โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ภาคเรียนที่ 2 รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ภาคเรียนที่ 2 รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำนำ

ตามที่ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงมีพระราชดำริ เมื่อวันที่ ๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๓ ให้จัดทำสื่อการเรียนเป็นชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบ (Comprehensive Learning Package) สำหรับโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดกองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน โรงเรียนพระปริยัติธรรม สังกัดสำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ และโรงเรียนเอกชน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเน้นการใช้บริบทชีวิตจริงของผู้เรียนและชุมชนเป็นฐานในการเรียน ทำการบูรณาการสาระตามหลักสูตรให้เชื่อมโยงกับการดำรงชีวิตทั้งปัจจุบันและอนาคต ตามแนวพระราชดำริ ที่ทรงแนะนำให้ใช้โครงการศึกษาทัศน์ของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร มาเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงได้จัดทำชุดการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) ให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่อิงมาตรฐานและเชื่อมโยงไปสู่สมรรถนะ เน้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมผู้เรียนรอบด้าน ทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าต่อเนื่องในลักษณะการเรียนรู้ตามความสนใจได้ และเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ จึงจัดแยกเป็นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ และแยกเป็นภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒ ทั้ง ๕ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒
- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒
- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒
- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒
- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒

การนำชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ ครูผู้สอนต้องศึกษาเอกสาร คู่มือการใช้ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาคำชี้แจงในเอกสารชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) เพื่อให้ทราบถึงแนวคิดการจัดกระบวนการเรียนรู้ การเตรียมตัวของครู สื่อการจัดการเรียนรู้ ลักษณะชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แนวทางการวัดและประเมินผลของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

หวังว่าชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) และชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน) นี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน อันจะส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่อไป

ขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ ครู อาจารย์ นักวิชาการ และทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดทำเอกสารมา ณ โอกาสนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

การจัดทำชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบตามโครงการจัดทำสื่อ 65 พรรษา เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำสื่อที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ครูและนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กที่ประสบปัญหาครูไม่เพียงพอ หรือครูใหม่ที่มีประสบการณ์ในการสอนน้อย ทั้งนี้เพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สำหรับชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบชุดนี้ประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบ ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยได้ออกแบบให้มีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะเป็นสำคัญ และเพื่อให้สะดวกต่อการนำสื่อชุดนี้ไปใช้ จึงได้จัดแยกเป็นรายชั้นปี (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3) แต่ละชั้นปีจัดแยกเป็นหน่วยการเรียนรู้

ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 นี้ ประกอบด้วย 2 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร และลมฟ้าอากาศ ซึ่งแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลกได้ สำหรับหน่วยการเรียนรู้หน่วยนี้เป็นหน่วยที่ 6 เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) นี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ คณาจารย์จากมหาวิทยาลัย นักวิชาการอิสระ และครูผู้สอน ที่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำชุดการเรียนรู้นี้จนสำเร็จลุล่วง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร 1

ผังมโนทัศน์ 4

เส้นทางการจัดการเรียนรู้ 5

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ 6

ภาพรวมหน่วยการเรียนรู้ 7

เรื่องที่ 1 แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 20
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ 33

เรื่องที่ 2 อุณหภูมิ

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 44
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ 48

เรื่องที่ 3 การถ่ายโอนความร้อน

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 53
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ 63

เรื่องที่ 4 การเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 82
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ 89

เรื่องที่ 5 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 98
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ 103

เรื่องที่ 6 การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 115
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ 123

เรื่องที่ 7 สมดุลความร้อน

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 138
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ 143

เรื่องที่ 8 อุณหภูมิผสม

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 151
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ 156

เรื่องที่ 9 การใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 170
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ 176

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วย **191**

บรรณานุกรม **200**

คณะผู้จัดทำ **202**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 : ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1

เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.3

เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.1/9 : อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกันในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้แบบจำลอง

ว 2.1 ม.1/10 : อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และแบบจำลอง

ว 2.3 ม.1/1 : วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$

ว 2.3 ม.1/2 : ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร

ว 2.3 ม.1/3 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

ว 2.3 ม.1/4 : ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ว 2.3 ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

ว 2.3 ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ว 2.3 ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

หัวข้อในสาระการเรียนรู้แกนกลาง

- แบบจำลองอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
- การใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสสาร
- การถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน
- ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสสารตามความสัมพันธ์ดังสมการ $Q = mc\Delta t$
- ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสารตามความสัมพันธ์ดังสมการ $Q = mL$
- การขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน
- สมดุลความร้อนและการคำนวณอุณหภูมิผสมตามสมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

ทักษะ

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การลงความเห็นจากข้อมูล
4. การใช้จำนวน
5. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
6. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
7. การสร้างแบบจำลอง

จิตวิทยาศาสตร์

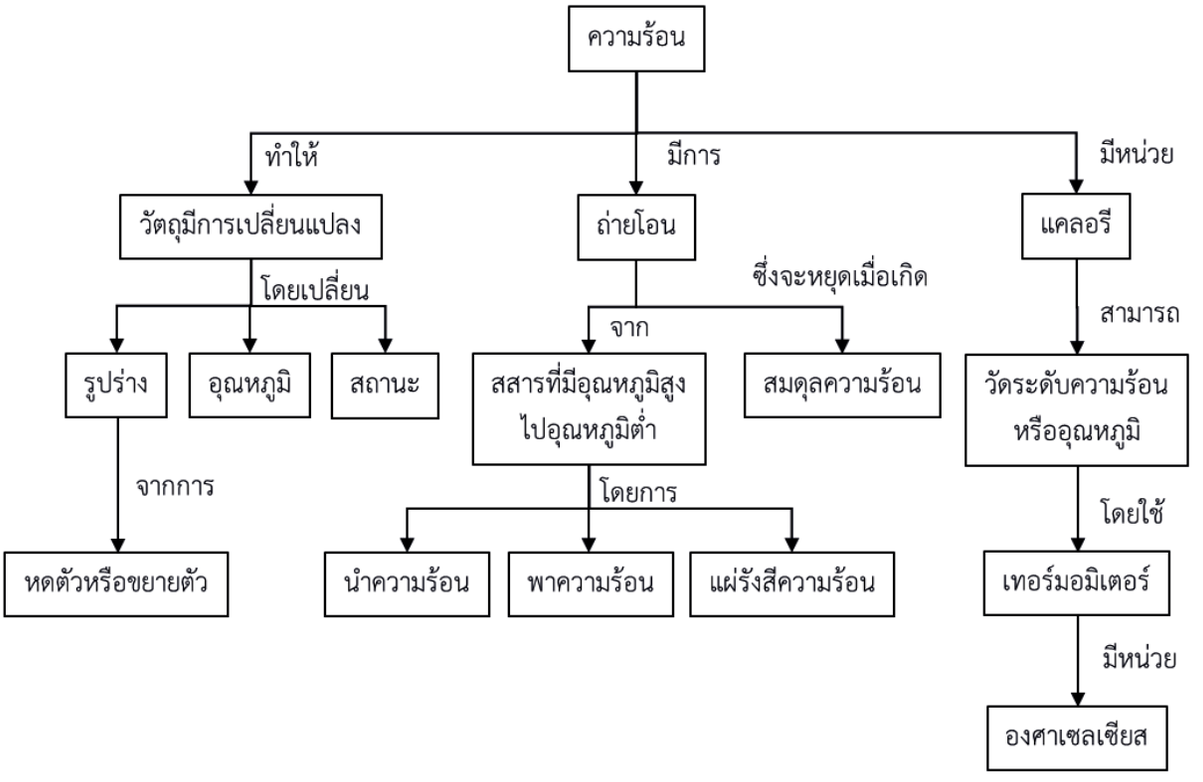
1. การใช้วิจารณญาณ
2. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน
3. ความซื่อสัตย์
4. การยอมรับความเห็นต่าง
5. ความอยากรู้อยากเห็น
6. ความมุ่งมั่นอดทน

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1. การจัดการตนเอง
2. การสื่อสาร

3. การรวมพลังทำงานเป็นทีม
4. การคิดขั้นสูง
5. การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง
6. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
7. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

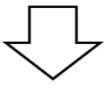
ผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 : ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร



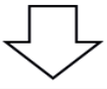
เส้นทางการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 : ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร

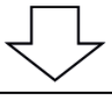
อภิปรายและออกแบบการสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
และอภิปรายเกี่ยวกับการวัดอุณหภูมิโดยใช้ประสาทสัมผัสและการวัดโดยใช้เครื่องมือวัด



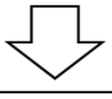
สังเกตการการถ่ายโอนความร้อนของสสารในสถานะต่าง ๆ เมื่อให้ความร้อน จากนั้นระดมความคิด
เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนในการออกแบบแก้วเก็บความร้อน



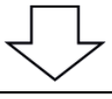
ให้ความร้อนแก่น้ำในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน แล้ววิเคราะห์กราฟระหว่างอุณหภูมิของน้ำเทียบกับเวลา
และสืบค้นเกี่ยวกับความร้อนจำเพาะของสาร เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง
ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร



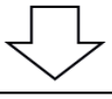
ให้ความร้อนแก่น้ำแข็งแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงสถานะและวิเคราะห์กราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลา
จากนั้นสืบค้นเกี่ยวกับความร้อนแฝง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับการเปลี่ยนแปลง
สถานะของสสาร



สังเกตการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะต่าง ๆ เมื่อได้รับและสูญเสียความร้อน
แล้วสร้างแบบจำลองอนุภาค



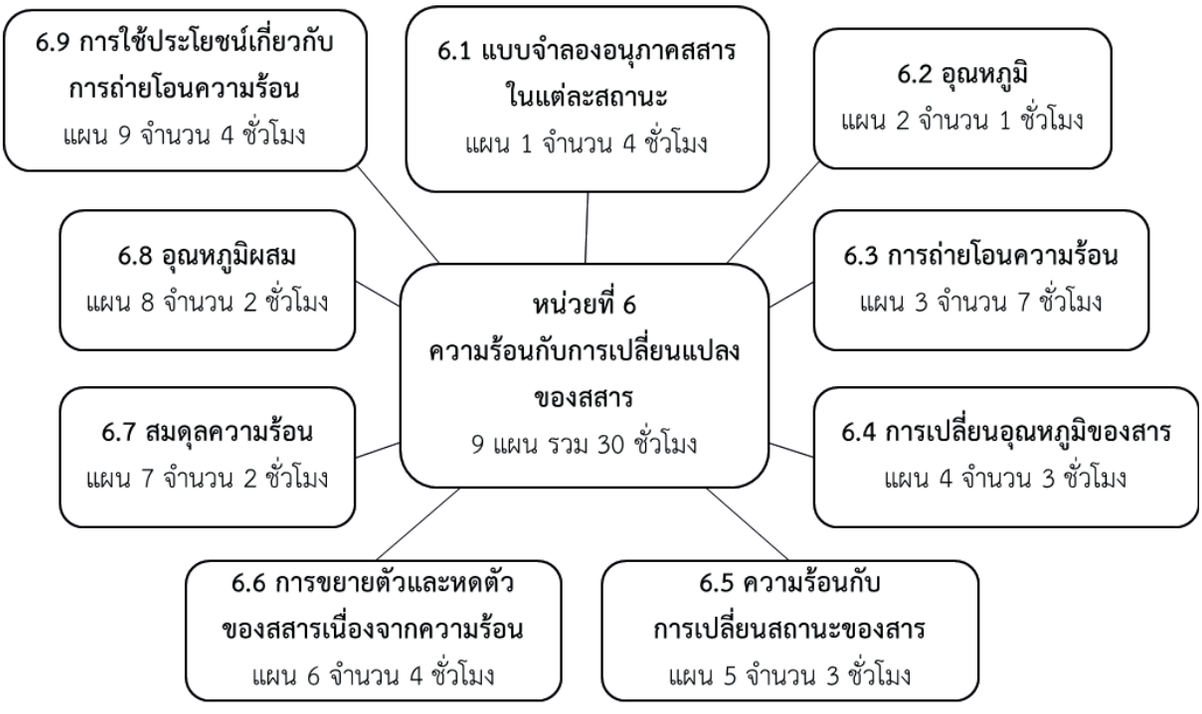
ผสมน้ำร้อนและน้ำเย็น วัดอุณหภูมิผสมและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาขณะ
ถ่ายโอนความร้อน แล้วคำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนจาก
สถานการณ์ที่กำหนดให้



วิเคราะห์และอธิบายการเลือกใช้วัสดุในอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน
จากนั้นใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนมาออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
รวมทั้งระบุวิธีใช้และวิธีทดสอบประสิทธิภาพของกล่อง

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 : ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร



หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่ 6 **ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร** **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2** **เวลา 30 ชั่วโมง**

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
1-4	ว 2.1 ม.1/9	1. การจัดการตนเอง 2. การรวมพลังทำงานเป็นทีม	สสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สมีการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารแตกต่างกันส่งผลให้ปริมาตรและรูปร่างของสสารในแต่ละสถานะแตกต่างกัน ซึ่งสามารถอธิบายโดยใช้แบบจำลองอนุภาค	ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 แบบจำลองอนุภาค จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ได้อ่าน แล้วระดมสมองเพื่อสร้างแบบจำลองอนุภาคที่อธิบายรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะ โดยต้องระบุภาระงานในการทำกิจกรรม แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกภายในกลุ่ม วางแผนการทำงาน นำเสนอและเปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มอื่น	1. การบันทึกผลการทำกิจกรรมเพื่ออธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะด้วยแบบจำลองอนุภาค 2. การสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ 3. การนำเสนอแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ	1. การจัดการตนเอง จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทำงานและการวางแผนในการสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ที่สะท้อนการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับผิดชอบภายในกลุ่ม การกำกับตนเองให้ลงมือทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเองอย่างมีวินัย และทำงานได้ตามเวลาจนบรรลุเป้าหมายตามบทบาทที่ตนเองได้รับ

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
				กับของกลุ่มตนเอง รวมทั้งวิเคราะห์จุดเด่น และจุดที่ต้องการพัฒนา ของแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม		2. การรวมพลังทำงานเป็นทีม จากการสังเกตพฤติกรรม ระหว่างการทำงานและ การบันทึกผลการทำ กิจกรรม ความรับผิดชอบ ในบทบาทหน้าที่ของ นักเรียนและทีมใน การร่วมกันอภิปรายและ สร้างแบบจำลองของ อนุภาคสสารในแต่ละ สถานะ ตลอดจนมีส่วนร่วม ในการสะท้อนการทำงาน ให้ข้อเสนอแนะใน การปรับปรุงการทำงาน โดยมีการยอมรับ ความคิดเห็นที่แตกต่าง ภายในกลุ่มและตัดสินใจ เป็นทีมแบบฉันทามติ

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
5	ว 2.3 ม.1/2	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	อุณหภูมิคือระดับของความร้อน สามารถวัดอุณหภูมิของสสารได้โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์	ให้นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสโดยใช้มือจุ่มลงในน้ำที่มีอุณหภูมิต่าง ๆ แล้วบอกความรู้สึกที่สัมผัสได้จากนั้นคาดการณ์และวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ เปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำจากการคาดการณ์และจากการวัดกับเพื่อนกลุ่มอื่น	1. การวัดอุณหภูมิโดยใช้ประสาทสัมผัสและใช้เทอร์มอมิเตอร์ 2. การอ่านใบความรู้เกี่ยวกับการใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิ 3. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายเหตุผลและความจำเป็นในการใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิแทนการใช้ประสาทสัมผัสอย่างสมเหตุสมผล
6-12	ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	1. การสื่อสาร 2. การรวมพลังทำงานเป็นทีม 3. การแปลความหมายข้อมูลและ	ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การถ่ายโอนความร้อนมี 3 วิธี คือ การนำความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่อนุภาคของตัวกลางไม่	ให้นักเรียนสังเกตการถ่ายโอนความร้อนเมื่อให้ความร้อนแก่สสารในสถานะต่าง ๆ ได้แก่ สังเกตการหลอมเหลวของชิ้นเทียนไขที่วางบนแผ่นโลหะ สังเกต	1. การบันทึกผลการทำกิจกรรมการถ่ายโอนความร้อน 2. การนำเสนอผลการทำกิจกรรมการถ่ายโอนความร้อน	1. การสื่อสาร จากการสังเกตการนำผลการทำกิจกรรมและแนวคิดการออกแบบแก้วเก็บความร้อนโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีการสื่อสารที่ไม่ซับซ้อน

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
		การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	เคลื่อนที่ แต่สั่นต่อเนื่องกันไป การพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนซึ่งอาศัยตัวกลางที่เป็นของเหลวหรือแก๊ส โดยที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ไปพร้อมกับพาความร้อนไปด้วย การแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง แต่ความร้อนส่งผ่านโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	การเปลี่ยนแปลงของสีผสมอาหารในน้ำที่อยู่ในกล่องพลาสติก สังเกตอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ที่อยู่ห่างจากหลอดไฟฟ้าที่ตำแหน่งและระยะต่าง ๆ จากนั้นนำความรู้เรื่องถ่ายโอนความร้อนมาออกแบบและสร้างแก้วเก็บความร้อน	3. การอ่านใบความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองการถ่ายโอนความร้อน 4. การออกแบบและสร้างแบบจำลองแก้วเก็บความร้อน 5. การนำเสนอผลการทำกิจกรรมการสร้างแบบจำลองแก้วเก็บความร้อน	2. การรวมพลังทำงานเป็นทีมจากการสังเกตการมีส่วนร่วมและมีบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมการออกแบบแก้วเก็บความร้อน โดยร่วมกันออกแบบและตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ 3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายการถ่ายโอนความร้อนของสสารโดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน
13-15	ว 2.3 ม.1/1	1. การแปลความหมาย	เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนอาจทำให้สสาร	ให้นักเรียนให้ความร้อนแก่น้ำในสถานการณ์ที่	1. การเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิกับ	1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
		ข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	เปลี่ยนอุณหภูมิ โดยปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นกับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป มีความสัมพันธ์ดังสมการ $Q = mc\Delta t$	แตกต่างกัน คือ ให้ความร้อนปริมาณแตกต่างกันแก่น้ำปริมาณเท่ากัน 2 ชุด และให้ความร้อนปริมาณเท่ากันแก่น้ำมวลต่างกัน 2 ชุด วัดอุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนไปเทียบกับเวลา พร้อมทั้งเขียนกราฟ จากนั้นเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความร้อนจำเพาะของสารจากการอ่านใบความรู้ เพื่อหาความสัมพันธ์ของความร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารตามสมการ $Q = mc\Delta t$ และฝึก	เวลาเมื่อน้ำมวลเท่ากันได้รับความร้อนต่างกัน 2. การเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาเมื่อน้ำมวลต่างกันได้รับความร้อนเท่ากัน 3. การศึกษาใบความรู้ที่ 1 ความร้อนจำเพาะของสาร 4. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม	ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณความร้อน มวลของสาร และความร้อนจำเพาะของสาร กับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร โดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
				คำนวนปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการคิดและร่วมกันเฉลยคำตอบ		
16-18	ว 2.1 ม.1/10 ว 2.3 ม.1/1	1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	เมื่อสสารได้รับความร้อน อนุภาคจะเคลื่อนที่เร็วขึ้นและเคลื่อนที่ออกห่างกันมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจะลดลง จนสสารเปลี่ยนสถานะ ในทางกลับกันเมื่อสสารสูญเสียความร้อน อนุภาคจะเคลื่อนที่ช้าลงและเคลื่อนที่เข้าใกล้กันมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจะเพิ่มขึ้น จนสสารเปลี่ยนสถานะ ขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะ ความร้อนทั้งหมดจะ	ให้นักเรียนให้ความร้อนแก่น้ำแข็ง วัดอุณหภูมิสังเกตสถานะแล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลา สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความร้อนแฝงจากการอ่านใบความรู้ แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสถานะของสารตามความสัมพันธ์ $Q = mL$ จากนั้นฝึก	1. การเขียนกราฟจากผลการทำกิจกรรม 2. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม 3. การอ่านใบความรู้เกี่ยวกับความร้อนแฝง 4. การนำเสนอการคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสถานะของสารเนื่องจากความร้อน	1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร โดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
			ถูกใช้ในการเปลี่ยนสถานะโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	คำนวน พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการคิดและร่วมกันเฉลยคำตอบ		
19-22	ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4	1. การสื่อสาร 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	เมื่อสสารได้รับความร้อน สสารจะขยายตัว เนื่องจากความร้อนทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้นและระยะห่างระหว่างอนุภาคมากขึ้น ในทางกลับกัน เมื่อสสารสูญเสียความร้อน สสารจะหดตัว เนื่องจากความร้อนทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลงและระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง	ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสสารสถานะต่าง ๆ เมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน โดยนำไฟลนและหยดน้ำเย็นลงบนไม้บรรทัดอะลูมิเนียม นำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุน้ำสีและปิดขวดด้วยจุกยางที่ต่อกับหลอดแก้วไปให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์และจุ่มในน้ำเย็น และนำขวดรูปชมพู่เปล่าปิดขวดด้วยจุกยางที่ต่อกับหลอดแก้วและสาย	1. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม 2. การอ่านใบความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน 3. การสร้างและนำเสนอแบบจำลองอนุภาคการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน	1. การสื่อสาร จากการสังเกตการนำเสนอผลการทำกิจกรรม และแบบจำลองอนุภาคที่อธิบายการขยายหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน โดยใช้การสื่อสารที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายการขยายหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือ

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
				ยางที่มีน้ำสีปริมาณเล็กน้อยบรรจุอยู่ ไปให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์และจุ่มในน้ำผสมน้ำแข็ง จากนั้นร่วมกันอภิปรายแล้วสร้างแบบจำลองอนุภาคเพื่ออธิบายการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน		สูญเสียความร้อน โดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน
23-24	ว 2.3 ม.1/5	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์	เมื่อสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันมาผสมกัน ความร้อนจะถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากันเรียกว่า สมดุลความร้อน โดย	ให้นักเรียนนำน้ำร้อนและน้ำเย็นมาผสมกัน โดยวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนและน้ำเย็นทั้งก่อนและขณะถ่ายโอนความร้อน เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของน้ำร้อนและน้ำเย็น	1. การวัดอุณหภูมิของน้ำร้อน น้ำเย็น และอุณหภูมิผสมเมื่อเกิดสมดุลความร้อนในใบงานที่ 1 2. การเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของ	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายความหมายของสมดุลความร้อน และอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล เช่น การใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดไข้

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
		พยานเชิงวิทยาศาสตร์	ปริมาณความร้อนที่ลดลงของสสารหนึ่งจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของอีกสสารหนึ่งซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	ขณะถ่ายโอนความร้อนจากนั้นคำนวณปริมาณความร้อนที่ลดและปริมาณความร้อนที่เพิ่มรวมทั้งทำแบบฝึกหัดและร่วมกันอภิปรายเพื่อเฉลยคำตอบ	น้ำร้อนและน้ำเย็นขณะที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 1 3. การคำนวณปริมาณความร้อนที่ลดลงของน้ำร้อนและปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของน้ำเย็นในใบงานที่ 1 4. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม 5. การทำแบบฝึกหัดสมดุลความร้อนในใบงานที่ 2	2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการวิเคราะห์กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำและแปลความหมายข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสมดุลความร้อน

