



หนังสือเรียน

รายวิชาพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ ๑ เล่ม ๒

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์ครั้งที่ ๔

ISBN 978-616-576-338-7

จำนวน ๒๔๐,๐๐๐ เล่ม พ.ศ. ๒๕๖๖

จัดจำหน่ายโดย

องค์การค้าของ สกสค. พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว

๒๒๔๙ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

❖ มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ



ประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
เรื่อง อนุญาตให้ใช้สื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษา

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เล่ม ๒ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้พิจารณาแล้วอนุญาตให้ใช้ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ ๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๗

ว่าที่ร้อยตรี

(ธนู วงษ์จินดา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีอำนาจหน้าที่ในการพัฒนาหลักสูตร วิธีการเรียนรู้ การประเมินผล การจัดทำหนังสือเรียน แบบฝึกหัด และสื่อการเรียนรู้ทุกประเภทที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ในกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เล่ม ๒ นี้ สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดทำขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีเนื้อหา เกี่ยวกับพลังงานความร้อน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงลม ฟ้า อากาศ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการดำรงชีวิต และรู้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลก รวมทั้งการพัฒนาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะ แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ได้เป็นอย่างดี

กระทรวงศึกษาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญ ในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบุคคลและหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยตรี



(ธนู วงษ์จันทา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เล่ม ๒ ขึ้น ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ที่มีจุดเน้น เพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับ ทักษะกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เล่ม ๒ นี้ จัดเรียงลำดับของ เนื้อหาให้สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานความร้อน และกระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ผู้เรียน จะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ ฝึกปฏิบัติ ตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ นอกจากนี้ หนังสือเรียนยังมีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่เรียนในบทนั้น ๆ มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาอีกด้วย ในการจัดทำหนังสือเรียน เล่มนี้ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ ครูผู้สอน และนักวิชาการ จากหน่วยงานและ สถานศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใด ที่จะทำให้หนังสือเรียนเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง



(รองศาสตราจารย์ธีระเดช เจียรสุขสกุล)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ





หน่วยที่ 2 สารบริสุทธิ์

ถ้าพิจารณาโมเลกุลของสารบริสุทธิ์อย่างหนึ่ง จะพบว่าโมเลกุลของสารบริสุทธิ์นั้นจะมีลักษณะเหมือนกันหมดทุกโมเลกุล

ดังนั้น สารบริสุทธิ์จึงมีลักษณะเหมือนกันหมดทุกโมเลกุล

สารบริสุทธิ์
มีลักษณะเหมือนกันหมดทุกโมเลกุล

องค์ประกอบของหน่วย

หน่วย : สมบัติของสารบริสุทธิ์

ชนิด 1 : คุณสมบัติทางกายภาพ

ชนิด 2 : คุณสมบัติทางเคมี

ชนิด 3 : การจำแนกสารบริสุทธิ์ตามคุณสมบัติ

ชนิด 1 : คุณสมบัติทางกายภาพ

ชนิด 2 : คุณสมบัติทางเคมี

ชนิด 3 : การจำแนกสารบริสุทธิ์ตามคุณสมบัติ

องค์ประกอบของหน่วย
บทเรียนที่จะได้เรียนรู้ใน
หน่วยการเรียนรู้นี้

[illegible]

คำศัพท์สำคัญที่จะได้เรียนรู้
จากเรื่อง

ทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มา
แล้วซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้
ของเรื่องนี้

ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน
เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังจะเรียน
ซึ่งไม่จำเป็นต้องถูกต้องครบถ้วน
เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียน
การสอน

[illegible]

สิ่งที่นักเรียนจะได้ทำและ
เป้าหมายของกิจกรรม

กิจกรรมที่มีเป้าหมายในการทำ
เหมือนกับกิจกรรมหลักแต่เปลี่ยน
วิธีในการทำกิจกรรมเพื่อให้
สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน

สิ่งที่ควรระวังในการทำกิจกรรม
เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและ
ปลอดภัยต่อผู้ทำกิจกรรม

[illegible][illegible]

กิจกรรมเสริม

การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย

สืบค้นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ธาตุในประเทศไทย
 โดยระบุธาตุนั้นเป็นธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ หรือ
 ธาตุที่มีมันตรังสี และบอกผลจากการใช้ธาตุนั้น

Hand hygiene is an important part of preventing
"contact" agent transmission

Hand hygiene is an important part of
preventing "airborne" transmission

คำถามที่ใช้เพื่อประเมินการเรียนรู้
ระหว่างเรียน

คำถามเกี่ยวกับใจความสำคัญ
หรือภาพรวมของบทเรียน

 จุดประสงค์ของบท
เป้าหมายหรือสิ่งที่นักเรียน
จะทำได้หลังจากจบบทเรียน

คำถามเกี่ยวกับกิจกรรม หรือ
ผลการทำกิจกรรม เพื่อเชื่อมโยง
ให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้
เกี่ยวกับกิจกรรมนั้น

กิจกรรมเพื่อเสริมการเรียนรู้ของ
นักเรียนเพิ่มเติมจากเนื้อหาและ
กิจกรรมหลัก

เรื่องราวที่น่าสนใจและสอดคล้องกับเนื้อหา

ขวนคิด

- วัตถุ 2 ชิ้น มีลักษณะภายนอกคล้ายกัน ชิ้นที่ 1 เป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง 3 cm ยาว 8 cm สูง 2 cm และมีมวล 480 g ชิ้นที่ 2 เป็นก้อนขรุขระไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต มีปริมาตร 50 cm^3 และมีมวล 450 g วัตถุชิ้นใดมีความหนาแน่นมากกว่ากัน
- วัตถุชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น 0.75 g/cm^3 ถ้าวัตถุนั้นมีปริมาตร 250 cm^3 จะมีมวลเท่าใด

โจทย์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและ
ตัวอย่างโจทย์เพื่อประเมินความ
เข้าใจของนักเรียน

Legend:

- 1. Person with a mental disorder (person with a blue dot)
- 2. Person with a mental disorder (person with a red dot)
- 3. Person with a mental disorder (person with a red dot)

Note: The person with a mental disorder is admitted to the psychiatric hospital (person with a red dot).

Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder
Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder
Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder
Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder
Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder	Person with a mental disorder

สรุปองค์ความรู้ของบทเรียน

การสรุปองค์ความรู้ระหว่างเรียน

[illegible]

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนที่บอก
ระดับความง่าย * และยาก**
ให้นักเรียนได้ฝึกทำเพื่อประเมิน
การเรียนรู้ของตนเอง

[illegible]

ประเมินสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ใน
บทเรียน

โรงเรียนอนุบาลภูเก็ต

รางวัลชนะเลิศ

กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย โรงเรียนอนุบาลภูเก็ต ได้มีมติ
ดำเนินการจัดกิจกรรมการแข่งขันการอ่านออกเสียงและจับใจความ
สำคัญภาษาไทย ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๑
เมื่อวันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๑ ณ หอประชุมโรงเรียนอนุบาลภูเก็ต
โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจใน
บทเรียนที่เรียน และเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการ
อ่านออกเสียงและจับใจความสำคัญภาษาไทยในระดับชั้นประถมศึกษา
ปีที่ ๖ โดยการแข่งขันมี ๒ ประเภท คือ ประเภทนักเรียนชาย และ
ประเภทนักเรียนหญิง มีนักเรียนเข้าร่วมการแข่งขันจำนวน ๖๐ คน
โดยมีคุณครูสุวิมล ธีระกุล เป็นกรรมการตัดสินการแข่งขัน และ
คุณครูสุวิมล ธีระกุล เป็นกรรมการตัดสินการแข่งขัน

เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ
และสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

๖๖

กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียน
ได้ใช้องค์ความรู้ที่ได้เรียนมาจาก
บทเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรม
หรือแก้ปัญหาและสอดคล้องกับ
กิจกรรมเพิ่มเติม

[illegible]

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่มีแนว
สอดคล้องข้อสอบประเมินผล
ระดับชาติและนานาชาติ

สื่อเสริมการเรียนรู้ ดาราน์โพลดแอปพลิเคชัน “AR สสวท. วิทย์ มัธยมต้น” เพื่อใช้งาน

สื่อเสริมการเรียนรู้ สแกน QR code เพื่อใช้งานสื่อการเรียนรู้
แบบฝึกหัดท้ายหน่วยให้ลงทะเบียนระบบการสอบออนไลน์ก่อนใช้งาน



ข้อตกลงพื้นฐาน
ในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ในการทำกิจกรรมและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจำเป็นต้องปฏิบัติตัวในการทำกิจกรรมอย่างเหมาะสมตลอดจนถึงการจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อตนเอง ผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม



1. อ่านข้อควรระวังในกิจกรรมและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด หากมีข้อสงสัยให้ซักถามครู
2. แต่งกายให้เหมาะสมรัดกุม ผู้ที่มีผมยาวควรรวบผมให้เรียบร้อย ควรสวมรองเท้าปิดหัวและส้น
3. เมื่อทำกิจกรรมที่ใช้ของมีคม เกิดเปลวไฟ ความร้อนหรืออันตรายอื่น ๆ ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตราย เช่น แว่นตานิรภัย เสื้อคลุมปฏิบัติการ ถุงมือที่เหมาะสมกับกิจกรรม
4. อย่างนำวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมเข้าใกล้ดวงตา ปาก หรือจมูก รวมทั้งระวังอย่าใช้มือลูบหน้าหรือผมระหว่างทำกิจกรรมและเก็บล้างอุปกรณ์
5. บอกครูทันทีหากเกิดอุบัติเหตุสารเคมีหก แก้วแตกไฟช็อตบาดเจ็บ หรือเกิดอาการแพ้ เช่น ผดผื่น คัน วิงเวียน
6. เมื่อเสร็จกิจกรรม ล้าง จัดเก็บ หรือทิ้งวัสดุและอุปกรณ์ตามที่ครูกำหนด และล้างมือด้วยน้ำสะอาดและสบู่

สารบัญ

หน่วยที่ 5 พลังงานความร้อน	บทที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	2
	เรื่องที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ	4
	เรื่องที่ 2 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร	11
	เรื่องที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร	28
	เรื่องที่ 4 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร	43
	กิจกรรมท้ายบท ค่าความร้อนจำเพาะของสารเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร	58
	บทที่ 2 การถ่ายโอนความร้อน	63
	เรื่องที่ 1 การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน	64
	เรื่องที่ 2 สมดุลความร้อน	78
	กิจกรรมท้ายบท สร้างชุมชนส่งสินค้ากันความร้อนได้อย่างไร	88

หน่วยที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ	บทที่ 1 ลมฟ้าอากาศรอบตัว	102
	เรื่องที่ 1 บรรยากาศของเรา	103
	เรื่องที่ 2 อนุภาคมิอากาศ	109
	เรื่องที่ 3 ความกดอากาศและลม	117
	เรื่องที่ 4 ความชื้น	130
	เรื่องที่ 5 เมฆและฝน	139
	เรื่องที่ 6 การพยากรณ์อากาศ	150
	กิจกรรมท้ายบท เฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศอย่างฉับพลันได้อย่างไร	156
	บทที่ 2 มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ	162
	เรื่องที่ 1 พายุ	164
	เรื่องที่ 2 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	171
	กิจกรรมท้ายบท ปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในอนาคต	180

หน่วยที่ 5

พลังงานความร้อน

- ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร
- ความร้อนถ่ายโอนระหว่างสสารได้อย่างไร
- และสมดุลความร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร

แก้วเป็นวัสดุที่มีความแข็ง โปร่งใส จึงนิยมนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แก้วน้ำ ขวด แจกัน และเครื่องประดับ การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้วทำได้โดยให้ความร้อนกับแก้วในเตาหลอมที่อุณหภูมิประมาณ 1,500 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแก้วหลอมเหลว จากนั้นจึงขึ้นรูปโดยอาจใช้ปากเป่าอากาศผ่านท่อหรืออาจใช้ลมแรงสูงเป่าอัดแก้วที่หลอมเหลวแล้ว ให้เป็นรูปทรงตามต้องการ นำแก้วที่ผ่านการขึ้นรูปไปอบเพื่อปรับลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งถึงอุณหภูมิปกติ

องค์ประกอบของหน่วย

บทที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร

- แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
- ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร
- ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร
- ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร

บทที่ 2 การถ่ายโอนความร้อน

- การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน
- สมดุลความร้อน

ภาพการหลอมแก้ว

บทที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร



- สสารชนิดเดียวกันในสถานะต่าง ๆ มีการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคเป็นอย่างไร
- ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ขนาด และสถานะของสสารได้อย่างไร
- ความร้อนทำให้การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ภาพเหรียญกษาปณ์



เหรียญกษาปณ์ที่ใช้กันทั่วไป เช่น เหรียญบาท เหรียญห้าบาท เหรียญสิบบาท รวมทั้งเหรียญที่ระลึกในวาระต่าง ๆ ผลิตจากโลหะ เช่น ทองแดง นิกเกิล หรือโลหะผสม ขั้นตอนการผลิตเหรียญกษาปณ์เริ่มจากการหลอมโลหะต่าง ๆ ด้วยการให้ความร้อน เมื่อโลหะได้รับความร้อน การจัดเรียงอนุภาคของโลหะจะเปลี่ยนแปลง ทำให้โลหะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว จากนั้นจึงเทของเหลวลงในแม่พิมพ์ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่ง เมื่ออุณหภูมิลดลง การจัดเรียงอนุภาคจะเปลี่ยนแปลงอีกครั้งหนึ่ง ทำให้มีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลับมาเป็นของแข็ง ได้แท่งโลหะ นำแท่งโลหะมารีดเป็นแผ่น ตัดแผ่นโลหะให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนา และน้ำหนักตามที่กำหนด จะได้เหรียญที่มีลักษณะกลมแบน ทั้งสองด้านไม่มีลวดลาย จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการพิมพ์ลายต่อไป



จุดประสงค์ของบทเรียน

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกันในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้แบบจำลอง
2. อธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน
3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยใช้แบบจำลอง
5. วิเคราะห์สถานการณ์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ
6. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร
7. ยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ขนาด หรือสถานะ
8. วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการนำความรู้เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสารมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน



เรื่องที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ



ภาพ 5.1 การระเหิดของไอโอดีน

คำสำคัญ
อนุภาค
การจัดเรียงอนุภาค
แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค
การเคลื่อนที่ของอนุภาค

สสารเป็นสิ่งที่ต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา มีมวล และต้องการที่อยู่ พบได้ทั้งในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ไอโอดีนก็เป็นสสารชนิดหนึ่ง ไอโอดีนในสถานะของแข็งมีลักษณะเป็นเกล็ด สีม่วงเข้ม สามารถระเหิดเป็นไอสีม่วง ซึ่งมีสถานะแก๊สได้ ดังภาพ 5.1 สสารในสถานะที่แตกต่างกันมีสมบัติทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน เช่น สสารในสถานะของแข็ง มีรูปร่างและปริมาตรคงที่ สสารในสถานะของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ แต่มีปริมาตรคงที่ ส่วนสสารในสถานะแก๊สมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ เพราะเหตุใดรูปร่างและปริมาตรของสสารในสถานะต่าง ๆ จึงเป็นเช่นนั้น



ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

1. เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าสิ่งที่เป็นสสาร
- | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| ☐ ความร้อน | ☐ อากาศ | ☐ ก้อนหิน | ☐ ไฟฟ้า |
| ☐ แสง | ☐ น้ำคลอง | ☐ ไอน้ำ | ☐ เสียง |
2. เขียนเครื่องหมาย ○ ล้อมรอบสถานะ รูปร่าง และปริมาตรของสสารในตาราง

สสาร	สถานะ	รูปร่าง	ปริมาตร
แป้งฝุ่น	ของแข็ง/ของเหลว/แก๊ส	คงที่/ไม่คงที่	คงที่/ไม่คงที่
น้ำตาลทราย	ของแข็ง/ของเหลว/แก๊ส	คงที่/ไม่คงที่	คงที่/ไม่คงที่
เอทิลแอลกอฮอล์	ของแข็ง/ของเหลว/แก๊ส	คงที่/ไม่คงที่	คงที่/ไม่คงที่
อากาศ	ของแข็ง/ของเหลว/แก๊ส	คงที่/ไม่คงที่	คงที่/ไม่คงที่

รู้อะไรบ้างก่อนเรียน วาดภาพแสดงแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

สสารแต่ละชนิดประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เคยจินตนาการหรือไม่ว่าอนุภาคเล็ก ๆ เหล่านี้ประกอบเข้าด้วยกันจนเป็นสสารในสถานะต่าง ๆ ได้อย่างไร และทราบหรือไม่ว่า การจัดเรียงอนุภาคส่งผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะอย่างไร



