = m \times 4{,}186\ J/kg\cdot K \times (75^{\circ}C - 25^{\circ}C)$

$m = 0.04\ kg$

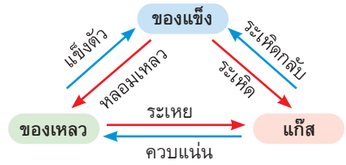
ดังนั้น น้ำที่ได้รับความร้อนนี้มีมวล 0.04 กิโลกรัม

หมายเหตุ : สามารถนำผลต่างอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสมาคำนวณได้เลย เนื่องจาก 1 หน่วย ขององศาเซลเซียสและเคลวิน มีขนาดสเกลเท่ากัน เช่น อุณหภูมิ 25°C คือ 25 + 273 = 298 K อุณหภูมิ 35°C คือ 35 + 273 = 308 K ผลต่าง คือ 308 - 298 = 10 K ซึ่งมีค่าเท่ากับ 35 - 25 = 10°C ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนหน่วย

ในการคำนวณความร้อน นอกจากหน่วยจูลแล้ว ยังมีหน่วยแคลอรี (cal) ที่นำมาใช้ในการคำนวณ โดยที่ 1 แคลอรี เท่ากับ 4.184 จูล ตัวอย่างเช่น ความร้อน 3,330 J คิดเป็น $\frac{3{,}330\ J}{4.184\ J/cal} = 795.9\ cal$

4.2.3 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนสถานะของสสาร

ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยหากสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคของสสารอยู่ห่างกันมากขึ้น สสารจึงเกิดการเปลี่ยนสถานะ โดยเกิดการหลอมเหลว การระเหย และการระเหิด แต่หากสสารสูญเสียความร้อนจะทำให้อนุภาคของสสารอยู่ชิดกันมากขึ้น สสารจึงเกิดการเปลี่ยนสถานะ โดยเกิดการควบแน่น การแข็งตัว และการระเหิดกลับ



▲ ภาพที่ 4.19 การเปลี่ยนสถานะของสสาร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ จะขึ้นอยู่กับมวลและความร้อนแฝงจำเพาะของสารนั้น โดยขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณความร้อน ดังสมการ

$$Q = mL$$

- Q คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ มีหน่วยเป็น จูล (J)
- m คือ มวลของสสาร มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)
- L คือ ความร้อนแฝงจำเพาะ คือ ความร้อนที่ทำให้สสารมวล 1 หน่วย เปลี่ยนสถานะไปจนหมด โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งมีค่าคงที่และแตกต่างกันในสสารแต่ละชนิด มีหน่วยเป็น จูลต่อกิโลกรัม (J/kg)

ตัวอย่างที่ 4.4 เมื่อต้องการให้น้ำแข็งมวล 10 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หลอมเหลวกลายเป็นของเหลวหมดพอดี จะต้องใช้ความร้อนเท่าใด (ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำมีค่าเท่ากับ 333×10^3 จูลต่อกิโลกรัม)

วิธีทำ น้ำแข็งมวล $10\ g = 0.01\ kg$

จากสมการ $Q = mL$

$Q = 0.01\ kg \times 333 \times 10^3\ J/kg$

$Q = 3.33 \times 10^3\ J$

$Q = 3{,}330\ J$

ดังนั้น จะต้องใช้ความร้อน 3,330 จูล เพื่อทำให้น้ำแข็งมวล 10 กรัม หลอมเหลวหมดพอดี

Science Focus **ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ**

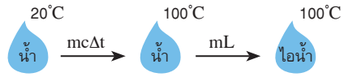
ความจุความร้อน (heat capacity, C) คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้สารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 หน่วย โดยสถานะของสารไม่เปลี่ยนแปลง มีหน่วยเป็น จูลต่อเคลวิน (J/K)

ความร้อนจำเพาะ (specific heat, c) คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย ซึ่งมีค่าคงที่และแตกต่างกันในสารแต่ละชนิด มีหน่วยเป็น จูลต่อกิโลกรัม·เคลวิน (J/kg·K) หรือแคลอรีต่อกรัม·องศาเซลเซียส (cal/g·°C)

ในการคำนวณปริมาณความร้อน อาจมีการประยุกต์ใช้ทั้งสมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 4.5 หากต้องการต้มน้ำอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มวล 100 กรัม ให้เดือดและระเหยจนหมดพอดี จะต้องใช้ความร้อนกี่กิโลจูล (ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำมีค่าเท่ากับ 2,300 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 4.2 กิโลจูลต่อกิโลกรัม·เคลวิน)

วิธีทำ



จากแผนภาพ จะได้ว่า $Q = mc\Delta t + mL$

$Q = (0.1\ kg)(4.2\ kJ/kg \cdot K)(100 - 20\ ^\circ C) + (0.1\ kg)(2{,}300\ kJ/kg)$

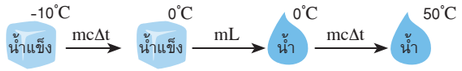
$Q = 33.6\ kJ + 230\ kJ$

$Q = 263.6\ kJ$

ดังนั้น จะต้องใช้ความร้อน 263.6 กิโลจูล เพื่อทำให้น้ำ 100 กรัม ที่ 20 องศาเซลเซียส เดือดและระเหยจนหมดพอดี

ตัวอย่างที่ 4.6 หากต้องการละลายน้ำแข็งอุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส มวล 100 กรัม ให้กลายเป็นน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะต้องใช้ความร้อนกี่กิโลจูล (ความร้อนจำเพาะของน้ำแข็งมีค่าเท่ากับ 2.1 กิโลจูลต่อกิโลกรัม·เคลวิน ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำมีค่าเท่ากับ 333 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 4.2 กิโลจูลต่อกิโลกรัม·เคลวิน)

วิธีทำ



จากแผนภาพ จะได้ว่า $Q = mc\Delta t_{(น้ำแข็ง)} + mL_{(น้ำแข็ง)} + mc\Delta t_{(น้ำ)}$

$Q = (0.1\ kg)(2.1\ kJ/kg \cdot K)(0 - (-10\ ^\circ C)) + (0.1\ kg)(333\ kJ/kg) + (0.1\ kg)(4.2\ kJ/kg \cdot K)(50 - 0\ ^\circ C)$

$Q = 2.1\ kJ + 33.3\ kJ + 21\ kJ$

$Q = 56.4\ kJ$

ดังนั้น จะต้องใช้ความร้อน 56.4 กิโลจูล เพื่อทำให้น้ำ 100 กรัม ที่ -10 องศาเซลเซียส หลอมเหลวและกลายเป็นน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