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
25-26	ว 2.3 ม.1/5	1. การจัดการตนเอง 2. การคิดขั้นสูง	เมื่อสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันมาผสมกัน ความร้อนจะถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำ จนกระทั่งเกิดการสมดุลความร้อนซึ่งอุณหภูมิผสมของสสารทั้งสองจะเท่ากัน สามารถคำนวณอุณหภูมิผสม หรือ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนจากสมการปริมาณความร้อนที่สูญเสียเท่ากับปริมาณความร้อนที่ได้รับ	ให้นักเรียนผสมน้ำร้อนและน้ำเย็นที่มีปริมาตรเท่ากันและปริมาตรไม่เท่ากัน วัดอุณหภูมิผสมพร้อมทั้งอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผสม จากนั้นอ่านใบความรู้เกี่ยวกับการคำนวณอุณหภูมิผสม เมื่อสสารที่อุณหภูมิต่างกันเกิดการถ่ายโอนความร้อนจนเกิดสมดุลความร้อน ฝึกการคำนวณอุณหภูมิผสมจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกหัด	1. การวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน 2. การคำนวณอุณหภูมิขณะเกิดสมดุลความร้อนและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$ 3. การนำเสนอผลการวิเคราะห์สถานการณ์ และการคำนวณอุณหภูมิผสมรวมทั้งปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน	1. การจัดการตนเอง จากการสังเกตความมีวินัยในการปฏิบัติตนตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในการทำกิจกรรมและการทำแบบฝึกหัดจนสำเร็จ 2. การคิดขั้นสูง จากการสังเกตการวิเคราะห์สถานการณ์และการถ่ายโอนความร้อนอย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การคำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
					4. การทำแบบฝึกหัดเรื่องอุณหภูมิ	
27-30	ว 2.3 ม.1/7	1. การสื่อสาร 2. การคิดขั้นสูง 3. การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง 4. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อน ซึ่งสามารถนำความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนไปใช้ในการออกแบบ เลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องได้	ให้นักเรียนอ่านใบความรู้เกี่ยวกับวัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน แล้ววิเคราะห์และอธิบายการเลือกใช้วัสดุในอุปกรณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ จากนั้นออกแบบและเขียนภาพร่างของกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองโดยใช้ความรู้และแนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน	1. ออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนเพื่อทำให้ผลไม้ที่อยู่ในกล่องแห้งและมีมวลลดลง 2. ออกแบบและสร้างตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนเพื่อทำให้อุณหภูมิภายในตู้เพิ่มขึ้นไม่มากเมื่อนำไปวางไว้กลางแดด	1. การสื่อสาร จากการสังเกตการนำเสนอการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการสร้างตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลอง โดยนำเสนอแนวคิดและหลักการทำงานให้เพื่อนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ง่าย โดยเลือกใช้วิธีการสื่อสารและกลยุทธ์ในการสื่อสารที่เหมาะสมและไม่ซับซ้อน 2. การคิดขั้นสูง - การคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการสังเกตการตัดสินใจเลือกวัสดุที่ใช้ในการออกแบบกล่อง

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
					3. นำเสนอการออกแบบแนวคิด และหลักการทำงานของกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองให้เพื่อนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ในรูปแบบที่น่าสนใจ 4. ประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นพร้อมให้ข้อเสนอแนะ 5. เขียนผังมโนทัศน์เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลง	อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และการสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองได้อย่างมีเหตุผล - การคิดสร้างสรรค์ จากการสังเกตการใช้ความคิดริเริ่มในการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยอธิบายหลักการและวิธีการทำงานของชิ้นงานได้ 3. การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง จากการสังเกตการนำชิ้นงานคือกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไปปรับใช้ได้จริง ช่วยแก้ปัญหาทางภาคการเกษตรเมื่อผลผลิตในช่วงฤดูเก็บเกี่ยวล้นตลาด

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
						4. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการนำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนมาอธิบาย การออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ**	**เวลา 4 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ขอบเขตเนื้อหา

สสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สมีการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารแตกต่างกันส่งผลให้ปริมาตรและรูปร่างของสสารในแต่ละสถานะแตกต่างกัน ซึ่งสามารถอธิบายโดยใช้แบบจำลองอนุภาค

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกันในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้แบบจำลองอนุภาค
2. อธิบายปริมาตรและรูปร่างของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลวและแก๊สโดยใช้แบบจำลองอนุภาค

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

1. นักเรียนและครูทบทวนความรู้พื้นฐานเรื่องสสารและสถานะของสสาร ในประเด็นดังนี้
   - สสารคืออะไร และมีสถานะอะไรบ้าง (สสารเป็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา มีมวล และต้องการที่อยู่ พบได้ทั้งในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส)
   - ยกตัวอย่างสสารที่อยู่รอบตัว (เช่น น้ำยาล้างจาน น้ำดื่ม เกลือ แป้งฝุ่น หนังสือ อากาศ)

   นักเรียนจดชื่อสสารที่ได้ยกตัวอย่างบนกระดาน แล้วช่วยกันจำแนกสสารดังกล่าวออกเป็นกลุ่ม โดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์
2. นักเรียนนำเสนอผลการจัดกลุ่ม ซึ่งควรจัดกลุ่มได้ดังนี้ สสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง ได้แก่ เกลือ แป้งฝุ่น หนังสือ สสารที่มีสถานะเป็นของเหลว

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร
2. ใบงานที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร
3. ใบงานที่ 2 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
4. ใบความรู้ที่ 1 แบบจำลองอนุภาค
5. คลิปวีดิทัศน์ แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ https://www.youtube.com/watch?v=9H_jEIHQwdw

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การบันทึกผลการทำกิจกรรมเพื่ออธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะด้วยแบบจำลองอนุภาค

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ**	**เวลา 4 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การลงความเห็นจากข้อมูล โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองอนุภาคมาลงข้อสรุปเกี่ยวกับปริมาตรและรูปร่างของสสารในสถานะต่าง ๆ
2. การสร้างแบบจำลอง โดยใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปริมาตรและรูปร่างของสสารในแต่ละสถานะ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. การยอมรับความเห็นต่าง ที่มีประจักษ์พยานและเหตุผลที่แตกต่างจากตนเอง
2. ความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นในการสืบเสาะหาความรู้ตามที่สงสัย
3. มุ่งมั่นในการทำงานตั้งใจและรับผิดชอบการทำกิจกรรมให้สำเร็จ

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1. การจัดการตนเอง วางแผนในการสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ กำกับตนเองให้ได้แก่ น้ำยาล้างจาน น้ำดื่ม และสสารที่มีสถานะเป็นแก๊ส ได้แก่ อากาศ
3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า
   - ของแข็งมีลักษณะเป็นก้อน หยิบจับได้ สมบัติของของแข็ง คือ มีมวล ต้องการที่อยู่ มีปริมาตรและรูปร่างคงที่
   - ของเหลวมีลักษณะไหลได้ โดยจะไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำ หยิบไม่ได้ สมบัติของของเหลว คือ มีมวล ต้องการที่อยู่ มีปริมาตรคงที่และรูปร่างเปลี่ยนไปตามรูปร่างของภาชนะที่บรรจุ
   - แก๊สฟุ้งกระจายได้ หยิบไม่ได้ สมบัติของแก๊ส คือ มีมวล ต้องการที่อยู่ มีปริมาตรไม่คงที่และรูปร่างเปลี่ยนไปตามรูปร่างของภาชนะที่บรรจุ
2. การสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
3. การนำเสนอแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. การตอบคำถามขณะอภิปรายและในใบงานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
2. การนำเสนอแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจาก

1. การลงความเห็นจากข้อมูล โดยการนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองอนุภาคมาลงข้อสรุปว่า สสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สมีการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 **หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร** **เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ** **เวลา 4 ชั่วโมง** **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**		
ลงมือทำตามแผน พยายาม อดทน มุ่งมั่น จนสำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย 2. การรวมพลังทำงานเป็นทีม มีส่วนร่วมในการตัดสินใจวางแผนในการอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองของอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ	4. ครูตรวจสอบความถูกต้องในการจัดกลุ่มสสารและสมบัติของสสารในแต่ละสถานะ และแก้ไขคำตอบหากคำตอบของนักเรียนยังมีความคลาดเคลื่อน **ขั้นสอน** 5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถามต่อไปนี้ ● เพราะเหตุใดของแข็ง ของเหลว และแก๊สจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) ● เพราะเหตุใดของแข็ง ของเหลว และแก๊สจึงมีสมบัติบางอย่างที่เหมือนกัน และบางอย่างที่ต่างกัน (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) 6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและนำเสนอ โดยให้นำผลการอภิปรายนี้เปรียบเทียบกับคำตอบเมื่อเรียนเรื่องนี้แล้ว	การเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารแตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาตรและรูปร่างของสสารในแต่ละสถานะแตกต่างกัน ซึ่งสามารถอธิบายโดยใช้แบบจำลองอนุภาค 2. การสร้างแบบจำลอง โดยตรวจสอบการอธิบายเกี่ยวกับปริมาตรและรูปร่างของสารในแต่ละสถานะ โดยใช้แบบจำลอง **ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. การสังเกตการยอมรับความเห็นที่มีประจักษ์พยานและเหตุผลที่แตกต่างจากตนเอง ในการอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลของแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ 2. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความอยากรู้อยากเห็นในระหว่างการสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ 3. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความมุ่งมั่นในการทำงานระหว่างทำกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	7. นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 แบบจำลองอนุภาค จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ได้อ่าน ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า สสารแต่ละชนิดประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แบบจำลองอนุภาคจะแสดงการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเคลื่อนที่ของอนุภาค และการสั่นของอนุภาคของสสาร ซึ่งสสารในแต่ละสถานะจะแตกต่างกัน ทำให้สสารในแต่ละสถานะมีสมบัติบางอย่างที่เหมือนกันและบางอย่างที่แตกต่างกัน 8. ครูให้นักเรียนกลับไปตรวจสอบคำตอบของตนเองที่ตอบไว้ว่า เพราะเหตุใดของแข็ง ของเหลว และแก๊สจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน และเพราะเหตุใดของแข็ง ของเหลวและแก๊สจึงมีสมบัติบางอย่างที่เหมือนกัน และบางอย่างที่ต่างกัน หากคำตอบที่ตอบไว้ยังคลาดเคลื่อนให้แก้ไขให้ถูกต้อง	**ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การจัดการตนเอง จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทำงานและการวางแผนในการสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ที่สะท้อนการทำงานตามบทบาทหน้าที่ ที่ได้รับผิดชอบภายในกลุ่ม การกำกับตนเองให้ลงมือทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเองอย่างมีวินัย และทำงานได้ตามเวลาจนบรรลุเป้าหมายตามบทบาทที่ตนเองได้รับ 2. การรวมพลังทำงานเป็นทีม จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทำงานและการบันทึกผลการทำกิจกรรม ความรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของนักเรียนและทีมในการร่วมกันอภิปรายและสร้างแบบจำลองของอนุภาคสสารในแต่ละสถานะตลอดจนมีส่วนร่วมในการสะท้อนการทำงาน ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการทำงาน โดยมี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ**	**เวลา 4 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**
	9. ครูตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับอนุภาคของสสาร โดยให้นักเรียนเขียนหรือวาดภาพได้ตามความเข้าใจของตนเอง โดยใช้คำถามดังนี้ ● การจัดเรียงอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) ● การจัดเรียงอนุภาคส่งผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) 10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและนำเสนอ โดยให้นำผลการอภิปรายนี้ไว้เปรียบเทียบคำตอบเมื่อเรียนเรื่องนี้แล้ว **ขั้นสรุป** 11. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า สสารเป็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา มีมวล ต้องการที่อยู่ พบได้ทั้งในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สสารแต่ละชนิดประกอบด้วย	การยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างภายในกลุ่มและตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	อนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะจะแตกต่างกัน ซึ่งทำให้สสารในแต่ละสถานะมีสมบัติบางอย่างที่เหมือนกันและบางอย่างที่แตกต่างกัน **ชั่วโมงที่ 3-4** **ขั้นนำ** 1. ครูนำภาพการระเหิดของไอโอดีนมาให้นักเรียนดูและอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้ • ในภาพมีสสารกี่ชนิด และมีกี่สถานะ (ในภาพมีสสาร 1 ชนิดคือไอโอดีน แต่มี 2 สถานะคือไอโอดีนในสถานะของแข็งและแก๊ส) • นักเรียนคิดว่าแบบจำลองอนุภาคของไอโอดีนในสถานะที่พบในภาพดังกล่าวควรมี	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	ลักษณะอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) **ขั้นสอน** 2. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์และขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไรจากนั้นครูตรวจสอบความเข้าใจในการทำกิจกรรม 3. นักเรียนระดมสมองเพื่อระบุภาระงานในการทำกิจกรรมและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกภายในกลุ่ม และร่วมกันวางแผนการทำงานบันทึกแผนการทำงานลงในส่วนที่ 1 ของใบงานที่ 1 4. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร และบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 โดยร่วมกันทำงานตามแผนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย	

เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : รูปแบบระบบอนุภาค

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอนที่ 1 ซึ่งควรได้คำตอบว่า บัตรข้อความที่ 1 คือสสารในสถานะของเหลว บัตรข้อความที่ 2 คือสสารในสถานะของแข็ง และบัตรข้อความที่ 3 คือสสารในสถานะแก๊ส 6. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร โดยก่อนที่จะออกแบบและสร้างแบบจำลองครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองว่าการสร้างแบบจำลองคือการสร้าง พัฒนา หรือใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนสิ่งต่าง ๆ เช่น วัตถุ กระบวนการ ปรากฏการณ์ เพื่อสื่อสาร บรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์สิ่งที่ศึกษา จากนั้นร่วมกันอภิปรายออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะ บันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 1 ตอนที่ 2	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	7. นักเรียนนำเสนอแบบจำลองอนุภาคของกลุ่มตนเองจากนั้นร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมจนได้ข้อสรุปว่า อนุภาคของของแข็งอยู่ชิดกันมาก แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากที่สุดในทั้ง 3 สถานะ อนุภาคของของแข็งสั่นอยู่กับที่ตลอดเวลา อนุภาคของของเหลวอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็งแต่น้อยกว่าแก๊ส แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่าของแข็งแต่มากกว่าแก๊ส อนุภาคของของเหลวสั่นและเคลื่อนที่ได้มากกว่าของแข็งแต่น้อยกว่าแก๊ส อนุภาคของแก๊สอยู่ห่างกันมาก แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยที่สุด อนุภาคแก๊สสั่นและเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ 8. นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มอื่นกับของกลุ่มตนเอง รวมทั้งวิเคราะห์จุดเด่นและจุดที่ต้องการพัฒนาของแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม 9. นักเรียนและครูร่วมกันนำแบบจำลองอนุภาคของสสารไปอธิบายเกี่ยวกับปริมาตรและรูปร่างของ	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	สสารในสถานะของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ซึ่งควรสรุปได้ว่า - ของแข็งมีปริมาตรและรูปร่างคงที่เพราะอนุภาคของของแข็งมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากที่สุด อนุภาคของของแข็งไม่เคลื่อนที่แต่สั่นอยู่กับที่ - ของเหลวมีปริมาตรคงที่แต่รูปร่างไม่คงที่เพราะอนุภาคของของเหลวสามารถเคลื่อนที่ได้บ้างและมีช่องว่างระหว่างอนุภาค ทำให้อนุภาคของของเหลวเคลื่อนที่ไปตามช่องว่าง รูปร่างจึงไม่คงที่ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของของเหลวปานกลาง คือน้อยกว่าของแข็งแต่มากกว่าแก๊ส อนุภาคของของเหลวจึงเคลื่อนที่ได้แต่ไม่มากพอที่จะเปลี่ยนปริมาตร - แก๊สมีปริมาตรและรูปร่างไม่คงที่เพราะอนุภาคของแก๊สอยู่ห่างกันมาก มีแรงยึด	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1** **เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ** **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**เวลา 4 ชั่วโมง** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**
	เหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อย ทำให้มีช่องว่างระหว่างอนุภาคมาก ปริมาตรของแก๊สจึงเปลี่ยนแปลงได้ อนุภาคของแก๊สเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ **ขั้นสรุป** 10. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่าสสารในสถานะของแข็งของเหลว และแก๊สมีการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารแตกต่างกันส่งผลให้ปริมาตรและรูปร่างของสสารในแต่ละสถานะแตกต่างกัน ซึ่งสามารถอธิบายโดยใช้แบบจำลองอนุภาค 11. ครูให้นักเรียนดูคลิปวีดิทัศน์สรุปการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ จาก https://www.youtube.com/watch?v=9H_jEIHQwdw	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคสสารในแต่ละสถานะ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	12. ครูให้นักเรียนกลับไปตรวจสอบคำตอบของเองที่ตอบไว้ว่าการจัดเรียงอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร และการจัดเรียงอนุภาคส่งผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะอย่างไร หากคำตอบที่ตอบในครั้งแรกยังคลาดเคลื่อนให้แก้ไขให้ถูกต้อง 13. นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่มตนเอง เช่น ความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น หรือจุดที่ต้องการพัฒนา หรือปัญหาในการทำงาน และร่วมกันให้ข้อเสนอแนะตามบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อปรับปรุงการทำงานในกิจกรรมที่ 1 บันทึกการสะท้อนการทำงานลงในส่วนที่ 3 ของใบงานที่ 1 14. นักเรียนทำใบงานที่ 2 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะและร่วมกันอภิปรายคำตอบที่ถูกต้อง	

ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรม

1. ตัวอย่างภาพผลึกไอโอดีน และการระเหิดของไอโอดีน

ใบความรู้ที่ 1 สสารในแต่ละสถานะ

สสารเป็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา มีมวล ต้องการที่อยู่ พบได้ทั้งในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สสารในสถานะที่แตกต่างกันมีสมบัติทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน

ภาพที่ 1 สสารรอบตัวในสถานะต่าง ๆ

สสารในแต่ละสถานะประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า นักวิทยาศาสตร์จึงทำการสร้างแบบจำลองอนุภาคเพื่อใช้อธิบายสมบัติของสสารในสถานะต่าง ๆ โดยในแบบจำลองอนุภาคจะแสดงการจัดเรียงของอนุภาคขนาดเล็กเหล่านี้ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคที่อยู่ใกล้เคียงกัน การเคลื่อนที่ของอนุภาค และการสั่นของอนุภาค

การจัดเรียงอนุภาคของสสารบางสถานะมีการจัดเรียงอนุภาคอย่างเป็นระเบียบ มีตำแหน่งที่แน่นอน มีช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อยมาก บางสถานะอนุภาคเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ แต่อยู่ไม่ชิดกันมาก และบางสถานะอนุภาคอยู่ห่างกันมาก

อนุภาคของสสารในสถานะต่าง ๆ เมื่อมีการจัดเรียงอนุภาคเข้าด้วยกันจะมีแรงยึดเหนี่ยวแต่ละอนุภาคให้อยู่ร่วมกัน โดยบางสถานะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมาก ทำให้อนุภาคของสสารในสถานะนั้นเคลื่อนที่ได้น้อย และบางสถานะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อย ทำให้อนุภาคของสสารในสถานะนั้นเคลื่อนที่ได้มาก แต่อย่างไรก็ตามอนุภาคของสสารในทุกสถานะจะมีการสั่นตลอดเวลา

การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะจะแตกต่างกัน ซึ่งทำให้สสารในแต่ละสถานะมีสมบัติบางอย่างที่เหมือนกันและบางอย่างที่แตกต่างกัน

ใบกิจกรรมที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร

จุดประสงค์

1. วิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
2. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

วัสดุและอุปกรณ์

1. บัตรข้อความลักษณะของการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาค 3 ใบ

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. อ่านบัตรข้อความลักษณะของการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและการเคลื่อนที่ของอนุภาคทั้ง 3 ใบ
2. ร่วมกันอภิปรายและให้เหตุผลว่าบัตรข้อความที่อธิบายลักษณะของการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสาร บัตรแต่ละใบแสดงสถานะใดของสสาร บันทึกผล

ตอนที่ 2

1. ร่วมกันอภิปรายออกแบบและวิธีการสร้างแบบจำลองอนุภาคในการอธิบายรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะ บันทึกผล
2. นำเสนอแบบจำลองอนุภาค โดยอภิปรายเปรียบเทียบแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

บัตรข้อความ 1

- อนุภาคเรียงตัวอยู่ไม่ชิดกันมาก และไม่ห่างจากกันมาก
- มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคปานกลาง
- อนุภาคเคลื่อนที่ได้แต่ไม่เป็นอิสระ
- อนุภาคจะมีการสั่นอยู่ตลอดเวลา

บัตรข้อความ 2

- อนุภาคแต่ละอนุภาคเรียงชิดติดกันมาก ไม่สามารถถูกบีบอัดได้
- มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากที่สุด
- อนุภาคไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
- อนุภาคจะมีการสั่นอยู่กับที่ตลอดเวลา

บัตรข้อความ 3

- อนุภาคแต่ละอนุภาคมีการเรียงตัวอยู่ห่างกันมาก สามารถถูกบีบอัดได้
- มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยที่สุด
- อนุภาคมีการเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ทุกทิศทุกทาง
- อนุภาคจะมีการสั่นอยู่ตลอดเวลา

เฉลยใบงานที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม

ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน

ตัวอย่าง

1. อภิปรายร่วมกันและให้เหตุผลว่าบัตรข้อความใบใดแสดงสถานะของแข็ง ใบใดแสดงสถานะของเหลว และใบใดแสดงสถานะของแก๊ส โดยพิจารณาจากลักษณะของการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาค
2. กำหนดรูปแบบของแบบจำลองที่จะสร้าง เช่น การสร้างแบบจำลองด้วยการวาดภาพ สร้างแบบจำลองเป็น 3 มิติ ด้วยการปั้นดินน้ำมัน
3. ออกแบบแบบจำลองของสสารในแต่ละสถานะ
4. สร้างแบบจำลองของสสารในแต่ละสถานะ
5. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม
6. นำเสนอแบบจำลอง
7. วิเคราะห์จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาของแบบจำลองของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ

ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน

เช่น เป็นผู้วาดภาพ เป็นผู้ตัดกระดาษเป็นรูปอนุภาค เป็นผู้ระบายสีแบบจำลอง เป็นผู้เขียนข้อความแสดงรายละเอียดของแบบจำลอง เป็นผู้ปั้นดินน้ำมัน

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ

ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน

เช่น วาดภาพแบบจำลองของสสารในสถานะของแข็ง ระบายสีอนุภาคของสสารทั้งสามสถานะให้เสร็จเรียบร้อยตามเวลาที่กำหนด

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม

ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน

เช่น

1. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการออกแบบการสร้างแบบจำลอง วิธีการสร้างแบบจำลอง
2. แบ่งหน้าที่ในการสร้างแบบจำลอง หน้าที่ในการนำเสนอ
3. สมาชิกแต่ละคนทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
4. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่สมาชิกแต่ละคนได้ไปทำมาในประเด็นต่าง ๆ เช่น ความถูกต้องเหมาะสมของแบบจำลอง ปรับปรุงแบบจำลองจนสามารถนำเสนอสิ่งที่ต้องการสื่อสารได้อย่างถูกต้องตรงประเด็น
5. ซักซ้อมการนำเสนอแบบจำลอง
6. นำเสนอแบบจำลอง
7. เปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มตนเองกับของกลุ่มอื่น พร้อมวิเคราะห์จุดเด่นและจุดที่ต้องพัฒนาของกลุ่มตนเองและของกลุ่มอื่น

คำชี้แจง

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการอภิปราย แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. ผลการอภิปรายข้อความในบัตรข้อความ
    1. บัตรข้อความที่ 1 คือสสารในสถานะใด เพราะเหตุใด