กิจกรรมที่ 5.1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร

จุดประสงค์

- 1. รวบรวมข้อมูลและสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
- 2. วิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระดาษ

2. ดินสอสี
3. กรรไกร

4. วัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ดินน้ำมัน โฟม ลูกปิงปอง

วิธีการดำเนินกิจกรรม

- 1. คัดคะแนนและบันทึกการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และสร้างแบบจำลองอนุภาคตามที่คัดคะแนน
- 2. รวบรวมข้อมูลแบบจำลองอนุภาคของสสารแต่ละสถานะเกี่ยวกับการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส จากสื่อบนอินเทอร์เน็ตหรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
- 3. วิเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองอนุภาคที่รวบรวมได้ในข้อ 2 และปรับแก้แบบจำลองอนุภาคที่สร้างไว้ จากการคัดคะแนนในข้อ 1 ให้ถูกต้อง
- 4. นำเสนอแบบจำลองอนุภาคที่ปรับแก้แล้ว โดยอธิบายและเปรียบเทียบแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ



คำถามท้ายกิจกรรม

- 1. การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สเป็นอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- 2. แบบจำลองอนุภาคที่สร้างขึ้นครั้งแรกเหมือนหรือแตกต่างจากแบบจำลองที่ปรับแก้แล้วอย่างไร
- 3. แบบจำลองอนุภาคที่สร้างขึ้น มีอะไรบ้างที่ไม่สามารถแสดงให้เห็นตามความเป็นจริง
- 4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

ถ้าขยายภาพแล้วมองเข้าไปในหน่วยย่อย ๆ ของสสาร จะพบกับอนุภาค ซึ่งอาจเป็นอะตอม โมเลกุล หรือไอออน ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เนื่องจากเราไม่สามารถมองเห็นอนุภาคของสสารได้ เราจึงเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารโดยใช้แบบจำลอง ซึ่งเป็นการนำเสนอข้อมูลแนวคิด ความคิดรวบยอด เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยอาจนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ สมการ แผนผัง ภาพเคลื่อนไหว หรือสิ่งประดิษฐ์ การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารมีผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะอย่างไร

เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองอนุภาคของของแข็งกับของเหลวและแก๊ส พบว่าอนุภาคของของแข็งจะเรียงชิดกัน โดยมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากกว่าของเหลวและแก๊ส และสั่นอยู่กับที่ ดังภาพ 5.2 จึงทำให้ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรคงที่ จากภาพ 5.3 ก้อนหินเป็นของแข็งมีลักษณะเป็นก้อนที่มีรูปร่างและปริมาตรเหมือนเดิมไม่ว่าจะใส่ไว้ในภาชนะใด

กำหนดให้  แทนอนุภาคของสสาร
 แทนการสั่นของอนุภาค



ภาพ 5.2 การจัดเรียงอนุภาคและการสั่นอยู่กับที่ของอนุภาคของของแข็ง



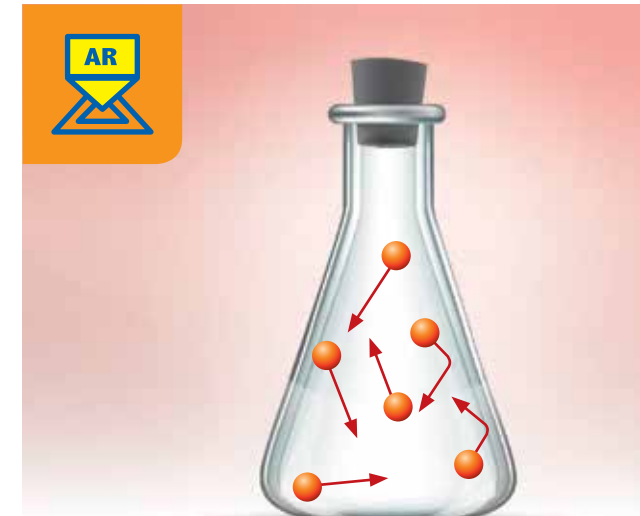
ภาพ 5.3 ก้อนหินในภาชนะต่าง ๆ

เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองอนุภาคของของเหลวกับของแข็งและแก๊ส พบว่าอนุภาคของของเหลวอยู่ใกล้กัน โดยมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของของเหลวน้อยกว่าของแข็งแต่มากกว่าแก๊ส อนุภาคของของเหลวจึงเคลื่อนที่ได้ แต่ไม่เป็นอิสระ โดยจะเคลื่อนที่รอบ ๆ อนุภาคใกล้เคียง ดังภาพ 5.4 ดังนั้นเมื่อบรรจุของเหลวในภาชนะที่มีรูปร่างและปริมาตรต่างกัน รูปร่างของของเหลวจะเปลี่ยนแปลงตามรูปร่างของภาชนะที่บรรจุ จากภาพ 5.5 เทน้ำสีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในภาชนะที่มีรูปร่างแตกต่างกัน เมื่อเทน้ำสีไปยังกระบอกตวง จะพบว่าน้ำสีมีรูปร่างเปลี่ยนไปตามรูปร่างของกระบอกตวง เมื่อเทน้ำสีไปยังขวดรูปกรวย จะพบว่าน้ำสีมีรูปร่างเปลี่ยนไปตามรูปร่างของขวดรูปกรวย เมื่อเทน้ำสีไปยังปิกเกอร์ จะพบว่าน้ำสีมีรูปร่างเปลี่ยนไปตามรูปร่างของปิกเกอร์ โดยที่ปริมาตรของน้ำสียังคงเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่าเดิม แสดงให้เห็นว่าของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่ แต่มีปริมาตรคงที่



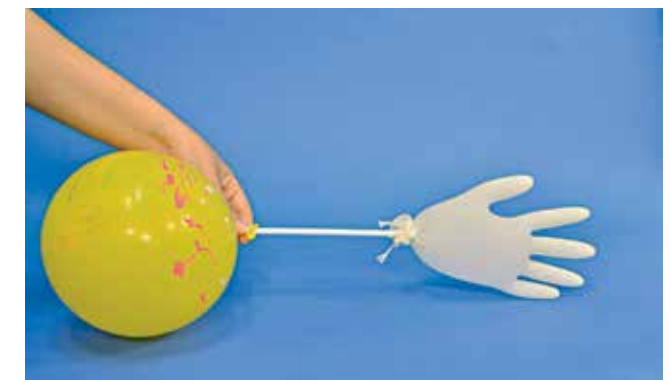
กำหนดให้ ● แทนอนุภาคของสสาร
→ แทนขนาดและทิศทางความเร็วของอนุภาค

ภาพ 5.4 การจัดเรียงอนุภาคและการเคลื่อนที่ของอนุภาคของของเหลว

ภาพ 5.5 น้ำสีปริมาตร 100 cm³ ในกระบอกตวง ขวดรูปกรวย และปิกเกอร์

ภาพ 5.6 การจัดเรียงอนุภาคและการเคลื่อนที่ของอนุภาคของแก๊ส

เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองอนุภาคของแก๊สกับของแข็งและของเหลว พบว่าอนุภาคของแก๊สอยู่ห่างกันมาก โดยมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยมาก อนุภาคจึงเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระทุกทิศทาง ดังภาพ 5.6 ดังนั้นเมื่อบรรจุแก๊สในภาชนะที่มีรูปร่างและปริมาตรต่างกัน อนุภาคของแก๊สจะฟุ้งกระจายจนเต็มภาชนะที่บรรจุ ทำให้แก๊สมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงตามรูปร่างและปริมาตรของภาชนะ จากภาพ 5.7 เมื่อปล่อยมือที่บีบหลอด แก๊สจากลูกโป่งที่มีลักษณะเป็นทรงกลมเคลื่อนที่ไปยังถุงมืออย่าง แก๊สจะฟุ้งกระจายเต็มถุงมืออย่าง ทำให้แก๊สมีรูปร่างและปริมาตรตามถุงมืออย่าง ในขณะที่ลูกโป่งมีขนาดเล็กลง



ภาพ 5.7 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างและปริมาตรของแก๊ส เมื่อแก๊สจากลูกโป่งเคลื่อนที่ไปยังถุงมืออย่าง



ภาพ 5.8 แบบจำลองอนุภาคของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส



จากภาพ 5.1 การระเหิดของไอโอดีน แบบจำลองอนุภาคของไอโอดีน
ในสถานะที่พบในภาพดังกล่าวควรมีลักษณะอย่างไร ให้อธิบาย พร้อมอธิบาย



เกร็ดน่ารู้

พลาสมา

เรารู้จักสถานะของสารที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊สมาแล้ว ต่อมาเมื่อมีข้อมูลเพิ่มขึ้น พบว่าสถานะของสารยังมีอีกสถานะหนึ่ง เรียกว่า พลาสมา ซึ่งเกิดจากการที่โมเลกุลของแก๊สได้รับพลังงานสูงมาก จนทำให้อะตอมในโมเลกุลแตกตัวออกจากกัน พลังงานที่สูงมากนี้ยังทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม ส่งผลให้อะตอมแก๊สที่เหลือมีประจุบวก เรียกอิเล็กตรอนและอะตอมที่มีประจุบวกนี้ว่า พลาสมา เราสามารถพบพลาสมาได้ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในขณะที่เกิดฟ้าผ่า และในอวกาศ

สารในแต่ละสถานะมีการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารแตกต่างกัน จึงทำให้สารในแต่ละสถานะมีสมบัติแตกต่างกัน ถ้าสารในแต่ละสถานะได้รับความร้อน จะมีผลต่อการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารหรือไม่ อย่างไร

เรื่องที่ 2 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร



คำสำคัญ
ปริมาณความร้อน
ความร้อนจำเพาะ
อุณหภูมิ

ภาพ 5.9 การใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของอาหาร

เราทราบมาแล้วว่าอนุภาคของของแข็งจะสั่นอยู่กับที่ ส่วนอนุภาคของของเหลวและแก๊สจะเคลื่อนที่ได้ การสั่นและการเคลื่อนที่ของอนุภาคทำให้เกิดพลังงานความร้อน (thermal energy) ในสาร ซึ่งเราไม่สามารถวัดปริมาณพลังงานความร้อนนี้ได้โดยตรง แต่เราสามารถวัดระดับพลังงานความร้อนของสารได้ด้วยการวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบต่าง ๆ เช่น เทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้ว เทอร์มอมิเตอร์แบบอินฟราเรด เทอร์มอคัปเปิล สารที่มีอุณหภูมิสูงแสดงว่ามีระดับพลังงานความร้อนสูง ในทางตรงกันข้ามสารที่มีอุณหภูมิต่ำแสดงว่ามีระดับพลังงานความร้อนต่ำ



ภาพ 5.10 เทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้ว



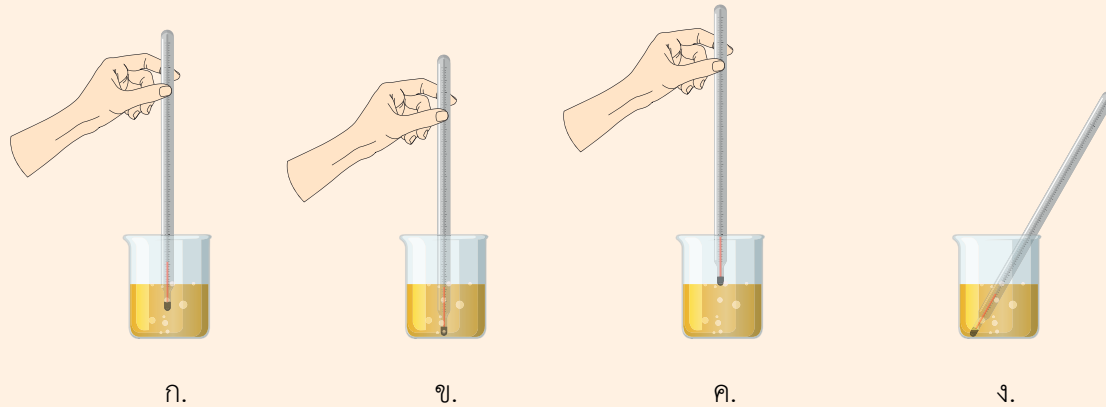
ภาพ 5.11 เทอร์มอมิเตอร์แบบอินฟราเรด



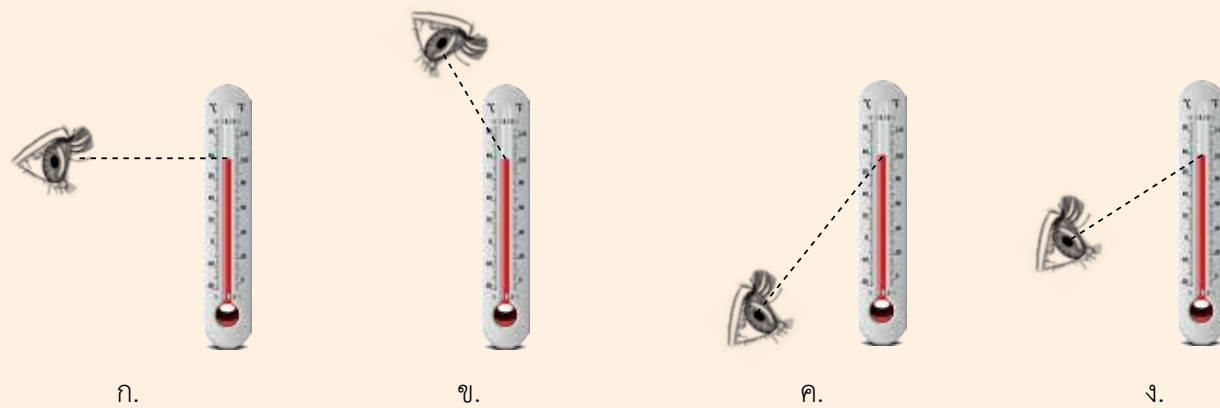
ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

เขียนเครื่องหมาย ○ ล้อมรอบคำตอบที่ถูกต้อง

1. ภาพในข้อใดต่อไปนี้ แสดงวิธีการวัดอุณหภูมิของของเหลวได้อย่างถูกต้อง



2. ภาพในข้อใดต่อไปนี้ แสดงวิธีการอ่านค่าของเทอร์โมมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง



รู้อะไรบ้างก่อนเรียน เขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร



เมื่อเราไปเดินเล่นชายหาดในเวลาเช้าตรู่ เราสัมผัสกับสารรอบตัว เช่น หาดทราย น้ำทะเล หรือแม้แต่อากาศ เราจะรู้สึกถึงอุณหภูมิของสารที่แตกต่างกันหรือไม่ ถ้าเรากลับไปเดินชายหาดอีกครั้งในช่วงกลางวันแดดจัด เราจะรู้สึกถึงอุณหภูมิของสารที่แตกต่างกันหรือไม่ ถ้าแตกต่างกันนักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด มีปัจจัยใดที่ทำให้เกิดความแตกต่างดังกล่าว



กิจกรรมที่ 5.2 ปฏิกิริยาใดบ้างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

จุดประสงค์

ทดลองและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำและสารอื่น

วัสดุและอุปกรณ์

1. น้ำ

2. ปีกเกอร์ ขนาด 100 cm³

3. ปีกเกอร์ ขนาด 250 cm³

4. เทอร์มอมิเตอร์

5. แท่งแก้วคน

6. กระบอกตวง
7. ขาดังพร้อมที่จับ

8. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

9. เทียนไข

10. เครื่องชั่ง

11. สารอื่น ๆ เช่น น้ำมันพืช

กลีเซอรอล
12. กระดาษกราฟ

13. นาฬิกาจับเวลา



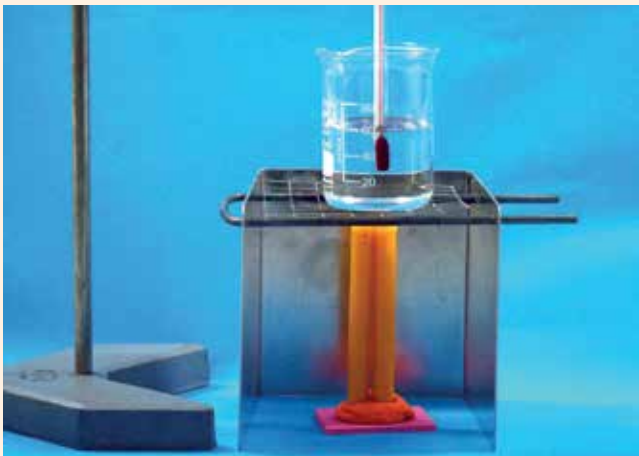
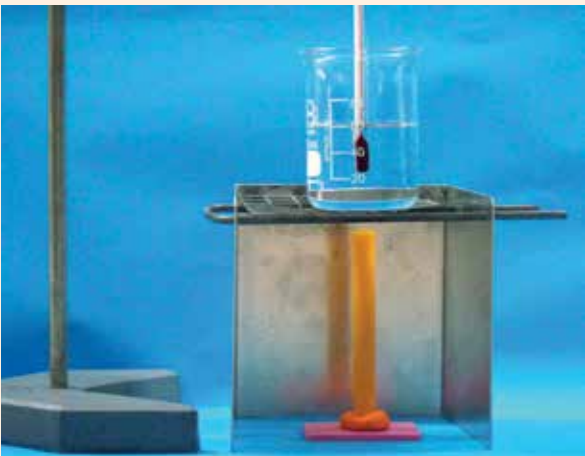
ข้อควรระวัง