H.O.T.S. คำถามท้าทายความคิดขั้นสูง

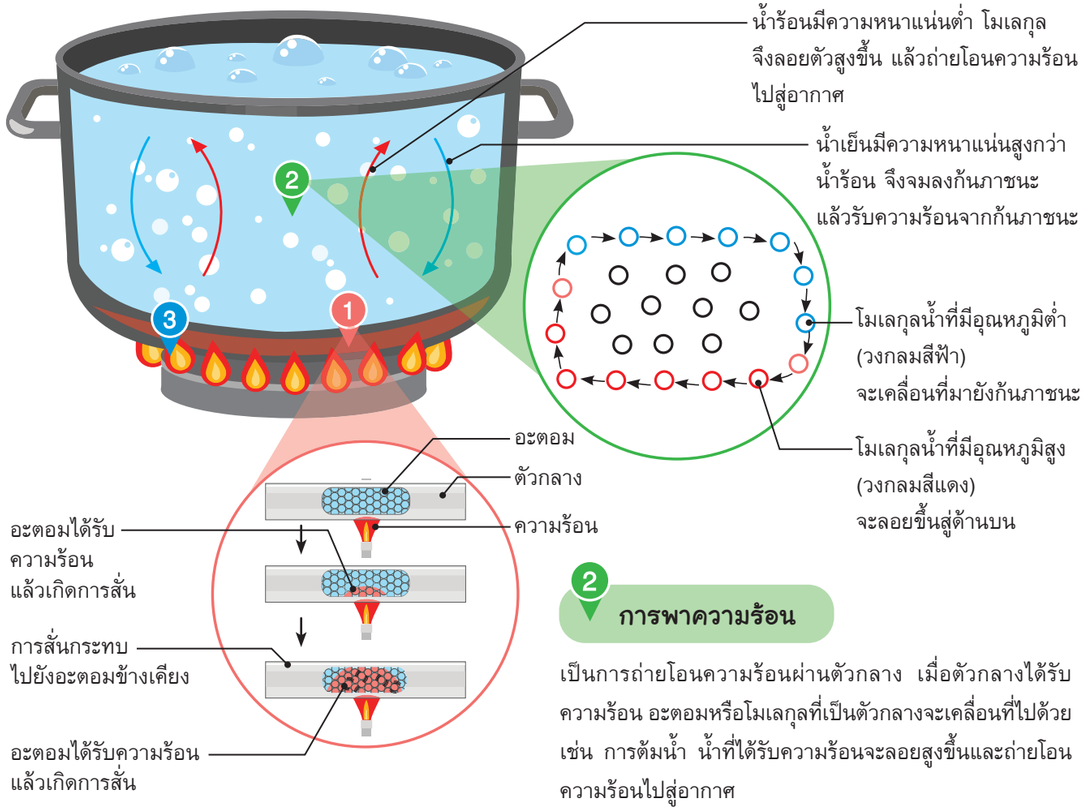
วัตถุที่มีมวลเท่ากัน 2 ชิ้น ชิ้นหนึ่งได้รับความร้อนจนหลอมเหลว อีกชิ้นได้รับความร้อนแต่ไม่หลอมเหลว วัตถุทั้ง 2 ชิ้นนี้ ได้รับความร้อนแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

4.3 การถ่ายโอนความร้อน

Prior Knowledge วัตถุสามารถถ่ายโอนความร้อนให้แก่กันได้อย่างไร

พลังงานความร้อนสามารถถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งได้ เช่น เมื่อนักเรียนจับแก้วน้ำร้อน นักเรียนจะรู้สึกร้อนเนื่องจากน้ำร้อนถ่ายโอนพลังงานความร้อนผ่านแก้วมาสู่มือของนักเรียน ซึ่งเรียกลักษณะเช่นนี้ว่า **การถ่ายโอนความร้อน** (heat transfer)

วิธีการถ่ายโอนความร้อน



1 การนำความร้อน

เป็นการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลาง เมื่อตัวกลางได้รับความร้อน อะตอมหรือโมเลกุลจะสั่น และส่งผลให้อะตอมหรือโมเลกุลข้างเคียงสั่นตามไปด้วยจนกระทั่งไปถึงวัตถุที่อยู่ติดกับตัวกลางนั้น เช่น หากเราจับทัพพีในหม้อหุงข้าว ความร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านทัพพีมายังมือของเรา ทำให้เรารู้สึกร้อน

2 การพาความร้อน

เป็นการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลาง เมื่อตัวกลางได้รับความร้อน อะตอมหรือโมเลกุลที่เป็นตัวกลางจะเคลื่อนที่ไปด้วย เช่น การต้มน้ำ น้ำที่ได้รับความร้อนจะลอยสูงขึ้นและถ่ายโอนความร้อนไปสู่อากาศ

3 การแผ่รังสีความร้อน

เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยไม่อาศัยตัวกลาง วัตถุที่เป็นต้นกำเนิดความร้อนสามารถแผ่รังสีออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง เช่น รังสีความร้อนที่แผ่มาจากเปลวไฟจากเตาแก๊ส

▲ ภาพที่ 4.20 วิธีการถ่ายโอนความร้อนแบบต่าง ๆ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

กิจกรรม

การสร้างแบบจำลองการถ่ายโอนความร้อน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- การสังเกต
- การลงความเห็นจากข้อมูล
- การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

จิตวิทยาศาสตร์
- ความอดทน
- ความมีเหตุผล
- ความรับผิดชอบ
- ความรอบคอบ

วัสดุอุปกรณ์

1. กาว
2. สีไม้
3. กรรไกร
4. กระดาษสี
5. ปากกาเมจิก
6. กระดาษฟลิปชาร์ต

วิธีปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แล้วศึกษาเนื้อหา เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน
2. สร้างแบบจำลองแสดงถึงการถ่ายโอนความร้อนทั้ง 3 วิธี โดยพิจารณาตัวกลางในการถ่ายโอนความร้อนเป็นเกณฑ์ และแสดงถึงความสามารถของตัวกลางแต่ละชนิดในการถ่ายโอนความร้อนแต่ละประเภท
3. นำเสนอแบบจำลองหน้าชั้นเรียน
4. ประเมินแบบจำลองและการนำเสนอแบบจำลองของเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ

คำถามท้ายกิจกรรม

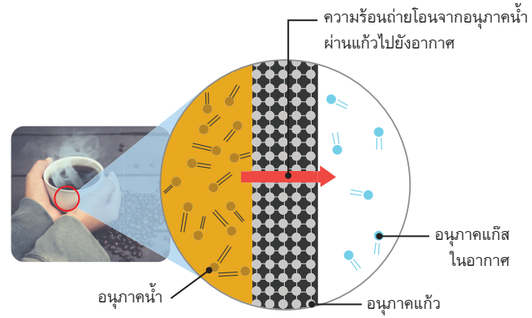
1. การถ่ายโอนความร้อนแต่ละวิธีมีลักษณะอย่างไร
2. การถ่ายโอนความร้อนแต่ละวิธีมีตัวกลางสถานะใดที่สามารถถ่ายโอนความร้อนได้ดีที่สุด

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม การถ่ายโอนความร้อนมี 3 วิธี ได้แก่ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน โดยการนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางที่ไม่ได้เคลื่อนที่ เมื่อตัวกลางได้รับความร้อน อนุภาคตัวกลางจะสั่นและส่งผลให้อนุภาคข้างเคียงสั่นตามไปด้วย ตัวกลางที่สามารถนำความร้อนได้ดีที่สุด คือ ของแข็ง รองลงมา คือ ของเหลวและแก๊ส ตามลำดับ การพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยอาศัยตัวกลางที่เคลื่อนที่ไปด้วย ตัวกลางที่พาความร้อนได้ดีที่สุด คือ แก๊ส รองลงมา คือ ของแข็งและการแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