       บัตรข้อความที่ 1 คือสสารในสถานะของเหลว เพราะอนุภาคแต่ละอนุภาคของสสารในสถานะนี้มีการจัดเรียงตัวอยู่ชิดกันน้อยกว่าของแข็งแต่มากกว่าของเหลว อนุภาคแต่ละอนุภาคของสสารในสถานะนี้จึงมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคปานกลาง คือ น้อยกว่าของแข็งแต่มากกว่าแก๊ส อนุภาคของสสารในสถานะนี้เคลื่อนที่ได้แต่ไม่เป็นอิสระและอนุภาคมีการสั่นตลอดเวลา
    2. บัตรข้อความที่ 2 คือสสารในสถานะใด เพราะเหตุใด

       บัตรข้อความที่ 2 คือสสารในสถานะของแข็ง เพราะอนุภาคแต่ละอนุภาคของสสารในสถานะนี้มีการเรียงชิดติดกันมากที่สุด อนุภาคแต่ละอนุภาคของสสารในสถานะนี้จึงมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมาก ทำให้อนุภาคของสสารในสถานะนี้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้และอนุภาคมีการสั่นตลอดเวลา
    3. บัตรข้อความที่ 3 คือสสารในสถานะใด เพราะเหตุใด

       บัตรข้อความที่ 3 คือสสารในสถานะแก๊ส เพราะอนุภาคแต่ละอนุภาคของสสารในสถานะนี้มีการจัดเรียงตัวอยู่ห่างกันมากที่สุด อนุภาคแต่ละอนุภาคของสสารในสถานะนี้จึงมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยที่สุด ทำให้อนุภาคของสสารในสถานะนี้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระทุกทิศทุกทางและอนุภาคมีการสั่นตลอดเวลา

ตอนที่ 2

1. ผลการอภิปรายออกแบบและวิธีการสร้างแบบจำลองอนุภาคในการอธิบายรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะ

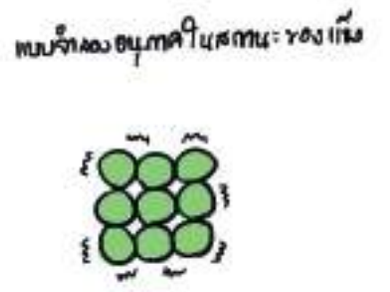
   คำตอบขึ้นอยู่กับการออกแบบของนักเรียน ตัวอย่างคำตอบ เช่น
   - นักเรียนสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะโดยใช้การวาดแผนภาพ
   - นักเรียนสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะโดยใช้ลูกปัดแทนอนุภาค และเชือกแทนแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค เป็นต้น
   - นักเรียนสร้างแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะโดยสร้างเป็นแอนิเมชันในคอมพิวเตอร์หรือในสมาร์ตโฟน

2. แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

แบบจำลองอนุภาคของของแข็ง

คำตอบขึ้นอยู่กับการออกแบบของนักเรียน

ตัวอย่าง



แบบจำลองอนุภาคของของเหลว

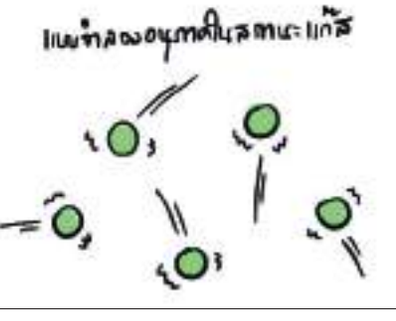
คำตอบขึ้นอยู่กับการออกแบบของนักเรียน

ตัวอย่าง

แบบจำลองอนุภาคของแก๊ส

คำตอบขึ้นอยู่กับการออกแบบของนักเรียน

ตัวอย่าง



3. เปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มตนเองกับของกลุ่มอื่น และวิเคราะห์จุดเด่นและจุดที่ต้องการพัฒนาของแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม

แบบจำลองของกลุ่มตนเอง

จุดเด่นของแบบจำลอง	จุดที่ต้องการพัฒนาของแบบจำลอง
ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน ตัวอย่าง - แบบจำลองแสดงการเคลื่อนไหวของอนุภาคได้อย่างชัดเจน - แบบจำลองที่สร้างเป็นแบบ 3 มิติ ทำให้เห็นเป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย - แบบจำลองที่สร้างเป็นแอนิเมชัน ทำให้เห็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคได้ชัดเจน	ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน ตัวอย่าง การแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่แสดงในแบบจำลอง

แบบจำลองของกลุ่มอื่น

จุดเด่นของแบบจำลอง	จุดที่ต้องการพัฒนาของแบบจำลอง
ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน ตัวอย่าง - แบบจำลองที่สร้างจากดินน้ำมัน แสดงอนุภาคแบบสามมิติได้อย่างชัดเจน - แบบจำลองที่สร้างเป็นบทบาทสมมติ โดยใช้สมาชิกในกลุ่มแสดงเป็นอนุภาคของสสาร	ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน ตัวอย่าง - แบบจำลองที่สร้างจากดินน้ำมัน ไม่ได้แสดงรายละเอียดที่บอกการเคลื่อนที่ของอนุภาค อาจใช้การวาดภาพบนกระดาษเพิ่มเติมในแบบจำลอง - แบบจำลองที่ใช้สมาชิกในกลุ่มแสดงเป็นอนุภาคของสสารไม่สามารถจำลองการฟุ้งกระจายของอนุภาคในสถานะแก๊สได้

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สมบัติที่เหมือนกันของสสารในสถานะต่าง ๆ คืออะไร

   มีมวลและต้องการที่อยู่

2. เรียงลำดับสถานะของสสารที่มีการจัดเรียงอนุภาคจากอนุภาคอยู่ชิดกันมากไปอนุภาคอยู่ชิดกันน้อยตามลำดับได้อย่างไร

   อนุภาคของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

3. เรียงลำดับสถานะของสสารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจากมากไปน้อยตามลำดับได้อย่างไร

   อนุภาคของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

4. การจัดเรียงอนุภาคและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคส่งผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะอย่างไร

   การจัดเรียงอนุภาคและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคส่งผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสสารในแต่ละสถานะดังนี้

   อนุภาคของสสารในสถานะของแข็งจะมีการจัดเรียงอนุภาคที่อยู่ชิดกันมาก มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากกว่าของเหลวและแก๊ส จึงทำให้ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรคงที่

   อนุภาคของสสารในสถานะของเหลวจะมีการจัดเรียงอนุภาคที่อยู่ห่างกันมากกว่าของแข็งแต่น้อยกว่าของเหลว มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่าของแข็งแต่มากกว่าแก๊ส อนุภาคของของเหลวจึงเคลื่อนที่ได้ แต่ไม่เป็นอิสระ โดยจะเคลื่อนที่รอบ ๆ อนุภาคใกล้เคียง ทำให้ของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่ โดยจะเปลี่ยนแปลงตามรูปร่างของภาชนะที่บรรจุ แต่มีปริมาตรคงที่

   สสารในสถานะแก๊สจะมีการจัดเรียงอนุภาคที่อยู่ห่างกันมาก มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยมาก อนุภาคจึงเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระทุกทิศทาง ทำให้แก๊สมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงตามรูปร่างและขนาดของภาชนะ

คำชี้แจง

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จหรือจุดเด่นของทีมในการทำงาน และจุดที่ต้องการพัฒนาในการทำงานเป็นทีม

ความสำเร็จหรือจุดเด่นของทีมในการทำงาน	จุดที่ต้องการพัฒนาของทีมในการทำงานเป็นทีม
ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน ตัวอย่าง - ทุกคนในทีมทำหน้าที่ในส่วนที่ตนเองรับผิดชอบได้อย่างครบถ้วน - เพื่อนในทีมมีความสามารถในการสร้างแอนิเมชัน ทำให้เห็นการเคลื่อนที่และการสั่นของอนุภาคได้ชัดเจน - เพื่อนในทีมมีความสามารถในการนำเสนอได้อย่างน่าสนใจ	ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน ตัวอย่าง ทีมควรจัดสรรเวลาในการออกแบบและสร้างแบบจำลองให้เหมาะสม เพื่อให้มีเวลาเหลือในการปรับปรุงแบบจำลองให้ดียิ่งขึ้น

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบของตนเอง

ข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน เช่น

- ผู้วาดภาพควรร่างภาพต้นแบบก่อนวาดจริง เพื่อให้มีข้อผิดพลาดระหว่างการวาดน้อยที่สุด
- ผู้เขียนข้อความแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ในแบบจำลอง ควรวางแผนร่วมกันกับผู้วาดภาพ เพื่อความสอดคล้องกันระหว่างตำแหน่งของภาพกับตำแหน่งข้อความ
- ควรมีเวลาในการซักซ้อมการนำเสนอเพื่อให้นำเสนอได้อย่างน่าสนใจและสื่อสารให้ผู้ฟังเข้าใจได้ง่าย

เฉลยใบงานที่ 2 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนวาดภาพและเขียนข้อความเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

	สถานะ		
	ของแข็ง	ของเหลว	แก๊ส
แบบจำลองอนุภาค			
การจัดเรียงอนุภาค	อนุภาคอยู่ชิดกันมาก	อนุภาคอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็งแต่น้อยกว่าแก๊ส	อนุภาคอยู่ห่างกันมากและฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ
แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค	แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากที่สุด	แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่าของแข็งแต่มากกว่าแก๊ส	แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยที่สุด
การเคลื่อนที่ของอนุภาค	อนุภาคไม่เคลื่อนที่	อนุภาคเคลื่อนที่ได้มากกว่าของแข็งแต่น้อยกว่าแก๊ส	อนุภาคเคลื่อนที่ได้มากที่สุดและสามารถเคลื่อนที่อย่างเป็นอิสระจนเต็มภาชนะ
การสั่นของอนุภาค	อนุภาคมีการสั่นตลอดเวลา	อนุภาคมีการสั่นตลอดเวลา	อนุภาคมีการสั่นตลอดเวลา
ปริมาตรและรูปร่างเมื่อเปลี่ยนภาชนะที่บรรจุ	ปริมาตรและรูปร่างคงที่	ปริมาตรคงที่แต่รูปร่างไม่คงที่	ปริมาตรและรูปร่างไม่คงที่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง อุณหภูมิ**	**เวลา 1 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ขอบเขตเนื้อหา

อุณหภูมิคือระดับของความร้อน สามารถวัดอุณหภูมิของสสารได้โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

อธิบายการใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสารพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกต ใช้ประสาทสัมผัสทางด้านการสัมผัสเพื่อวัดอุณหภูมิ
2. การวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์อย่างถูกต้อง

สมรรถนะหลักที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อธิบายเหตุผลและความจำเป็นในการใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิแทนการใช้ประสาทสัมผัส

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

1. ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพฤติกรรมที่นำหลังมือแตะที่หน้าผากว่าพฤติกรรมนี้จะทำเมื่อใด มีจุดประสงค์อะไร ผลที่ได้เชื่อถือได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

ขั้นสอน

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 การวัดอุณหภูมิ ตอนที่ 1 จากการใช้ประสาทสัมผัสโดยใช้มือจุ่มลงในน้ำที่มีอุณหภูมิต่าง ๆ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1
3. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การนำ

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 การวัดอุณหภูมิ
2. ใบงานที่ 1 การวัดอุณหภูมิ
3. ใบความรู้ที่ 1 การวัดอุณหภูมิ

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การวัดอุณหภูมิโดยใช้ประสาทสัมผัสและใช้เทอร์มอมิเตอร์
2. การอ่านใบความรู้เกี่ยวกับการใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิ
3. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. การบันทึกข้อมูล การตอบคำถามในใบงาน และการนำเสนอข้อมูล

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจาก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 1 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	มือที่จุ่มในน้ำเย็นและมือที่จุ่มในน้ำร้อนมาจุ่มในน้ำอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิของน้ำอุณหภูมิห้องที่มือทั้งสองสัมผัสได้จะแตกต่างกัน ดังนั้นการวัดอุณหภูมิด้วยประสาทสัมผัสเชื่อถือไม่ได้ นอกจากนี้ยังไม่สามารถระบุค่าอุณหภูมิที่ชัดเจนได้อีกด้วย ครูถามนักเรียนต่อว่าถ้าต้องการวัดอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องและแม่นยำต้องทำอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) 5. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการวัดอุณหภูมิอย่างถูกต้องจากใบความรู้ เรื่อง การวัดอุณหภูมิ 6. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 การวัดอุณหภูมิ ตอนที่ 2 โดยการคาดการณ์และวัดอุณหภูมิของน้ำร้อน บันทึกผล พร้อมเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำจากการคาดการณ์และจากการวัดกับเพื่อนกลุ่มอื่น และตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 1	1. การใช้ประสาทสัมผัสทางด้านการสัมผัสเพื่อวัดอุณหภูมิ 2. การวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์อย่างถูกต้อง **ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากการสังเกตการอธิบายเหตุผลและความจำเป็นในการใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิแทนการใช้ประสาทสัมผัสอย่างสมเหตุสมผล

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 1 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	7. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม 8. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่มว่า ผลจากการคาดการณ์อุณหภูมิจากแต่ละกลุ่มอาจแตกต่างกัน และไม่ใช่อุณหภูมิจริงของน้ำร้อนนั้น แตกต่างจากการวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ โดยค่าที่ได้จากแต่ละกลุ่มจะใกล้เคียงกันซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิของน้ำร้อนนั้น ๆ อุณหภูมิที่วัดได้มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส 9. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำถามจากขั้นนำ เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าการนำหลังมือแตะที่หน้าผากจะทำเมื่อรู้สึกว่าเป็นไข้เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิของร่างกาย ซึ่งผลที่ได้อาจเชื่อถือไม่ได้ **ขั้นสรุป** 10. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่า การวัดอุณหภูมิของสสารให้ถูกต้องและแม่นยำไม่ควร	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง อุณหภูมิ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 1 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	ใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์ แต่ควรใช้เครื่องมือวัดคือเทอร์มอมิเตอร์	

ใบกิจกรรมที่ 1 การวัดอุณหภูมิ

จุดประสงค์

1. สังเกตการวัดอุณหภูมิของสสารโดยใช้ประสาทสัมผัส
2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสสารพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง

วัสดุและอุปกรณ์

1. ขันพลาสติก	3 ใบ
2. ถ้วยกาแฟแบบกระเบื้อง	1 ถ้วย
3. เทอร์มอมิเตอร์	1 อัน
4. กระติกน้ำร้อน	1 ใบ (ต่อห้อง)
5. น้ำร้อน	
6. น้ำเย็น	
7. น้ำอุณหภูมิห้อง	

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. ใส่น้ำร้อนที่พอจะสัมผัสได้ในขันพลาสติกใบที่ 1 ใส่น้ำเย็นในขันพลาสติกใบที่ 2 จากนั้นจุ่มมือแต่ละข้างลงในขันพลาสติกแต่ละใบ สังเกตอุณหภูมิของน้ำ บันทึกผล
2. เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง ให้นำมือทั้งสองข้างจุ่มลงในขันพลาสติกใบที่ 3 ที่บรรจุน้ำอุณหภูมิห้อง สังเกตอุณหภูมิที่มือแต่ละข้างสัมผัสได้ บันทึกผล
3. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการวัดอุณหภูมิโดยใช้ประสาทสัมผัส บันทึกผล

ตอนที่ 2

1. รินน้ำร้อนจากกระติกน้ำร้อนใส่ถ้วยกาแฟแล้วคาดการณ์อุณหภูมิของน้ำร้อนในถ้วยกาแฟ บันทึกผล
2. นักเรียนตรวจสอบการคาดการณ์ทันทีโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำในถ้วยกาแฟนั้น ทันที บันทึกผล
3. เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการคาดการณ์และจากการวัดด้วยเทอร์มอมิเตอร์กับข้อมูลของกลุ่มอื่น

เฉลยใบงานที่ 1 การวัดอุณหภูมิ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

ตาราง แสดงความรู้สึกร้อนหรือเย็นของน้ำโดยใช้ประสาทสัมผัส

การกระทำ	ความรู้สึกร้อนหรือเย็นของน้ำที่มือสัมผัสได้
จุ่มมือลงในภาชนะใบที่ 1 ที่ใส่น้ำร้อน	ร้อน
จุ่มมือลงในภาชนะใบที่ 2 ที่ใส่น้ำเย็น	เย็น
จุ่มมือทั้งสองลงในภาชนะใบที่ 3 ที่ใส่น้ำอุณหภูมิห้อง	มือข้างที่จุ่มน้ำร้อนมาก่อนจะรู้สึกเย็น มือข้างที่จุ่มน้ำเย็นมาก่อนจะรู้สึกร้อน

ตอนที่ 2

ตาราง แสดงอุณหภูมิของน้ำจากการคาดการณ์และจากการวัดโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์

กิจกรรม	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)							
	กลุ่มตนเอง	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่ .....
คาดการณ์อุณหภูมิของน้ำ			(ตอบตามที่นักเรียนวัดได้จริง)					
ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ								

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การวัดอุณหภูมิของน้ำโดยใช้ประสาทสัมผัสเชื่อถือได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   การวัดอุณหภูมิของน้ำโดยใช้ประสาทสัมผัสเชื่อถือไม่ได้ เพราะความรู้สึกร้อนหรือเย็นที่สัมผัสได้เป็นการเปรียบเทียบกับความรู้สึกเดิม อีกทั้งการใช้ประสาทสัมผัสไม่สามารถระบุค่าของอุณหภูมิได้
2. อุณหภูมิของน้ำร้อนในภาชนะของแต่ละกลุ่มจากการคาดการณ์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
   (คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทำกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งค่าที่ได้จากแต่ละกลุ่มควรแตกต่างกัน)
3. อุณหภูมิของน้ำร้อนในภาชนะของแต่ละกลุ่มจากการวัดด้วยเทอร์มอมิเตอร์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
   (คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทำกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งค่าที่ได้จากแต่ละกลุ่มควรได้ค่าใกล้เคียงกัน)
4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   การวัดอุณหภูมิของสสารโดยใช้ประสาทสัมผัสเชื่อถือไม่ได้ และไม่สามารถระบุค่าของอุณหภูมิได้ ในการวัดอุณหภูมิของสสารสามารถวัดได้โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ซึ่งมีหน่วยองศาเซลเซียส องศาฟาเรนไฮต์ หรือเคลวิน

ใบความรู้ที่ 1 การวัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นค่าที่บอกระดับของความร้อนของสสาร สสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีระดับของความร้อนมากกว่าสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การวัดอุณหภูมิใช้เครื่องมือวัดคือ เทอร์มอมิเตอร์ ซึ่งมีหลายชนิดแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน ดังภาพที่ 1

เทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้ว

เทอร์มอมิเตอร์แบบอินฟราเรด

การใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบเทอร์มอคัปเปิลวัดอุณหภูมิของอาหาร

ภาพที่ 1 เทอร์มอมิเตอร์ชนิดต่าง ๆ

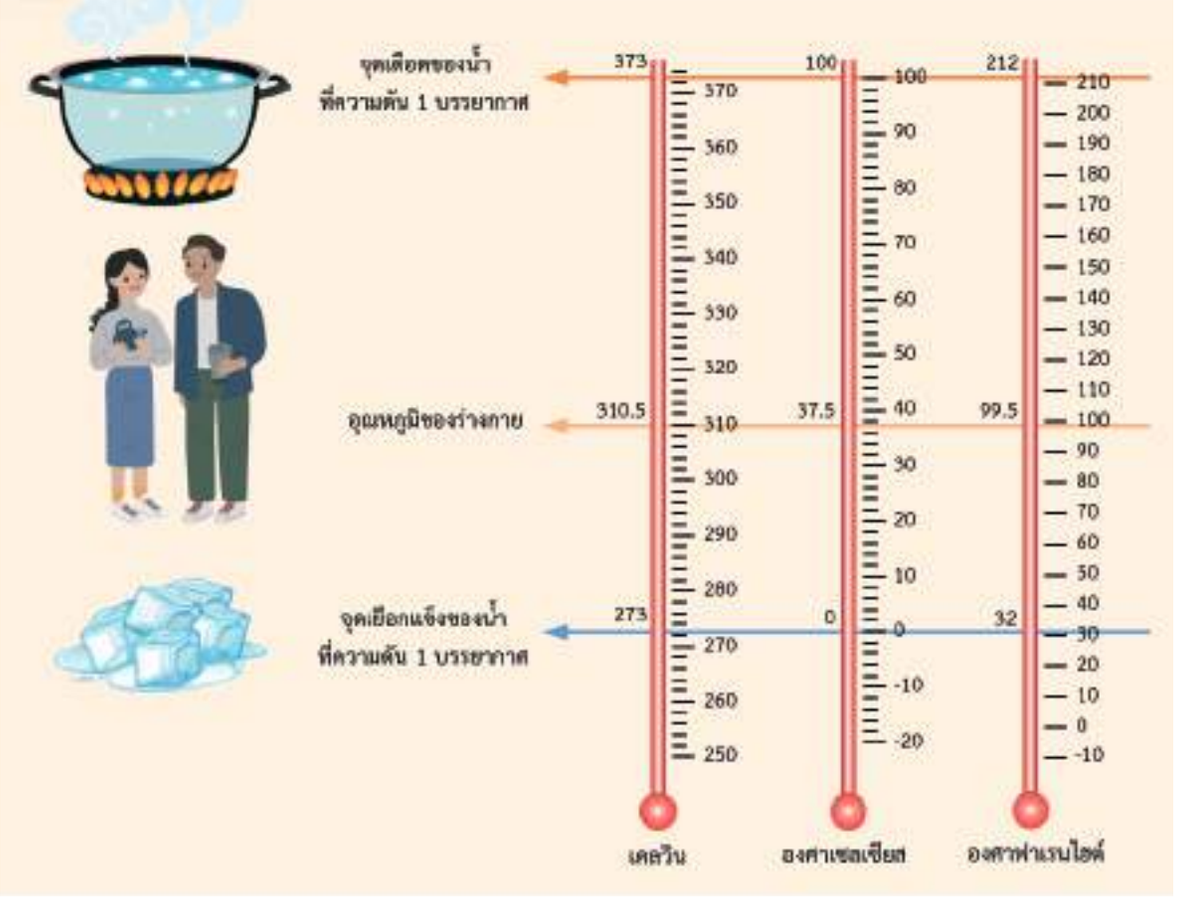
การใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้ววัดอุณหภูมิสิ่งใดต้องให้สิ่งนั้นห่อหุ้มหรือสัมผัสกระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์และต้องสัมผัสกันนานพอที่ความร้อนจะถ่ายโอนระหว่างสิ่งที่วัดกับเทอร์มอมิเตอร์จนกระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากันจึงจะได้ค่าอุณหภูมิที่ถูกต้อง เช่น หากเราใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบปรอทวัดอุณหภูมิของร่างกาย เราจะนำเทอร์มอมิเตอร์นั้นมาสัมผัสกับส่วนของร่างกายที่ห่อหุ้มกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ได้ เช่น อมกระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์ไว้ใต้ลิ้น หรือสอดเทอร์มอมิเตอร์ใต้รักแร้ และต้องรอสักครู่หนึ่งจนกระทั่งระดับของปรอทในเทอร์มอมิเตอร์หยุดนิ่งไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่าเทอร์มอมิเตอร์มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของร่างกายแล้วจึงอ่านค่าอุณหภูมิ ซึ่งการอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์ที่มีขีดบอกค่าอุณหภูมิ ต้องให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกันกับระดับของของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ ดังภาพที่ 2

การวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์มอมิเตอร์

ภาพการอ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้ด้วยเทอร์มอมิเตอร์

ภาพที่ 2 การวัดและการอ่านค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์มอมิเตอร์