แอลกอฮอล์เป็นสารไวไฟ จึงควรระมัดระวังในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. ใส่ น้ำ 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในปีกเกอร์ 2 ใบ แล้วจัดอุปกรณ์ดังภาพ



ภาพการจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

2. จากภาพ ระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้เมื่อจุดเทียนไข บันทึกผล

3. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม บันทึกผล
4. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำในปีกเกอร์แต่ละใบ บันทึกผล จากนั้นทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยให้ความร้อนแก่น้ำในปีกเกอร์ทั้งสองพร้อมกัน โดยขณะให้ความร้อนแก่น้ำ ใช้แท่งแก้วคนน้ำให้ทั่วปีกเกอร์ตลอดเวลา บันทึกอุณหภูมิของน้ำในปีกเกอร์ทั้งสอง ทุก ๆ 30 วินาทีเป็นเวลา 3 นาที
5. นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา

น้ำมีความหนาแน่น
1 g/cm³
ดังนั้น น้ำปริมาตร 1 cm³
จึงมีมวล 1 g



คำถามท้ายกิจกรรม

1. การทดลองนี้ต้องการศึกษาปัจจัยใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ
2. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในปีกเกอร์ทั้งสองแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
3. สมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้เหมือนหรือแตกต่างจากผลการทดลองหรือไม่ อย่างไร
4. จากกิจกรรมตอนที่ 1 สรุปได้ว่าอย่างไร



วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 2

1. ใส่น้ำ 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์แต่ละใบ แล้วจัดอุปกรณ์ดังภาพ



ภาพการจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

2. จากภาพ ระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้เมื่อให้ความร้อน บันทึกผล
3. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม บันทึกผล
4. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำในบีกเกอร์แต่ละใบ บันทึกผล
5. ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยให้ความร้อนแก่บีกเกอร์ที่มีน้ำ 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยขณะให้ความร้อนแก่น้ำ ใช้แท่งแก้วคนน้ำให้ทั่วบีกเกอร์ตลอดเวลา บันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 5 นาที
6. ทำเช่นเดียวกับข้อ 5 โดยให้ความร้อนแก่บีกเกอร์ที่มีน้ำ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ชุดเดิม
7. นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา



คำถามท้ายกิจกรรม

1. การทดลองนี้ต้องการศึกษาปัจจัยใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ
2. เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำในบีกเกอร์ทั้งสอง ในเวลาเท่ากัน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. สมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้เหมือนหรือแตกต่างจากผลการทดลองหรือไม่ อย่างไร
4. จากกิจกรรมตอนที่ 2 สรุปได้ว่าอย่างไร

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 3

1. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อน
2. ระบุปัญหาและสมมติฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารต่างชนิดกันเมื่อได้รับความร้อน
3. ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน บันทึกผล
4. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม บันทึกผล
5. ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน บันทึกผล
6. นำเสนอผลการทดลอง



คำถามท้ายกิจกรรม

1. การทดลองนี้ต้องการศึกษาปัจจัยใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร
2. เมื่อควบคุมตัวแปรในการทดลองนี้ สารต่างชนิดกันมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. สมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้เหมือนหรือแตกต่างจากผลการทดลองหรือไม่ อย่างไร
4. จากกิจกรรมตอนที่ 3 สรุปได้ว่าอย่างไร
5. จากกิจกรรมทั้ง 3 ตอน สรุปได้ว่าอย่างไร

เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำ น้ำจะมีระดับพลังงานความร้อนหรืออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของน้ำขึ้นอยู่กับมวลของน้ำและปริมาณความร้อนที่ได้รับ ในทำนองเดียวกัน สารอื่นก็มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของสารอื่นก็ขึ้นอยู่กับมวลและปริมาณความร้อนที่ได้รับเช่นเดียวกัน แต่ถ้าให้ความร้อนแก่น้ำและสารชนิดอื่น ๆ ในปริมาณที่เท่ากัน แม้ว่าจะมีมวลเท่ากัน อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปจะไม่เท่ากัน ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของสารอันเนื่องมาจากการได้รับความร้อนจึงขึ้นอยู่กับมวล ปริมาณความร้อน และชนิดของสาร

เมื่อไปเดินเล่นชายหาดในเวลาเช้าตรู่ จะรู้สึกว่ายอากาศและหาดทรายเย็นสบาย แต่เมื่อกลับไปเดินอีกครั้งในช่วงกลางวันแดดร้อนจัดจะรู้สึกร้อน เนื่องจากสารได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จึงมีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่อุณหภูมิของสารจะแตกต่างกัน เช่น ทรายจะมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำทะเลและอากาศรอบตัว แม้ว่าสารเหล่านี้จะได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ในปริมาณที่เท่ากันก็ตาม เพราะเหตุใดสารต่างชนิดกันจึงมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแตกต่างกัน

ในการทำให้อุณหภูมิของสารต่างชนิดกันที่มีมวล 1 หน่วยเท่ากัน มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 หน่วยเท่ากัน จะใช้ปริมาณความร้อนที่แตกต่างกัน ปริมาณความร้อนนี้เป็น **ความร้อนจำเพาะของสาร (specific heat)**

ความร้อนจำเพาะของสาร มีหน่วยเป็น แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส หรือ จูล/กรัม องศาเซลเซียส หรือ จูล/กิโลกรัม เคลวิน ค่าความร้อนจำเพาะเป็นค่าเฉพาะตัวของสาร เช่น ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส หรือ 4.18 จูล/กรัม องศาเซลเซียส แสดงว่า ต้องใช้ปริมาณความร้อน 1 แคลอรี หรือ 4.18 จูล ในการทำให้น้ำมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส สารต่างชนิดกันจะมีความร้อนจำเพาะแตกต่างกัน ดังตัวอย่างในตาราง 5.1 ความร้อนจำเพาะของสารแต่ละชนิดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเมื่อสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนอย่างไร



เกร็ดน่ารู้

สาร

สาร [สะสาน] คือ สิ่งที่มีมวลสาร ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้ อาจมีเพียงสารเดียว เช่น ทองคำ เงิน แก้ว เกลือ น้ำ หรือประกอบด้วยสารหลายสาร เช่น ดินปืน อากาศ ก็ได้

ที่มา : พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554



ipst.me/12693

ตาราง 5.1 ความร้อนจำเพาะของสาร

สาร	สถานะ	ความร้อนจำเพาะ	
		แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส	จูล/กรัม องศาเซลเซียส
อะลูมิเนียม (Aluminium)	ของแข็ง	0.22	0.90
ทองแดง (Copper)	ของแข็ง	0.09	0.39
ทอง (Gold)	ของแข็ง	0.03	0.13
น้ำแข็ง (Ice)	ของแข็ง	0.50	2.10
เงิน (Silver)	ของแข็ง	0.06	0.23
แก้ว (Glass)	ของแข็ง	0.20	0.84
เหล็ก (Iron)	ของแข็ง	0.11	0.45
เอทานอล (Ethanol)	ของเหลว	0.59	2.46
กลีเซอรอล (Glycerol)	ของเหลว	0.58	2.43
น้ำ (Water)	ของเหลว	1.00	4.18
ไอน้ำ (Water vapor)	แก๊ส	0.48	2.00

หมายเหตุ : 1 แคลอรี = 4.18 จูล

จากตาราง 5.1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

- สารใดมีค่าความร้อนจำเพาะมากที่สุด และน้อยที่สุดตามลำดับ
- เมื่อสารเหล่านี้มีมวลเท่ากัน ได้รับความร้อนในปริมาณเท่ากัน สารเหล่านี้จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากันหรือไม่ อย่างไร และสารใดจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากที่สุด เพราะเหตุใด



สารที่มีความร้อนจำเพาะน้อยต้องการปริมาณความร้อนเพียงเล็กน้อยเพื่อให้สารนั้นมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส สารที่มีความร้อนจำเพาะมากต้องการปริมาณความร้อนมากเพื่อให้สารนั้นมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ในทางกลับกันถ้าให้ปริมาณความร้อนเท่ากันสารที่มีความร้อนจำเพาะน้อยก็จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่าสารที่มีความร้อนจำเพาะมาก

สสารเมื่อได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อสสารสูญเสียความร้อน สสารก็จะมีอุณหภูมิต่ำลง เช่น วางน้ำร้อนไว้ที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิของน้ำจะค่อย ๆ ลดลงเนื่องจากน้ำสูญเสียความร้อน อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของสสารจะขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อน มวล และความร้อนจำเพาะของสาร ในการหาปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไป หรือคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจะทำได้อย่างไร



- ถ้าสสาร 2 ชนิด มีมวลเท่ากัน สูญเสียความร้อนในปริมาณเท่ากัน อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปของสสารนั้น ๆ จะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- แก้วน้ำสองใบบรรจุน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เท่ากัน ใบแรกบรรจุน้ำมวล 100 กรัม และใบที่สองบรรจุน้ำมวล 200 กรัม ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในแก้วทั้ง 2 ใบ จะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



การคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของสสารเปลี่ยนแปลง

การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ มวล 5 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 70 องศาเซลเซียส โดยน้ำมีความร้อนจำเพาะ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส สามารถทำได้ดังนี้

จากค่าความร้อนจำเพาะของน้ำหมายความว่า

น้ำ 1 กรัม	มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณความร้อน 1 แคลอรี
น้ำ 5 กรัม	มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณความร้อนเท่ากับ $5 \times 1 = 5$ แคลอรี
น้ำ 5 กรัม	ต้องการให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น $70 - 30 = 40$ องศาเซลเซียส
	ใช้ปริมาณความร้อน $5 \times 1 \times 40 = 200$ แคลอรี

ดังนั้น ถ้าให้

m	แทน	มวลของสสาร มีหน่วยเป็น กรัม (g)
Δt	แทน	อุณหภูมิของสสารที่เปลี่ยนแปลงไป หรืออุณหภูมิสูงสุด (t_2) - อุณหภูมิต่ำสุด (t_1) มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
Q	แทน	ปริมาณความร้อนที่สสารได้รับหรือสูญเสีย มีหน่วยเป็น แคลอรี (cal)
c	แทน	ความร้อนจำเพาะของสาร มีหน่วยเป็น แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ($\text{cal/g } ^{\circ}\text{C}$)

การหาปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จากความสัมพันธ์ระหว่างมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป เป็นดังสมการ

$Q = mc\Delta t$

ตัวอย่างโจทย์ที่ 1

ต้องให้ปริมาณความร้อนแก่น้ำก็แคลอรี เพื่อทำให้น้ำที่มีมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 20 องศาเซลเซียสเป็น 50 องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด

จากสมการ $Q = mc\Delta t$

$$Q = 100 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times (50 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$Q = 100 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 3,000 \text{ cal}$$

น้ำได้รับความร้อนปริมาณ 3,000 แคลอรี

ตัวอย่างโจทย์ที่ 2

ปริมาณความร้อนที่น้ำมวล 100 กรัม สูญเสียไป เมื่ออุณหภูมิลดลงจาก 50 องศาเซลเซียส เป็น 20 องศาเซลเซียส เป็นเท่าใด (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด

จากสมการ $Q = mc\Delta t$

$$Q = 100 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times (50 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$Q = 100 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 3,000 \text{ cal}$$

น้ำสูญเสียความร้อนปริมาณ 3,000 แคลอรี

จากตัวอย่างโจทย์ที่ 1 และ 2 พบว่า การทำให้น้ำมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิลดลงจาก 50 องศาเซลเซียส เป็น 20 องศาเซลเซียส น้ำจะสูญเสียความร้อนปริมาณ 3,000 แคลอรี ซึ่งเท่ากับปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 100 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 20 องศาเซลเซียส เป็น 50 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างโจทย์ที่ 3

ต้องให้ความร้อนแก่ทองก็แคลอรี เพื่อทำให้ทองที่มีมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 20 องศาเซลเซียส เป็น 50 องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของทอง มีค่า 0.03 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด

จากสมการ $Q = mc\Delta t$

$$Q = 100 \text{ g} \times 0.03 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times (50 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$Q = 100 \text{ g} \times 0.03 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 90 \text{ cal}$$

ทองได้รับความร้อนปริมาณ 90 แคลอรี

จากตัวอย่างโจทย์ที่ 1 และตัวอย่างโจทย์ที่ 3 พบว่าถ้าต้องการทำให้น้ำและทองที่มีมวลเท่ากันมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน ต้องให้ความร้อนกับน้ำในปริมาณที่มากกว่าความร้อนที่ให้กับทอง เนื่องจากน้ำมีความร้อนจำเพาะสูงกว่าทอง



ตัวอย่างโจทย์ที่ 4

เครื่องทำน้ำอุ่นให้ความร้อนวินาทีละ 1,000 แคลอรี เมื่อส่งน้ำมวล 2,000 กรัม อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เข้าไปในเครื่องทำน้ำอุ่นเป็นเวลา 20 วินาที น้ำที่ออกจากเครื่องทำน้ำอุ่นจะมีอุณหภูมิเป็นกี่องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด

เวลา 1 วินาที เครื่องทำน้ำอุ่นให้ปริมาณความร้อน 1,000 แคลอรี ดังนั้น ในเวลา 20 วินาที เครื่องทำน้ำอุ่นให้ปริมาณความร้อน $20 \times 1,000 = 20,000$ แคลอรี จากสมการ $Q = mc\Delta t$

$$20,000 \text{ cal} = 2,000 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times (t - 25 \text{ } ^\circ\text{C})$$
$$\frac{20,000 \text{ cal}}{2,000 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}} = t - 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$
$$10 \text{ } ^\circ\text{C} = t - 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$
$$t = 10 \text{ } ^\circ\text{C} + 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$
$$t = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

น้ำที่ออกจากเครื่องทำน้ำอุ่นจะมีอุณหภูมิเป็น 35 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างโจทย์ที่ 5

นำน้ำมวล 300 กรัม อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไปวางไว้ในช่องแช่แข็ง ถ้าต้องการให้น้ำมีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 60 วินาที น้ำสูญเสียความร้อนเฉลี่ยวินาทีละเท่าใด (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด

จากสมการ $Q = mc\Delta t$
 $Q = 300 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times (30 \text{ } ^\circ\text{C} - 0 \text{ } ^\circ\text{C})$
 $Q = 9,000 \text{ cal}$
ภายในเวลา 60 วินาที น้ำสูญเสียความร้อน 9,000 แคลอรี
ดังนั้น ภายในเวลา 1 วินาที น้ำสูญเสียความร้อน $\frac{1 \times 9,000}{60} = 150$ แคลอรี
น้ำสูญเสียความร้อนเฉลี่ยวินาทีละ 150 แคลอรี



ชวนคิด

1. ความร้อนที่ทองสูญเสียมีค่ากี่แคลอรี เมื่อทองมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิลดลงจาก 50 องศาเซลเซียส เป็น 20 องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของทอง มีค่า 0.03 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)
2. ถ้าต้องการทำให้แท่งแก้วมวล 0.5 กิโลกรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 25 องศาเซลเซียส เป็น 200 องศาเซลเซียส ต้องให้ความร้อนแก่แท่งแก้วนี้กี่แคลอรี (ความร้อนจำเพาะของแท่งแก้ว มีค่า 0.2 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)
3. ต้องให้ความร้อนแก่ทองแดงมวล 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กี่แคลอรี เพื่อให้ทองแดงเริ่มหลอมเหลว (จุดหลอมเหลวของทองแดง มีค่า 1,083 องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของทองแดง มีค่า 0.09 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)
4. วางน้ำร้อนมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ไว้จนอุณหภูมิลดลง 70 องศาเซลเซียส ความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียไปสามารถนำไปทำให้เอทานอลมวล 400 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นได้กี่องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำและเอทานอล มีค่า 1 และ 0.59 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ตามลำดับ)

ปริมาณความร้อนที่สสารได้รับหรือสูญเสียเมื่อสสารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง มีความสัมพันธ์กันตามสมการ $Q = mc\Delta t$



นอกจากความร้อนจะมีผลทำให้สสารมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้ว ความร้อนจะมีผลต่อสสารอย่างไรอีกบ้าง และความร้อนจะส่งผลกระทบต่ออนุภาคของสสารในแต่ละสถานะอย่างไร