4.3.1 การนำความร้อน

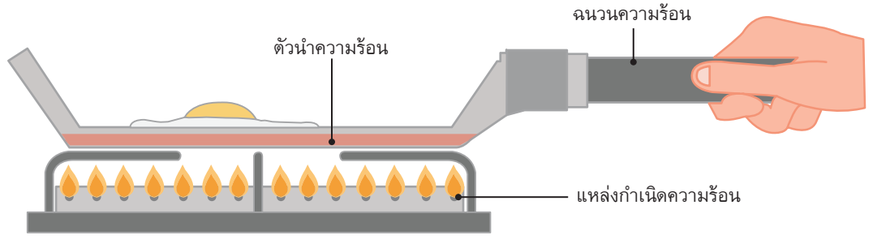
เมื่อเราจับภาชนะที่บรรจุอาหารร้อน เราจะรู้สึกร้อนมือ ทั้งนี้ เนื่องจากมีการถ่ายโอนพลังงานความร้อนจากอาหารผ่านตัวกลาง (ภาชนะบรรจุอาหาร) มายังมือของเรา การถ่ายโอนความร้อนเช่นนี้ เรียกว่า **การนำความร้อน** ซึ่งเกิดจากอะตอมหรือโมเลกุลของตัวกลางได้รับพลังงานความร้อนแล้วเกิดการสั่น ทำให้อะตอมหรือโมเลกุลข้างเคียงเกิดการสั่นตามไปด้วย ซึ่งการสั่นจะเกิดขึ้นต่อไปเรื่อย ๆ จนไปถึงอะตอมหรือโมเลกุลของสสารที่อยู่ติดกับตัวกลางนั้น ๆ โดยที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่



▲ ภาพที่ 4.21 การนำความร้อนผ่านแก้วกาแฟ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ความสามารถในการนำความร้อนของสสารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เรียกว่า **สภาพนำความร้อน** (thermal conductivity) โดยหากเปรียบเทียบสถานะของสสารแต่ละประเภทแล้ว ของแข็งสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าของเหลว และของเหลวสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าแก๊ส ซึ่งหากไม่มีวัตถุเป็นตัวกลางหรือสภาพสุญญากาศ จะไม่เกิดการนำความร้อน นอกจากนี้ สสารในสถานะเดียวกันแต่ต่างชนิดกันจะมีสภาพนำความร้อนแตกต่างกันด้วย สสารบางชนิดมีสภาพนำความร้อนที่ไม่ดี เรียกว่า **ฉนวนความร้อน** (thermal insulation) เช่น ยาง พลาสติก แก้ว ไม้ อากาศ

เราสามารถนำความรู้เกี่ยวกับสภาพนำความร้อนของสสารแต่ละชนิดมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การใช้วัตถุที่เป็นฉนวนความร้อนมาทำเป็นด้ามจับภาชนะประกอบอาหาร เช่น กระทะ หม้อหุงต้ม ส่วนตัวภาชนะจะทำด้วยโลหะที่มีสภาพนำความร้อนที่ดี ภาชนะเก็บอาหารที่เป็นฉนวนความร้อน เช่น พลาสติก โฟม แก้ว ช่วยให้เก็บความร้อนไว้ได้นาน จานรองภาชนะบรรจุอาหารร้อนป้องกันการนำความร้อนไปสู่โต๊ะที่วางภาชนะ ใยแก้วหรือใยหินที่เป็นฉนวนความร้อนที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างจะช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนในฤดูหนาว และป้องกันการได้รับความร้อนในฤดูร้อน เสื้อผ้ายังเป็นฉนวนความร้อนที่ช่วยให้การถ่ายโอนความร้อนจากร่างกายไปสู่สิ่งแวดล้อมเกิดได้ยาก ทำให้ร่างกายอบอุ่น



▲ ภาพที่ 4.22 กระทะอาศัยหลักการนำความร้อนในการประกอบอาหาร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

กิจกรรม

การนำความร้อน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- การสังเกต
- การลงข้อสรุป
- การทดลอง

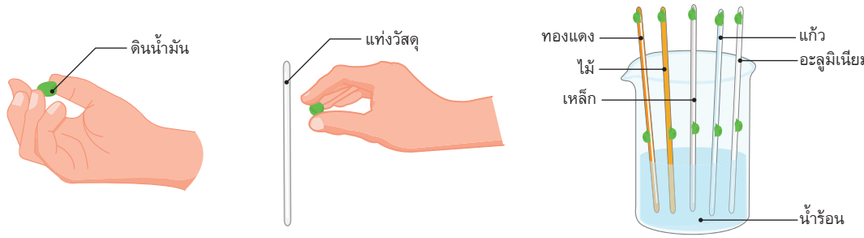
จิตวิทยาศาสตร์
- ความอดทน
- ความมีเหตุผล
- ความรับผิดชอบ
- ความรอบคอบ

วัสดุอุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. ดินน้ำมัน
3. แท่งวัสดุ ได้แก่ แก้ว ไม้ อะลูมิเนียม เหล็ก และทองแดง

วิธีปฏิบัติ

1. ปั้นดินน้ำมันเป็นก้อนกลมจำนวน 10 ก้อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร
2. นำดินน้ำมันมาติดบนแท่งวัสดุ ได้แก่ แก้ว ไม้ อะลูมิเนียม เหล็ก และทองแดง โดยติดด้านข้างบริเวณกลางแท่งวัสดุ 1 ก้อน และปลายแท่งวัสดุด้านหนึ่งอีก 1 ก้อน
3. นำปลายแท่งวัสดุด้านที่ไม่ได้ติดดินน้ำมันทั้ง 5 แท่ง จุ่มลงในบีกเกอร์ที่ใส่น้ำร้อน
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง



▲ ภาพที่ 4.23 การจัดอุปกรณ์แสดงการนำความร้อน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อสังเกตดินน้ำมันบนแท่งวัสดุแท่งเดียวกัน ดินน้ำมันบริเวณกลางแท่งหรือปลายแท่งที่หล่นก่อนกัน เพราะเหตุใด
2. เมื่อสังเกตดินน้ำมันบริเวณกลางแท่งวัสดุทั้ง 5 แท่ง ดินน้ำมันที่ติดกับวัสดุใดที่หล่นก่อน และดินน้ำมันที่ติดกับวัสดุใดที่ไม่หล่น

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม พบว่า เมื่อสังเกตดินน้ำมันบนแท่งวัสดุแท่งเดียวกัน ดินน้ำมันบริเวณกลางแท่งจะหล่นก่อนดินน้ำมันบริเวณปลายแท่ง เนื่องจากมีการนำความร้อนจากปลายแท่งด้านที่จุ่มน้ำร้อน ซึ่งโมเลกุลจะสั่นและกระทบไปยังโมเลกุลข้างเคียงต่อไปเรื่อย ๆ บริเวณที่ใกล้แหล่งความร้อนมากกว่าจึงร้อนก่อน เมื่อสังเกตดินน้ำมันบริเวณกลางแท่งวัสดุทั้ง 5 แท่ง ดินน้ำมันที่ติดกับแท่งทองแดงหล่นลงมาก่อนดินน้ำมันที่ติดกับวัสดุอื่น แสดงว่าทองแดงสามารถนำความร้อนได้ดีที่สุด ดินน้ำมันที่ติดอยู่กับไม้และแก้วไม่หล่นลงมา แสดงว่าไม้และแก้วเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี หรือเป็นฉนวนความร้อน