หน่วยของอุณหภูมิมีหลายหน่วย ได้แก่ องศาเซลเซียส องศาฟาเรนไฮต์ เคลวิน โดยทั่วไปจะนิยมใช้หน่วยองศาเซลเซียส เช่น อุณหภูมิของร่างกายคนปกติมีค่าประมาณ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ ณ จุดเดือดของน้ำมีค่าเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 จุดเยือกแข็ง จุดเดือดของน้ำ และอุณหภูมิของร่างกาย
ในหน่วยเคลวิน (K) องศาเซลเซียส (°C) และองศาฟาเรนไฮต์ (°F)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 7 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ขอบเขตเนื้อหา ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การถ่ายโอนความร้อนมี 3 วิธี คือ การนำความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่อนุภาคของตัวกลางไม่เคลื่อนที่ แต่สั่นต่อเนื่องกันไป การพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนซึ่งอาศัยตัวกลางที่เป็นของเหลวหรือแก๊ส โดยที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ไปพร้อมกับพาความร้อนไปด้วย การแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง แต่ความร้อนส่งผ่านโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า **จุดประสงค์การเรียนรู้** **ด้านความรู้** 1. อธิบายการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีต่าง ๆ 2. ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน	**กิจกรรมการเรียนรู้** **ชั่วโมงที่ 1-2** **ขั้นนำ** 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนโดยใช้สถานการณ์ใกล้ตัว เช่น การรับประทานเครื่องดื่มร้อน ๆ ถ้าร้อนเกินไปจนรับประทานไม่ได้ ต้องทำอย่างไร เพราะเหตุใด นักเรียนสามารถตอบได้ตามความคิดของตัวเองโดยอาจมีแนวคิดเป็น เป่าให้เย็นลง ใส่น้ำเย็นหรือน้ำแข็งลงไป หรือนำไปแช่ตู้เย็น จากการอภิปรายควรได้ข้อสรุปว่าการทำให้เครื่องดื่มมีอุณหภูมิลดลงได้เพราะมีการถ่ายโอนความร้อนออกจากเครื่องดื่ม ซึ่งมีวิธีการถ่ายโอนที่แตกต่างกัน เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม **ขั้นสอน** 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 การนำความร้อน โดยการให้ความร้อนตรงกลางแผ่น	**สื่อและแหล่งเรียนรู้** 1. ใบกิจกรรมที่ 1 การนำความร้อน 2. ใบกิจกรรมที่ 2 การพาความร้อน 3. ใบกิจกรรมที่ 3 การแผ่รังสีความร้อน 4. ใบกิจกรรมที่ 4 สร้างแก้วเก็บความร้อนกัน 5. ใบงานที่ 1 การนำความร้อน 6. ใบงานที่ 2 การพาความร้อน 7. ใบงานที่ 3 การแผ่รังสีความร้อน 8. ใบงานที่ 4 สร้างแก้วเก็บความร้อนกัน 9. ใบความรู้ที่ 1 การนำความร้อน 10. ใบความรู้ที่ 2 การพาความร้อน 11. ใบความรู้ที่ 3 การแผ่รังสีความร้อน **ภาระงาน/ชิ้นงาน** 1. การบันทึกผลการทำกิจกรรมการถ่ายโอนความร้อน 2. การนำเสนอผลการทำกิจกรรมการถ่ายโอนความร้อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน**	**เวลา 7 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสสารเมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีต่าง ๆ
2. การวัด ใช้เทอร์มอมิเตอร์อ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง
3. การลงความเห็นจากข้อมูล อธิบายการถ่ายโอนความร้อนของสสารจากผลการทำกิจกรรมและจากการอ่านใบความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสาร

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. การใช้วิจารณญาณ รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสารเพื่ออธิบายการถ่ายโอนความร้อน
2. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน สังเกตผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการอธิบายการถ่ายโอนความร้อนของสสาร

สมรรถนะหลักที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

โลหะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีชิ้นเทียนไขขนาดเล็กวางอยู่ทั่วแผ่น สังเกตการหลอมเหลวของชิ้นเทียนไขเนื่องจากความร้อน บันทึกผลและตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 1

3. นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม จากนั้นอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าความร้อนจากเทียนไขส่งผ่านไปยังบริเวณต่าง ๆ ของแผ่นโลหะได้ทุกทิศทุกทางโดยที่แผ่นโลหะไม่ได้เคลื่อนที่
4. นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 การนำความร้อน เพื่ออธิบายการนำความร้อนด้วยแบบจำลองอนุภาค

ขั้นสรุป

5. นักเรียนและครูอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า ความร้อนสามารถส่งผ่านตัวกลางจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยการสั่นต่อ ๆ กันไปของอนุภาคโดยที่อนุภาคตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ เรียกว่า การนำความร้อน

3. การอ่านใบความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองการถ่ายโอนความร้อน
4. การออกแบบและสร้างแบบจำลองแก้วเก็บความร้อน
5. การนำเสนอผลการทำกิจกรรมการสร้างแบบจำลองแก้วเก็บความร้อน

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. การบันทึกข้อมูล การตอบคำถามในใบงาน และการนำเสนอข้อมูล

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจาก

1. ข้อมูลที่บันทึกผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสสารเมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีต่าง ๆ
2. การใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดและอ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3** **เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน** **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**เวลา 7 ชั่วโมง** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**
1. การสื่อสาร นำเสนอผลการทำกิจกรรม และแนวคิดการออกแบบแก้วเก็บความร้อนโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน 2. การรวมพลังทำงานเป็นทีม มีส่วนร่วมและมีบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรม 3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อธิบายการถ่ายโอนความร้อนของสสารโดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน	6. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์เรื่องการนำความร้อนในชีวิต ประจำวัน โดยอาจยกตัวอย่างจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว เช่น การออกแบบภาชนะหุงต้มต่าง ๆ **ชั่วโมงที่ 3** **ขั้นนำ** 1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายว่า การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนวิธีหนึ่ง ยังมีการถ่ายโอนความร้อนวิธีอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) **ขั้นสอน** 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 2 การพาความร้อน โดยให้ความร้อนด้านล่างกล่องพลาสติก ซึ่งภายในบรรจุน้ำที่มีผงสีผสมอาหารอยู่ด้านล่าง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีผสมอาหาร บันทึกผลและตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 2	3. การอธิบายการถ่ายโอนความร้อนของสสารด้วยแบบจำลองอนุภาค โดยใช้ข้อมูลจากผลการทำกิจกรรมและจากการอ่านใบความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสาร **ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความมีวิจารณญาณในการทำงานระหว่างทำกิจกรรม 2. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นต่อหลักฐานระหว่างทำกิจกรรม **ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การสื่อสาร จากการสังเกตการนำผลการทำกิจกรรม และแนวคิดการออกแบบแก้วเก็บความร้อนโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีการสื่อสารที่ไม่ซับซ้อน 2. การรวมพลังทำงานเป็นทีม จากการสังเกตการมีส่วนร่วมและมีบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 7 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	3. นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม จากนั้นอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การถ่ายโอนความร้อนในน้ำนี้ ความร้อนส่งผ่านน้ำจากบริเวณด้านล่างกล่องพลาสติกที่ได้รับความร้อนซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าขึ้นไปยังผิวน้ำด้านบนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยอนุภาคของน้ำเคลื่อนที่ไปด้วย สังเกตได้จากการเคลื่อนที่ของสีผสมอาหาร 4. นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 2 การพาความร้อน เพื่ออธิบายการพาความร้อนด้วยแบบจำลองอนุภาค **ขั้นสรุป** 5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า การถ่ายโอนความร้อนโดยที่อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่พาความร้อนไป เรียกว่า การพาความร้อน	การออกแบบแก้วเก็บความร้อน โดยร่วมกันออกแบบและตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ 3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายการถ่ายโอนความร้อนของสสารโดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 7 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	6. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์เรื่องการพาความร้อนในชีวิตประจำวัน โดยอาจยกตัวอย่างจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว เช่น การเป่าอาหารร้อน ๆ ให้เย็นลง การออกแบบบ้านให้มีอากาศถ่ายเท **ชั่วโมงที่ 4-5** **ขั้นนำ** 1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายว่า การยืนตากแดดจะรู้สึกร้อนได้อย่างไร (นักเรียนตอบตามความคิดของตัวเอง) ความร้อนส่งผ่านจากดวงอาทิตย์ผ่านอวกาศมายังโลกได้อย่างไรทั้ง ๆ ที่ไม่มีตัวกลางซึ่งไม่สามารถเกิดการนำความร้อนและการพาความร้อนได้ (นักเรียนตอบตามความคิดของตัวเอง) **ขั้นสอน** 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 3 การแผ่รังสีความร้อน ตอนที่ 1 โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์วัด	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 7 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	อุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน ที่ห่างจากหลอดไฟฟ้าเท่ากัน อ่านค่าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ที่เวลาต่าง ๆ บันทึกผลและตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 3 3. นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม จากนั้นอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าความร้อนส่งผ่านจากหลอดไฟฟ้าไปทุกทิศทางทำให้เทอร์มอมิเตอร์ทั้งสามอันอ่านค่าอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป โดยเทอร์มอมิเตอร์อันที่อยู่เหนือหลอดไฟฟ้ามีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากที่สุด ส่วนเทอร์มอมิเตอร์ด้านข้างหลอดไฟฟ้ามีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน 4. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 3 การแผ่รังสีความร้อน ตอนที่ 2 โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน ห่างจากหลอดไฟฟ้าไม่เท่ากัน อ่านค่าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 7 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	ที่เวลาต่าง ๆ บันทึกผลและตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 3 5. นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม จากนั้นอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ความร้อนส่งผ่านจากหลอดไฟฟ้าที่ระยะห่างต่างกันได้ไม่เท่ากัน โดยเทอร์มอมิเตอร์ที่อยู่ใกล้กับหลอดไฟฟ้าจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าเทอร์มอมิเตอร์ที่อยู่ไกลกว่า 6. นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 3 การแผ่รังสีความร้อน เพื่ออธิบายการแผ่รังสีความร้อนด้วยแบบจำลองอนุภาค 7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนจากหลอดไฟฟ้า ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า หลอดไฟฟ้าถ่ายโอนความร้อนด้วยการแผ่รังสีความร้อนทุกทิศทาง แต่การที่เทอร์มอมิเตอร์ที่อยู่ด้านบนหลอดไฟฟ้ามีอุณหภูมิสูงกว่าด้านข้าง	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 7 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	เนื่องจากมีการถ่ายโอนความร้อนโดยการพาความร้อนของอากาศร่วมด้วย **ขั้นสรุป** 8. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า การถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เรียกว่า การแผ่รังสีความร้อน 9. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์เรื่องการแผ่รังสีความร้อนในชีวิตประจำวัน โดยอาจยกตัวอย่างจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว เช่น การใช้พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ในการถนอมอาหาร เช่น ทำปลาตากแห้ง หรือชาวเขารับความร้อนจากการผิงไฟในฤดูหนาวเพื่อทำให้ร่างกายอบอุ่น **ชั่วโมงที่ 6-7** **ขั้นนำ** 1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนแบบต่าง ๆ โดยอาจ	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 7 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	ยกตัวอย่างข้อมูลจากผลการทำกิจกรรมมาช่วยสนับสนุน ได้แก่ การนำความร้อนที่ถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางที่สั่นต่อ ๆ กันไปโดยอนุภาคตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางโดยตัวกลางเคลื่อนที่ และการแผ่รังสีความร้อนที่เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยไม่อาศัยตัวกลาง **ขั้นสอน** 2. นักเรียนอ่านใบกิจกรรมที่ 4 สร้างแก้วเก็บความร้อนกัน เพื่อนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ประโยชน์ได้จริง เมื่ออ่านจนเข้าใจแล้ว ทำกิจกรรมที่ 4 โดยออกแบบแก้วเก็บความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของน้ำในแก้วเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเมื่อวางไว้กลางแดดเป็นเวลา 15 นาที และบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 4 โดยครูอาจทำเองหรือมอบหมายนักเรียนให้ทำชุดแก้ว	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		เวลา 7 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	เปรียบเทียบ (จำนวน 1 ชุด/ห้อง) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแก้วเก็บความร้อน **ขั้นสรุป** 3. นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม จากนั้นอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงในการทำแก้วเก็บความร้อนโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน	

ใบกิจกรรมที่ 1 การนำความร้อน

จุดประสงค์

อธิบายการถ่ายโอนความร้อนของแผ่นโลหะ

วัสดุและอุปกรณ์

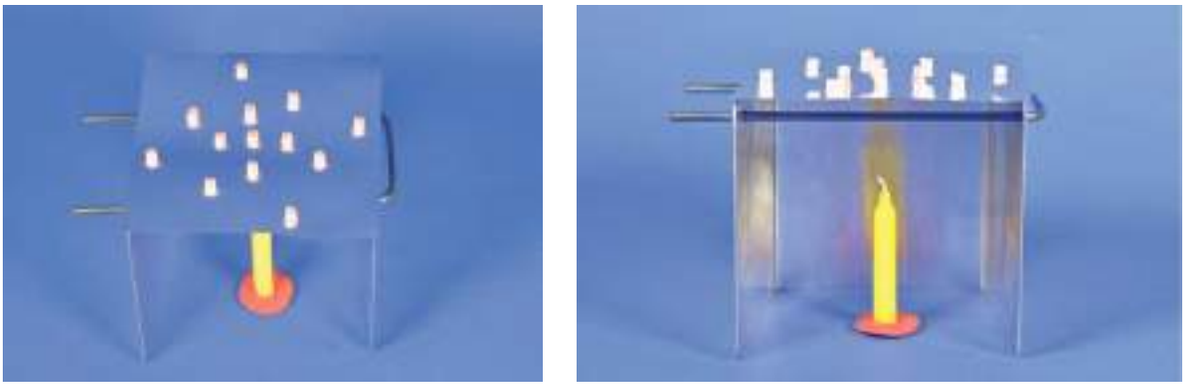
1.	เทียนไข	1 เล่ม
2.	เทียนไขขนาดเล็ก	2 เล่ม
3.	แผ่นโลหะ เช่น แผ่นอะลูมิเนียม หรือแผ่นทองแดง	1 แผ่น
4.	วงเวียน	1 อัน
5.	ไม้ขีดไฟ	1 กลัก
6.	ที่กั้นลมของชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ชุด
7.	ไม้บรรทัด	1 อัน
8.	มีดคัตเตอร์	1 อัน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ตัดแผ่นโลหะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีความยาวด้านละ 15 เซนติเมตร ใช้วงเวียนวาดวงกลม 3 วง ซ้อนกัน ดังภาพ

ภาพที่ 1 แผ่นโลหะ

2. ตัดเทียนไขขนาดเล็กเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเท่า ๆ กัน จำนวน 13 ชิ้น นำแผ่นโลหะวางพาดไว้บนที่กั้นลม จากนั้นวางชิ้นเทียนไขบนแผ่นโลหะ ดังภาพ



ภาพที่ 2 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

3. จุดเทียนไขอีกแท่งหนึ่งใต้แผ่นโลหะให้เปลวเทียนอยู่ตรงกลางแผ่น สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับชิ้นเทียนไขที่ตำแหน่งต่าง ๆ บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงหรือถ่ายภาพเคลื่อนไหว

เฉลยใบงานที่ 1 การนำความร้อน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ผลการสังเกต

ชิ้นเทียนไขที่วางอยู่กลางแผ่นโลหะหลอมเหลวก่อน จากนั้นชิ้นเทียนไขที่อยู่ห่างออกไปทุกทิศทางเริ่มหลอมเหลวและชิ้นที่อยู่ไกลจากเทียนไขมากที่สุดจะหลอมเหลวทีหลังสุด

ชิ้นเทียนไขที่วางอยู่กลางแผ่นโลหะเริ่มหลอมเหลวก่อน

ชิ้นเทียนไขที่อยู่ใกล้บริเวณกลางแผ่นโลหะและห่างออกไปเริ่มหลอมเหลวตามลำดับ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อให้ความร้อนแก่แผ่นโลหะ ชิ้นเทียนไขแต่ละตำแหน่งเปลี่ยนแปลงพร้อมกันหรือไม่ อย่างไร
   เปลี่ยนแปลงไม่พร้อมกัน โดยชิ้นเทียนไขที่อยู่ใกล้กับตรงกลางแผ่นโลหะซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับความร้อนจะหลอมเหลวก่อนชิ้นเทียนไขที่วางที่ตำแหน่งห่างออกไป
2. การถ่ายโอนความร้อนของแผ่นโลหะเป็นอย่างไร ทราบได้อย่างไร
   ความร้อนของแผ่นโลหะจะถ่ายโอนจากบริเวณที่อยู่ใกล้เปลวเทียนไขซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่อยู่ห่างจากเปลวเทียนไขซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ทราบได้จากชิ้นเทียนไขขนาดเล็กบนแผ่นโลหะที่บริเวณใกล้เปลวเทียนไขจะหลอมเหลวก่อน แสดงว่าบริเวณใกล้เปลวเทียนไขมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณข้างเคียง ชิ้นเทียนไขขนาดเล็กที่อยู่ห่างจากเปลวเทียนไขจะหลอมเหลวในเวลาต่อมา แสดงว่าบริเวณที่ห่างจากเปลวเทียนไขมีอุณหภูมิต่ำกว่า
3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   ความร้อนถ่ายโอนไปบนแผ่นโลหะจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไปทุกทิศทาง

ใบความรู้ที่ 1 การนำความร้อน

เมื่อให้ความร้อนแก่สสาร เช่น นำปลายด้านหนึ่งของแท่งโลหะไปลนเปลวไฟจากเทียน บริเวณที่แท่งโลหะนั้นได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณอื่น จากนั้นความร้อนจะถ่ายโอนไปยังบริเวณที่อยู่ข้างเคียงซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจนมีอุณหภูมิสูงขึ้น เราสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นนี้โดยใช้แบบจำลองอนุภาค ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 แบบจำลองการถ่ายโอนความร้อนของของแข็ง

จากภาพที่ 1 เมื่ออนุภาคบริเวณด้านซ้ายล่างได้รับความร้อน อนุภาคจะสั่นมากขึ้นและชนกับอนุภาคข้างเคียงที่อยู่ติดกัน ทำให้อนุภาคที่อยู่ติดกันสั่นมากขึ้นตามไปด้วย อนุภาคของสสารจึงเป็นตัวกลางในการถ่ายโอนความร้อนโดยการสั่นอย่างต่อเนื่องและถ่ายโอนความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่า (บริเวณสีแดง) ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (บริเวณสีฟ้า) โดยที่อนุภาคของสสารไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย การถ่ายโอนความร้อนวิธีนี้เรียกว่า **การนำความร้อน (heat conduction)** การนำความร้อนเกิดขึ้นได้กับสสารทุกสถานะ โดยสสารในแต่ละสถานะจะนำความร้อนได้ดีไม่เท่ากัน ดังตารางที่ 1 แสดงค่าการนำความร้อนของสสารในสถานะต่าง ๆ ยิ่งค่าการนำความร้อนมาก แสดงว่าสสารนั้นนำความร้อนได้ดี

ตารางที่ 1 ค่าการนำความร้อนของสสารในสถานะต่าง ๆ

สสาร	ค่าการนำความร้อน (cal/s)/(cm °C)	สสาร	ค่าการนำความร้อน (cal/s)/(cm °C)
เงิน	1.01	แก้ว	0.0025
ทองแดง	0.99	น้ำแข็ง	0.005
อะลูมิเนียม	0.50	ไม้	0.0001
เหล็ก	0.163	น้ำที่อุณหภูมิ 20 °C	0.0014
คอนกรีต	0.002	อากาศที่อุณหภูมิ 0 °C	0.000057

(Nave, 2016)

สสารโดยทั่วไปมีสมบัติในการนำความร้อนได้ไม่เท่ากัน โลหะสามารถนำความร้อนได้ดี แต่สสารบางชนิดนำความร้อนได้ไม่ดี เช่น พลาสติก ไม้ น้ำ อากาศ สสารที่นำความร้อนได้ดีเรียกว่า ตัวนำความร้อน สสารที่นำความร้อนได้ไม่ดีเรียกว่า ฉนวนความร้อน

ความรู้เกี่ยวกับการนำความร้อน ตัวนำความร้อน หรือฉนวนความร้อน สามารถนำไปใช้ในการออกแบบภาชนะหุงต้มต่าง ๆ เช่น กระทะ กาต้มน้ำ หม้อ ตามความเหมาะสมในการใช้งาน ดังภาพที่ 2 เป็นตัวอย่างของหม้อ บริเวณที่ต้องการให้มีการถ่ายโอนความร้อนมาก เช่น ส่วนที่บรรจุอาหาร ก็จะทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำความร้อน ส่วนบริเวณที่ไม่ต้องการให้มีการถ่ายโอนความร้อนมาก เช่น บริเวณที่จับ ก็จะทำจากวัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน

ภาพที่ 2 หม้อทำจากโลหะที่เป็นตัวนำความร้อน ส่วนบริเวณที่จับทำจากวัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน

ใบกิจกรรมที่ 2 การพาความร้อน

จุดประสงค์

อธิบายการถ่ายโอนความร้อนของน้ำ

วัสดุและอุปกรณ์

1.	แก้วพลาสติก	5 ใบ
2.	ภาชนะพลาสติกใสทรงเหลี่ยม เช่น กล่องรองเท้า	1 อัน
3.	สีผสมอาหารแบบผง	1 ซอง
4.	หลอดดูด	1 อัน
5.	กรวยกระดาษ	1 อัน
6.	น้ำอุณหภูมิห้อง	
7.	น้ำร้อน	

วิธีการดำเนินกิจกรรม

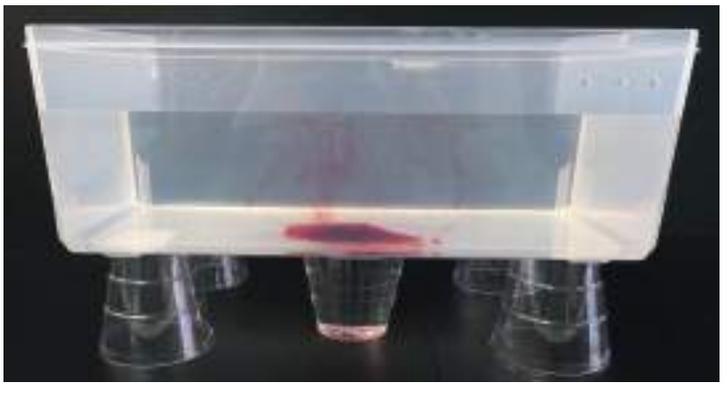
1. ใส่น้ำอุณหภูมิห้องในภาชนะพลาสติกใสทรงเหลี่ยมประมาณ 3 ใน 4 ของภาชนะ แล้ววางภาชนะบนแก้วพลาสติก 4 ใบที่คว่ำอยู่ ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

2. ขณะที่น้ำในภาชนะพลาสติกนิ่งสนิท นำหลอดดูดจุ่มลงไปตรงกลางภาชนะพลาสติกให้ปลายหลอดสัมผัสก้นภาชนะ และใช้กรวยกระดาษสวมที่ปลายหลอดด้านบนเพื่อช่วยในการกรอกสีผสมอาหารแบบผงลงไปในหลอดดูด แล้วดึงหลอดดูดขึ้นช้า ๆ สังเกตการเคลื่อนที่ของสีผสมอาหาร บันทึกผล

ภาพที่ 2 การกรอกสีผสมอาหารลงในน้ำ

3. นำแก้วพลาสติกที่บรรจุน้ำร้อนสอดเข้าไปตรงกลางภาชนะพลาสติกใสใต้บริเวณที่ใส่สีผสมอาหารไว้ ดังภาพที่ 3 สังเกตการเคลื่อนที่ของสีผสมอาหาร บันทึกผล