เกร็ดน่ารู้

เทอร์มอมิเตอร์

เทอร์มอมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิหรือระดับพลังงานความร้อนของสสาร ซึ่งหน่วยที่ใช้ในการบอกอุณหภูมิมีหลายหน่วย เช่น องศาเซลเซียส (degree Celsius) องศาฟาเรนไฮต์ (degree Fahrenheit) เคลวิน (Kelvin) ในประเทศไทยนิยมบอกอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส แต่ในบางประเทศนิยมบอกอุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮต์ ส่วนหน่วยเคลวินเป็นหน่วยมาตรฐาน (SI units) สำหรับอุณหภูมิ เราจะทราบได้อย่างไรว่า อุณหภูมิในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์หรือเคลวินมีค่าเป็นเท่าใด เมื่อเทียบกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส ซึ่งเป็นหน่วยที่เราคุ้นเคย ถ้าพิจารณาเทอร์มอมิเตอร์ในภาพ อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) องศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) และเคลวิน (K) มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

เกร็ดน่ารู้

เทอร์มอมิเตอร์ (ต่อ)



จุดเดือดของน้ำ
ที่ความดัน 1 บรรยากาศ



อุณหภูมิของร่างกาย



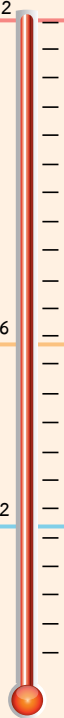
จุดเยือกแข็งของน้ำ
ที่ความดัน 1 บรรยากาศ



เคลวิน



องศาเซลเซียส



องศาฟาเรนไฮต์

หน่วยของอุณหภูมิ	จุดเยือกแข็งของน้ำ	จุดเดือดของน้ำ	จำนวนช่องในเทอร์มอมิเตอร์ (ช่อง)
องศาเซลเซียส (°C)	0 °C	100 °C	100
องศาฟาเรนไฮต์ (°F)	32 °F	212 °F	180
เคลวิน (K)	273 K	373 K	100

เราสามารถเปลี่ยนค่าอุณหภูมิจากหน่วยองศาเซลเซียสไปเป็นหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ได้อย่างไร

เกร็ดน่ารู้

เทอร์มอมิเตอร์ (ต่อ)

หน่วยของอุณหภูมิ ได้แก่ องศาเซลเซียส องศาฟาเรนไฮต์ และเคลวิน มีความสัมพันธ์กัน สามารถเปลี่ยนจากหน่วยหนึ่งเป็นอีกหน่วยหนึ่งได้ โดยมีความสัมพันธ์ ดังแสดง

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100}$$

กำหนดให้ C แทนอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส
F แทนอุณหภูมิในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์
K แทนอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน

ตัวอย่างโจทย์

ถ้าวัดอุณหภูมิของคน ๑ คนได้ 104 °F แสดงว่าคน ๑ นั้น มีไข้หรือไม่
กำหนดให้อุณหภูมิของคนที่มีมากกว่า 37.5 °C แสดงว่าคนนั้นมีไข้

แนวคิด

สามารถคำนวณได้โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์และหน่วยองศาเซลเซียสได้จาก

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

จากโจทย์ อุณหภูมิของคนในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ หรือ F เท่ากับ 104 °F จะได้ว่า

$$\frac{C}{100} = \frac{104 - 32}{180}$$
$$C = \frac{72}{180} \times 100$$
$$C = 40$$

พบว่าอุณหภูมิร่างกายเท่ากับ 40 °C แสดงว่าคนนั้นมีไข้



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่องที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร



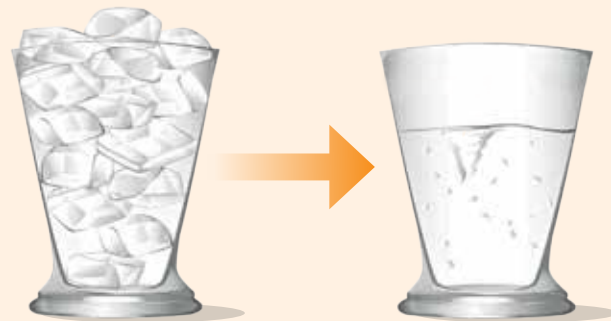
จากเหตุการณ์ถนนคอนกรีตทางเข้าหมู่บ้านแห่งหนึ่งเกิดยกตัวขึ้น ทำให้เกิดโพรงขนาดใหญ่ใต้ถนน เป็นเหตุให้ไม่สามารถใช้ถนนสัญจรไปมาได้ วิศวกรที่เข้ามาตรวจที่เกิดเหตุได้อธิบายว่าการที่ถนนยกตัวขึ้นนั้นเป็นผลมาจากความร้อน ทราบหรือไม่ว่าความร้อนส่งผลต่อการยกตัวของถนนได้อย่างไร สสารอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันของเราเมื่อได้รับความร้อน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนถนนคอนกรีตนี้หรือไม่ และการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะมีผลอย่างไร



ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

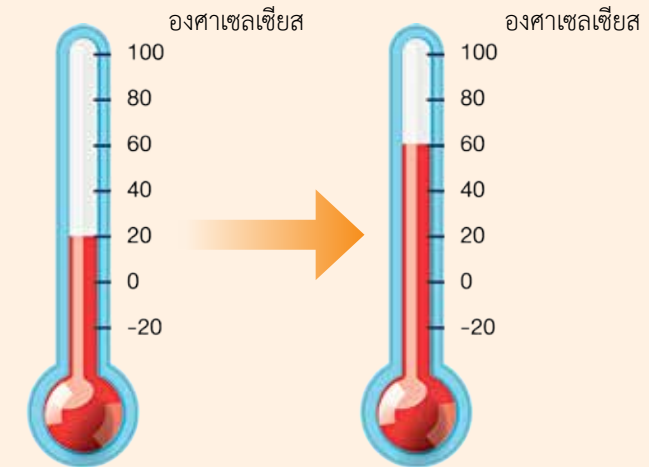
1. เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าเหตุการณ์ที่แสดงว่าสสารได้รับความร้อน

1.1) ☐ น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะดังภาพ

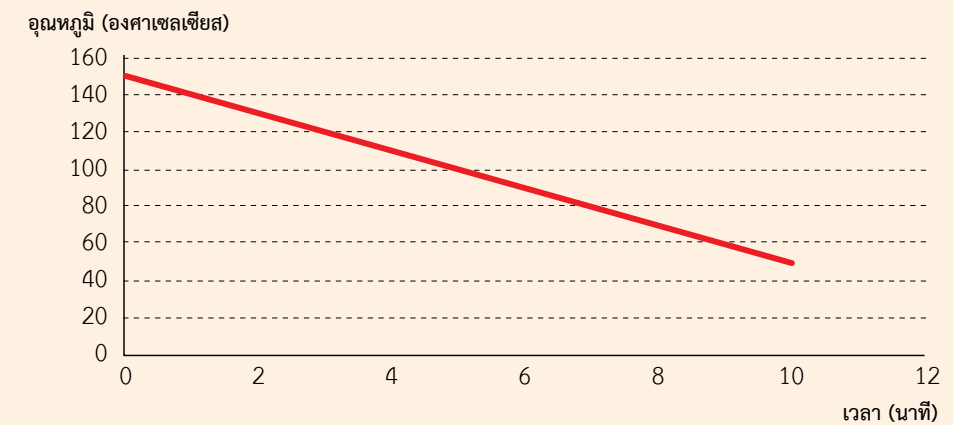


ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

1.2) ☐ เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิสสารได้ดังภาพ



1.3) ☐ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของสารชนิดหนึ่งเป็นดังภาพ



2. พิจารณาสารต่อไปนี้ แท่งเหล็ก แอลกอฮอล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

- 2.1 สารใดมีอนุภาคเรียงชิดติดกันมากที่สุดและน้อยที่สุด ตามลำดับ
- 2.2 อนุภาคของสารใดเคลื่อนที่ได้ง่ายที่สุดและน้อยที่สุด ตามลำดับ
- 2.3 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารใดมีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุด ตามลำดับ

รู้อะไรบ้างก่อนเรียน เขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับการขยายตัวและการหดตัวของสสาร

กิจกรรมที่ 5.3 ความร้อนส่งผลต่อสสารแต่ละสถานะอย่างไร

จุดประสงค์

สำรวจและอธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของอากาศ น้ำ และเหล็ก

วัสดุและอุปกรณ์

1. ขวดแก้วหรือขวดพลาสติก

2. ปีกเกอร์ ขนาด 250 cm³

3. ลูกโป่ง

4. ขันพลาสติก

5. ขวดรูปกรวย ขนาด 125 cm³

6. น้ำสี

7. หลอดแก้วนำแก๊ส
8. จุกยางเจาะรู

9. น้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80 °C

10. น้ำแข็ง

11. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

12. วงแหวนและลูกกลมโลหะ



ข้อควรระวัง

- แอลกอฮอล์เป็นสารไวไฟจึงควรระมัดระวังในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์
- น้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงควรใช้ถุงมือกันความร้อนหรือผ้าขณะจับภาชนะบรรจุน้ำร้อน



วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. ครอบลูกโป่งบนปากขวดแก้วหรือขวดพลาสติกให้มีอากาศภายในลูกโป่งเล็กน้อย ดังภาพ สังเกตและบันทึกผล



ภาพการจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

2. นำขวดแก้วหรือขวดพลาสติกจากข้อ 1 ไปวางในขันพลาสติกที่มีน้ำร้อน สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

3. นำขวดแก้วหรือขวดพลาสติกจากข้อ 2 ไปวางในขันพลาสติกที่มีน้ำแข็ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล



ภาพการจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

4. วาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของการจัดเรียงอนุภาคของอากาศในขวดแก้วหรือขวดพลาสติก และลูกโป่งเมื่อนำขวดแก้วหรือขวดพลาสติกไปวางในขันพลาสติกที่มีน้ำร้อนและน้ำแข็ง ตามลำดับ



คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อนำขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่ครอบด้วยลูกโป่งไปวางในภาชนะที่มีน้ำร้อนหรือน้ำแข็ง ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

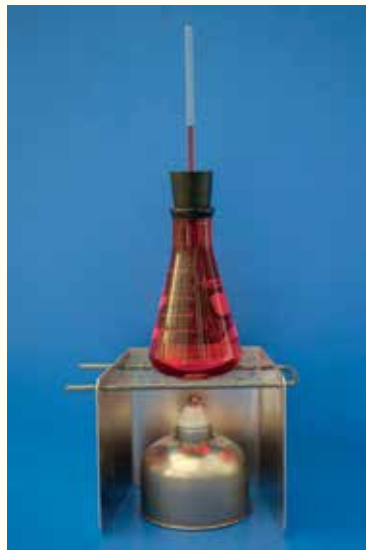
2. แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของอากาศเมื่อนำขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่ครอบด้วยลูกโป่งไปวางในภาชนะที่มีน้ำร้อนหรือน้ำแข็งเป็นอย่างไร

3. จากกิจกรรมตอนที่ 1 สรุปได้ว่าอย่างไร

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 2

1. ใส่น้ำสีลงในขวดรูปกรวย 2 ใบ จนเต็ม
2. เสียบหลอดนำแก๊สลงในจุกยางแล้วนำไปปิดขวดรูปกรวยให้แน่น อย่าให้มีฟองอากาศภายในขวดรูปกรวย
3. ขยับจุกยาง ให้ระดับของน้ำสีในหลอดแก้วนำแก๊สสูงจากจุกยางประมาณ 2-3 เซนติเมตรเท่ากัน บันทึกระดับความสูงของน้ำสี



ภาพการจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม



4. จากนั้นให้ความร้อนแก่ขวดรูปกรวยใบที่ 1 ส่วนอีกใบหนึ่งนำไปแช่น้ำแข็งเป็นเวลา 3 นาทีเท่ากัน สังเกตและวัดระดับความสูงของน้ำสี บันทึกผล
5. วาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของการจัดเรียงอนุภาคของน้ำในขวดรูปกรวยเมื่อให้ความร้อนและนำไปแช่น้ำแข็งตามลำดับ



คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อให้ความร้อนกับน้ำสีในขวดรูปกรวยหรือนำขวดรูปกรวยที่มีน้ำสีไปวางไว้ในภาชนะบรรจุน้ำแข็ง ระดับของน้ำสีในหลอดแก้วนำแก๊สมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด
2. แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของน้ำสีเมื่อให้ความร้อนและเมื่อนำไปแช่น้ำแข็งเป็นอย่างไร
3. จากกิจกรรมตอนที่ 2 สรุปได้ว่าอย่างไร

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 3

1. นำลูกกลมเหล็กลอดผ่านวงแหวนเหล็ก สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกกลมเหล็กผ่านวงแหวนเหล็ก บันทึกผล



ภาพการจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

2. ให้ความร้อนแก่ลูกกลมเหล็กโดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ประมาณ 4 นาที



ภาพการจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

3. นำลูกกลมเหล็กที่ถูกทำให้ร้อนลอดผ่านวงแหวนเหล็กอีกครั้ง สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกกลมเหล็กผ่านวงแหวนเหล็ก บันทึกผล
4. นำลูกกลมเหล็กไปแช่น้ำแข็งประมาณ 1 นาที
5. นำลูกกลมเหล็กที่ถูกทำให้เย็นลอดผ่านวงแหวนเหล็กอีกครั้ง สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกกลมเหล็กผ่านวงแหวนเหล็ก
6. วาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของการจัดเรียงอนุภาคของลูกกลมเหล็กเมื่อให้ความร้อนและเมื่อนำไปแช่น้ำแข็งตามลำดับ

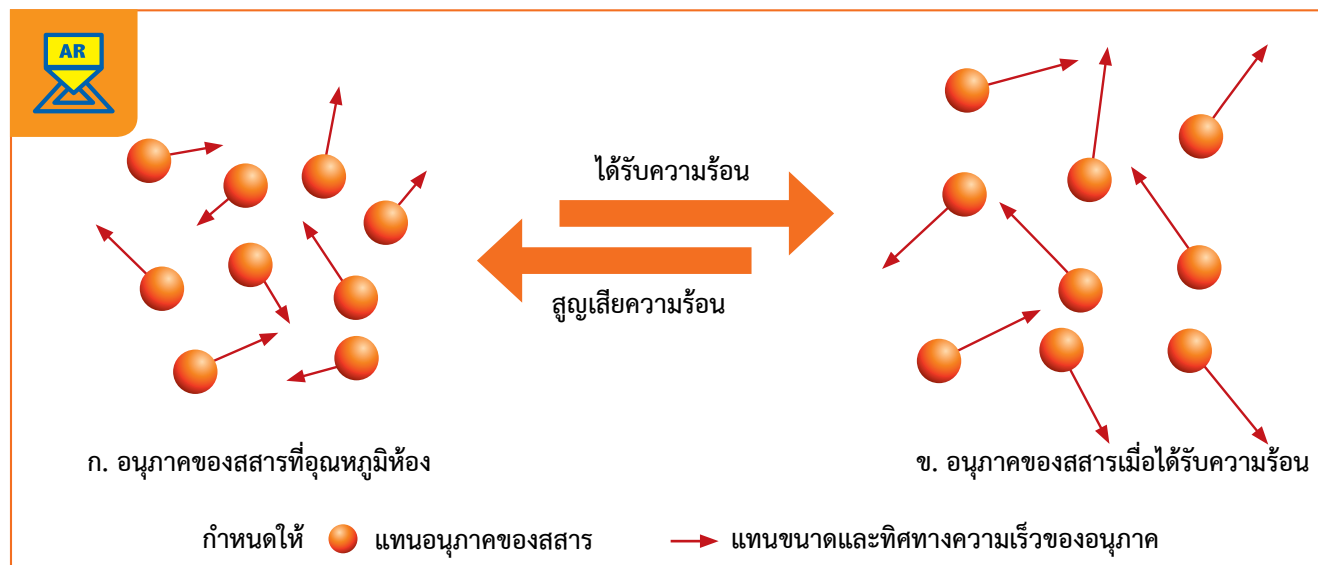


คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อให้ความร้อนแก่ลูกกลมเหล็กหรือนำลูกกลมเหล็กไปแช่น้ำแข็ง ลูกกลมเหล็กมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด
2. แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของลูกกลมเหล็กเมื่อให้ความร้อนและเมื่อนำไปแช่น้ำแข็งเป็นอย่างไร
3. จากกิจกรรมตอนที่ 3 สรุปได้ว่าอย่างไร
4. จากกิจกรรมทั้ง 3 ตอน สรุปได้ว่าอย่างไร