4.3.2 การพาความร้อน

การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยอาศัยตัวกลาง ซึ่งตัวกลางจะเคลื่อนที่ไปด้วย ตัวกลางที่สามารถพาความร้อนได้ดีจึงเป็นแก๊สและของเหลว ตามลำดับ ตัวอย่างเช่น เมื่อน้ำในบีกเกอร์ได้รับความร้อน โมเลกุลน้ำที่ได้รับความร้อนจะลอยสูงขึ้นพาความร้อนไปสู่ด้านบนของน้ำ โมเลกุลของน้ำที่เย็นกว่าจะเคลื่อนที่ลงสู่ก้นบีกเกอร์ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำจนน้ำร้อนทั่วทั้งบีกเกอร์

▲ ภาพที่ 4.24 ไอน้ำพาความร้อนจากอาหารไปสู่อากาศ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ตัวอย่างการพาความร้อนโดยมีแก๊สเป็นตัวกลางเช่น ขณะรับประทานอาหาร อาหารในภาชนะที่กำลังร้อนจะมีควันลอยขึ้น เมื่อเราสัมผัสกับควันจะรู้สึกร้อนเนื่องจากไอน้ำและแก๊สได้รับความร้อนจากอาหารแล้วลอยตัวขึ้น ซึ่งพาความร้อนมาด้วย

ตัวอย่างการพาความร้อนในธรรมชาติ เช่น การเกิดกระแสลม ซึ่งเกิดจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศ 2 บริเวณ คือ บริเวณที่มีอากาศร้อนและบริเวณที่มีอากาศเย็น บริเวณที่มีอากาศร้อน อากาศจะขยายตัวและมีความหนาแน่นน้อยกว่าบริเวณข้างเคียง อากาศจึงลอยตัวสูงขึ้น ขณะเดียวกันบริเวณที่มีอากาศเย็นอากาศจะมีความหนาแน่นมากกว่า จึงเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่บริเวณที่มีอากาศร้อน ซึ่งการเคลื่อนตัวของอากาศนี้ เรียกว่า **ลม**

การเกิดลมบกและลมทะเลอาศัยหลักการพาความร้อน โดยในช่วงเวลากลางวัน พื้นดินสามารถดูดซับความร้อนได้ดีกว่าพื้นน้ำ อากาศบริเวณเหนือพื้นดินจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ อากาศบริเวณเหนือพื้นดินจึงลอยตัวสูงขึ้น ทำให้อากาศเหนือพื้นน้ำเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ ลมจึงพัดจากทะเลเข้าสู่ชายฝั่ง เรียกว่า **ลมทะเล** (sea breeze) ขณะที่ในเวลากลางคืน พื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ พื้นน้ำจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นดิน อากาศเหนือพื้นน้ำจึงมีอุณหภูมิสูงและลอยตัวสูงขึ้น อากาศเหนือพื้นดินจึงเข้ามาแทนที่ จึงเกิดลมที่พัดจากชายฝั่งลงสู่พื้นน้ำ เรียกว่า **ลมบก** (land breeze)

▲ ภาพที่ 4.25 แผนภาพการเกิดลมทะเลในเวลากลางวันและลมบกในเวลากลางคืน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

กิจกรรม

การพาความร้อน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- การสังเกต
- การลงข้อสรุป
- การทดลอง

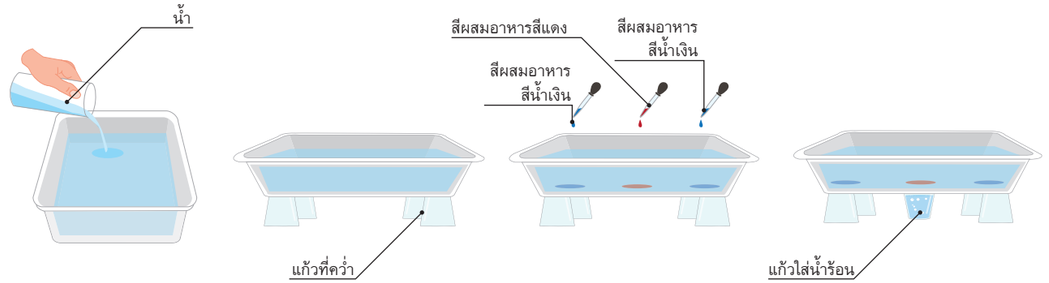
จิตวิทยาศาสตร์
- ความอดทน
- ความมีเหตุผล
- ความรับผิดชอบ
- ความรอบคอบ

วัสดุอุปกรณ์

1. แก้วน้ำ
2. หลอดหยด
3. ถาดพลาสติกใส
4. สีผสมอาหารสีน้ำเงินและสีแดง

วิธีปฏิบัติ

1. คว่ำแก้ว 4 ใบ เพื่อเป็นฐานสำหรับวางถาดพลาสติกใส จากนั้นนำถาดพลาสติกใสมาวางบนก้นแก้ว
2. เติมน้ำใส่ถาดพลาสติกใสประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของถาด
3. นำหลอดหยดดูดสีผสมอาหารที่ละลายเป็นของเหลวแล้วมาหยดลงในถาด โดยหยดสีผสมอาหารสีแดงตรงกลางของก้นถาด และหยดสีน้ำเงินตรงด้านข้างของก้นถาดทั้ง 2 ด้าน
4. เติมน้ำร้อนใส่แก้วอีกใบหนึ่งให้เต็มแก้ว แล้วนำมาวางใต้ถาดบริเวณกลางถาดที่มีสีผสมอาหารสีแดงหยดอยู่



▲ ภาพที่ 4.26 การจัดอุปกรณ์แสดงการหาความร้อน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สีผสมอาหารสีใดที่เปรียบเสมือนเป็นน้ำร้อน และสีผสมอาหารสีใดที่เปรียบเสมือนเป็นน้ำเย็น
2. เมื่อนำแก้วน้ำร้อนไปวางใต้ถาดบริเวณตรงกลางของถาด สีผสมอาหารสีแดงและสีน้ำเงินมีการเคลื่อนที่อย่างไร

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม พบว่า สีผสมอาหารทั้ง 2 สี มีการเคลื่อนที่เมื่อได้รับความร้อนจากแก้วน้ำร้อน โดยสีผสมอาหารสีแดงที่เปรียบเสมือนเป็นน้ำร้อนมีการเคลื่อนที่จากก้นถาดลอยขึ้นไปบนผิวน้ำ แล้วสีผสมอาหารสีน้ำเงินที่เปรียบเสมือนเป็นน้ำเย็นเคลื่อนที่เข้ามาตรงกลางถาดแทนที่สีผสมอาหารสีแดง ดังนั้น เมื่อเกิดการพาความร้อน โมเลกุลที่ได้รับความร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น จากนั้นโมเลกุลข้างเคียงที่เย็นกว่าจะเข้ามาแทนที่ จึงสรุปได้ว่า ตัวกลางในการพาความร้อนจะเคลื่อนที่และพาความร้อนไปด้วย