ภาพที่ 3 การสอดแก้วบรรจุน้ำร้อนไว้ใต้ภาชนะ

เฉลยใบงานที่ 2 การพาความร้อน

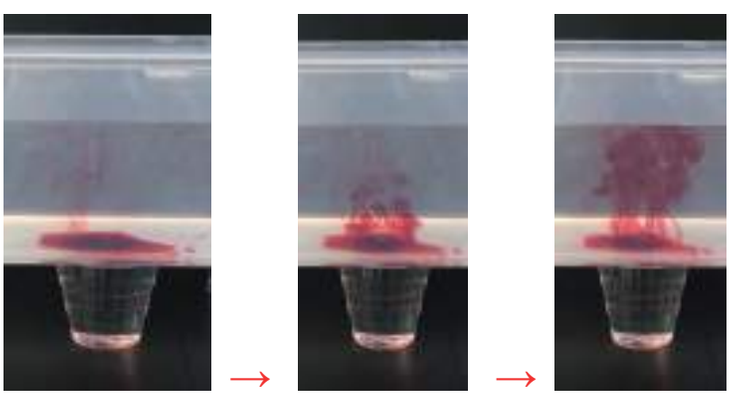
คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ผลการสังเกต

1. เมื่อกรอกสีผสมอาหารลงในหลอดดูด สีผสมอาหารจะผสมกับน้ำที่ก้นภาชนะแล้วแผ่ออกไปข้าง ๆ อย่างช้า ๆ
2. เมื่อนำแก้วพลาสติกใส่น้ำร้อนวางไว้ใต้ภาชนะพลาสติกใสบริเวณที่ตรงกับสีผสมอาหาร สีผสมอาหารที่อยู่ตรงกลางจะเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นข้างบนอย่างช้า ๆ



คำถามท้ายกิจกรรม

1. การใส่สีผสมอาหารลงในน้ำมีจุดประสงค์อะไร
   ใส่สีผสมอาหารเพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของน้ำ โดยสังเกตจากการเคลื่อนที่ของสีผสมอาหาร
2. เมื่อสอดแก้วใส่น้ำร้อนเข้าไปใต้ภาชนะพลาสติก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในภาชนะพลาสติกบริเวณเหนือแก้วน้ำร้อนหรือไม่ อย่างไร
   อุณหภูมิของน้ำในภาชนะพลาสติกบริเวณเหนือแก้วน้ำร้อนจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการถ่ายโอนความร้อนจากน้ำร้อนไปยังน้ำในภาชนะพลาสติก
3. เมื่อสอดแก้วพลาสติกใส่น้ำร้อนไว้ใต้ภาชนะพลาสติกใส น้ำในภาชนะพลาสติกบริเวณเหนือแก้วน้ำร้อนมีการเคลื่อนที่หรือไม่ ทราบได้อย่างไร
   น้ำในภาชนะพลาสติกเหนือแก้วน้ำร้อนมีการเคลื่อนที่จากก้นภาชนะขึ้นไปที่ผิวน้ำ สังเกตได้จากการเคลื่อนที่ของสีผสมอาหาร

4. เมื่อพิจารณาน้ำในภาชนะพลาสติก ความร้อนมีการถ่ายโอนจากบริเวณใดไปยังบริเวณใด
   ความร้อนมีการถ่ายโอนจากบริเวณก้นภาชนะที่อยู่ใกล้กับแหล่งความร้อนขึ้นไปยังผิวน้ำ
5. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   ความร้อนจะถ่ายโอนในน้ำจากบริเวณด้านล่างภาชนะซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังด้านบนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยความร้อนจะถ่ายโอนไปพร้อมกับน้ำที่เคลื่อนที่

ใบความรู้ที่ 2 การพาความร้อน

เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำในภาชนะ เช่น การต้มน้ำในหม้อ จะทำให้น้ำบริเวณก้นภาชนะซึ่งได้รับความร้อนก่อนมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำบริเวณด้านบน แล้วความร้อนจะถ่ายโอนจากบริเวณด้านล่างขึ้นไปด้านบนได้อย่างไร เราจะอธิบายการถ่ายโอนความร้อนนี้โดยใช้แบบจำลองดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 แบบจำลองการถ่ายโอนความร้อนของของเหลว

จากภาพที่ 1 เมื่ออนุภาคของของเหลวที่จัดเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ได้รับความร้อน (บริเวณสีส้ม) อนุภาคจะมีพลังงานสูงขึ้น เคลื่อนที่เร็วขึ้น และอยู่ห่างกันมากขึ้น ทำให้ของเหลวบริเวณด้านล่างซึ่งมีอุณหภูมิสูงมีปริมาตรมากขึ้น ความหนาแน่นลดลง และเคลื่อนที่ขึ้นมาด้านบนพร้อมกับเป็นตัวกลางพาความร้อนไปด้วย อนุภาคของของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (บริเวณสีฟ้า) ซึ่งอยู่ข้างเคียงจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ ได้รับความร้อนและเกิดกระบวนการเดิมซ้ำอีกอย่างต่อเนื่อง ความร้อนถ่ายโอนไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคของของเหลวจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เรียกการถ่ายโอนความร้อนวิธีนี้ว่า **การพาความร้อน (heat convection)**

สสารอื่น ๆ ที่อนุภาคสามารถเคลื่อนที่ได้ก็พาความร้อนได้เช่นกัน เช่น อากาศ หรือสสารในสถานะแก๊ส เมื่ออากาศหรือแก๊สได้รับความร้อน อนุภาคของแก๊สจะมีพลังงานสูงขึ้น เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น และจะอยู่ห่างกันมากขึ้น แก๊สจึงมีปริมาตรมากขึ้น ทำให้ความหนาแน่นลดลง แก๊สที่มีอุณหภูมิสูงก็จะลอยตัวสูงขึ้นพร้อมกับพาความร้อนไปด้วย ดังนั้นสสารทั้งในสถานะของเหลวและแก๊สจึงมีการถ่ายโอนความร้อนโดยการพาความร้อนโดยอนุภาคของสสารเป็นตัวกลางในการพาความร้อนไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของอนุภาค

การถ่ายโอนความร้อนของสสารในสถานะของเหลวและแก๊สสามารถเกิดได้ทั้งการนำความร้อนและการพาความร้อน โดยอนุภาคของของเหลวและแก๊สมีการสั่นไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของอนุภาค ส่วนอนุภาคของของแข็งสั่นอยู่กับที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้ ของแข็งจึงไม่สามารถพาความร้อนได้

ความรู้เกี่ยวกับการพาความร้อนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบระบายอากาศร้อนหรือระบายควันในอาคาร ดังภาพที่ 2 ซึ่งต้องออกแบบให้มีช่องระบายอากาศไว้บริเวณด้านบนของอาคาร เพื่อระบายอากาศร้อนหรือควันไฟที่ลอยขึ้นไปพร้อมกับพาความร้อนออกไปทางช่องระบายนั้น

ภาพที่ 2 การออกแบบระบบระบายอากาศภายในอาคาร อากาศเย็นจากภายนอกที่เคลื่อนที่เข้ามาในอาคารจะได้รับความร้อนแล้วพาความร้อนออกไป โดยลูกศรสีส้มแทนอากาศที่มีอุณหภูมิสูง ลูกศรสีฟ้าแทนอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ

ใบกิจกรรมที่ 3 การแผ่รังสีความร้อน

จุดประสงค์

อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน

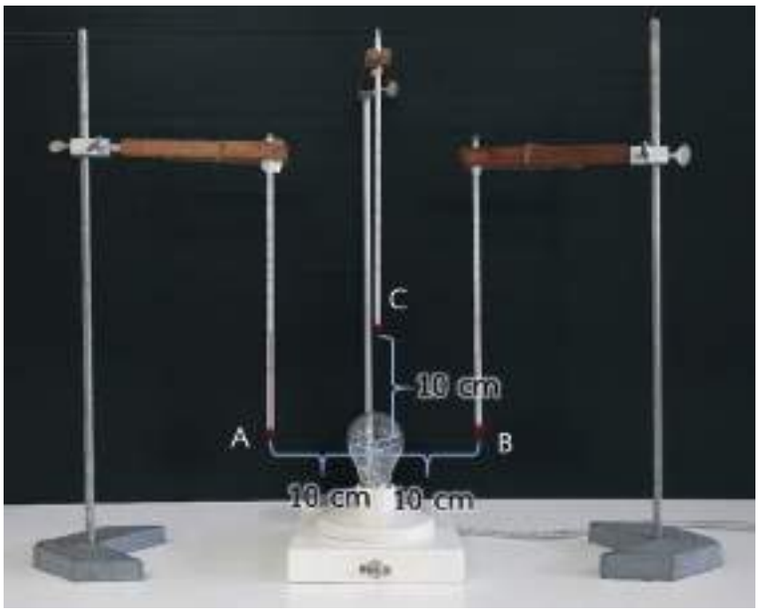
วัสดุและอุปกรณ์

1. หลอดไฟฟ้าขนาด 100 วัตต์ พร้อมฐานหลอด 1 ชุด
2. เทอร์มอมิเตอร์ 3 อัน
3. ขาตั้งพร้อมที่จับ 3 ชุด
4. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. วางเทอร์มอมิเตอร์ทั้ง 3 อัน ไว้ห่างจากหลอดไฟฟ้าที่ระยะ 10 เซนติเมตร เท่า ๆ กัน ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน ได้แก่ ด้านข้างของหลอดไฟฟ้าทั้งด้านซ้าย (A) และขวา (B) และเหนือหลอดไฟฟ้า (C) ดังภาพที่ 1

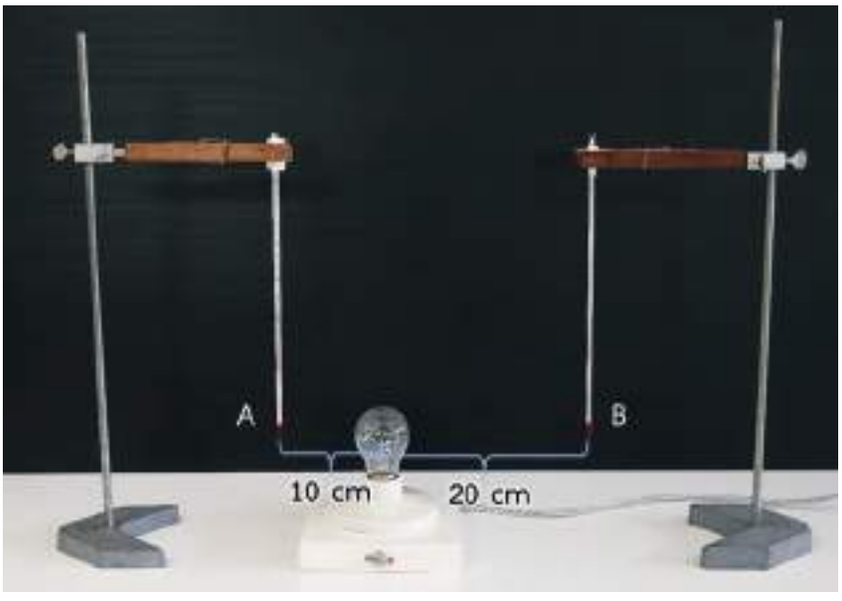


ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

2. ป้องกันไม่ให้มีลมผ่านอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม จากนั้นเปิดสวิตช์ให้หลอดไฟฟ้าสว่าง แล้วอ่านค่าอุณหภูมิของอากาศจากเทอร์มอมิเตอร์ทั้ง 3 อัน ทุก ๆ 30 วินาที เป็นเวลา 5 นาที บันทึกผล

ตอนที่ 2

1. วางเทอร์มอมิเตอร์ทั้ง 2 อัน ไว้ห่างจากหลอดไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน ได้แก่ ด้านข้างของหลอดไฟฟ้าทั้งด้านซ้าย (A) โดยมีระยะห่าง 10 เซนติเมตร และด้านขวา (B) โดยมีระยะห่าง 20 เซนติเมตร ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

2. ป้องกันไม่ให้มีลมผ่านอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม จากนั้นเปิดสวิตช์ให้หลอดไฟฟ้าสว่าง แล้วอ่านค่าอุณหภูมิของอากาศจากเทอร์มอมิเตอร์ทั้ง 2 อัน ทุก ๆ 30 วินาที เป็นเวลา 5 นาที บันทึกผล

เฉลยใบงานที่ 3 การแผ่รังสีความร้อน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

ตาราง อุณหภูมิของอากาศรอบหลอดไฟฟ้าเมื่อเวลาผ่านไป

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	เทอร์มอมิเตอร์ A	เทอร์มอมิเตอร์ B	เทอร์มอมิเตอร์ C
0	27.0	27.0	27.0
30	27.5	27.5	27.5
60	28.0	28.0	28.0
90	28.5	28.5	28.0
120	28.5	29.0	29.0
150	29.0	29.0	31.0
180	29.0	29.0	31.0
210	29.0	29.5	31.5
240	29.5	29.5	32.0
270	29.5	30.0	33.0
300	29.5	30.0	33.0

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากกิจกรรม เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที อุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์แต่ละตำแหน่งเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
   อุณหภูมิไม่เท่ากัน โดยเทอร์มอมิเตอร์ที่อยู่ด้านข้างหลอดไฟฟ้าจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน แต่น้อยกว่าเทอร์มอมิเตอร์ที่อยู่ด้านบนหลอดไฟฟ้า
2. ความร้อนจากหลอดไฟฟ้าถ่ายโอนไปยังเทอร์มอมิเตอร์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
   ความร้อนจากหลอดไฟฟ้าถ่ายโอนไปยังบริเวณด้านข้างหลอดไฟฟ้าไม่แตกต่างกัน เพราะอุณหภูมิด้านข้างหลอดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน แต่ความร้อนที่ถ่ายโอนจากหลอดไฟฟ้าไปด้านบนมีค่ามากกว่าเพราะด้านบนของหลอดไฟฟ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า
3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   ความร้อนสามารถถ่ายโอนจากแหล่งความร้อนได้ทุกทิศทางโดยถ่ายโอนไปด้านข้างแหล่งความร้อนได้ใกล้เคียงกัน แต่ถ่ายโอนไปด้านเหนือแหล่งความร้อนมากกว่า

ตอนที่ 2

ตาราง อุณหภูมิของอากาศรอบหลอดไฟฟ้าเมื่อเวลาผ่านไป

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	เทอร์มอมิเตอร์ A	เทอร์มอมิเตอร์ B
0	28.5	28.5
30	29.0	28.5
60	29.0	28.5
90	29.0	28.5
120	29.0	28.5
150	29.5	28.5
180	29.5	28.5
210	29.5	28.5
240	29.5	28.5
270	30.0	28.5
300	30.0	28.5

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากกิจกรรม เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที อุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ทั้งสองตำแหน่งเท่ากันหรือไม่อย่างไร

   อุณหภูมิไม่เท่ากัน โดยเทอร์มอมิเตอร์ที่อยู่ใกล้หลอดไฟฟ้าจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าเทอร์มอมิเตอร์ที่อยู่ห่างออกไปมากกว่า

2. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

   ความร้อนจะถ่ายโอนได้มากกว่าเมื่ออยู่ใกล้กับแหล่งความร้อนมากกว่า

ใบความรู้ที่ 3 การแผ่รังสีความร้อน

นักเรียนสงสัยหรือไม่ว่าโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้อย่างไรทั้ง ๆ ที่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์เป็นสุญญากาศ ที่เป็นเช่นนั้นเพราะสสารที่มีพลังงานความร้อน เช่น ดวงอาทิตย์ จะสามารถแผ่ความร้อนออกมาในรูปของรังสีอินฟราเรดซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะสามารถเคลื่อนที่ไปได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ดังนั้นถึงแม้ระหว่างดวงอาทิตย์และโลกจะเป็นสุญญากาศ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์สามารถแผ่มายังโลกได้และทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น เรียกการถ่ายโอนความร้อนโดยการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งไม่ต้องอาศัยตัวกลางนี้ว่า **การแผ่รังสีความร้อน (heat radiation)**

นอกจากดวงอาทิตย์แล้ว แหล่งความร้อนต่าง ๆ เช่น กองไฟ ดังภาพที่ 1 ก็แผ่รังสีความร้อนโดยการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ได้ ลูกศรในภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งความร้อนที่แผ่ออกไปโดยรอบ อย่างไรก็ตามการแผ่รังสีความร้อนยังสามารถเกิดในบริเวณที่มีตัวกลางก็ได้ เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์หรือจากกองไฟก็สามารถเคลื่อนที่ผ่านอากาศได้

ภาพที่ 1 การแผ่รังสีความร้อนจากแหล่งความร้อนต่าง ๆ

การถ่ายโอนความร้อนของสสารอาจเกิดได้หลายวิธีพร้อมกัน เช่น การย่างอาหารโดยใช้กองไฟที่กำลังเผาไหม้ ดังภาพที่ 2 ความร้อนจะถ่ายโอนจากกองไฟไปยังอาหารส่วนหนึ่งโดยการพาความร้อน ซึ่งอากาศร้อนจากกองไฟจะเคลื่อนที่พาความร้อนไปยังอาหารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ในขณะเดียวกันความร้อนอีกส่วนหนึ่งถ่ายโอนได้โดยการแผ่รังสีความร้อนจากกองไฟไปยังอาหารโดยตรง

ภาพที่ 2 การย่างอาหารสดด้วยกองไฟ

ใบกิจกรรมที่ 4 สร้างแก้วเก็บความร้อนกัน

จุดประสงค์

ออกแบบและสร้างแก้วเก็บความร้อนโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

1. แก้วพลาสติกหรือแก้วกระดาษ 1 ใบ
2. เทอร์มอมิเตอร์ 1 อัน
3. ขาตั้งพร้อมที่จับ 1 ชุด
4. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
5. น้ำเย็น
6. วัสดุอื่น ๆ ตามที่ออกแบบ เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ แผ่นโฟม ดินน้ำมัน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ร่วมกันระดมความคิดเพื่อประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนในการออกแบบแก้วเก็บความร้อนที่สามารถบรรจุน้ำเย็นปริมาตร 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดหลังจากนำไปไว้กลางแดดเป็นเวลา 15 นาที โดยมวลของแก้วเก็บความร้อนต้องไม่เกิน 150 กรัม
2. วางแผนและสร้างแก้วเก็บความร้อนตามแบบที่ร่างไว้ เมื่อสร้างเสร็จแล้วให้เจาะช่อง 1 ช่อง สำหรับเสียบเทอร์มอมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิภายในแก้ว
3. ทดสอบประสิทธิภาพของแก้วเก็บความร้อนโดยวัดอุณหภูมิภายในแก้ว บันทึกผล จากนั้นนำแก้วเก็บความร้อนที่สร้างขึ้นไปวางไว้กลางแดดเป็นเวลา 15 นาที วัดอุณหภูมิภายในแก้วทุก ๆ 5 นาที บันทึกผล
4. นำแก้วเปรียบเทียบซึ่งเป็นแก้วพลาสติกหรือแก้วกระดาษเปล่าที่บรรจุน้ำไปวางไว้กลางแดดและบันทึกอุณหภูมิเช่นเดียวกับแก้วเก็บความร้อน
5. วิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันหาแนวทางแก้ไขเพื่อปรับปรุงแก้วเก็บความร้อนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน และนำเสนอวิธีการปรับปรุง

เฉลยใบงานที่ 4 สร้างแก้วเก็บความร้อนกัน

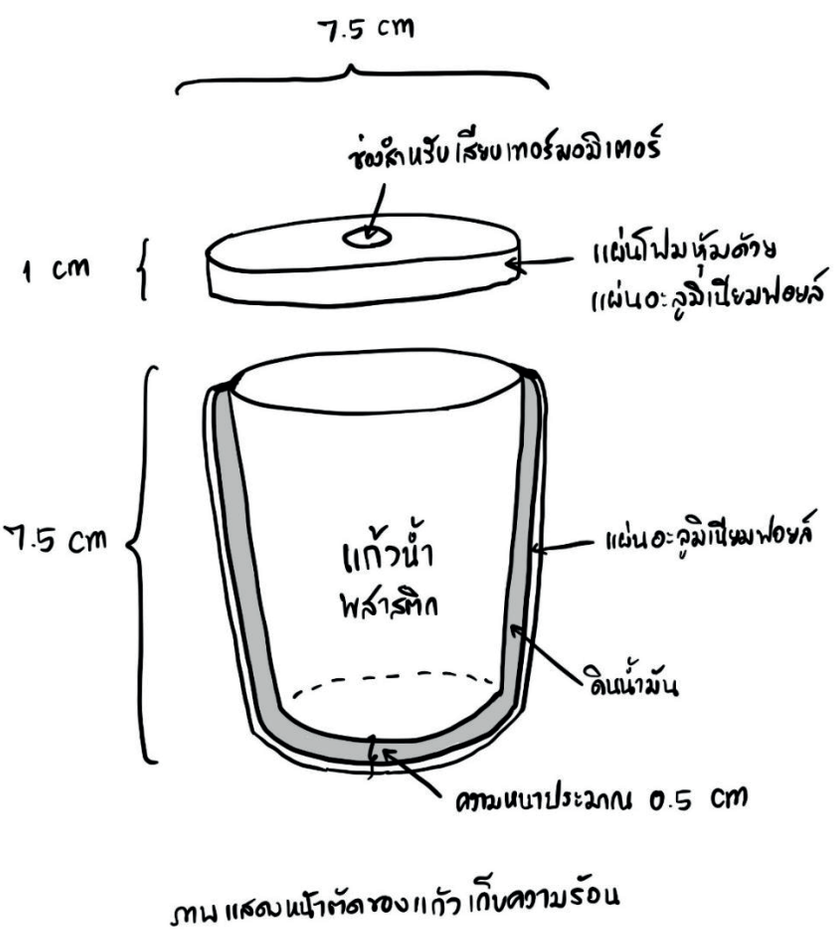
คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ภาพร่างแก้วเก็บความร้อนพร้อมระบุรายละเอียด เช่น ขนาด วัสดุที่ใช้ เหตุผลในการออกแบบ

ตัวอย่างภาพร่างแก้วเก็บความร้อน



ภาพแสดงหน้าตัดของแก้วเก็บความร้อน

เหตุผลในการออกแบบ

บริเวณด้านข้างของแก้วพลาสติกใช้ดินน้ำมันหุ้มเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนจากภายนอก และใช้แผ่นโฟมทำเป็นฝาปิดปากแก้ว จากนั้นหุ้มแก้วทั้งหมดด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์เพื่อช่วยลดการดูดกลืนความร้อนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ผลการทดสอบประสิทธิภาพแก้วเก็บความร้อน

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	แก้วเปรียบเทียบ	แก้วเก็บความร้อนของนักเรียน
0	5.0	5.0
5	8.0	5.5
10	10.5	7.5
15	13.0	9.0

แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพแก้วเก็บความร้อน

นักเรียนอาจมีแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพแก้วเก็บความร้อน โดยการเพิ่มหรือเปลี่ยนวัสดุที่ห่อหุ้มแก้วพลาสติก เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ ดินน้ำมัน แผ่นโฟม กระดาษสีขาว หรือวัสดุอื่น ๆ ตามที่ได้ออกแบบ โดยนักเรียนควรให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อน เช่น การใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนห่อหุ้มแก้วพลาสติกจะช่วยป้องกันความร้อนจากการนำความร้อน การหุ้มแก้วด้วยกระดาษสีขาวที่สะท้อนแสงได้ดีจะช่วยป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ขอบเขตเนื้อหา เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนอาจทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ โดยปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นกับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป มีความสัมพันธ์ดังสมการ $Q = mc\Delta t$ **จุดประสงค์การเรียนรู้** **ด้านความรู้** 1. อธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน **ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 1. การวัด ใช้เทอร์มอมิเตอร์อ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง 2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาเมื่อน้ำมวลเท่ากันได้รับความร้อนต่างกัน และ	**กิจกรรมการเรียนรู้** **ชั่วโมงที่ 1** **ขั้นนำ** 1. นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อน โดยครูอาจยกสถานการณ์รอบตัวมาเป็นตัวอย่าง เช่น การต้มน้ำในหม้อให้ร้อน หรือการนำน้ำไปไว้ในตู้เย็น เพื่ออภิปรายว่าความร้อนถ่ายโอนอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) **ขั้นสอน** 2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายว่า มีปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร นักเรียนสามารถตอบได้หลากหลาย เช่น ปริมาณความร้อน เวลาในการให้ความร้อน ปริมาณของสาร ชนิดของสาร 3. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ โดยการให้ความร้อนแก่น้ำ	**สื่อและแหล่งเรียนรู้** 1. ใบกิจกรรมที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ 2. ใบกิจกรรมที่ 2 มวลกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ 3. ใบงานที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ 4. ใบงานที่ 2 มวลกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ 5. ใบงานที่ 3 การคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร 6. ใบความรู้ที่ 1 ความร้อนจำเพาะของสาร **ภาระงาน/ชิ้นงาน** 5. การเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลาเมื่อน้ำมวลเท่ากันได้รับความร้อนต่างกัน 6. การเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาเมื่อน้ำมวลต่างกันได้รับความร้อนเท่ากัน 7. การศึกษาใบความรู้ที่ 1 ความร้อนจำเพาะของสาร 8. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาเมื่อน้ำมวลต่างกันได้รับความร้อนเท่ากัน 3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป แปลความหมายข้อมูลจากกราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนและมวลของสาร 4. การใช้จำนวน คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารตามความสัมพันธ์ $Q = mc\Delta t$ 5. การลงความเห็นจากข้อมูล บรรยายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารจากผลการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ตามสมการ $Q = mc\Delta t$ **ด้านจิตวิทยาศาสตร์** 1. การใช้วิจารณญาณ รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความร้อนจำเพาะของสาร เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร	ปริมาณเท่ากัน 2 ชุด และใช้เทียนไขเป็นแหล่งความร้อน โดยแต่ละชุดใช้เทียนไขจำนวนต่างกัน วัดอุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนไปเทียบกับเวลา และเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิของน้ำเทียบกับเวลา บันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 1 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม 4. นักเรียนและครูร่วมกันวิเคราะห์กราฟและอภิปรายปริมาณความร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งควรสรุปได้ว่าในเวลาที่เท่ากันน้ำที่ได้รับความร้อนจากเทียนไข 2 เล่ม มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าน้ำที่ได้รับความร้อนจากเทียนไขเล่มเดียว **ขั้นสรุป** 5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะเปลี่ยนอุณหภูมิ โดยเมื่อระยะเวลาในการให้ความร้อนเท่ากัน อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจะขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนที่	**การวัดและประเมินผล** **ด้านความรู้** โดยประเมินจาก 1. การบันทึกข้อมูล การตอบคำถามในใบงาน และการนำเสนอข้อมูล **ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. การใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดและอ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง 2. การเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาเมื่อน้ำมวลเท่ากันได้รับความร้อนต่างกัน และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาเมื่อน้ำมวลต่างกันได้รับความร้อนเท่ากันได้อย่างถูกต้อง 3. การแปลความหมายข้อมูลจากกราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนและมวลของสาร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4** **เรื่อง การเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร**	**เวลา 3 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**
2. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน สังเกตผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณความร้อน มวลของสาร และความร้อนจำเพาะของสาร กับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร **สมรรถนะหลักที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** 1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณความร้อน มวลของสาร และความร้อนจำเพาะของสาร กับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร โดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน	ให้กับน้ำ ยิ่งปริมาณความร้อนมาก น้ำก็จะเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมาก **ชั่วโมงที่ 2** **ขั้นนำ** 1. นักเรียนและครูทบทวนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความร้อนกับอุณหภูมิของน้ำจากกราฟของกิจกรรมก่อนหน้า จากนั้นชวนนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ โดยอาจยกสถานการณ์ตัวอย่าง เช่น นักเรียนคิดว่าการต้มน้ำโดยใส่น้ำน้อย ๆ ในหม้อ กับใส่น้ำมาก ๆ แบบไหนจะร้อนได้เร็วกว่ากัน (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) **ขั้นสอน** 2. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 มวลกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ โดยให้ความร้อนปริมาณเท่ากันแก่น้ำ 2 ชุด ที่มีมวลต่างกัน วัดอุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนไปเทียบกับเวลา และเขียนกราฟระหว่าง	4. การคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารตามความสัมพันธ์ $Q = mc\Delta t$ ได้อย่างถูกต้อง 5. การบรรยายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารโดยใช้ข้อมูลจากผลการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ตามสมการ $Q = mc\Delta t$ **ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความมีวิจารณญาณในการทำงานระหว่างทำกิจกรรม 2. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นต่อหลักฐานระหว่างทำกิจกรรม **ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณความร้อน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	อุณหภูมิของน้ำเทียบกับเวลาบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม 3. นักเรียนและครูร่วมกันวิเคราะห์กราฟและอภิปรายเกี่ยวกับมวลที่มีผลต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งควรสรุปได้ว่าน้ำที่มีปริมาตรมากจะมีมวลมาก และเมื่อได้รับความร้อนเท่ากันในเวลาที่เท่ากัน น้ำที่มีมวลมากกว่าจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นน้อยกว่าน้ำที่มีมวลน้อยกว่า **ขั้นสรุป** 4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจะขึ้นอยู่กับมวลของสสาร คือ เมื่อให้ปริมาณความร้อนแก่น้ำเท่ากัน น้ำที่มีมวลมากกว่า จะเปลี่ยนอุณหภูมิได้น้อยกว่า	มวลของสาร และความร้อนจำเพาะของสาร กับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร โดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	ชั่วโมงที่ 3 **ขั้นนำ** 1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมว่า นอกจากปริมาณความร้อนและมวลของสสารแล้ว ยังมีปัจจัยอะไรอีกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร โดยอาจยกสถานการณ์ตัวอย่าง เช่น ถ้าเราให้ความร้อนแก่ไม้กับโลหะที่มีมวลเท่ากันด้วยปริมาณความร้อนที่เท่ากันในเวลาเท่ากัน วัสดุใดจะร้อนกว่ากัน (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของนักเรียน) **ขั้นสอน** 2. นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความร้อนจำเพาะของสารจากการอ่านใบความรู้ เรื่อง ความร้อนจำเพาะของสาร เพื่อศึกษาความหมายของความร้อนจำเพาะของสารและศึกษาความร้อนจำเพาะของสารต่าง ๆ	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร **เรื่อง การเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร** **เวลา 3 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ขั้นสรุป

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความร้อนจำเพาะของสารซึ่งควรสรุปได้ว่า ความร้อนจำเพาะของสารเป็นปริมาณความร้อนที่ทำให้สาร มวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส โดยสารแต่ละชนิดมีค่าความร้อนจำเพาะแตกต่างกัน ทำให้สารที่มีมวลเท่ากันถึงแม้จะได้รับความร้อนในปริมาณที่เท่ากัน แต่อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปจะไม่เท่ากัน โดยสารที่มีค่าความร้อนจำเพาะน้อย การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะมีค่ามากกว่าสารที่มีค่าความร้อนจำเพาะมาก
4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน มวลของสาร ค่าความร้อนจำเพาะของสาร และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ว่าสามารถเขียนความสัมพันธ์ทั้งหมดในรูปของสมการ $Q = mc\Delta t$ เมื่อ Q คือ ความร้อน m คือ มวลของ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4** **เรื่อง การเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร** **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**เวลา 3 ชั่วโมง** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**
	สาร c คือ ความร้อนจำเพาะของสาร และ Δt คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง 5. นักเรียนฝึกคำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารจากการทำใบงานที่ 3 การคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร 6. สุ่มตัวแทนนักเรียนให้นำเสนอวิธีการคิดและร่วมกันเฉลยคำตอบ	

ใบกิจกรรมที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ

จุดประสงค์

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ

วัสดุและอุปกรณ์

1.	บีกเกอร์ขนาด 100 ml	2 ใบ
2.	ที่กั้นลม	2 ชุด
3.	เทอร์มอมิเตอร์	2 อัน
4.	ขาตั้งพร้อมที่จับ	2 ชุด
5.	แท่งแก้วคน	2 อัน
6.	เทียนไข	3 เล่ม
7.	นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน
8.	น้ำ	

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดอุปกรณ์ 2 ชุด ดังภาพที่ 1 โดยใส่น้ำปริมาตร 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำทั้ง 2 ชุด บันทึกผล
2. ให้ความร้อนแก่บีกเกอร์ในอุปกรณ์ชุดหนึ่งด้วยเทียนไข 1 เล่ม อีกชุดหนึ่งให้ความร้อนด้วยเทียนไข 2 เล่ม ดังภาพที่ 1 โดยระหว่างให้ความร้อนแก่น้ำ ใช้แท่งแก้วคนน้ำให้ทั่วบีกเกอร์ตลอดเวลา วัดอุณหภูมิน้ำทั้ง 2 ชุด ทุก ๆ 30 วินาที โดยใช้เวลาทั้งหมด 3 นาที บันทึกผล

ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

3. นำข้อมูลมาเขียนกราฟโดยให้อุณหภูมิของน้ำเป็นแกนตั้ง เวลาเป็นแกนนอน

เฉลยใบงานที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ

คำชี้แจง

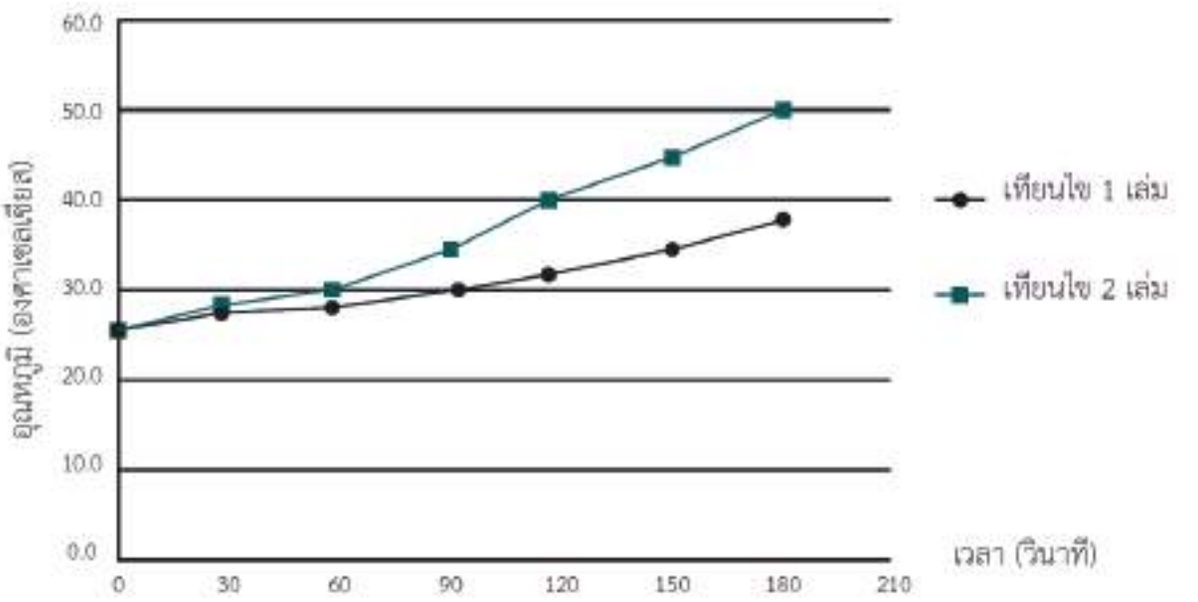
ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต เขียนกราฟ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง แสดงอุณหภูมิของน้ำและเวลาเมื่อน้ำได้รับความร้อนจากเทียนไข

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	
	เทียนไข 1 เล่ม	เทียนไข 2 เล่ม
0	26.5	26.5
30	27.0	27.5
60	28.0	30.0
90	30.0	34.0
120	32.0	39.5
150	35.0	45.0
180	38.0	50.5

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกับเวลา



คำถามท้ายกิจกรรม

1. สำหรับอุปกรณ์ทั้ง 2 ชุด อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อเทียบกับเวลา
   เมื่อเวลาผ่านไปมากขึ้น อุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มมากขึ้น
2. ในเวลาที่เท่ากัน อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ทั้ง 2 ชุด ที่เปลี่ยนไปเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
   อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ทั้งสองที่เปลี่ยนไปแตกต่างกัน โดยน้ำในบีกเกอร์ที่ใช้เทียนไข 2 เล่ม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำในบีกเกอร์ที่ใช้เทียนไข 1 เล่ม เพราะเทียนไข 2 เล่มจะให้ความร้อนมากกว่าเทียนไข 1 เล่ม
3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ โดยน้ำที่ได้รับปริมาณความร้อนมากจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมาก

ใบกิจกรรมที่ 2 มวลกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ

จุดประสงค์

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ

วัสดุและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 250 ml 2 ใบ
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม 2 ชุด
3. เทอร์มอมิเตอร์ 2 อัน
4. ขาตั้งพร้อมที่จับ 2 ชุด
5. แท่งแก้วคน 2 อัน
6. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
7. น้ำ

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดอุปกรณ์ 2 ชุด ชุดหนึ่งใส่น้ำปริมาตร 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ อีกชุดหนึ่งใส่น้ำปริมาตร 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

2. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำทั้ง 2 ชุด บันทึกผล
3. จุดตะเกียงแอลกอฮอล์เพื่อให้ความร้อนแก่น้ำ โดยระหว่างให้ความร้อนแก่น้ำ ใช้แท่งแก้วคนน้ำให้ทั่วบีกเกอร์ตลอดเวลา วัดอุณหภูมิน้ำทั้ง 2 ชุด ทุก ๆ 1 นาที โดยใช้เวลาทั้งหมด 5 นาที บันทึกผล
4. นำข้อมูลมาเขียนกราฟโดยให้อุณหภูมิของน้ำเป็นแกนตั้ง เวลาเป็นแกนนอน

เฉลยใบงานที่ 2 มวลกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ

คำชี้แจง

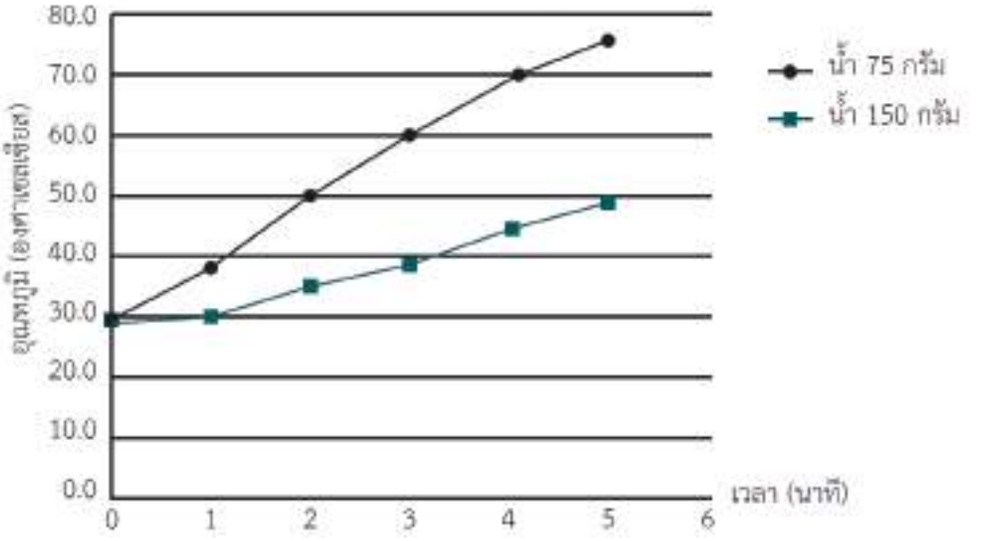
ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง แสดงอุณหภูมิของน้ำและเวลาเมื่อให้ความร้อนแก่น้ำที่มีมวลต่างกัน

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	
	น้ำ 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร (น้ำ 75 กรัม)	น้ำ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร (น้ำ 150 กรัม)
0	28.0	28.0
1	38.0	30.5
2	49.0	34.0
3	59.0	39.0
4	69.5	43.5
5	75.5	48.5

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกับเวลา



คำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำในบีกเกอร์จากอุปกรณ์ทั้ง 2 ชุดมีมวลเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
   น้ำในบีกเกอร์จากอุปกรณ์ทั้ง 2 ชุด มีมวลไม่เท่ากัน โดยน้ำที่มีปริมาตร 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีมวลน้อยกว่าน้ำปริมาตร 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ปริมาณความร้อนที่น้ำในบีกเกอร์ทั้ง 2 ชุด ได้รับในเวลาหนึ่ง ๆ เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
   ในเวลาที่เท่ากัน ปริมาณความร้อนที่น้ำในบีกเกอร์ทั้ง 2 ชุด ได้รับจะเท่ากัน เพราะใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ที่มีลักษณะเหมือนกัน
3. ในเวลาที่เท่ากัน การเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์จากอุปกรณ์ทั้ง 2 ชุด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
   ในเวลาที่เท่ากัน การเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์จากอุปกรณ์ทั้ง 2 ชุด ต่างกัน โดยน้ำที่มีมวลมากกว่า จะเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้อยกว่าน้ำที่มีมวลน้อย
4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   เมื่อน้ำได้รับความร้อน มวลของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ โดยในระยะเวลาที่เท่ากัน น้ำที่มีมวลมากกว่าจะมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าน้ำที่มีมวลน้อย

ใบความรู้ที่ 1 ความร้อนจำเพาะของสาร

เวลาเราเดินเล่นบริเวณชายทะเลหรือริมสระน้ำตอนกลางวันที่แดดร้อนจัด เราจะรู้สึกร้อนจากอากาศโดยรอบ จากหาดทราย หรือจากพื้นดิน แต่เมื่อเราสัมผัสกับน้ำในสระหรือน้ำทะเล เราจะพบว่าน้ำมีอุณหภูมิน้อยกว่า แม้ว่าสสารเหล่านี้จะได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ในปริมาณที่เท่ากัน แต่สสารต่างชนิดกันกลับมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ต่างกัน เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ถ้าเราให้ความร้อนแก่สสารแต่ละชนิดที่มีมวล 1 หน่วยเท่ากัน ให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 หน่วยเท่ากัน จะพบว่าใช้ปริมาณความร้อนที่แตกต่างกัน ปริมาณความร้อนนี้เรียกว่า **ความร้อนจำเพาะของสาร (specific heat)** มีหน่วยเป็น แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส หรือ จูล/กรัม องศาเซลเซียส หรือ จูล/กิโลกรัม เคลวิน ค่าความร้อนจำเพาะเป็นค่าเฉพาะตัวของสาร สารแต่ละชนิดมีค่าความร้อนจำเพาะแตกต่างกันดังตาราง

ตารางที่ 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 เงินมีค่าความร้อนจำเพาะ 0.06 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส หมายความว่าต้องใช้ความร้อน 0.06 แคลอรี ในการทำให้เงินมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส สำหรับน้ำที่มีค่าความร้อนจำเพาะ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส หมายความว่าต้องใช้ความร้อน 1 แคลอรี ในการทำให้น้ำมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะพบว่าน้ำมีค่าความร้อนจำเพาะมากกว่าเงินถึงประมาณ 17 เท่า

การที่ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าสูงจึงเป็นเหตุผลว่าทำไมน้ำทะเลจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าทรายบนชายหาดทั้ง ๆ ที่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เท่ากัน เพราะสารที่มีความร้อนจำเพาะมากกว่าจะเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้น้อยกว่านั่นเอง

อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของสารนอกจากขึ้นกับความร้อนจำเพาะของสารแล้ว ยังขึ้นกับปริมาณความร้อนที่ได้รับและมวลของสารนั้นอีกด้วย สามารถหาปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยสมการ

$$Q = mc\Delta t$$

เมื่อ Q แทน ปริมาณความร้อนที่สสารได้รับหรือสูญเสีย มีหน่วยเป็น แคลอรี (cal)

m แทน มวลของสสาร มีหน่วยเป็น กรัม (g)

c แทน ความร้อนจำเพาะของสาร มีหน่วยเป็น แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส (cal/g °C)

Δt แทน อุณหภูมิของสสารที่เปลี่ยนแปลงไป หรือ อุณหภูมิสูง (t_2) - อุณหภูมิต่ำ (t_1) มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)

ตัวอย่างการคำนวณ

ต้องให้ปริมาณความร้อนแก่น้ำกี่แคลอรี เพื่อทำให้น้ำที่มีมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 20 องศาเซลเซียส เป็น 50 องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด จากสมการ $Q = mc\Delta t$

จะได้ว่า $Q = 100\ g \times 1\ cal/g\ °C \times (50\ °C - 20\ °C)$

$Q = 100\ g \times 1\ cal/g\ °C \times 30\ °C$

$Q = 3{,}000\ cal$

ดังนั้น ต้องให้ความร้อนแก่น้ำปริมาณ 3,000 แคลอรี

เฉลยใบงานที่ 3 การคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและปริมาณที่เกี่ยวข้อง

1. ต้องให้ปริมาณความร้อนแก่น้ำกี่แคลอรี เพื่อทำให้น้ำที่มีมวล 200 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 80 องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

   แนวคิด จากสมการ $Q = mc\Delta t$

   จะได้ว่า $Q = 200\ g \times 1\ cal/g\ ^\circ C \times (80\ ^\circ C - 30\ ^\circ C)$

   $Q = 200\ g \times 1\ cal/g\ ^\circ C \times 50\ ^\circ C$

   $Q = 10{,}000\ cal$

   ดังนั้น ต้องให้ความร้อนแก่น้ำ 10,000 แคลอรี

2. ปริมาณความร้อนที่น้ำมวล 50 กรัม สูญเสียไป เมื่ออุณหภูมิลดลงจาก 100 องศาเซลเซียส เป็น 40 องศาเซลเซียส เป็นเท่าใด (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

   แนวคิด จากสมการ $Q = mc\Delta t$

   จะได้ว่า $Q = 50\ g \times 1\ cal/g\ ^\circ C \times (100\ ^\circ C - 40\ ^\circ C)$

   $Q = 50\ g \times 1\ cal/g\ ^\circ C \times 60\ ^\circ C$

   $Q = 3{,}000\ cal$

   ดังนั้น น้ำสูญเสียความร้อนปริมาณ 3,000 แคลอรี

3. เครื่องทำน้ำอุ่นเครื่องหนึ่งให้ความร้อนทั้งหมด 40,000 แคลอรี เมื่อส่งน้ำมวล 2,000 กรัม อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เข้าไปในเครื่องทำน้ำอุ่น น้ำที่ออกจากเครื่องทำน้ำอุ่นจะมีอุณหภูมิเป็นกี่องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

   แนวคิด จากสมการ $Q = mc\Delta t$

   จะได้ว่า $40{,}000\ cal = 2{,}000\ g \times 1\ cal/g\ ^\circ C \times (t - 20\ ^\circ C)$