จากการทำกิจกรรมพบว่าอากาศ น้ำ และลูกกลมเหล็ก จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น เพราะเกิดการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน ในทางตรงกันข้าม อากาศ น้ำ และลูกกลมเหล็ก จะมีปริมาตรลดลง เพราะเกิดการหดตัวเมื่อสูญเสียความร้อน โดยไม่มีการเปลี่ยนสถานะ สารอื่น ๆ รอบตัวก็เช่นเดียวกัน นอกจากความร้อนจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารแล้ว ความร้อนยังทำให้ปริมาตรของสารเปลี่ยนแปลง โดยการขยายตัวตามความร้อน (thermal expansion) และการหดตัวตามความร้อน (thermal contraction) ซึ่งทำให้รูปร่างของสารเปลี่ยนแปลง แบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะสามารถใช้อธิบายผลของความร้อนที่มีต่อการขยายและหดตัวของสารได้อย่างไร

จากแบบจำลองดังภาพ 5.13 อนุภาคของสารในสถานะแก๊สจะอยู่ห่างกันมากและเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่ออนุภาคของแก๊สได้รับความร้อน จะมีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง ระยะห่างระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้น แก๊สจึงขยายตัวมีปริมาตรมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม เมื่ออนุภาคของแก๊สสูญเสียความร้อน จะมีพลังงานลดลง ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้แก๊สหดตัวมีปริมาตรลดลง ถ้าสารในสถานะของเหลวได้รับหรือสูญเสียความร้อน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันหรือไม่ อย่างไร



ภาพ 5.13 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารในสถานะแก๊ส

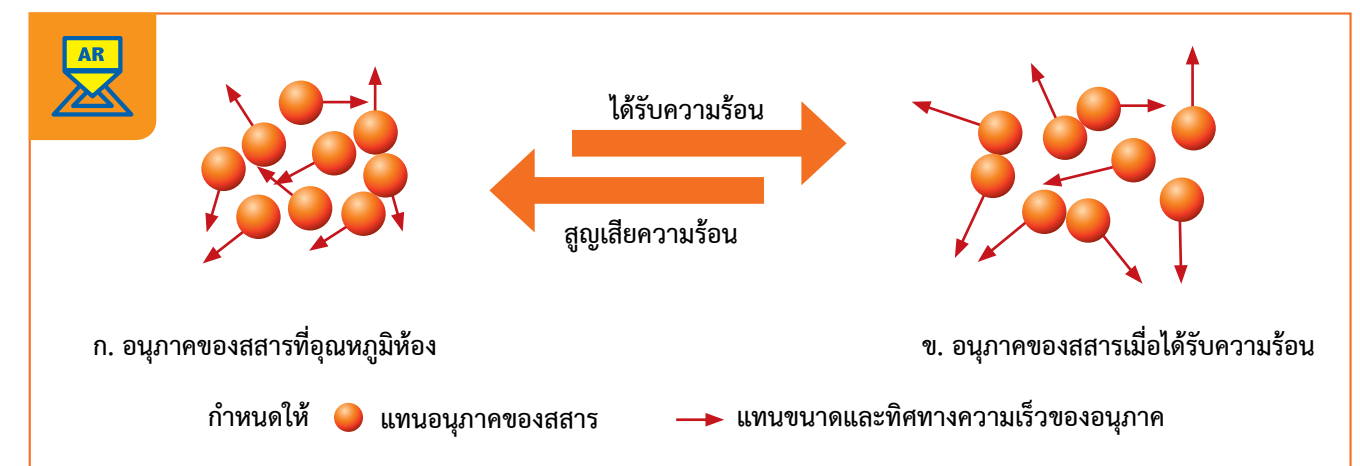


กิจกรรมเสริม

ความร้อนส่งผลต่ออากาศในขวดพลาสติกอย่างไร

นำขวดพลาสติกเปล่าซึ่งเป็นขวดพลาสติกชนิดบาง ปิดฝาให้แน่นแล้วนำไปแช่ในภาชนะบรรจุน้ำแข็ง นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับขวดพลาสติกได้หรือไม่ อย่างไร

การขยายตัวและหดตัวของสารในสถานะของเหลวเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อนก็เกิดขึ้นในทำนองเดียวกันกับสารในสถานะแก๊ส จากแบบจำลองดังภาพ 5.14 อนุภาคของของเหลวยูใกล้กันมากกว่าอนุภาคของแก๊ส อนุภาคของของเหลวสามารถเคลื่อนที่ได้แต่ไม่เป็นอิสระ โดยจะเคลื่อนที่รอบ ๆ อนุภาคข้างเคียง เมื่ออนุภาคของของเหลวได้รับความร้อนจะมีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง ระยะห่างระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้น ของเหลวจึงขยายตัวมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม เมื่ออนุภาคของของเหลวสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้ของเหลวหดตัวมีปริมาตรลดลง ถ้าสารในสถานะของแข็งได้รับหรือสูญเสียความร้อน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันกับสารในสถานะแก๊สและของเหลวนีหรือไม่ อย่างไร



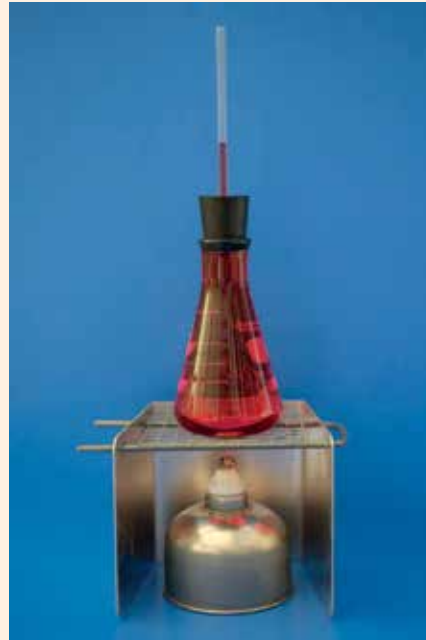
ภาพ 5.14 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารในสถานะของเหลว





กิจกรรมเสริม

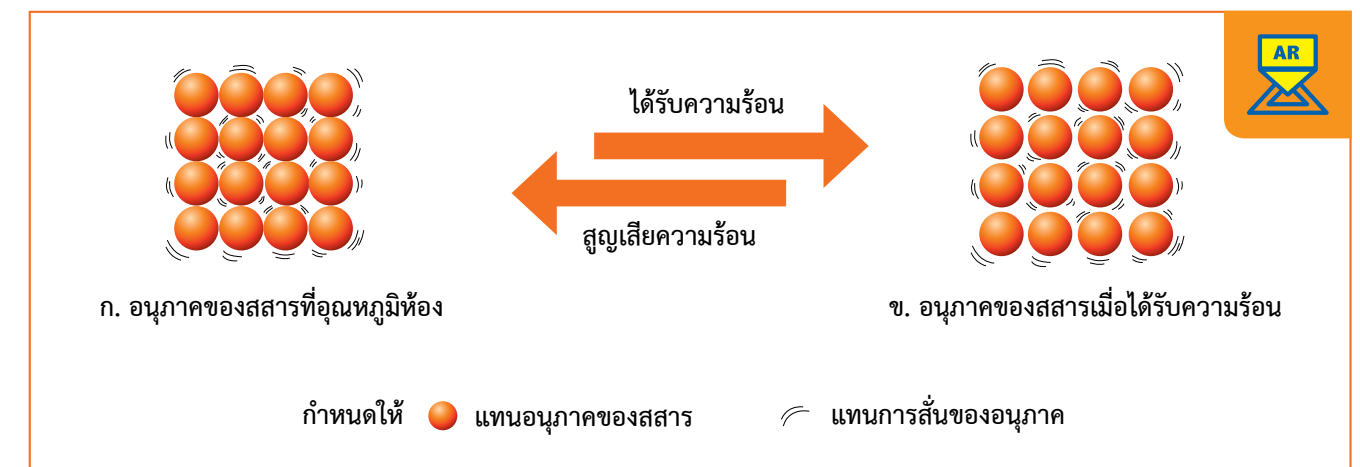
สร้างเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่ายด้วยตนเอง



จากกิจกรรม 5.3 ตอนที่ 2 ให้นักเรียนออกแบบและสร้างเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่ายที่สามารถวัดอุณหภูมิได้จริง โดยใช้สารและอุปกรณ์รอบตัว



สสารในสถานะของแข็งก็เกิดการขยายตัวและหดตัวเมื่อได้รับและสูญเสียความร้อนเช่นเดียวกับสสารในสถานะของเหลวและแก๊ส จากแบบจำลองดังภาพ 5.15 อนุภาคของของแข็งเรียงชิดติดกันและสั่นอยู่กับที่ เมื่ออนุภาคของของแข็งได้รับความร้อนจะมีพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้สั่นเร็วขึ้น มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง ระยะห่างระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้นของแข็งจึงขยายตัวมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม เมื่ออนุภาคของของแข็งสูญเสียความร้อนจะมีพลังงานลดลง ทำให้สั่นช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง จึงทำให้ของแข็งหดตัวมีปริมาตรลดลง แต่เนื่องจากอนุภาคของของแข็งอยู่ชิดติดกัน มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมาก การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของสสารในสถานะของแข็งจึงมีขนาดน้อยกว่าสสารในสถานะของเหลวและแก๊ส



ภาพ 5.15 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง



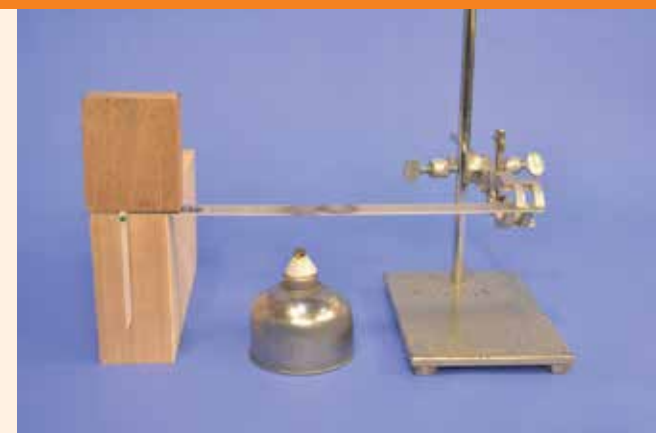
กิจกรรมเสริม

ความร้อนส่งผลต่อไม้บรรทัดอะลูมิเนียมอย่างไร

ให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์ผลของความร้อนที่มีต่อไม้บรรทัดอะลูมิเนียม แล้วอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับไม้บรรทัดอะลูมิเนียม



<http://ipst.me/7611>



จากกิจกรรมที่ 5.3 จงตอบคำถามต่อไปนี้

- ขณะที่อากาศในขวดแก้วและลูกโป่งขยายตัวหรือหดตัวเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน จำนวนและขนาดของอนุภาคอากาศในขวดแก้วและลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- ขณะที่น้ำสียขยายตัวหรือหดตัวเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน จำนวนและขนาดของอนุภาคน้ำสีมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- ขณะที่ลูกกลมเหล็กขยายตัวหรือหดตัวเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน จำนวนและขนาดของอนุภาคลูกกลมเหล็กมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- ภาพแบบจำลองอนุภาคที่สร้างขึ้น มีส่วนใดบ้างที่ไม่สามารถแสดงให้เห็นตามความเป็นจริง และถ้าจะปรับปรุงแบบจำลองที่สร้างขึ้น จะทำได้อย่างไร



ภาพ 5.16 การยกตัวของถนน

ความร้อนส่งผลต่อการขยายตัวหรือหดตัวของสสารทั้ง 3 สถานะ บางครั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก็สามารถสังเกตได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า เช่น การขยายตัวหรือหดตัวของอากาศในลูกโป่ง แต่ในบางครั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก็ไม่ชัดเจนนัก เช่น การขยายตัวหรือหดตัวของลูกกลมเหล็ก การขยายตัวหรือหดตัวของสสารทั้ง 3 สถานะเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน ส่งผลต่อชีวิตประจำวันของเราหรือไม่อย่างไร



ipst.me/12692

จากเหตุการณ์ที่ถนนยกตัวขึ้น นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อนมาอธิบายได้หรือไม่ และนักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร



กิจกรรมเสริม

ออกแบบแผ่นพับประชาสัมพันธ์

ให้นักเรียนออกแบบแผ่นพับที่อธิบายและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาถนนยกตัวเนื่องจากความร้อนให้กับคนในชุมชน โดยใช้ข้อค้นพบจากกิจกรรมที่ 5.3 และแบบจำลองอนุภาค



ปรากฏการณ์การขยายหรือหดตัวของสสารทั้ง 3 สถานะเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อนพบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน อีกทั้งมนุษย์ยังสามารถนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการขยายหรือหดตัวของสสารไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย เช่น การเคลื่อนที่ของบอลูน การสร้างถนน



ภาพ 5.17 บอลูน

การเคลื่อนที่ของบอลูนและโคมลอยเกิดจากอากาศภายในบอลูนและโคมลอยขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนและลอยตัวสูงขึ้นพบบอลูนและโคมลอยเคลื่อนที่ไป



ภาพ 5.18 โคมลอย

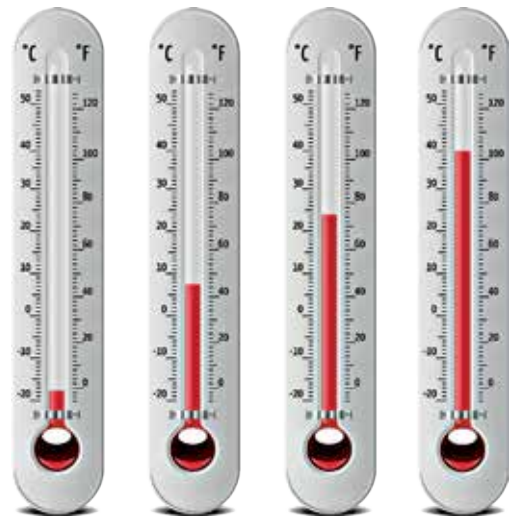
การระบายความร้อนในที่อยู่อาศัยก็เช่นเดียวกัน อากาศร้อนใต้หลังคาจะลอยตัวขึ้นสู่ที่สูงแล้วระบายออกโดยลูกหมุนระบายอากาศที่ติดอยู่บนหลังคา



ภาพ 5.19 ลูกหมุนระบายอากาศ

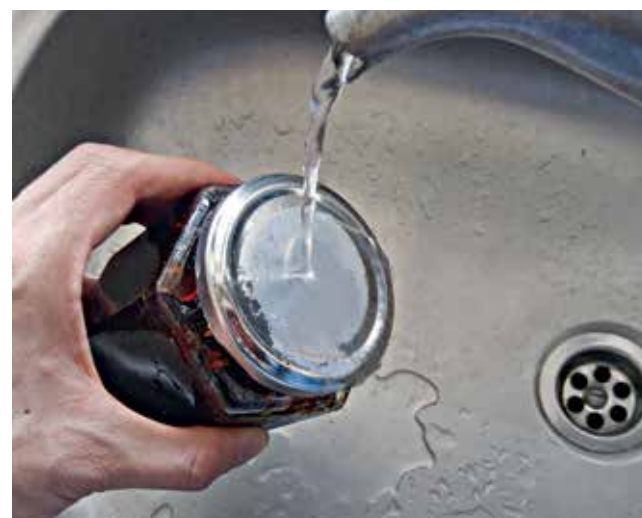


ภาพ 5.20 การระบายความร้อนในที่อยู่อาศัย



ภาพ 5.21 เทอร์มอมิเตอร์ที่มีช่องเหลวบรรจุอยู่

การขยายตัวและหดตัวของของเหลว เช่น โปรทหรือแอลกอฮอล์ที่บรรจุอยู่ในเทอร์มอมิเตอร์ สามารถใช้วัดอุณหภูมิของสิ่งต่าง ๆ ได้



ภาพ 5.22 การเทน้ำร้อนบนฝาเกลียวที่ปิดแน่น

การเปิดฝาชวดเกลียวภาชนะใส่อาหารที่ปิดแน่นเมื่อเทน้ำร้อนลงบนฝาชวดสักครู่ ความร้อนจะทำให้ฝาชวดและชวดแก้วขยายตัว แต่เนื่องจากฝาชวดขยายตัวได้มากกว่าชวดแก้ว จึงทำให้เปิดชวดง่ายขึ้น



ภาพ 5.23 ถนนที่ได้รับการออกแบบให้มีช่องว่างเพื่อรองรับการขยายหรือหดตัว (ลูกศร)



ภาพ 5.24 รางรถไฟที่ได้รับการออกแบบให้มีช่องว่างเพื่อรองรับการขยายหรือหดตัว

การติดตั้งสายไฟฟ้า จะติดตั้งโดยไม่ให้ตึงเกินไปเพื่อป้องกันไม่ให้สายไฟฟ้าขาด เนื่องจากการหดตัวเมื่ออากาศมีอุณหภูมิต่ำ