มนุษย์นำความรู้เกี่ยวกับการพาความร้อนมาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต เช่น เครื่องปรับอากาศที่ทำให้เกิดการพาความร้อนในห้อง การสร้างบ้านหรืออาคารที่มีช่องลมและติดพัดลมระบายอากาศ อากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้นไปบริเวณเพดานบ้าน และจะออกไปตามช่องลมระบายอากาศ ส่วนอากาศเย็นจะเข้ามาแทนที่ในตัวบ้าน

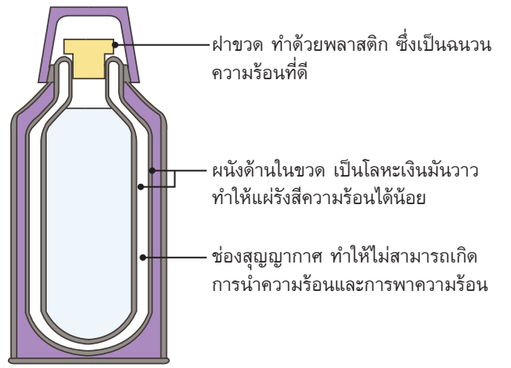
นอกจากนี้ ยังมีการนำหลักการพาความร้อนมาประยุกต์ใช้ในการสร้างเตาอบลมร้อน (convection oven) ที่ใช้ประกอบอาหาร โดยมีลวดความร้อนทำหน้าที่ให้ความร้อน ซึ่งจะร้อนขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และจะมีพัดลมที่สร้างลมให้พาความร้อนไปสู่อาหาร

▲ ภาพที่ 4.27 พัดลมระบายอากาศจะช่วยระบายความร้อน และช่วยให้อากาศถ่ายเทได้สะดวกขึ้น
ที่มา : คลังภาพ อจท.

▲ ภาพที่ 4.28 เตาอบลมร้อนใช้ลมร้อนพาความร้อนไปสู่อาหาร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

4.3.3 การแผ่รังสีความร้อน

การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เช่น รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก ตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับการแผ่รังสีความร้อนมาใช้ เช่น การสร้างเตาไมโครเวฟ การเลือกใช้วัสดุที่มีสีสว่าง มันวาว เพราะสามารถแผ่รังสีความร้อนได้น้อย การนำแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ใช้ห่ออาหาร จะช่วยเก็บความร้อนของอาหารไว้ไม่ให้แผ่ออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้ ภาชนะบรรจุน้ำร้อน เช่น กระติกน้ำร้อน ภายในมักมีผิวเป็นมันวาว ป้องกันการแผ่รังสีความร้อน จึงสามารถเก็บความร้อนของน้ำภายในกระติกได้นาน



▲ ภาพที่ 4.29 ผนังด้านในกระติกน้ำร้อนทำจากวัสดุที่มีผิวมันวาว ซึ่งแผ่ความร้อนได้น้อย
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Science in Real Life

เตาไมโครเวฟใช้หลักการแผ่รังสีความร้อน โดยปล่อยคลื่นไมโครเวฟผ่านเข้าไปในอาหาร ทำให้โมเลกุลของน้ำในอาหารสั่น ส่งผลให้อุณหภูมิอาหารสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยคลื่นไมโครเวฟไม่สามารถทะลุทะลวงผ่านผนังและช่องเล็ก ๆ ของฝาเตาออกมาได้ ดังนั้น การมองเข้าไปในเตาไมโครเวฟขณะที่เตาทำงาน จึงไม่เป็นอันตรายต่อดวงตา ส่วนแสงที่เราเห็นภายในเตาเป็นเพียงแสงจากหลอดไฟเพื่อให้เห็นสิ่งที่อยู่ภายในตู้เท่านั้น

4.4 สมดุลความร้อน

Prior Knowledge
วัตถุสองสิ่งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน เมื่อสัมผัสกันจะมีการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างไร

เมื่อเราเตรียมรับประทานอาหารที่ร้อน เรามักจะปล่อยให้อาหารเย็นลงก่อน ซึ่งการที่อาหารเย็นลงนั้นเนื่องจากมีการถ่ายโอนความร้อนจากอาหารไปสู่อากาศซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อม หากปล่อยอาหารไว้สักพักหนึ่ง อุณหภูมิของอาหารจะเริ่มคงที่และเท่ากับอุณหภูมิของอากาศ โดยความร้อนที่ลดลงของสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะเท่ากับความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เรียกสภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากันหลังจากการถ่ายโอนพลังงานความร้อนนี้ว่า **สมดุลความร้อน** (thermal equilibrium)

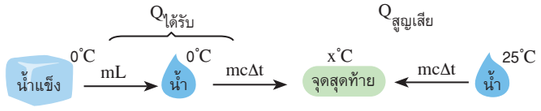
พลังงานความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสองบริเวณจนมีอุณหภูมิเท่ากันเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งกล่าวว่า “พลังงานไม่สามารถสร้างขึ้นมาใหม่และไม่สามารถสูญหายไปได้ แต่สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้” ซึ่งความร้อนที่สสารสูญเสียไปให้อีกสสารหนึ่งจะเท่ากับกับความร้อนที่อีกสสารหนึ่งได้รับ ดังสมการ

$$Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$$

$Q_{\text{สูญเสีย}}$ หมายถึง พลังงานความร้อนที่สสารหนึ่งสูญเสียให้อีกสสารหนึ่ง
$Q_{\text{ได้รับ}}$ หมายถึง พลังงานความร้อนที่สสารหนึ่งได้รับมาจากสสารที่สูญเสียความร้อน

ตัวอย่างที่ 4.7 ละลายน้ำแข็ง 10 กรัม ที่ 0 องศาเซลเซียส ในน้ำ 100 กรัม ที่ 25 องศาเซลเซียส จงหาอุณหภูมิผสมของน้ำ (กำหนดให้ ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 แคลอรีต่อกรัม และความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัม·องศาเซลเซียส)

วิธีทำ จากโจทย์ ให้ x = อุณหภูมิผสม



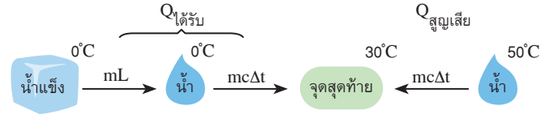
จากสมการ $Q_{\text{ได้รับ}} = Q_{\text{สูญเสีย}}$

$$mL_{(\text{น้ำแข็ง})} + mc\Delta t_{(\text{น้ำ})} = mc\Delta t_{(\text{น้ำ})}$$
$$(10\text{ g})(80\text{ cal/g}) + (10\text{ g})(1\text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C})(x - 0^\circ\text{C}) = (100\text{ g})(1\text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C})(25 - x^\circ\text{C})$$
$$800\text{ cal} + 10x\text{ cal} = 2{,}500\text{ cal} - 100x\text{ cal}$$
$$10x\text{ cal} + 100x\text{ cal} = 2{,}500\text{ cal} - 800\text{ cal}$$
$$110x\text{ cal} = 1{,}700x\text{ cal}$$
$$x = 15.45^\circ\text{C}$$