ภาพ 5.25 ลักษณะการติดตั้งสายไฟ

การสร้างสะพาน ถนนคอนกรีต หรือรางรถไฟ ต้องมีการออกแบบให้มีช่องว่างเล็ก ๆ เป็นช่วง ๆ เพื่อให้วัสดุผิวถนนสามารถขยายหรือหดตัวได้ ไม่เช่นนั้นจะเกิดการอัดกันจนโก่งตัวหรือโค้งงอของวัสดุที่ขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน



เมื่อสสารได้รับความร้อน ระดับพลังงานความร้อนหรืออุณหภูมิก็จะเพิ่มขึ้น อนุภาคของสสารนั้นจะสั่นและเคลื่อนที่เร็วขึ้น ส่งผลให้สสารเกิดการขยายตัว ในทางตรงกันข้ามถ้าสสารสูญเสียความร้อน ระดับพลังงานความร้อนหรืออุณหภูมิก็จะลดลง ทำให้อนุภาคของสสารนั้นสั่นและเคลื่อนที่ได้ช้าลง ส่งผลให้สสารเกิดการหดตัว

ถ้าให้ความร้อนหรือทำให้สสารสูญเสียความร้อนอย่างต่อเนื่อง นอกจากจะทำให้อุณหภูมิและปริมาตรเปลี่ยนแปลงแล้ว ความร้อนจะมีผลต่อสสารอย่างไรอีกบ้าง

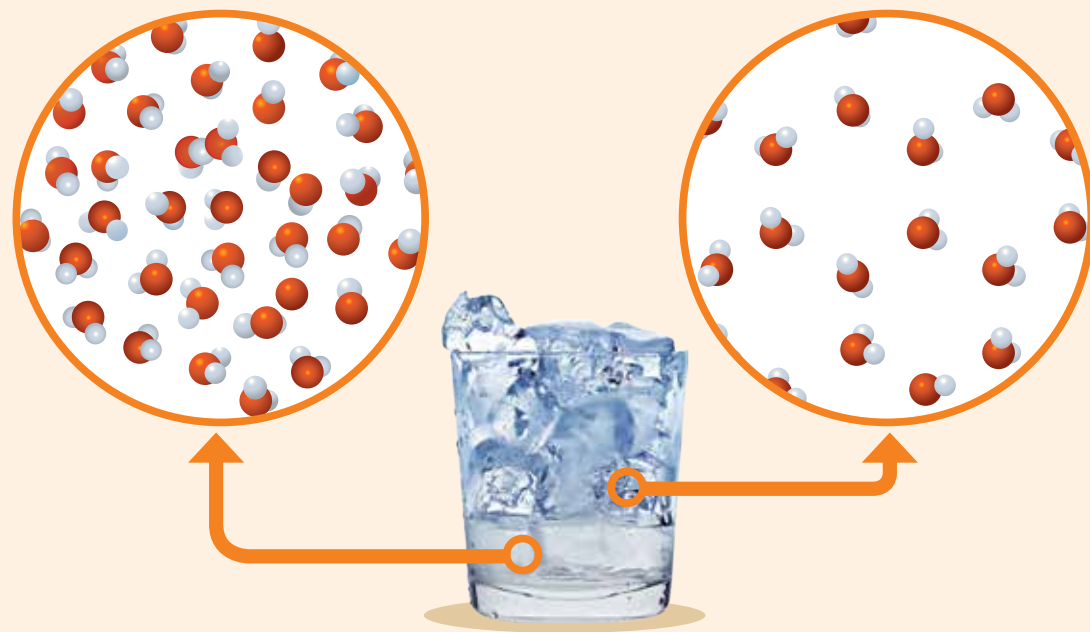


เกร็ดน่ารู้

การขยายตัวของน้ำแข็ง

ถ้าน้ำแข็งหลอมเหลวหมด น้ำจะล้นออกจากแก้วหรือไม่ ถ้าทราบสมบัติพิเศษของน้ำที่แตกต่างจากสสารอื่น ก็จะตอบได้

เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ซึ่งต่างจากสสารทั่วไปที่เมื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งแล้วจะมีปริมาตรลดลง อนุภาคของน้ำเมื่ออยู่ในสถานะของเหลวก็เหมือนของเหลวอื่น ๆ คือ อนุภาคอยู่ใกล้กัน สามารถเคลื่อนที่ได้แต่ไม่เป็นอิสระ โดยจะเคลื่อนที่รอบ ๆ อนุภาคข้างเคียง มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากกว่าแก๊ส แต่เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง อนุภาคของน้ำแข็งจะเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ แต่มีระยะห่างระหว่างอนุภาคมากกว่าน้ำ ดังภาพ น้ำแข็งจึงขยายตัวและมีปริมาตรเพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนสถานะจากน้ำเป็นน้ำแข็ง ดังนั้นเมื่อน้ำแข็งที่พูนแก้วเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวจะมีปริมาตรลดลง น้ำจึงไม่ล้นออกมา



ภาพการจัดเรียงอนุภาคของน้ำเมื่ออยู่ในสถานะของเหลว (ซ้าย) และของแข็ง (ขวา)

เรื่องที่ 4 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร



คำสำคัญ

การเปลี่ยนสถานะ
ความร้อนแฝงของ
การเปลี่ยนสถานะ



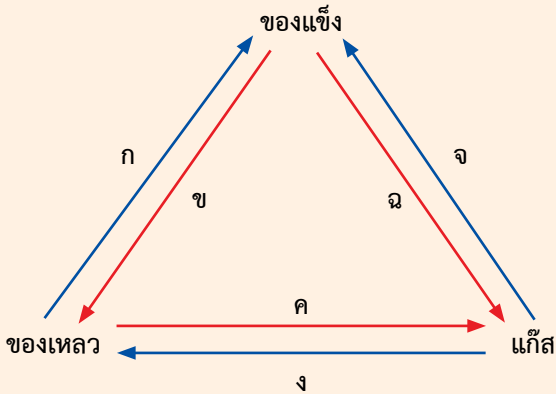
ภาพ 5.26 ธารน้ำแข็งโคลัมเบีย ในรัฐอะแลสกา ประเทศสหรัฐอเมริกา

ธารน้ำแข็งพบได้หลายแห่งบนโลก เช่น บริเวณตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกา บริเวณภูเขาในทวีปยุโรป บริเวณภูเขาในทวีปเอเชีย จากภาพ 5.26 แสดงภาพธารน้ำแข็งโคลัมเบีย ในรัฐอะแลสกา ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีรายงานการลดลงของปริมาณน้ำแข็งที่ปกคลุมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 โดยปริมาณน้ำแข็งลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้เกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อนและการเปลี่ยนสถานะอย่างไร





ทบทวนความรู้ก่อนเรียน



จากแผนผังการเปลี่ยนสถานะ ให้เติมตัวอักษรที่ถูกต้องลงในช่องว่างให้ตรงกับข้อความต่อไปนี้

- | | | |
|---------------------|-------|---------------------|
| _____ การกลายเป็นไอ | | _____ การแข็งตัว |
| _____ การหลอมเหลว | | _____ การระเหิด |
| _____ การควบแน่น | | _____ การระเหิดกลับ |

รู้อะไรบ้างก่อนเรียน เขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสสารเนื่องจากความร้อน



กิจกรรมที่ 5.4 ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะได้อย่างไร

จุดประสงค์ สังเกตและอธิบายการเปลี่ยนสถานะของน้ำเนื่องจากความร้อน

- | | | | |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|------------------|
| วัสดุและอุปกรณ์ | 1. น้ำแข็ง | 4. ปีกเกอร์ ขนาด 250 cm ³ | 7. กระดาษกราฟ |
| | 2. แท่งแก้วคน | 5. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ | 8. นาฬิกาจับเวลา |
| | 3. เทอร์มอมิเตอร์ | 6. ขาดังพร้อมที่จับ | |



ข้อควรระวัง

แอลกอฮอล์เป็นสารไวไฟ จึงควรระมัดระวังในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ใส่ น้ำแข็งก้อนเล็ก ๆ ปริมาณ 2 ใน 3 ของปีกเกอร์ แล้ว จัดอุปกรณ์ดังภาพ วัดอุณหภูมิเมื่อระดับของเหลว ในเทอร์มอมิเตอร์คงที่ สังเกตสถานะของน้ำแข็ง ในปีกเกอร์ บันทึกผล
2. ให้ความร้อนแก่น้ำแข็งในปีกเกอร์ด้วยตะเกียง แอลกอฮอล์ ใช้แท่งแก้วคนคนน้ำแข็งให้ทั่วปีกเกอร์ ตลอดเวลา วัดอุณหภูมิ สังเกตสถานะของสิ่งที่อยู่ใน ปีกเกอร์ทุก ๆ 1 นาที จนเดือด บันทึกผล
3. ให้ความร้อนต่อไปอีก 3 นาที วัดอุณหภูมิ สังเกตสถานะ ของสิ่งที่อยู่ในปีกเกอร์ทุก ๆ 1 นาที บันทึกผล
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับเวลา ตั้งแต่เริ่มวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งจนสิ้นสุด การทำกิจกรรม



ภาพการหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง



ภาพการหาจุดเดือดของน้ำ



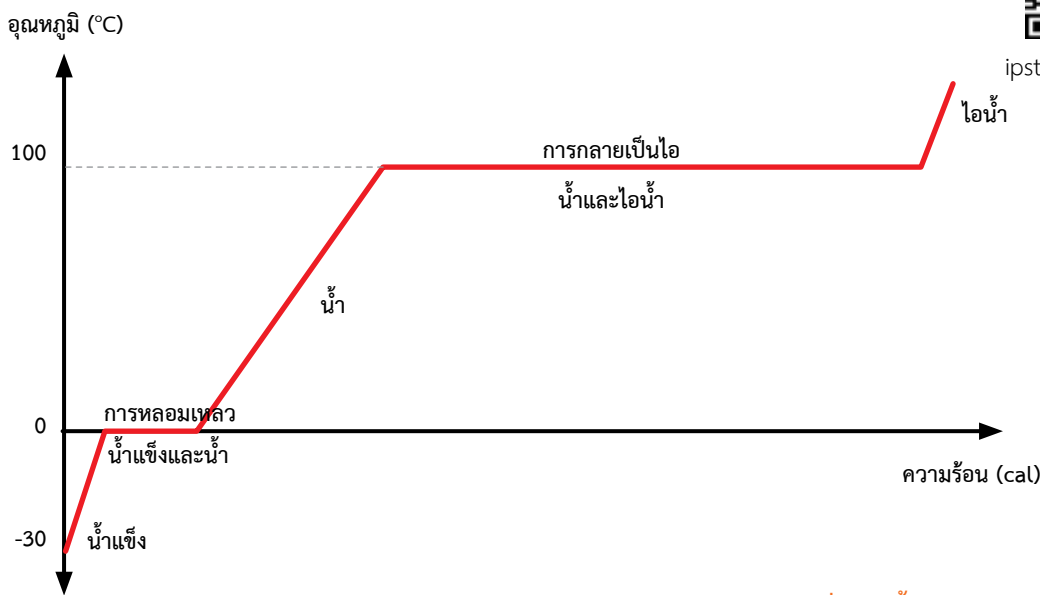
คำถามท้าทายกิจกรรม

1. ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับ มีความสัมพันธ์กับเวลาหรือไม่ อย่างไร
2. ช่วงเวลาที่น้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำ น้ำแข็งได้รับความร้อนหรือไม่ รู้ได้อย่างไร และในช่วงนั้นสิ่งที่อยู่ในปิกเกอร์จะมีสถานะใดบ้าง
3. ช่วงเวลาที่น้ำเดือดเป็นไอน้ำ น้ำได้รับความร้อนหรือไม่ รู้ได้อย่างไร และในช่วงนั้นสิ่งที่อยู่ในปิกเกอร์จะมีสถานะใดบ้าง
4. จากกราฟสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำขณะที่หลอมเหลวและเดือดได้อย่างไร
5. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

น้ำสามารถเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่งได้ เมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน จากภาพ 5.27 เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำแข็ง ซึ่งมีสถานะเป็นของแข็ง อุณหภูมิของน้ำแข็งจะเพิ่มขึ้น จนกระทั่งน้ำแข็งมีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง ณ อุณหภูมินี้ น้ำแข็งจะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ ซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว โดยอุณหภูมิขณะที่น้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำจะคงที่ เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำจนหมด แล้วยังได้รับความร้อนต่อไป อุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มขึ้นจนถึง 100 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่จุดเดือดของน้ำ ณ อุณหภูมินี้ น้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ ซึ่งมีสถานะเป็นแก๊ส โดยอุณหภูมิขณะที่น้ำเดือดเป็นไอน้ำจะคงที่ เมื่อน้ำเดือดเป็นไอน้ำจนหมด แล้วยังได้รับความร้อนต่อไป อุณหภูมิของไอน้ำก็จะเพิ่มขึ้น



ipst.me/12694



ภาพ 5.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ให้น้ำ

ในทางกลับกัน เมื่อมีการสูญเสียความร้อน ไอน้ำที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส จะมีอุณหภูมิลดลง จนถึง 100 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นจุดควบแน่นของไอน้ำ ไอน้ำจะควบแน่นเป็นน้ำ เมื่อไอน้ำควบแน่นเป็นน้ำจนหมด แล้วยังสูญเสียความร้อนต่อไปอีก น้ำก็จะมีอุณหภูมิลดลงจนถึง 0 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นจุดเยือกแข็งของน้ำ น้ำจะแข็งตัวเป็นน้ำแข็ง เมื่อน้ำแข็งตัวเป็นน้ำแข็งจนหมด แล้วยังสูญเสียความร้อนต่อไปอีก น้ำแข็งก็จะมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส เพราะเหตุใดอุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจึงคงที่ ทั้งที่น้ำแข็งและน้ำยังคงได้รับความร้อน ทราบหรือไม่ว่าน้ำแข็งและน้ำใช้ความร้อนเพื่ออะไร

เมื่อนำผลจากการทำกิจกรรมมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ผลที่ได้เหมือนหรือแตกต่างจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ให้น้ำในภาพ 5.27 อย่างไร เพราะเหตุใด



สสารโดยทั่วไปเมื่อได้รับความร้อน นอกจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นแล้ว สสารยังมีการเปลี่ยนสถานะได้ โดยจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสสารต่างชนิดกัน จะมีค่าแตกต่างกัน ในทางกลับกัน เมื่อสสารสูญเสียความร้อน นอกจากอุณหภูมิที่ลดลงแล้ว สสารยังมีการเปลี่ยนสถานะ โดยจุดเยือกแข็งและจุดควบแน่นของสสารต่างชนิดกัน จะมีค่าแตกต่างกัน และขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะคงที่

ตาราง 5.2 จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารที่ความดัน 1 บรรยากาศ

สาร	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
มีเทน (CH ₄)	-182.4	-161.5
ไดเอทิลอีเทอร์ (C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅)	-116.3	34.6
เอทานอล (C ₂ H ₅ OH)	-114.1	78.3
เบนซีน (C ₆ H ₆)	5.5	80.1
น้ำ (H ₂ O)	0	100
ปรอท (Hg)	-38.9	356.7
โบรมีน (Br ₂)	-7.2	58.8
โซเดียม (Na)	97.8	883.1

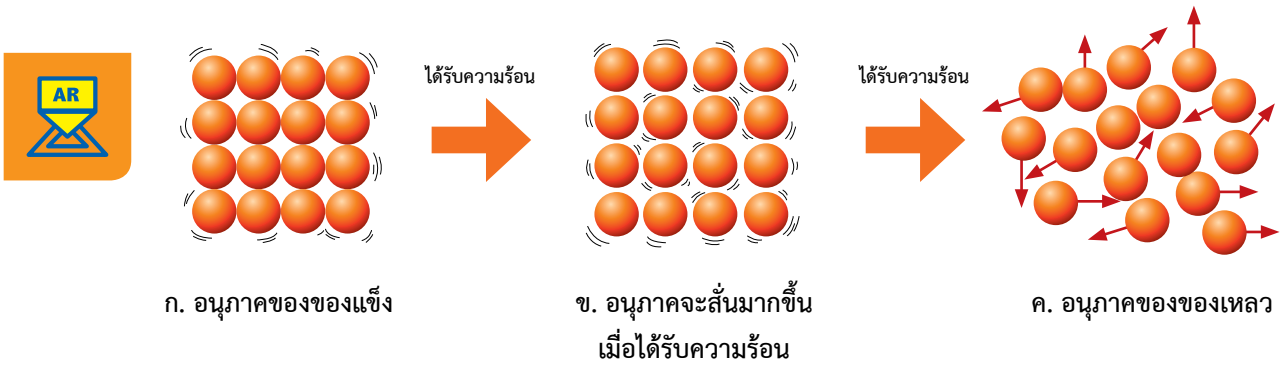


จุดเยือกแข็งเป็นอุณหภูมิที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง จุดควบแน่นเป็นอุณหภูมิที่แก๊สเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว จากตาราง 5.2 จะทราบจุดเยือกแข็งและจุดควบแน่นของสารแต่ละชนิดได้อย่างไร

ทราบหรือไม่ว่า ความร้อนที่สสารได้รับขณะที่มีการเปลี่ยนสถานะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงอนุภาคของสสารหรือไม่อย่างไร

ปริมาณความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะ

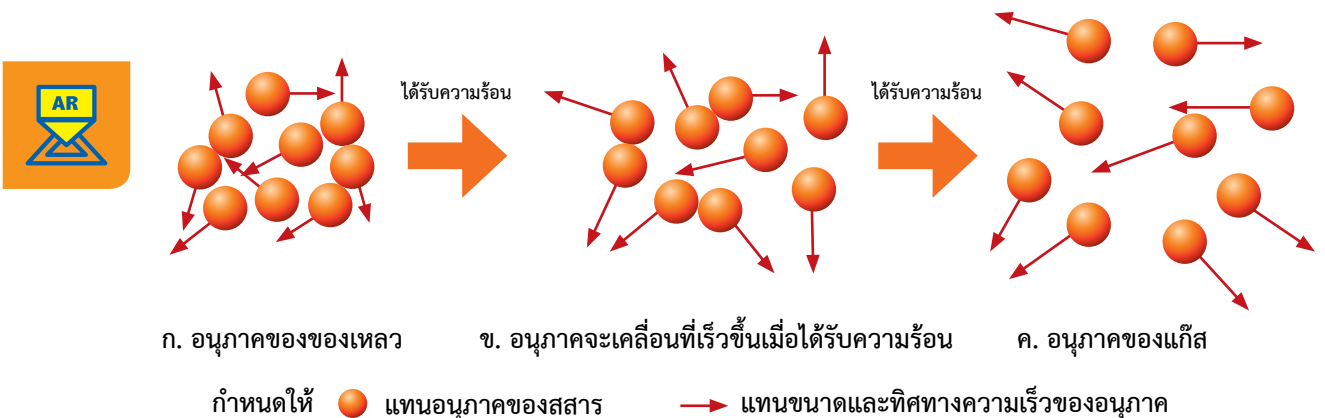
เมื่อสสารมีการเปลี่ยนสถานะ ความร้อนทั้งหมดที่สสารได้รับหรือสูญเสียจะถูกใช้ในการเปลี่ยนสถานะโดยอนุภาคไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อของแข็งได้รับความร้อน ความร้อนจะทำให้อนุภาคของของแข็งมีพลังงานเพิ่มขึ้นและสั่นมากขึ้นจนเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิม ทำให้อนุภาคอยู่ห่างกันมากขึ้น ดังภาพ 5.28 แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลงของแข็งจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว โดยช่วงนี้อนุภาคของสสารจะคงที่ ความร้อนที่สสารมวล 1 หน่วยใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว เรียกว่า **ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว (latent heat of fusion)** มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัมหรือจูลต่อกิโลกรัม โดยปริมาณความร้อนที่สสารรับเข้าไปเพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่สสารสูญเสียเมื่อสสารมีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง



ภาพ 5.28 แบบจำลองอนุภาคแสดงการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว

กำหนดให้ ● แทนอนุภาคของสสาร
↺ แทนการสั่นของอนุภาค
→ แทนขนาดและทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค

เมื่อของเหลวได้รับความร้อน ความร้อนจะทำให้อนุภาคของของเหลวมีพลังงานเพิ่มขึ้นและเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้อนุภาคอยู่ห่างกันมากขึ้น ดังภาพ 5.29 แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง ของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส โดยช่วงนี้อนุภาคของสสารจะคงที่ ความร้อนที่สสารมวล 1 หน่วย ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส เรียกว่า **ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (latent heat of vaporization)** มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัมหรือจูลต่อกิโลกรัม โดยปริมาณความร้อนที่สสารรับเข้าไปเพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่สสารสูญเสียเมื่อสสารมีการเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลว



ภาพ 5.29 แบบจำลองอนุภาคแสดงการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส

เมื่ออนุภาคของของเหลว ในภาพ 5.28 ค และอนุภาคของแก๊ส ในภาพ 5.29 ค สูญเสียความร้อน การจัดเรียงอนุภาค แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาค จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ความร้อนแฝงเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร เช่น น้ำแข็งมีค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวเท่ากับ 80 แคลอรีต่อกรัม หมายความว่าน้ำแข็งมวล 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ต้องการปริมาณความร้อน 80 แคลอรี ในการทำให้น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำมวล 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ในทำนองเดียวกัน เมื่อน้ำมวล 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งมวล 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส จะสูญเสียความร้อนปริมาณเท่ากัน คือ 80 แคลอรี ส่วนทองแดงมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส มีค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลว เท่ากับ 32 แคลอรีต่อกรัม หมายความว่า ทองแดงมวล 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส ต้องการปริมาณความร้อน 32 แคลอรี ในการเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวมวล 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส

ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวและความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของสารต่าง ๆ แสดงดังตาราง 5.3

ตาราง 5.3 ความร้อนแฝงของสารต่าง ๆ

สาร	จุดหลอมเหลว (°C)	ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว (cal/g)	จุดเดือด (°C)	ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (cal/g)
ออกซิเจน	-219	3.3	-183	51
ไนโตรเจน	-210	6.1	-196	48
เอทิลแอลกอฮอล์	-144	24.9	78	205
แอมโมเนีย	-75	108	-33	327
น้ำ	0	80	100	540
ตะกั่ว	327	5.9	1,750	208
เงิน	962	26	2,163	628
ทองแดง	1,083	32	2,300	1,211
เหล็ก	1,538	69.1	3,023	1,520

จากข้อมูลในตาราง 5.3

- สารแต่ละชนิด เมื่อมีมวลเท่ากัน สารใดใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวน้อยที่สุด และมากที่สุด ตามลำดับ
- สารแต่ละชนิด เมื่อมีมวลเท่ากัน สารใดใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สน้อยที่สุด และมากที่สุด ตามลำดับ
- การหลอมแท่งตะกั่ว 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 327 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการทำพิวส์ ต้องการปริมาณความร้อนเท่าใดในการทำให้ตะกั่วเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวทั้งหมด



ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว

คือ ปริมาณความร้อนที่สารมวล 1 หน่วย ได้รับเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวโดยที่อุณหภูมิไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ

คือ ปริมาณความร้อนที่สารมวล 1 หน่วย ได้รับเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สโดยที่อุณหภูมิไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ปริมาณความร้อนที่สารใช้ในการเปลี่ยนสถานะนอกจากจะขึ้นอยู่กับความร้อนแฝงซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารแล้ว ยังขึ้นอยู่กับมวลอีกด้วย เช่น ถ้าวางน้ำแข็ง 2 ก้อนไว้บริเวณเดียวกัน จะพบว่าน้ำแข็งก้อนเล็กหลอมเหลวเป็นน้ำหมดก่อนน้ำแข็งก้อนใหญ่ เพราะน้ำแข็งก้อนเล็กมีมวลน้อยกว่าน้ำแข็งก้อนใหญ่จึงใช้ปริมาณความร้อนน้อยกว่าในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว



ก. เวลาเริ่มต้น

ข. เวลาผ่านไป 15 นาที

ภาพ 5.30 วางน้ำแข็งมวลต่างกันไว้กลางแดด

การคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะ

ปริมาณความร้อนที่สารได้รับหรือสูญเสียขณะเปลี่ยนสถานะขึ้นอยู่กับมวลและความร้อนแฝงของสารแต่ละชนิด ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังตัวอย่าง

ในการหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หลอมเหลวเป็นน้ำจนหมด ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส โดยน้ำมีความร้อนแฝงของการหลอมเหลว 80 แคลอรี/กรัม สามารถทำได้ดังนี้

ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำหมายความว่า น้ำแข็งมวล 1 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หลอมเหลวเป็นน้ำจนหมดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณความร้อน 80 แคลอรี

ถ้าทำให้น้ำแข็งมวล 5 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หลอมเหลวเป็นน้ำจนหมดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณความร้อน $5 \times 80 = 400$ แคลอรี

ดังนั้น ถ้าให้

Q แทนปริมาณความร้อนที่สารได้รับหรือสูญเสีย มีหน่วยเป็น แคลอรี (cal)

m แทนมวลของสาร มีหน่วยเป็น กรัม (g)

L แทนความร้อนแฝงของการเปลี่ยนสถานะของสาร มีหน่วยเป็น แคลอรี/กรัม (cal/g)

สามารถหาปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะ จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลและความร้อนแฝงของการเปลี่ยนสถานะดังความสัมพันธ์

$Q = mL$

ตัวอย่างโจทย์ที่ 1

ต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าใดในการทำให้แท่งทองแดงมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส หลอมเหลวทั้งหมดพอดี (ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของทองแดงเท่ากับ 32 แคลอรี/กรัม)

แนวคิด

จากสมการ $Q = mL$
 $Q = \text{มวล} \times \text{ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของทองแดง}$
 $Q = 50 \text{ g} \times 32 \text{ cal/g}$
 $Q = 1,600 \text{ cal}$

แท่งทองแดงมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส ต้อง**ได้รับ**ปริมาณความร้อน 1,600 แคลอรี เพื่อให้ทองแดงหลอมเหลวทั้งหมดพอดี

ตัวอย่างโจทย์ที่ 2

ถ้าต้องการให้ทองแดงมวล 50 กรัม ที่อยู่ในสถานะของเหลวที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส แข็งตัวเป็นแท่งทองแดงทั้งหมดพอดี ที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส จะต้องมีการสูญเสียความร้อนปริมาณเท่าใด (ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของทองแดงเท่ากับ 32 แคลอรี/กรัม)

แนวคิด

จากสมการ $Q = mL$
 $Q = \text{มวล} \times \text{ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของทองแดง}$
 $Q = 50 \text{ g} \times 32 \text{ cal/g}$
 $Q = 1,600 \text{ cal}$

ทองแดงมวล 50 กรัม ที่อยู่ในสถานะของเหลวที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส ต้อง**สูญเสีย**ความร้อนปริมาณ 1,600 แคลอรี เพื่อให้ทองแดงเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งทั้งหมดที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบสถานการณ์ระหว่างตัวอย่างโจทย์ที่ 1 และ 2 พบว่าทองแดงมวล 50 กรัม ที่อยู่ในสถานะของเหลวที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส ต้องสูญเสียความร้อนปริมาณ 1,600 แคลอรี ทำให้ทองแดงมีพลังงานลดลงจนเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง มีค่าเท่ากับปริมาณความร้อนที่แท่งทองแดงมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส ได้รับเข้าไป ทำให้ทองแดงมีพลังงานมากขึ้นจนเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวทั้งหมด

ตัวอย่างโจทย์ที่ 3

ปริมาณความร้อนที่ทำให้แท่งเงินมวล 5 กิโลกรัม ที่มีอุณหภูมิ 962 องศาเซลเซียส หลอมเหลวจนหมดพอดีจะทำให้แท่งทองแดงมวล 3 กิโลกรัม ที่มีอุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส หลอมเหลวได้หมดหรือไม่ (ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของเงินและทองแดงเท่ากับ 26 และ 32 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ)

แนวคิด

ปริมาณความร้อนที่ทำให้แท่งเงินมวล 5 กิโลกรัม หลอมเหลวจนหมดพอดีหาได้จากสมการ

$Q = mL$

$Q = \text{มวล} \times \text{ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของเงิน}$

$Q = 5,000 \text{ g} \times 26 \text{ cal/g}$

$Q = 130,000 \text{ cal}$

ปริมาณความร้อนที่ทำให้แท่งทองแดงมวล 3 กิโลกรัม หลอมเหลวจนหมดพอดีหาได้จากสมการ

$Q = mL$

$Q = \text{มวล} \times \text{ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของทองแดง}$

$Q = 3,000 \text{ g} \times 32 \text{ cal/g}$

$Q = 96,000 \text{ cal}$

ความร้อนที่ทำให้แท่งเงินมวล 5 กิโลกรัม ที่มีอุณหภูมิ 962 องศาเซลเซียส หลอมเหลวจนหมดพอดี มีปริมาณมากกว่าที่จะทำให้แท่งทองแดงมวล 3 กิโลกรัม ที่มีอุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส หลอมเหลวจนหมด

ตัวอย่างโจทย์ที่ 4

ให้ความร้อนปริมาณ 32,000 แคลอรี แก่ของแข็ง A มวล 500 กรัม ปรากฏว่าของแข็ง A มีอุณหภูมิคงที่แต่เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวทั้งหมด ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของสาร A มีค่าเท่าใด

แนวคิด

เมื่อให้ความร้อนกับของแข็ง A แล้วของแข็ง A หลอมเหลวโดยอุณหภูมิคงที่ ความร้อนที่ของแข็ง A ได้รับถูกใช้ไปในการเปลี่ยนสถานะทั้งหมด

จากสมการ $Q = mL$

$Q = \text{มวล} \times \text{ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของสาร A}$

$32,000 \text{ cal} = 500 \text{ g} \times \text{ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของสาร A}$

$\text{ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของสาร A} = \frac{32,000 \text{ cal}}{500 \text{ g}}$

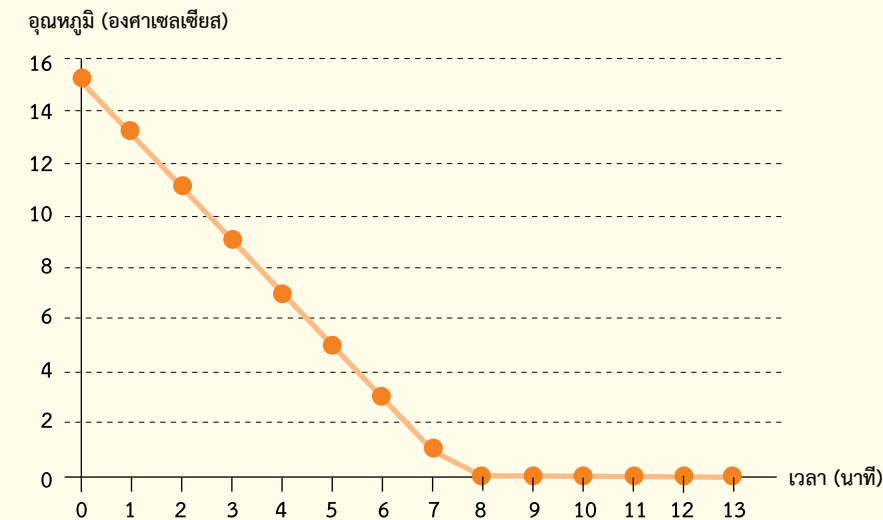
$\text{ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของสาร A} = 64 \text{ cal/g}$

ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของสาร A มีค่าเท่ากับ 64 แคลอรี/กรัม

ตัวอย่างโจทย์ที่ 5

นำน้ำมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไปวางไว้ในช่องแช่แข็ง วัตอุณหภูมิของน้ำทุก ๆ 1 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 13 นาที สังเกตพบว่าน้ำกลายเป็นน้ำแข็งทั้งหมดพอดี เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกับเวลาได้ดังกราฟด้านล่าง เมื่อเวลาผ่านไป 13 นาที น้ำสูญเสียความร้อนทั้งหมดกี่แคลอรี

(ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส และความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 แคลอรี/กรัม)

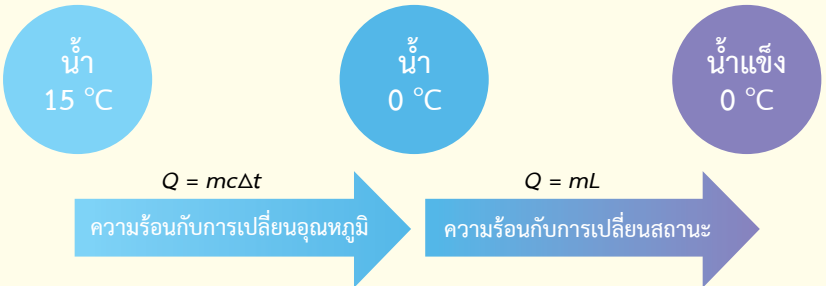


ภาพ 5.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา

เมื่อเวลาผ่านไป 13 นาที น้ำสูญเสียความร้อนทั้งหมดกี่แคลอรี

แนวคิด

ในกรณีนี้ น้ำมวล 200 กรัม มีการเปลี่ยนแปลงทั้งอุณหภูมิและสถานะ จึงต้องมีการแยกพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่มีการเปลี่ยนอุณหภูมิและช่วงที่มีการเปลี่ยนสถานะ



ช่วงที่ 1

การเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นน้ำมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

จากสมการ

$Q = mc\Delta t$
 $Q = 200 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times (15 ^\circ\text{C} - 0 ^\circ\text{C})$
 $Q = 200 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times 15 ^\circ\text{C}$
 $Q = 3,000 \text{ cal}$