ดังนั้น อุณหภูมิผสมเท่ากับ 15.45 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่ 4.8 ละลายน้ำแข็ง 10 กรัม ที่ 0 องศาเซลเซียส ในน้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผสมของน้ำเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส จงหาว่าน้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีมวลเท่าใด (กำหนดให้ ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 แคลอรีต่อกรัม และความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัม·องศาเซลเซียส)

วิธีทำ



จากสมการ $Q_{\text{ได้รับ}} = Q_{\text{สูญเสีย}}$

$$mL_{(\text{น้ำแข็ง})} + mc\Delta t_{(\text{น้ำ})} = mc\Delta t_{(\text{น้ำ})}$$
$$(10\text{ g})(80\text{ cal/g}) + (10\text{ g})(1\text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C})(30^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = (m)(1\text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C})(50^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})$$
$$m = 55\text{ g}$$

ดังนั้น น้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะมีมวล 55 กรัม

ในกรณีที่เทน้ำลงในแก้ว ซึ่งมีน้ำแข็งเต็มแก้ว น้ำแข็งส่วนหนึ่งจะเกิดการละลาย ทำให้อุณหภูมิของน้ำผสมน้ำแข็งในขณะนั้นเป็น 0 องศาเซลเซียส ต่อมาน้ำถ่ายโอนพลังงานความร้อนที่มีอยู่ให้กับน้ำแข็ง น้ำแข็งจึงเกิดการหลอมเหลวเป็นน้ำ

เมื่อทิ้งไว้เป็นเวลานานอากาศรอบภาชนะซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่า 0 องศาเซลเซียส จะถ่ายโอนพลังงานให้กับน้ำในแก้วทำให้น้ำแข็งละลายมากขึ้น อุณหภูมิของน้ำจึงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในที่สุดน้ำก็จะมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น ซึ่งถือว่าเกิดสมดุลความร้อนระหว่างอากาศกับน้ำในแก้ว

Science Activity
ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ออกแบบและสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้หลักการถ่ายโอนความร้อนเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน จากนั้นนำมาเสนอหน้าชั้นเรียน

Topic Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. อุณหภูมิปกติของร่างกายมนุษย์ คือ 37 องศาเซลเซียส แต่ถ้านักเรียนมีอาการตัวร้อน เป็นไข้ จะวัดอุณหภูมิของร่างกายได้สูงกว่า 38 องศาเซลเซียส ซึ่งจะมีความรู้สึกหนาว เพราะเหตุใดจึงมีความรู้สึกแบบนั้น จงอธิบาย
2. ละลายน้ำแข็ง 10 กรัม ที่ -10 องศาเซลเซียส ในน้ำ 90 กรัม ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จงหาอุณหภูมิของน้ำที่ผสมกัน (กำหนดให้ ความร้อนจำเพาะของน้ำแข็งเท่ากับ 0.5 แคลอรีต่อกรัม·องศาเซลเซียส ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 แคลอรีต่อกรัม และความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัม·องศาเซลเซียส)
3. น้ำแข็ง 5 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ถูกหย่อนลงในน้ำ 20 กรัม อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส หากไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมหรือภาชนะ อุณหภูมิที่ผสมกันจะเป็นเท่าใด

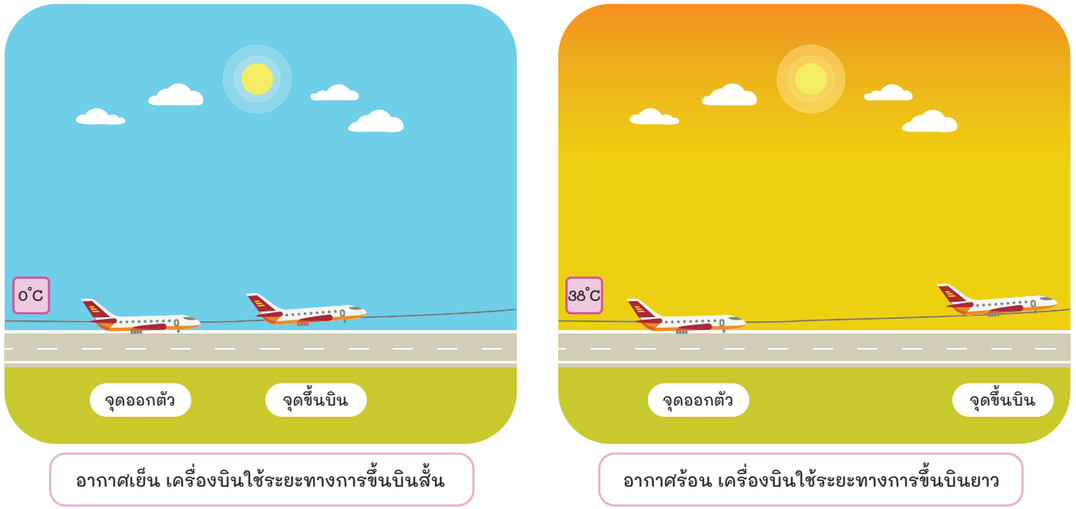
Science in Real Life

อุณหภูมิของอากาศ กับการบินของเครื่องบิน

การบินของเครื่องบินเกิดจากแรงขับดันของเครื่องยนต์และแรงยกของอากาศบริเวณใต้ปีก ถ้าอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความหนาแน่นของอากาศจะลดลง เนื่องจากอากาศเกิดการขยายปริมาตรเพราะความร้อน ส่งผลให้โมเลกุลของอากาศน้อยลง เมื่อโมเลกุลของอากาศบริเวณใต้ปีกเครื่องบินน้อยลง แรงยกที่ใต้ปีกเครื่องบินจึงลดลงตามไปด้วย และอาจส่งผลให้เครื่องบินไม่สามารถขึ้นบินได้ หรืออาจทำให้เครื่องบินที่กำลังบินอยู่มีเสถียรภาพในการทรงตัวกลางอากาศลดลง

▲ ภาพที่ 4.30 เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น อากาศจะมีความหนาแน่นลดลง ส่งผลให้แรงยกที่อยู่ใต้ปีกเครื่องบินลดต่ำลงไปด้วย
ที่มา : คลังภาพ อจท.

อุณหภูมิและความหนาแน่นของอากาศส่งผลต่อการก่อตัวของเมฆ การพัดพาของฝุ่น การบินของสัตว์ปีก การลอยของบอลลูน และการบินของเครื่องบิน โดยระยะทางการขึ้นบินของเครื่องบินจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของอากาศ อากาศที่มีอุณหภูมิสูง (ความหนาแน่นของอากาศต่ำ) ระยะทางการขึ้นบินจะยาว ส่วนอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ (ความหนาแน่นของอากาศสูง) ระยะทางการขึ้นบินจะสั้น การออกแบบความยาวของทางวิ่งของเครื่องบิน (runway) จึงต้องคำนึงถึงภูมิอากาศในแต่ละพื้น และโดยทั่วไปสายการบินจะไม่ให้เครื่องบินบินขึ้น หากอุณหภูมิบริเวณทางวิ่งของเครื่องบินและอากาศด้านบนมีค่าสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส



อากาศเย็น เครื่องบินใช้ระยะทางการขึ้นบินสั้น

อากาศร้อน เครื่องบินใช้ระยะทางการขึ้นบินยาว

▲ ภาพที่ 4.31 ระยะทางการขึ้นบินของเครื่องบินที่สภาพอากาศเย็นและอากาศร้อน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Self-Check

ให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจ โดยพิจารณาข้อความว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในตาราง หากพิจารณาข้อความไม่ถูกต้อง ให้กลับไปทบทวนเนื้อหาตามหัวข้อที่กำหนดให้

	ถูก/ผิด	ทบทวนหัวข้อ
1. การวัดอุณหภูมิเป็นการวัดระดับความร้อนของสสาร		1.
2. อุณหภูมิ เป็นปริมาณอากาศร้อนที่ปรากฏในวัตถุนั้น		1.
3. เคลวิน เป็นหน่วยในระบบสากล โดยมีขีดบอกจุดเยือกแข็งของน้ำที่ 373 เคลวิน และมีจุดเดือดของน้ำที่ 273 เคลวิน		1.
4. เมื่อได้รับความร้อน ของแข็งจะขยายตัวได้มากกว่าของเหลว และของเหลวจะขยายตัวได้มากกว่าแก๊ส		2.
5. ความร้อนแฝงจำเพาะ เป็นปริมาณความร้อนที่ทำให้มวล 1 หน่วย เปลี่ยนสถานะโดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยน		2.
6. ถ้านำมือไปไว้เหนือเปลวไฟของเทียน ความร้อนจากเปลวไฟมาถึงมือโดยวิธีการพาความร้อน		3.
7. ด้ามทัพพีที่ใช้ตักอาหารร้อน ๆ มักหุ้มด้วยพลาสติก เพื่อป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากอาหารสู่ด้ามทัพพี		3.
8. เมื่อน้ำสูญเสียความร้อนไปเรื่อย ๆ อุณหภูมิของน้ำจะลดลงเรื่อย ๆ ไม่สิ้นสุด		4.

Unit Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. แอนนาใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ โดยวางเทอร์มอมิเตอร์ให้ด้านปลายที่เป็นกระเปาะสัมผัสกับบีกเกอร์ ซึ่งอ่านค่าได้ 10 องศาเซลเซียส คิดเป็น 60 องศาฟาเรนไฮต์ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับวิธีการวัดและค่าที่วัดได้
2. กรุงเทพมหานครมีอุณหภูมิ 104 องศาฟาเรนไฮต์ จะมีอุณหภูมิเป็นเท่าใดในหน่วยองศาเซลเซียส
3. บริเวณภาคเหนือของประเทศไทยมีอุณหภูมิต่ำสุด -13 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุด 68 องศาฟาเรนไฮต์ บริเวณภาคกลางของประเทศไทยมีอุณหภูมิต่ำสุด 59 องศาฟาเรนไฮต์ และมีอุณหภูมิสูงสุด 307 เคลวิน อยากทราบว่าบริเวณภาคใดมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่ากัน และหาผลต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยของทั้งสองบริเวณในหน่วยเคลวิน

พิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้ในตาราง แล้วตอบคำถามข้อ 4 - 5

สถานที่	อุณหภูมิ	หน่วย
ลอสแอนเจลิส	122	°F
ปารีส	0	°R
มอสโก	259	K
เซี่ยงไฮ้	43	°C

4 สถานที่ใดมีอุณหภูมิสุดที่สุด

5 สถานที่ใดมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ

6 สายไฟที่ขึงอยู่ข้างถนนจะมีลักษณะหย่อนในช่วงฤดูร้อน นักเรียนคิดว่าฤดูร้อนมีส่วนเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ดังกล่าวอย่างไร

7 หากต้องการต้มน้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ปริมาณ 20 กรัม ให้เดือดและระเหยจนหมดพอดี จะต้องใช้ความร้อนกี่กิโลจูล (ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำมีค่าเท่ากับ 2,300 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 4.2 กิโลจูลต่อกิโลกรัม·เคลวิน)

8 พิจารณาภาพที่ 4.32 (ก) (ข) และ (ค) แล้วระบุว่ามีการถ่ายโอนความร้อนลักษณะใดบ้าง (ในแต่ละสถานการณ์สามารถตอบได้มากกว่า 1 ลักษณะ)

(ก) (ข) (ค)

▲ ภาพที่ 4.32 ภาพประกอบ Unit Questions ข้อ 8
ที่มา : คลังภาพ อจท.

9 เทน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ลงไปในน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำหลังผสมมีค่ากี่องศาเซลเซียส

10 ถ้านำน้ำ 3 แก้ว ที่มีอุณหภูมิต่างกันมาผสมกัน อุณหภูมิของน้ำหลังผสมมีค่ากี่องศาเซลเซียส

▲ ภาพที่ 4.33 ภาพประกอบ Unit Questions ข้อ 10
ที่มา : คลังภาพ อจท.

กิจกรรม การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

สมรรถนะสำคัญสำหรับผู้เรียน
ความสามารถด้าน
- ○ การคิด
- ✓ การสื่อสาร
- ✓ การแก้ปัญหา
- ○ การใช้ทักษะชีวิต
- ✓ การใช้เทคโนโลยี

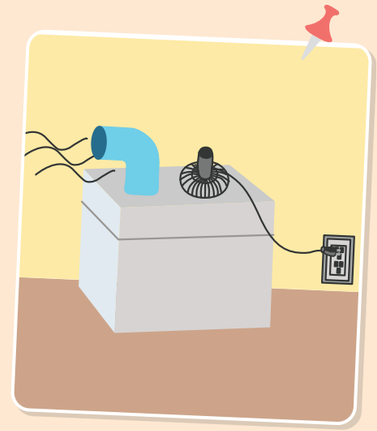
เรื่อง เครื่องปรับอากาศ DIY

สถานการณ์

ประเทศไทยต้องเผชิญกับสภาพอากาศที่ร้อนถึงร้อนจัด โดยเฉพาะในฤดูร้อนของทุกปี แทบจะทุกบ้านจึงต้องมีเครื่องปรับอากาศ เพื่อทำให้บ้านเย็นสบาย แต่การเปิดเครื่องปรับอากาศทั้งวัน ทั้งคืน ก็จะมาพร้อมกับค่าไฟที่เพิ่มสูงขึ้น

เพื่อให้ได้เครื่องปรับอากาศที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและลดภาระค่าไฟ นักเรียนจะมีวิธีออกแบบและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพตามที่กำหนดได้อย่างไร ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่สร้างขึ้น

1) สามารถใช้งานได้นาน 5 ชั่วโมง
2) สามารถลดอุณหภูมิภายในห้องได้มากที่สุด
3) ใช้ต้นทุนในการสร้างน้อยที่สุด



▲ ภาพที่ 4.34 เครื่องปรับอากาศ DIY
ที่มา : คลังภาพ อจท.