ช่วงที่ 2

การเปลี่ยนสถานะของน้ำมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นน้ำแข็งมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

จากสมการ

$Q = mL$
 $Q = \text{มวล} \times \text{ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำ}$
 $Q = 200 \text{ g} \times 80 \text{ cal/g}$
 $Q = 16,000 \text{ cal}$

ปริมาณความร้อนที่สูญเสียทั้งหมด = ปริมาณความร้อนช่วงที่ 1 + ปริมาณความร้อนช่วงที่ 2
ปริมาณความร้อนที่สูญเสียทั้งหมด = 3,000 แคลอรี + 16,000 แคลอรี = 19,000 แคลอรี



ชวนคิด

1. ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้น้ำ 30 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำทั้งหมด จะมากกว่าหรือน้อยกว่าปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็ง 30 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หลอมเหลวเป็นน้ำทั้งหมด
2. ต้องใช้ปริมาณความร้อนกี่แคลอรีในการทำให้เอทิลแอลกอฮอล์มวล 300 กรัม ที่อุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส เปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สทั้งหมด ที่อุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส
3. โรงงานทำเหรียญกษาปณ์แห่งหนึ่งเก็บแท่งเงินบริสุทธิ์มวล 50 กิโลกรัม ไว้ในโกดังเก็บของที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โรงงานแห่งนี้ต้องใช้ปริมาณความร้อนกี่แคลอรีในการหลอมเหลวแท่งเงินทั้งหมดให้เป็นของเหลวพอดี

ปริมาณความร้อนที่สสารได้รับหรือสูญเสียเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะ มีความสัมพันธ์กันตามสมการ $Q = mL$

เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อน ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ขนาด หรือสถานะ ทราบหรือไม่ว่า ความร้อนถ่ายโอนจากสสารหนึ่งไปยังอีกสสารหนึ่งหรือจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้อย่างไร



ตรวจสอบตนเอง

เขียนบรรยาย วาดภาพ หรือเขียนผังมโนทัศน์สิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนนี้



กิจกรรมท้ายบท

ค่าความร้อนจำเพาะของสารเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

จุดประสงค์

อธิบายผลของความร้อนจำเพาะของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

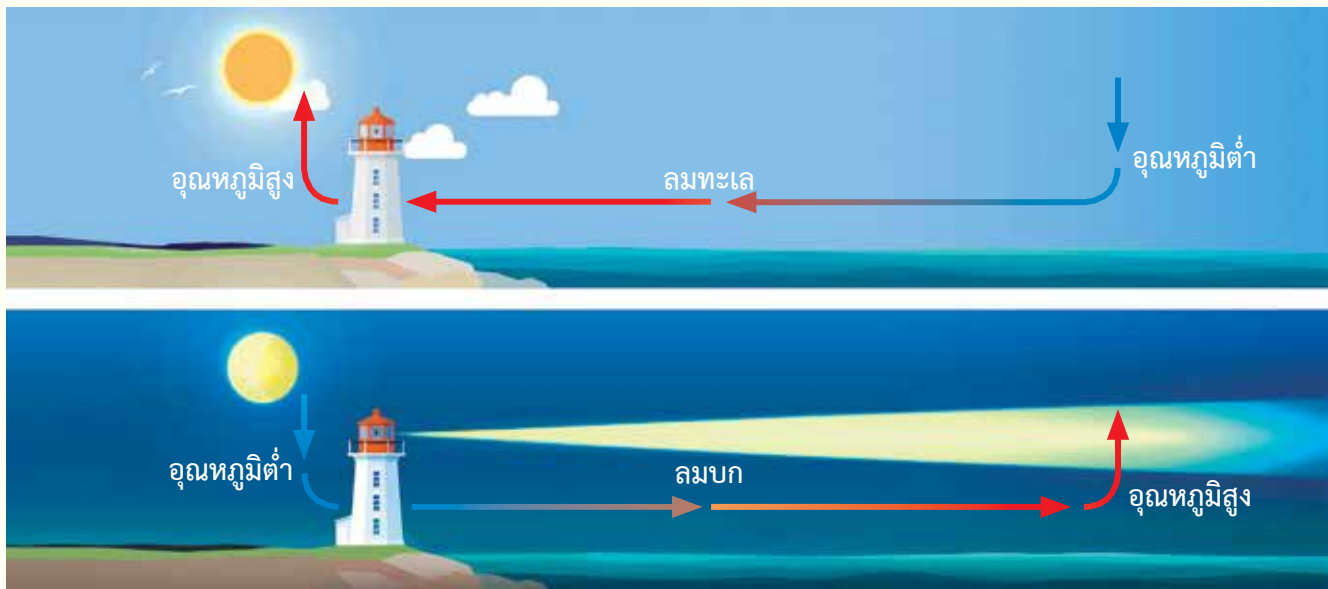
วิธีการดำเนินกิจกรรม

อ่านบทความเกี่ยวกับความร้อนจำเพาะของน้ำแล้วตอบคำถาม

ความร้อนจำเพาะของน้ำ

ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสารอื่น ทำให้น้ำมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่มากนักเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน ดังนั้นน้ำจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่น ปลาเป็นสัตว์น้ำที่มีอุณหภูมิร่างกายเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ปลาจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เมื่ออุณหภูมิของน้ำในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนั้นการที่ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำสูงกว่าพื้นดิน จึงทำให้ในเวลากลางวัน อุณหภูมิเหนือพื้นน้ำมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิเหนือพื้นดินจึงเกิดลมทะเล ส่วนในเวลากลางคืน อุณหภูมิเหนือพื้นน้ำมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเหนือพื้นดินจึงเกิดลมบกขึ้น

(ความร้อนจำเพาะของน้ำและดินมีค่า 1 และ 0.19 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ตามลำดับ)



ภาพ 5.32 การเกิดลมบก ลมทะเล



คำถามท้ายกิจกรรม

1. ค่าความร้อนจำเพาะของสารที่ต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารอย่างไร เมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน
2. ถ้าค่าความร้อนจำเพาะของน้ำลดลงครึ่งหนึ่งหรือเพิ่มขึ้นสองเท่าจากเดิม นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำหรือไม่ อย่างไร
3. ถ้าค่าความร้อนจำเพาะของน้ำลดลงครึ่งหนึ่งหรือเพิ่มขึ้นสองเท่าจากเดิม นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อการเกิดลมบก ลมทะเลหรือไม่ อย่างไร



ตรวจสอบตนเอง

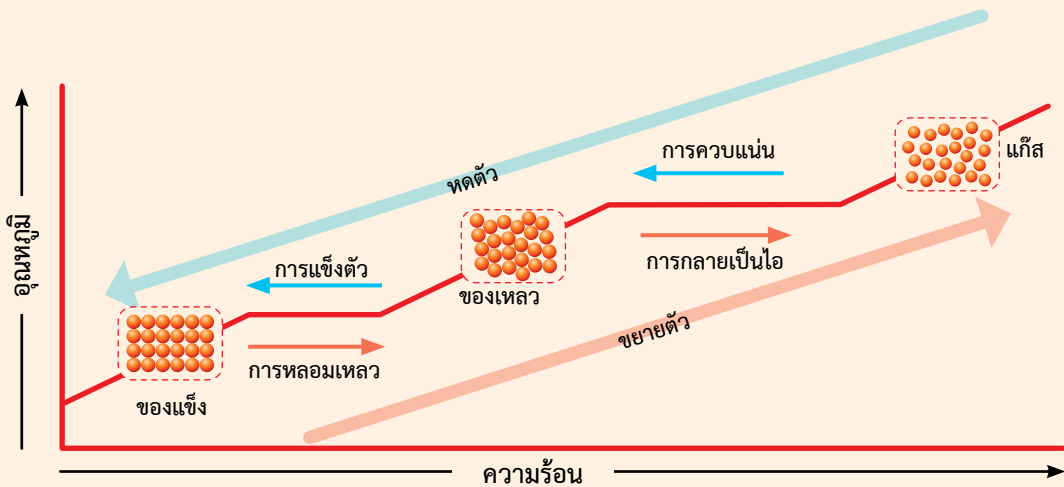
เขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างหน้าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำในบทเรียนนี้

- | | | |
|--|---|---|
| ☐ การสังเกต | ☐ การวัด | ☐ การจำแนกประเภท |
| ☐ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา | | |
| ☐ การใช้จำนวน | ☐ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล | |
| ☐ การลงความเห็นจากข้อมูล | ☐ การพยากรณ์ | |
| ☐ การตั้งสมมติฐาน | ☐ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ | |
| ☐ การกำหนดและควบคุมตัวแปร | ☐ การทดลอง | |
| ☐ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป | ☐ การสร้างแบบจำลอง | |



สรุปท้ายบท

	ของแข็ง	ของเหลว	แก๊ส
แบบจำลองอนุภาคของสาร			
ระยะห่างระหว่างอนุภาค	อนุภาคอยู่ชิดกัน	อนุภาคอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็ง แต่น้อยกว่าแก๊ส	อนุภาคอยู่ห่างกันมากที่สุด
แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค	มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากที่สุด	มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่าของแข็ง แต่มากกว่าแก๊ส	มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยที่สุด
การเคลื่อนที่ของอนุภาค	อนุภาคสั่นอยู่กับที่	อนุภาคเคลื่อนที่รอบ ๆ อนุภาคใกล้เคียง	อนุภาคเคลื่อนที่ได้ อย่างอิสระทุกทิศทาง

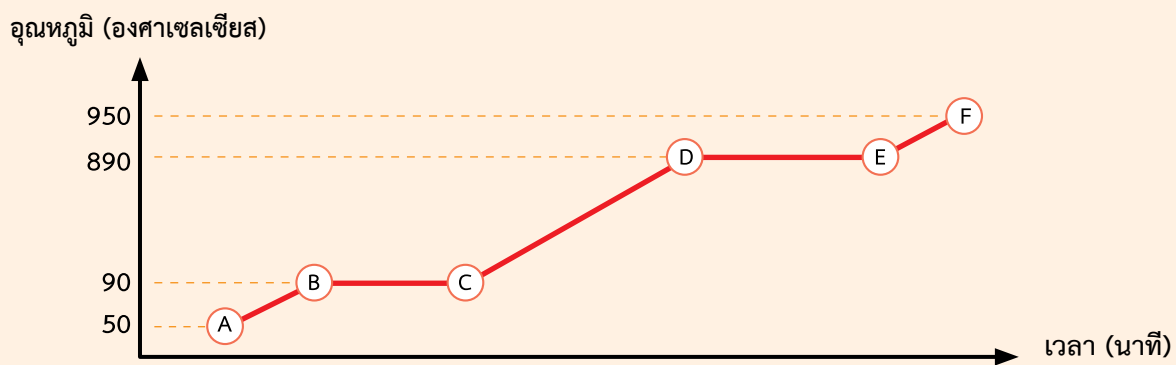


- เมื่อสารได้รับหรือสูญเสียความร้อน สารอาจมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ขนาด หรือสถานะ
- เมื่อสารได้รับหรือสูญเสียความร้อน การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารเปลี่ยนแปลงไป
- ปริมาณความร้อนที่สารได้รับหรือสูญเสียเมื่อสารมีการเปลี่ยนอุณหภูมิ เป็นไปตามความสัมพันธ์ $Q = mc\Delta t$
- ปริมาณความร้อนที่สารได้รับหรือสูญเสียเมื่อสารมีการเปลี่ยนสถานะ เป็นไปตามความสัมพันธ์ $Q = mL$



แบบฝึกหัดท้ายบท

- แบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะมีลักษณะอย่างไร *
- เมื่อสารได้รับหรือสูญเสียความร้อน สารมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร *
- ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร *
- ขณะที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และของเหลวเป็นแก๊ส การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร *
- เมื่อให้ความร้อนแก่สารชนิดหนึ่ง ที่มีมวล 500 กรัม วัตถุอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปได้ดังกราฟ **
กำหนดให้ ค่าความร้อนจำเพาะของสารในสถานะของแข็ง เท่ากับ 0.30 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส
ค่าความร้อนจำเพาะของสารในสถานะของเหลว เท่ากับ 0.25 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส
ค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลว เท่ากับ 30 แคลอรี/กรัม
ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ เท่ากับ 1,000 แคลอรี/กรัม



- จากกราฟ
- ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สารอยู่ในสถานะใด เพราะเหตุใด
 - ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส สารอยู่ในสถานะใด เพราะเหตุใด
 - ระหว่างจุด B ถึง C และจุด C ถึง D จะพบสารในสถานะใด
 - ช่วงใดบ้างที่สารมีการเปลี่ยนสถานะ
 - จุดเดือด จุดหลอมเหลวของสาร มีค่าเท่าใด
 - ปริมาณความร้อนที่สารใช้ในการเปลี่ยนแปลงจาก C ไป D มีค่าเท่าใด
 - ปริมาณความร้อนที่สารใช้ในการเปลี่ยนแปลงจาก B ไป C มีค่าเท่าใด
 - การเปลี่ยนแปลงจาก E ไป D เป็นการได้รับหรือสูญเสียความร้อน ปริมาณเท่าใด
 - ถ้าสารมีมวลเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว มีค่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
 - ถ้าสารมีมวลเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า จุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารดังกล่าวมีค่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร



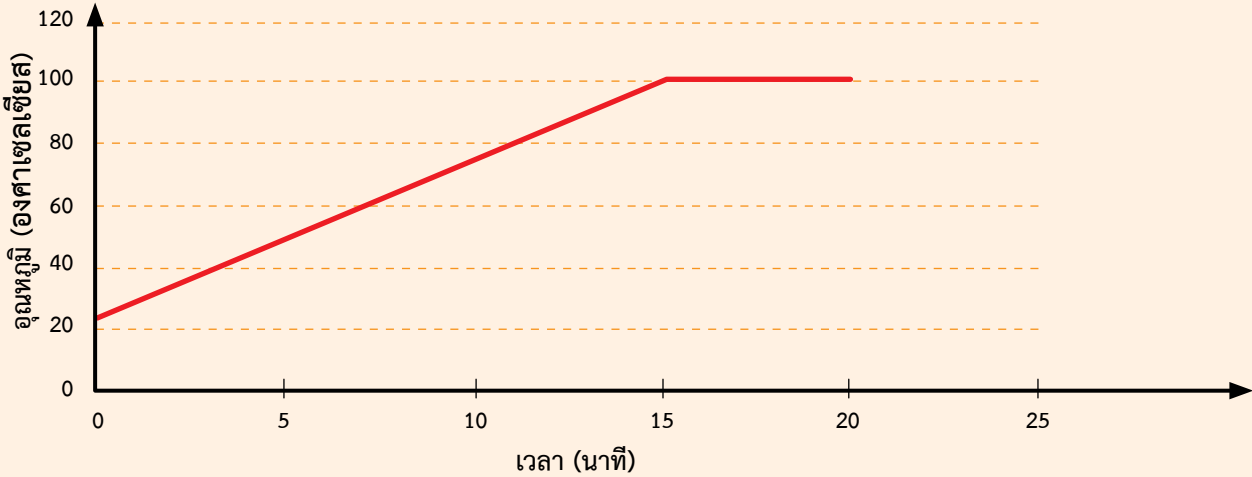
แบบฝึกหัดท้ายบท (ต่อ)

6. ต้องการทำให้แท่งเงินและแท่งทองมวล 700 กรัม เท่ากันมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ไปถึงจุดหลอมเหลวของสารแต่ละชนิด ปริมาณความร้อนที่ต้องให้แก่สารทั้งสองเท่ากันหรือไม่ อย่างไร *
กำหนดให้

สาร	ความร้อนจำเพาะ (cal/g °C)	จุดหลอมเหลว (°C)	ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว (cal/g)	จุดเดือด (°C)	ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (cal/g)
เงิน	0.06	962	26	2,163	628
ทอง	0.03	1,063	16	2,600	377

7. ให้ความร้อนแก่น้ำมวล 500 กรัม อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราคงที่ และวัดอุณหภูมิของน้ำทุก ๆ 1 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที สังเกตพบว่าน้ำเริ่มเดือด เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกับเวลาได้ดังกราฟ เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที น้ำได้รับความร้อนทั้งหมดกี่แคลอรี
(กำหนดให้ ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส และความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเท่ากับ 540 แคลอรี/กรัม) **

กราฟอุณหภูมิกับเวลา



8. เพื่อนของนักเรียนกล่าวว่า เราควรเติมน้ำมันรถในช่วงเช้ามืดซึ่งมีอากาศเย็น เพราะจะได้ใช้น้ำมันปริมาณมากกว่า การเติมน้ำมันในช่วงกลางวันซึ่งอากาศร้อน นักเรียนเห็นด้วยกับเพื่อนของนักเรียนหรือไม่ เพราะเหตุใด **