วัสดุอุปกรณ์

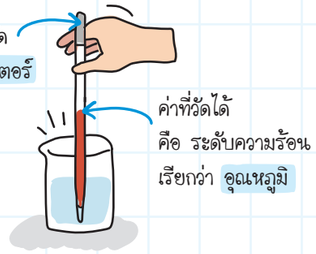
1. กล่องโฟม
2. กล่องพลาสติก
3. ขวดน้ำพลาสติก
4. ท่อพีวีซีแบบต่าง ๆ
5. กระป๋องน้ำอัดลม
6. พัดลมขนาดเล็ก
7. เทปใส
8. กรรไกร
9. คัตเตอร์
10. น้ำแข็ง

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. แบ่งกลุ่มร่วมกันสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างเครื่องปรับอากาศ
2. อภิปรายแล้วสรุปข้อมูลร่วมกัน จากนั้นออกแบบและวาดแบบร่างเครื่องปรับอากาศ
3. วางแผนการสร้างเครื่องปรับอากาศ แล้วลงมือสร้างเครื่องปรับอากาศตามแผนที่วางไว้
4. นำเครื่องปรับอากาศที่สร้างขึ้นมาทดสอบประสิทธิภาพ ดังนี้
   1) ทดสอบใช้งานเครื่องปรับอากาศที่สร้างขึ้นเป็นเวลา 5 ชั่วโมง
   2) วัดอุณหภูมิห้องภายในห้องตอนเริ่มต้นทดสอบเทียบกับอุณหภูมิตอนจบชั่วโมงที่ 5
   3) คำนวณต้นทุนของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องปรับอากาศของกลุ่มตนเอง
5. ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลและปัญหาที่ได้จากการทดสอบ แล้วหาแนวทางแก้ไขปรับปรุง
6. นำเสนอเครื่องปรับอากาศหน้าชั้นเรียนให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายด้วยภาษาของตนเอง

พลังงานความร้อน

อุณหภูมิและการวัด



หน่วยวัดอุณหภูมิมีหลายหน่วยสัมพันธ์กัน ดังสมการ

$$\frac{^{\circ}C}{5} = \frac{K - 273}{5} = \frac{^{\circ}F - 32}{9} = \frac{^{\circ}R}{4}$$

ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร

สสาร → ได้รับความร้อน → อุณหภูมิเพิ่มขึ้น → ขยายตัว → เปลี่ยนสถานะ

สสาร → สูญเสียความร้อน → อุณหภูมิลดลง → หดตัว → เปลี่ยนสถานะ

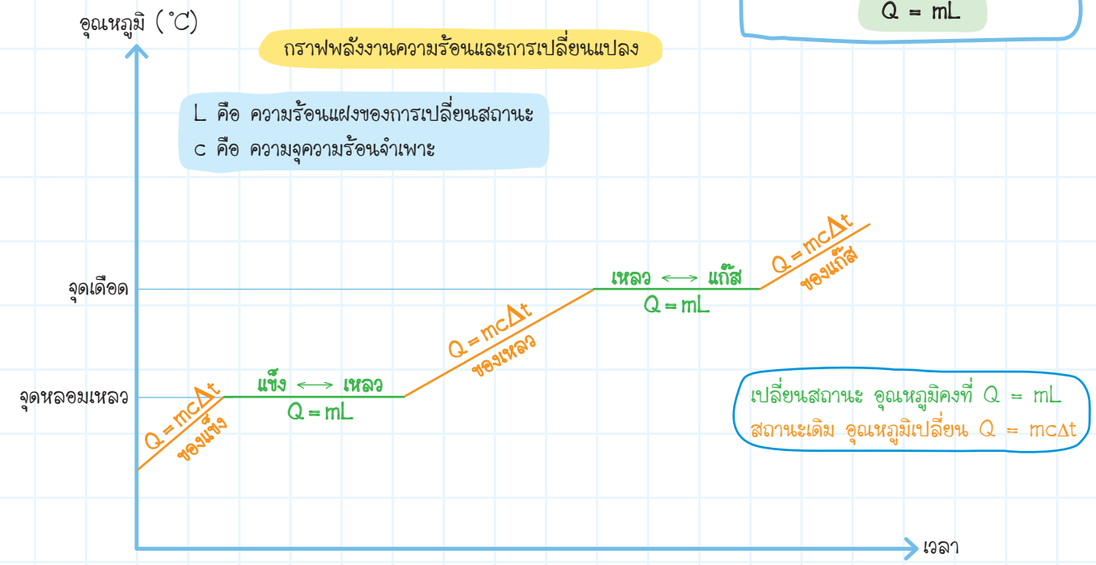
ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

$Q = mc\Delta t$

ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะ

$Q = mL$

กราฟพลังงานความร้อนและการเปลี่ยนแปลง



L คือ ความร้อนแฝงของการเปลี่ยนสถานะ
c คือ ความจุความร้อนจำเพาะ

เปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิคงที่ $Q = mL$
สถานะเดิม อุณหภูมิเปลี่ยน $Q = mc\Delta t$

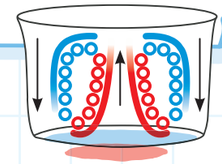
การถ่ายโอนความร้อน

เมื่อพิจารณาตัวกลางในการถ่ายโอนความร้อน แบ่งวิธีการถ่ายโอนความร้อนได้ 3 วิธี

การพาความร้อน

- อาศัยตัวกลาง "ของเหลว แก๊ส"
- แก๊สพาความร้อนได้ดีกว่าของเหลว
- โมเลกุลของตัวกลางสั่นและเคลื่อนที่

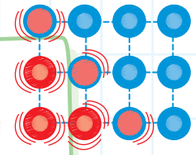
(โมเลกุลด้านล่างได้รับพลังงานแล้วเคลื่อนที่พาพลังงานไปให้โมเลกุลด้านบน)



การนำความร้อน

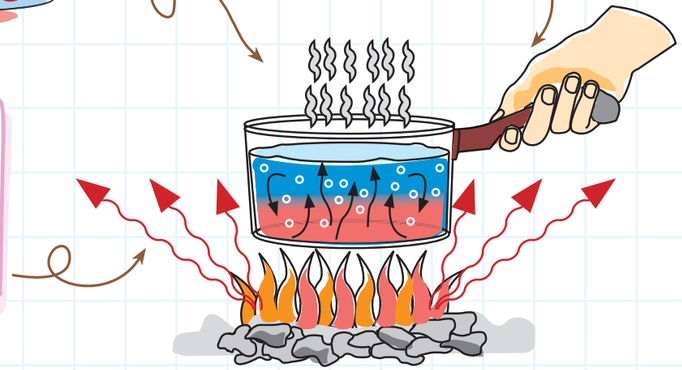
- อาศัยตัวกลาง "ของแข็ง"
- โมเลกุลของตัวกลางสั่น แต่ไม่เคลื่อนที่

(โมเลกุลสั่นและส่งพลังงานถึงโมเลกุลข้างเคียง)

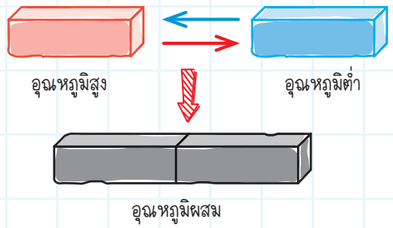


การแผ่รังสีความร้อน

- ไม่อาศัยตัวกลาง
- แผ่ออกไปทุกทิศทางรอบแหล่งกำเนิด
- อยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- เคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศได้



สมดุลความร้อน



- สสารจะถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
- เมื่อสสารมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกสภาพนี้ว่า **สมดุลความร้อน**

$Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$