   $20\ ^\circ C = t - 20\ ^\circ C$

   $t = 20\ ^\circ C + 20\ ^\circ C$

   $t = 40\ ^\circ C$

   ดังนั้น น้ำที่ออกจากเครื่องทำน้ำอุ่นจะมีอุณหภูมิเป็น 40 องศาเซลเซียส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร**	**เวลา 3 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ขอบเขตเนื้อหา

เมื่อสสารได้รับความร้อน อนุภาคจะเคลื่อนที่เร็วขึ้นและเคลื่อนที่ออกห่างกันมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจะลดลง จนสสารเปลี่ยนสถานะในทางกลับกันเมื่อสสารสูญเสียความร้อน อนุภาคจะเคลื่อนที่ช้าลงและเคลื่อนที่เข้าใกล้กันมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจะเพิ่มขึ้น จนสสารเปลี่ยนสถานะ ขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะ ความร้อนทั้งหมดจะถูกใช้ในการเปลี่ยนสถานะโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยใช้แบบจำลอง
2. วิเคราะห์สถานการณ์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายโดยครูอาจใช้คำถามว่า เวลาทำอาหาร เช่น ต้มน้ำซุปในหม้อเป็นระยะเวลานาน ๆ พบว่าน้ำซุปมีรสชาติเข้มมากขึ้น นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความคิดของตน)
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำไปเรื่อย ๆ น้ำจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ๆ จากนั้นถามต่อว่าอุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มได้ถึงเท่าไร หรือน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 1

ขั้นสอน

3. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร โดยให้ความร้อนแก่น้ำแข็งก้อนเล็ก ๆ เป็นเวลา 30 นาที วัดอุณหภูมิทุก ๆ 1

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร
2. ใบงานที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร
3. ใบงานที่ 2 ความร้อนแฝง
4. ใบงานที่ 3 การคำนวณความร้อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร
5. ใบความรู้ที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร
6. ใบความรู้ที่ 2 ความร้อนแฝง

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การเขียนกราฟจากผลการทำกิจกรรม
2. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม
3. การอ่านใบความรู้เกี่ยวกับความร้อนแฝง
4. การนำเสนอการคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสถานะของสารเนื่องจากความร้อน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การวัด ใช้เทอร์มอมิเตอร์อ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง 2. การลงความเห็นจากข้อมูล อธิบายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสารจากผลการทำกิจกรรมและจากกราฟ 3. การใช้จำนวน คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสารตามความสัมพันธ์ $Q = mL$ 4. การตีความหมายและลงข้อสรุป แปลความหมายข้อมูลและกราฟที่ได้จากกิจกรรมว่าขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะคงที่ **ด้านจิตวิทยาศาสตร์** 1. การใช้วิจารณญาณ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความร้อนแฝง เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร	นาที สังเกตสถานะแล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลา บันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 1 พร้อมทั้งตอบคำถามท้ายกิจกรรม 4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า เมื่อน้ำแข็งที่ได้รับความร้อนน้ำแข็งจะหลอมเหลว โดยเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ในขณะที่หลอมเหลว อุณหภูมิจะคงที่ เมื่อน้ำได้รับความร้อนต่อไป อุณหภูมิจะสูงขึ้นจนถึงค่าหนึ่ง น้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำซึ่งมีสถานะเป็นแก๊ส โดยอุณหภูมิมีค่าคงที่เช่นกัน ข้อสังเกตขณะที่เกิดการเปลี่ยนสถานะ น้ำสามารถมีสองสถานะในเวลาเดียวกันได้ เช่น ขณะที่น้ำแข็งหลอมเหลวกลายเป็นน้ำ จะมีทั้งน้ำแข็งและน้ำปนกันอยู่ โดยปริมาณน้ำแข็งจะลดลง ส่วนปริมาณน้ำจะเพิ่มขึ้น และขณะที่น้ำ	**การวัดและประเมินผล** **ด้านความรู้** โดยประเมินจาก 1. การบันทึกข้อมูล การตอบคำถามในใบงาน และการนำเสนอข้อมูล **ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. การใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดและอ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง 2. การอธิบายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสารโดยใช้ข้อมูลจากผลการทำกิจกรรมและจากกราฟ 3. การคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสารตามความสัมพันธ์ $Q = mL$ ได้อย่างถูกต้อง 4. การแปลความหมายข้อมูลและกราฟที่ได้จากกิจกรรมว่าขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะคงที่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร**	**เวลา 3 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

2. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน สังเกตผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการอธิบายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร **สมรรถนะหลักที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** 1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อธิบายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร โดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน	ระเหยกลายเป็นไอน้ำ ปริมาณน้ำจะลดลง ส่วนปริมาณไอน้ำจะเพิ่มขึ้น 5. นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร **ขั้นสรุป** 6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารเพื่อให้ได้ข้อสรุป ดังนี้ - สสารที่ได้รับหรือสูญเสียความร้อน จนอุณหภูมิของสารเปลี่ยนแปลงไปถึงจุดหลอมเหลวหรือจุดเดือดของสารนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ - ขณะที่เกิดการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิของสารจะไม่เปลี่ยนแปลง **ชั่วโมงที่ 2-3** **ขั้นนำ** 1. นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิว่าขึ้นอยู่	**ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความมีวิจารณญาณในการทำงานระหว่างทำกิจกรรม 2. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นต่อหลักฐานระหว่างทำกิจกรรม **ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร โดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	กับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ซึ่งความร้อนจำเพาะเป็นค่าเฉพาะตัวของสาร จากนั้นครูเชื่อมโยงโดยใช้คำถามว่าความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะจะเหมือนหรือแตกต่างกับความร้อนจำเพาะอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของนักเรียน) **ขั้นสอน** 2. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความร้อนแฝงจากการอ่านใบความรู้ที่ 2 ความร้อนแฝง แล้วตอบคำถามในใบงานที่ 2 **ขั้นสรุป** 3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อสารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง โดยความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะจะขึ้นอยู่กับมวลและค่าความร้อนแฝงของสาร ตามความสัมพันธ์ $Q = mL$	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5** **เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร** **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**เวลา 3 ชั่วโมง** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**
	4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปโดยเชื่อมโยงกับเรื่องความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิว่า - เมื่อสารได้รับความร้อนอุณหภูมิของสารจะเพิ่มขึ้น จนเมื่ออุณหภูมิเพิ่มถึงจุดหลอมเหลวหรือจุดเดือด ก็จะเกิดการเปลี่ยนสถานะ - ขณะที่เกิดการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิของสารจะมีค่าคงตัว - ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นไปตามความสัมพันธ์ดังสมการ $Q = mc\Delta t$ และความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะเป็นไปตามความสัมพันธ์ดังสมการ $Q = mL$ 6. นักเรียนฝึกคำนวนเกี่ยวกับความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสารจากการทำใบงานที่ 3 7. สุ่มตัวแทนนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการคิดและร่วมกันเฉลยคำตอบ	

ใบกิจกรรมที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

จุดประสงค์

อธิบายการเปลี่ยนสถานะของน้ำเนื่องจากความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 250 ml 1 อัน
2. ที่กั้นลม 1 ชุด
3. เทอร์มอมิเตอร์ 1 อัน
4. ขาตั้งพร้อมที่จับ 1 ชุด
5. แท่งแก้วคน 1 อัน
6. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
7. น้ำแข็ง

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. จัดอุปกรณ์ดังภาพ โดยใส่น้ำแข็งก้อนเล็ก ๆ ลงในบีกเกอร์ประมาณ 2 ใน 3 ของบีกเกอร์ บันทึกค่าอุณหภูมิของน้ำแข็ง

ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

2. ให้ความร้อนแก่น้ำแข็งโดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ เริ่มจับเวลาและบันทึกค่าอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 30 นาที และสังเกตสถานะของสารในบีกเกอร์ บันทึกผล โดยระหว่างนั้นให้คนสารอย่างสม่ำเสมอ
3. เขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิของน้ำและเวลา โดยแกนตั้งเป็นอุณหภูมิและแกนนอนเป็นเวลา

เฉลยใบงานที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต เขียนกราฟ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

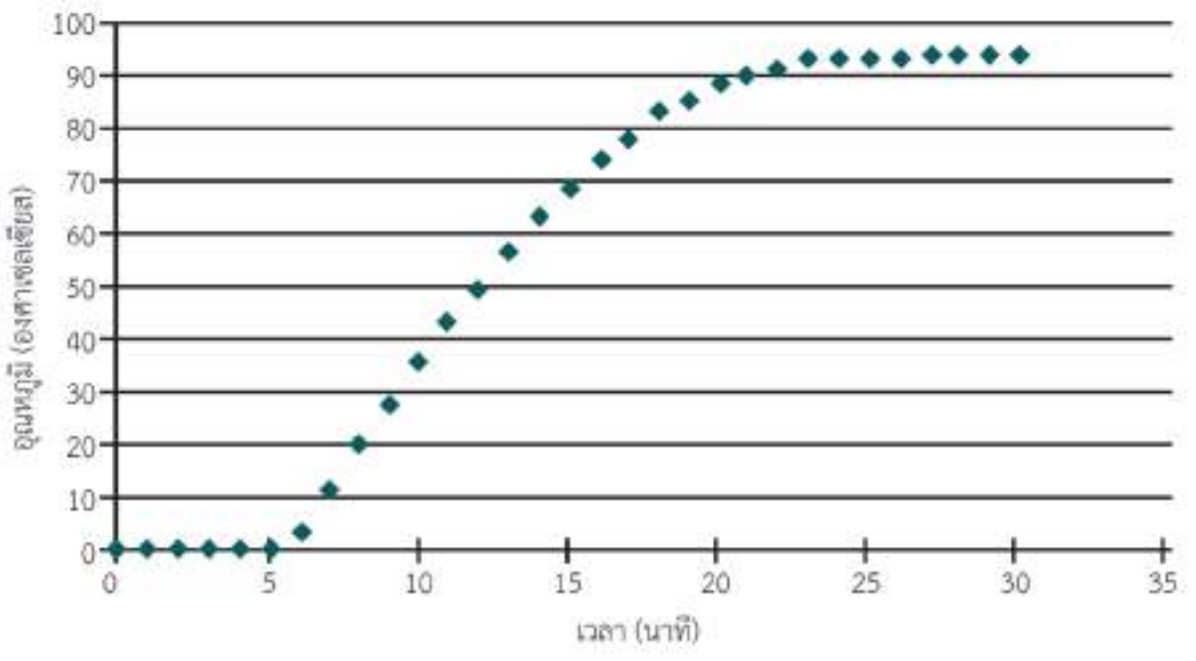
บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง อุณหภูมิและสถานะของสารที่ได้รับความร้อนเมื่อเวลาผ่านไป

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	สถานะของสาร
0	0.0	น้ำแข็ง
1	0.0	น้ำแข็ง น้ำ
2	0.0	น้ำแข็ง น้ำ
3	0.5	น้ำแข็ง น้ำ
4	0.5	น้ำแข็ง น้ำ
5	1.0	น้ำแข็ง น้ำ
6	4.0	น้ำแข็ง น้ำ
7	11.5	น้ำ
8	20.0	น้ำ
9	28.0	น้ำ
10	36.0	น้ำ
11	43.0	น้ำ
12	50.0	น้ำ
13	56.5	น้ำ
14	62.5	น้ำ
15	68.5	น้ำ
16	74.0	น้ำ
17	78.0	น้ำ
18	83.5	น้ำ
19	85.5	น้ำ
20	88.0	น้ำ
21	90.0	น้ำ ฟองแก๊ส
22	91.5	น้ำ ฟองแก๊ส
23	92.5	น้ำ ฟองแก๊ส
24	93.0	น้ำ ฟองแก๊ส

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	สถานะของสาร
25	93.0	น้ำ ฟองแก๊ส
26	93.5	น้ำ ฟองแก๊ส
27	93.7	น้ำ ฟองแก๊ส
28	94.0	น้ำ ฟองแก๊ส
29	94.0	น้ำ ฟองแก๊ส
30	94.0	น้ำ ฟองแก๊ส

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา

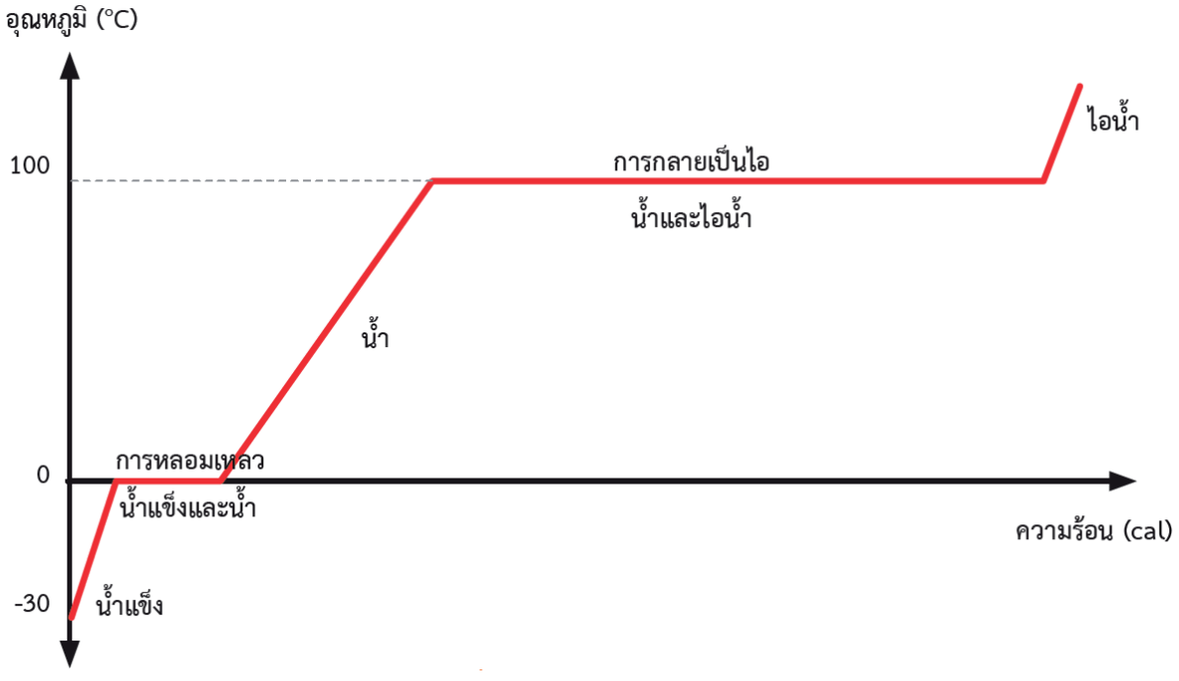


คำถามท้ายกิจกรรม

1. ขณะที่เกิดการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
   ขณะที่มีการเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งเป็นน้ำ และจากน้ำเป็นไอน้ำ อุณหภูมิของน้ำไม่เปลี่ยนแปลง โดยอุณหภูมิจะคงที่จนน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะหมด
2. ขณะที่เกิดการเปลี่ยนสถานะ น้ำได้รับความร้อนหรือไม่ อย่างไร
   ขณะที่เกิดการเปลี่ยนสถานะ น้ำได้รับความร้อนด้วย เพราะได้ให้ความร้อนแก่น้ำตลอดเวลา
3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   เมื่อน้ำได้รับความร้อนอาจมีการเปลี่ยนอุณหภูมิหรือเปลี่ยนสถานะ โดยขณะที่เปลี่ยนสถานะอุณหภูมิของน้ำจะไม่เปลี่ยนแปลง

ใบความรู้ที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร

เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำแข็งซึ่งมีสถานะเป็นของแข็ง ถ้าน้ำแข็งเย็นจัดมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำแข็งจะเพิ่มขึ้น จนกระทั่งน้ำแข็งมีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่**จุดหลอมเหลว**ของน้ำแข็ง ณ อุณหภูมินี้น้ำแข็งจะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว โดยอุณหภูมิขณะที่น้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำจะคงที่ เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำจนหมดแล้วยังได้รับความร้อนต่อไป อุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มขึ้นจนถึง 100 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่**จุดเดือด**ของน้ำ ณ อุณหภูมินี้น้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำซึ่งมีสถานะเป็นแก๊ส โดยอุณหภูมิขณะที่น้ำเดือดเป็นไอน้ำจะคงที่ เมื่อน้ำเดือดเป็นไอน้ำจนหมดแล้วยังได้รับความร้อนต่อไป อุณหภูมิของไอน้ำก็จะเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเมื่อได้รับความร้อนแสดงได้ดังกราฟในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ให้กับน้ำ

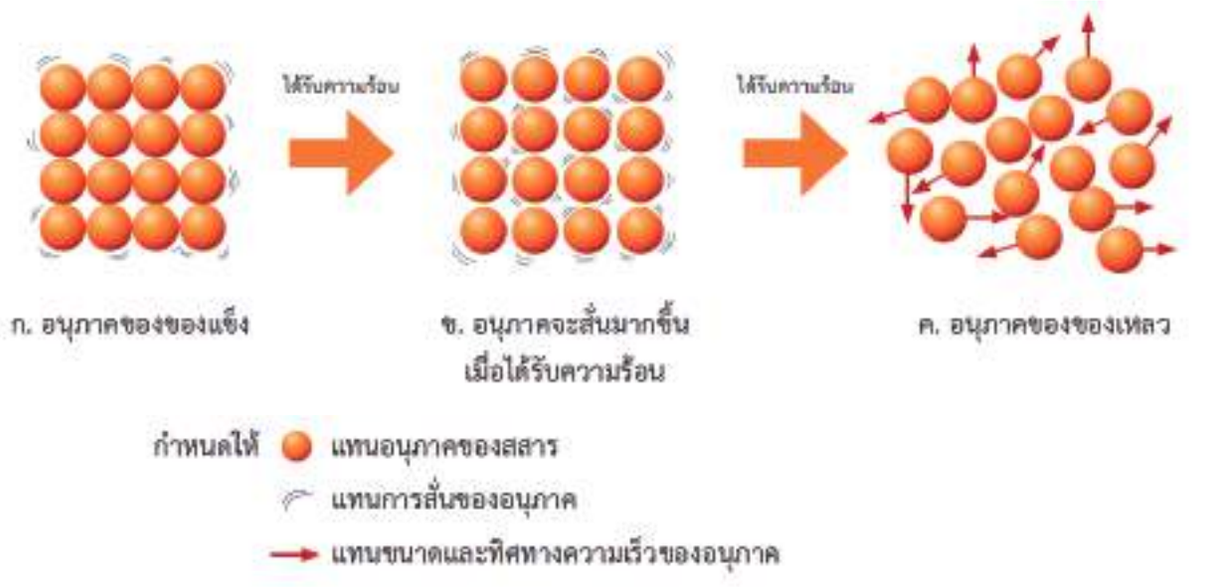
สสารโดยทั่วไปเมื่อได้รับความร้อน นอกจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นแล้ว สสารยังมีการเปลี่ยนสถานะได้ โดยจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสสารต่างชนิดกันจะมีค่าแตกต่างกัน ในทางกลับกัน เมื่อสสารสูญเสียความร้อนนอกจากอุณหภูมิที่ลดลงแล้ว สสารยังมีการเปลี่ยนสถานะ โดยเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ ณ **จุดควบแน่น** และเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ ณ **จุดเยือกแข็ง** จุดเยือกแข็งและจุดควบแน่นของสสารต่างชนิดกันจะมีค่าแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1 โดยอุณหภูมิของจุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งจะมีค่าเท่ากัน และอุณหภูมิของจุดเดือดและจุดควบแน่นจะมีค่าเท่ากัน ในขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะคงที่

ตารางที่ 1 จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็ง และจุดเดือดหรือจุดควบแน่นของสารที่ความดัน 1 บรรยากาศ

สาร	จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็ง (°C)	จุดเดือดหรือจุดควบแน่น (°C)
มีเทน (CH_4)	-182.4	-161.5
ไดเอทิลอีเทอร์ ($C_2H_5OC_2H_5$)	-116.3	34.6
เอทานอล (C_2H_5OH)	-114.1	78.3
เบนซีน (C_6H_6)	5.5	80.1
น้ำ (H_2O)	0	100
ปรอท (Hg)	-38.9	356.7
โบรมีน (Br_2)	-7.2	58.8
โซเดียม (Na)	97.8	883.1

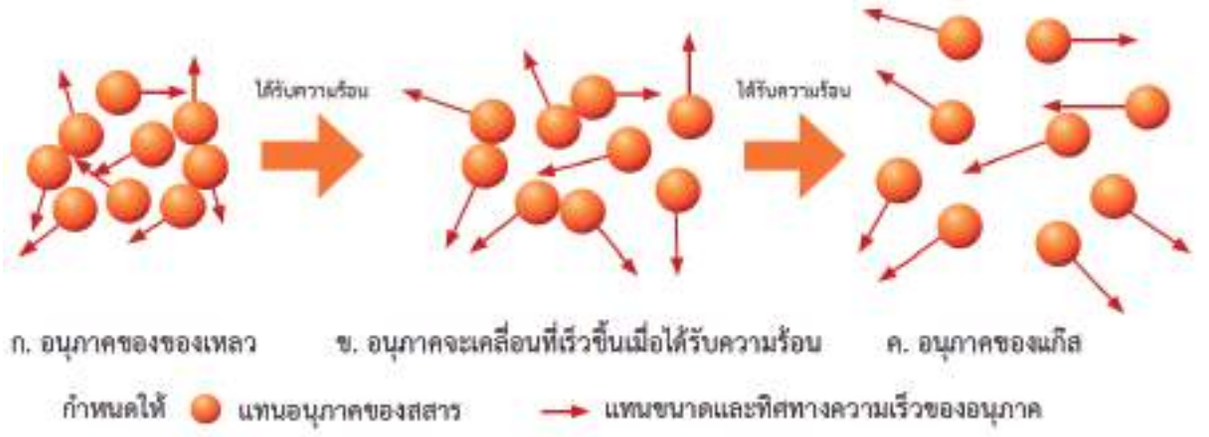
ใบความรู้ที่ 2 ความร้อนแฝง

นักเรียนอาจสงสัยว่าทำไมสสารที่ได้รับความร้อนขณะเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิของสสารจึงคงที่ ที่เป็นเช่นนั้นเพราะเมื่อของแข็งได้รับความร้อน ความร้อนจะทำให้อนุภาคของของแข็งมีพลังงานเพิ่มขึ้นและสั่นมากขึ้นจนเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิม ทำให้อนุภาคอยู่ห่างกันมากขึ้น ดังภาพที่ 1 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลงของแข็งจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว โดยช่วงนี้อุณหภูมิของสสารจะคงที่ ความร้อนที่สสารมวล 1 หน่วยใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว เรียกว่า **ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว (latent heat of fusion)** มีหน่วยเป็นแคลอรี่ต่อกรัมหรือจูลต่อกิโลกรัม โดยปริมาณความร้อนที่สสารรับเข้าไปเพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่สสารสูญเสียเมื่อสสารมีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง



ภาพที่ 1 แบบจำลองอนุภาคแสดงการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว

เมื่อของเหลวได้รับความร้อน ความร้อนจะทำให้อนุภาคของของเหลวมีพลังงานเพิ่มขึ้นและเคลื่อนที่เร็วขึ้นทำให้อนุภาคอยู่ห่างกันมากขึ้น ดังภาพที่ 2 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง ของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สโดยช่วงนี้อุณหภูมิของสสารจะคงที่ ความร้อนที่สสารมวล 1 หน่วย ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สเรียกว่า **ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (latent heat of vaporization)** มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัมหรือจูลต่อกิโลกรัม โดยปริมาณความร้อนที่สสารรับเข้าไปเพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่สสารสูญเสียเมื่อสสารมีการเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลว



ภาพที่ 2 แบบจำลองอนุภาคแสดงการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส

ความร้อนแฝงเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร สารต่างชนิดกันจะมีค่าความร้อนแฝงต่างกัน ดังตารางที่ 2 เช่น ทองแดงมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส มีค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวเท่ากับ 32 แคลอรีต่อกรัม หมายความว่าทองแดงมวล 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส ต้องการปริมาณความร้อน 32 แคลอรี ในการเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวมวล 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 1,083 องศาเซลเซียส

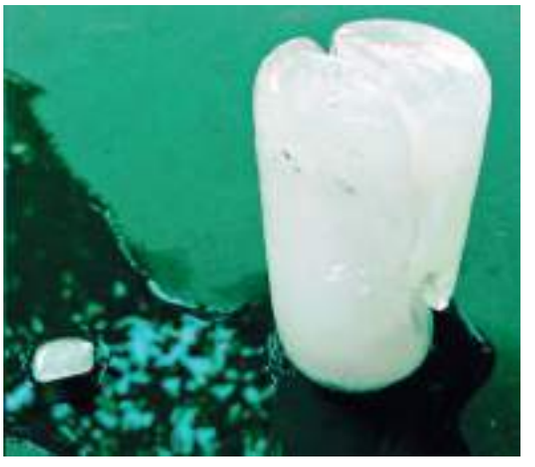
ตารางที่ 2 ความร้อนแฝงของสารต่าง ๆ

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

ปริมาณความร้อนที่สสารใช้ในการเปลี่ยนสถานะนอกจากจะขึ้นอยู่กับความร้อนแฝงซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารแล้ว ยังขึ้นอยู่กับมวลอีกด้วย เช่น ถ้าวางน้ำแข็ง 2 ก้อนไว้บริเวณเดียวกัน ดังภาพที่ 3 จะ

พบว่าน้ำแข็งก้อนเล็กหลอมเหลวเป็นน้ำเร็วกว่าน้ำแข็งก้อนใหญ่ เพราะน้ำแข็งก้อนเล็กมีมวลน้อยกว่าน้ำแข็งก้อนใหญ่จึงใช้ปริมาณความร้อนน้อยกว่าในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว

ก. เวลาเริ่มต้น



ข. เวลาผ่านไป 15 นาที

ภาพที่ 3 วางน้ำแข็งมวลต่างกันไว้กลางแดด

ดังนั้น ปริมาณความร้อนที่สสารได้รับหรือสูญเสียขณะเปลี่ยนสถานะขึ้นอยู่กับมวลและความร้อนแฝงของสารแต่ละชนิดตามความสัมพันธ์ดังสมการ

$$Q = mL$$

เมื่อ Q แทนปริมาณความร้อนที่สสารได้รับหรือสูญเสีย มีหน่วยเป็น แคลอรี (cal)

m แทนมวลของสสาร มีหน่วยเป็น กรัม (g)

L แทนความร้อนแฝงของการเปลี่ยนสถานะของสาร มีหน่วยเป็น แคลอรี/กรัม (cal/g)

ตัวอย่างการคำนวณ

ความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หลอมเหลวเป็นน้ำจนหมดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีค่าเป็นเท่าใด (ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 แคลอรี/กรัม)

แนวคิด จากสมการ $Q = mL$

$Q = 5\ \text{g} \times 80\ \text{cal/g}$

$Q = 400\ \text{cal}$

ดังนั้น ต้องใช้ปริมาณความร้อน 400 แคลอรี

เฉลยใบงานที่ 2 ความร้อนแฝง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมื่ออนุภาคของของเหลวและอนุภาคของแก๊สสูญเสียความร้อน การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาค จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร อธิบายโดยการวาดภาพหรือบรรยายด้วยแบบจำลอง

เมื่ออนุภาคของของเหลวและแก๊สสูญเสียความร้อน การจัดเรียงอนุภาคจะอยู่ชิดกันมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้น อนุภาคจะเคลื่อนที่ช้าลง

อนุภาคของของเหลวสูญเสียความร้อนจนเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง

อนุภาคของแก๊สสูญเสียความร้อนจนเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

2. จากข้อมูลในตาราง สารแต่ละชนิดเมื่อมีมวลเท่ากัน สารใดใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวน้อยที่สุดและมากที่สุด ตามลำดับ

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 เมื่อสสารมวลเท่ากัน ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวจะพิจารณาจากค่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลว

- สารที่ใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวน้อยที่สุด คือ ออกซิเจน
- สารที่ใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวมากที่สุด คือ แอมโมเนีย

เฉลยใบงานที่ 3 การคำนวณความร้อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะและปริมาณที่เกี่ยวข้อง

1. ต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าใดในการทำให้แท่งเหล็กมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 1,538 องศาเซลเซียส หลอมเหลวทั้งหมดพอดี (กำหนดให้ ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของเหล็กเท่ากับ 70 แคลอรี/กรัม)

   แนวคิด จากสมการ $Q = mL$

   $Q = 50\ g \times 70\ cal/g$

   $Q = 3,500\ cal$

   แท่งเหล็กต้อง**ได้รับ**ปริมาณความร้อน 3,500 แคลอรี เพื่อทำให้เหล็กหลอมเหลวทั้งหมดพอดี

2. ถ้าต้องการให้เหล็กมวล 50 กรัม ที่อยู่ในสถานะของเหลวที่อุณหภูมิ 1,538 องศาเซลเซียส แข็งตัวเป็นแท่งเหล็กทั้งหมดพอดีที่อุณหภูมิ 1,538 องศาเซลเซียส จะต้องมีการสูญเสียความร้อนปริมาณเท่าใด (กำหนดให้ ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของเหล็กเท่ากับ 70 แคลอรี/กรัม)

   แนวคิด จากสมการ $Q = mL$

   $Q = 50\ g \times 70\ cal/g$

   $Q = 3,500\ cal$

   เหล็กต้อง**สูญเสีย**ความร้อนปริมาณ 3,500 แคลอรี เพื่อทำให้เหล็กแข็งตัวทั้งหมดพอดี

3. ให้ความร้อนปริมาณ 30,000 แคลอรี แก่ของแข็ง A มวล 600 กรัม ปรากฏว่าของแข็ง A มีอุณหภูมิคงที่แต่เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวทั้งหมด ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของสาร A มีค่าเท่าใด

   แนวคิด จากสมการ $Q = mL$

   $30,000\ cal = 600\ g \times L$

   $L = \frac{30,000\ cal}{600\ g}$

   $L = 50\ cal/g$

   ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของสาร A มีค่าเท่ากับ 50 แคลอรี/กรัม

4. นำน้ำมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ไปวางไว้ในช่องแช่แข็ง เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง น้ำกลายเป็นน้ำแข็งทั้งหมดพอดี น้ำสูญเสียความร้อนทั้งหมดกี่แคลอรี (ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส และความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 แคลอรี/กรัม)

แนวคิด การที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็งจนหมดได้ น้ำจะสูญเสียความร้อน 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 น้ำมีอุณหภูมิลดลงจาก 20 องศาเซลเซียส เหลือ 0 องศาเซลเซียส จากนั้นจะสูญเสียความร้อนต่อไปอีกในช่วงที่ 2 คือ น้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งจนหมดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

- **ช่วงที่ 1** หาความร้อนที่น้ำสูญเสียและทำให้น้ำมีอุณหภูมิลดลงจาก 20 องศาเซลเซียส เหลือ 0 องศาเซลเซียส

  จากสมการ $Q = mc\Delta t$

  $Q = 100\ g \times 1\ cal/g\ ^\circ C \times (20\ ^\circ C - 0\ ^\circ C)$

  $Q = 100\ g \times 1\ cal/g\ ^\circ C \times 20\ ^\circ C$

  $Q = 2{,}000\ cal$

- **ช่วงที่ 2** หาความร้อนที่น้ำสูญเสียและทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งทั้งหมด

  จากสมการ $Q = mL$

  $Q = 100\ g \times 80\ cal/g$

  $Q = 8{,}000\ cal$

ปริมาณความร้อนที่สูญเสียทั้งหมด = ปริมาณความร้อนช่วงที่ 1 + ปริมาณความร้อนช่วงที่ 2

ปริมาณความร้อนที่สูญเสียทั้งหมด = 2,000 แคลอรี + 8,000 แคลอรี = 10,000 แคลอรี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน**	**เวลา 4 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ขอบเขตเนื้อหา

เมื่อสสารได้รับความร้อน สสารจะขยายตัว เนื่องจากความร้อนทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้นและระยะห่างระหว่างอนุภาคมากขึ้น ในทางกลับกัน เมื่อสสารสูญเสียความร้อน สสารจะหดตัว เนื่องจากความร้อนทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลงและระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน โดยใช้แบบจำลอง

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การวัด ใช้เทอร์มอมิเตอร์อ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง
2. การลงความเห็นจากข้อมูล อธิบายการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อนจากผลการทำกิจกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-3

ขั้นนำ

1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายภาพของรอยต่อสะพาน รอยต่อของรางรถไฟในบัตรภาพ โดยอาจใช้คำถามว่า เพราะเหตุใดรางรถไฟและพื้นถนนจึงต้องทำให้มีรอยต่อ (นักเรียนตอบตามความคิดของตัวเอง)
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทำงานของเทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้วและการลอยได้ของบอลลูนในบัตรภาพว่ามีหลักการทำงานอย่างไร เกี่ยวข้องกับความร้อนหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความคิดของตัวเอง)

ขั้นสอน

3. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ความร้อนกับการขยายตัวของสสารในสถานะของแข็ง โดยนำไฟลนและหยดน้ำเย็นลงบนไม้บรรทัดอะลูมิเนียม สังเกต

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. บัตรภาพการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน
2. ใบกิจกรรมที่ 1 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของแข็ง
3. ใบกิจกรรมที่ 2 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของเหลว
4. ใบกิจกรรมที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะแก๊ส
5. ใบกิจกรรมที่ 4 แบบจำลองอนุภาคกับการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน
6. ใบงานที่ 1 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของแข็ง
7. ใบงานที่ 2 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของเหลว
8. ใบงานที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน**	**เวลา 4 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

3. การสร้างแบบจำลอง วาดภาพแสดงแบบจำลองอนุภาคที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. การใช้วิจารณญาณ สืบค้น รวบรวมแนวคิด หรือข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลองอนุภาคที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน
2. ความมุ่งมั่นอดทน ตั้งใจและรับผิดชอบในการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้หลักฐาน นำไปสู่การอธิบายหรือลงข้อสรุป
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน สังเกตผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการอธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

การเปลี่ยนแปลงของหลอดดูดที่สัมผัสกับไม้บรรทัดอะลูมิเนียม บันทึกผลลงใบงานที่ 1 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

4. ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม ซึ่งควรได้ผลว่า เมื่อให้ความร้อนแก่ไม้บรรทัดอะลูมิเนียม ไม้บรรทัดอะลูมิเนียมจะยาวขึ้นและดันให้หลอดดูดเลื่อนออกไปโดยหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และเมื่อหยดน้ำเย็น ไม้บรรทัดอะลูมิเนียมจะสั้นลง ทำให้หลอดดูดเลื่อนกลับโดยหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารที่มีสถานะของแข็งเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า เมื่อของแข็งได้รับความร้อนจะขยายตัว และเมื่อของแข็งสูญเสียความร้อนจะหดตัว จากนั้นเชื่อมโยงไปยังบัตรภาพช่องว่างของรางรถไฟและช่องว่างของถนนว่า ช่องว่างนี้มีเพื่อป้องกันความ

9. ใบงานที่ 4 แบบจำลองอนุภาคกับการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน
10. ใบความรู้ที่ 1 การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม
2. การอ่านใบความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน
3. การสร้างและนำเสนอแบบจำลองอนุภาคการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. การบันทึกข้อมูล การตอบคำถามในใบงาน และการนำเสนอข้อมูล

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน**	**เวลา 4 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

สมรรถนะหลักที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1. การสื่อสาร นำเสนอผลการทำกิจกรรม และแบบจำลองอนุภาคที่อธิบายการขยายหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อนในรูปแบบที่น่าสนใจและเข้าใจง่าย
2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อธิบายการขยายหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน โดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน

เสียหายที่จะเกิดขึ้นจากการขยายตัวของโครงสร้างเมื่อได้รับความร้อน เพราะถ้าไม่มีช่องว่าง เมื่อโครงสร้างเหล่านี้ขยายตัวจะดันกันทำให้โครงสร้างเกิดความเสียหายได้

6. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวของสสารในสถานะของเหลว โดยนำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุน้ำสีและปิดขวดด้วยจุกยางที่ต่อกับหลอดแก้วไปให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์และจุ่มในน้ำเย็นเพื่อให้สูญเสียความร้อน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำสีในหลอดแก้ว บันทึกผลลงใบงานที่ 2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม
7. ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรมซึ่งควรได้ว่า เมื่อน้ำในขวดรูปชมพู่ได้รับความร้อน ระดับน้ำสีในหลอดนำแก๊สจะเพิ่มสูงขึ้น ส่วนระดับน้ำสีในหลอดนำแก๊สจะลดลงเมื่อน้ำในขวดรูปชมพู่สูญเสียความร้อน

1. การใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดและอ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง
2. การอธิบายการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อนโดยใช้ข้อมูลจากผลการทำกิจกรรม
3. การวาดภาพแสดงแบบจำลองอนุภาคที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจาก

1. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความมีวิจารณญาณในการทำงานระหว่างทำกิจกรรม
2. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความมุ่งมั่นอดทนในการทำงานระหว่างทำกิจกรรม
3. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นต่อหลักฐานระหว่างทำกิจกรรม

ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน โดยประเมิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน**	**เวลา 4 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**
	8. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารที่มีสถานะของเหลวเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า เมื่อของเหลวได้รับความร้อนจะขยายตัว และเมื่อของเหลวสูญเสียความร้อนจะหดตัว จากนั้นเชื่อมโยงไปยังบัตรภาพเทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้วว่า เมื่อนำเทอร์มอมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิของสาร ถ้าเทอร์มอมิเตอร์ได้รับความร้อนจากสาร จะทำให้ของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ขยายตัว ระดับของเหลวจะสูงขึ้นจนอ่านค่าอุณหภูมิได้ และในทางกลับกัน ถ้าเทอร์มอมิเตอร์สูญเสียความร้อน ของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์จะหดตัว ระดับของเหลวจะลดลง 9. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวของสสารในสถานะแก๊ส โดยนำขวดรูปชมพู่เปล่า ๆ ปิดขวดด้วยจุกยางที่ต่อกับหลอดแก้วและสายยางที่มีน้ำสีปริมาณเล็กน้อยบรรจุอยู่ ไป	1. การสื่อสาร จากการสังเกตการนำเสนอผลการทำกิจกรรม และแบบจำลองอนุภาคที่อธิบายการขยายหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน โดยใช้การสื่อสารที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายการขยายหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน โดยใช้ผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**เรื่อง การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน** **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**เวลา 4 ชั่วโมง** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**
	ให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์และจุ่มในน้ำผสมน้ำแข็งเพื่อให้สูญเสียความร้อน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำสีในสายยาง บันทึกผลลงใบงานที่ 3 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม 10. ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรมซึ่งควรได้ผลว่า เมื่อให้ความร้อนแก่ขวดรูปชมพู่เปล่า น้ำสีในสายยางจะเลื่อนออกจากขวดรูปชมพู่ แต่น้ำสีในสายยางจะเลื่อนเข้าหาขวดรูปชมพู่เมื่อน้ำขวดรูปชมพู่ไปแช่ในน้ำผสมน้ำแข็ง 11. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารที่มีสถานะแก๊สเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า เมื่อแก๊สได้รับความร้อนจะขยายตัว และเมื่อแก๊สสูญเสียความร้อนจะหดตัว จากนั้นเชื่อมโยงไปยังบัตรภาพบอลลูนว่า เมื่อแก๊สในบอลลูนได้รับความร้อนจะขยายตัว และลอยตัวสูงขึ้น ทำให้บอลลูนลอยขึ้นไปได้	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6** **เรื่อง การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน** **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**เวลา 4 ชั่วโมง** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**
	ขั้นสรุป 12. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการขยายตัวเชิงความร้อนของสสารทั้งสามสถานะว่า เมื่อสสารได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว และเมื่อสสารสูญเสียความร้อนจะเกิดการหดตัว **ชั่วโมงที่ 4** **ขั้นนำ** 1. นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน โดยครูอาจยกตัวอย่างผลการทำกิจกรรมในชั่วโมงก่อนหน้า แล้วเปรียบเทียบว่าสสารแต่ละสถานะมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน 2. นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	ขั้นสอน 3. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 4 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคกับการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน โดยให้ร่วมกันอภิปรายแล้วสร้างแบบจำลองอนุภาคเพื่ออธิบายการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน จากนั้นอ่านใบความรู้ที่ 1 การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน แล้วนำมาปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง บันทึกผลลงใบงานที่ 4 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม **ขั้นสรุป** 4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของการขยายตัวเชิงความร้อนของสสารทั้งสามสถานะ ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า - เมื่อสสารในสถานะของแข็งได้รับความร้อน อนุภาคจะสั่นเร็วขึ้น มีระยะห่างระหว่างอนุภาคมากขึ้น ของแข็งจึงขยายตัว และเมื่อ	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	ของแข็งสูญเสียความร้อน อนุภาคจะสั่นช้าลง ระยะห่างระหว่างอนุภาคน้อยลง ของแข็งจึงหดตัว - เมื่อสสารในสถานะของเหลวและแก๊สได้รับความร้อน อนุภาคจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น ระยะห่างระหว่างอนุภาคมากขึ้น ของเหลวและแก๊สจึงขยายตัว และเมื่อของเหลวและแก๊สสูญเสียความร้อน อนุภาคจะเคลื่อนที่ช้าลง ระยะห่างระหว่างอนุภาคน้อยลง ของเหลวและแก๊สจึงหดตัว - ในการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร ขนาดของอนุภาคของสสารจะคงเดิม	

บัตรภาพการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

1. ช่องว่างระหว่างรางรถไฟ

2. ช่องว่างระหว่างพื้นถนน

3. เทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้ว

ที่มา : Pixabay.com/Alexei_other

4. บอลลูน

ใบกิจกรรมที่ 1 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของแข็ง

จุดประสงค์

อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารในสถานะของแข็งเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

1. ไม้บรรทัดอะลูมิเนียมยาว 1 ฟุต 1 อัน
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม 1 ชุด
3. หลอดดูด 1 อัน
4. เข็มหมุด 1 อัน
5. วัตถุหนัก เช่น ก้อนอิฐ แท่งไม้ 1 อัน
6. หลอดหยด 1 อัน
7. น้ำเย็น

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ใช้เข็มหมุดเจาะหลอดดูดที่ตัดให้ปลายด้านหนึ่งแหลม นำเข็มหมุดวางบนที่กั้นลมแล้วทับด้วยวัตถุหนัก ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การจัดหลอดดูดและเข็มหมุด

2. ยึดไม้บรรทัดอะลูมิเนียมด้วยขาตั้งและที่จับ จัดให้ไม้บรรทัดอะลูมิเนียมอยู่ในแนวระดับ โดยปลายไม้บรรทัดอะลูมิเนียมสัมผัสกับหลอดดูดพอดี และอยู่ใต้เข็มหมุดเล็กน้อย ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 การจัดไม้บรรทัดอะลูมิเนียม

3. จุดตะเกียงแอลกอฮอล์แล้วนำไปลนใต้ไม้บรรทัดอะลูมิเนียม ดังภาพที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดดูดในช่วงเวลา 1-2 นาที บันทึกผล

ภาพที่ 3 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

4. ดับตะเกียงแอลกอฮอล์แล้วนำตะเกียงแอลกอฮอล์ออก จากนั้นหยดน้ำเย็นลงบนไม้บรรทัดอะลูมิเนียมทันที ณ ตำแหน่งเดียวกับที่ลนไฟ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดดูด บันทึกผล

เฉลยใบงานที่ 1 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของแข็ง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง การเปลี่ยนแปลงของหลอดดูดเมื่อไม้บรรทัดอะลูมิเนียมได้รับหรือสูญเสียความร้อน

การได้รับหรือสูญเสียความร้อน ของไม้บรรทัดอะลูมิเนียม	การเปลี่ยนแปลงของหลอดดูด
ได้รับความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์	หลอดดูดถูกดันให้เลื่อนออกไป ทำให้หลอดดูดหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา
สูญเสียความร้อนจากการหยดน้ำเย็น	หลอดดูดเลื่อนกลับเข้ามา ทำให้หลอดดูดหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อไม้บรรทัดอะลูมิเนียมได้รับความร้อนจากการลนไฟ ไม้บรรทัดอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สังเกตได้จากสิ่งใด
   ความยาวของไม้บรรทัดอะลูมิเนียมจะเพิ่มขึ้น สังเกตจากการที่ไม้บรรทัดยาวขึ้นแล้วดันหลอดดูดให้เลื่อนออกไป ทำให้หลอดดูดหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา
2. เมื่อไม้บรรทัดอะลูมิเนียมสูญเสียความร้อนจากการหยดน้ำเย็น ไม้บรรทัดอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สังเกตได้จากสิ่งใด
   ความยาวของไม้บรรทัดอะลูมิเนียมจะลดลง สังเกตจากการที่หลอดดูดเลื่อนกลับเข้ามาทำให้หลอดดูดหมุนย้อนกลับในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จนกลับมาอยู่ในลักษณะเดิมก่อนให้ความร้อน
3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   เมื่อไม้บรรทัดอะลูมิเนียมได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวทำให้มีความยาวเพิ่มขึ้น และในทางกลับกัน เมื่อไม้บรรทัดสูญเสียความร้อนจะเกิดการหดตัวทำให้มีความยาวลดลง

ใบกิจกรรมที่ 2 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของเหลว

จุดประสงค์

อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารในสถานะของเหลวเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml 2 ขวด
2. จุกยางเจาะรู 2 อัน
3. หลอดแก้วนำแก๊ส 2 อัน
4. บีกเกอร์ขนาด 500 ml 1 ใบ
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม 1 ชุด
6. ไม้บรรทัด 1 อัน
7. น้ำ
8. น้ำแข็ง
9. สีผสมอาหาร

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. เติมน้ำผสมสีผสมอาหารลงในขวดรูปชมพู่ 2 ขวด จนเต็ม
2. นำหลอดแก้วนำแก๊สสวมเข้ากับจุกยางเจาะรู แล้วนำจุกยางไปปิดขวดรูปชมพู่ให้แน่นโดยไม่ให้มีฟองอากาศในขวด จากนั้นขยับจุกยางให้ระดับของน้ำสีในหลอดแก้วนำแก๊สทั้ง 2 ชุด สูงเท่ากัน โดยสูงประมาณ 1 ใน 3 ของความยาวหลอด บันทึกระดับความสูงของน้ำสี
3. นำอุปกรณ์ชุดหนึ่งไปให้ความร้อนโดยตะเกียงแอลกอฮอล์ อีกชุดหนึ่งสูญเสียความร้อนโดยนำไปแช่ในบีกเกอร์บรรจุน้ำผสมน้ำแข็ง ดังภาพที่ 1 เป็นเวลา 3 นาที เท่ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำสีในหลอดแก้วนำแก๊ส บันทึกผล

ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

เฉลยใบงานที่ 2 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของเหลว

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง ระดับน้ำสีในหลอดแก้วนำแก๊สเมื่อน้ำสีในขวดรูปชมพู่ได้รับหรือสูญเสียความร้อน

การได้รับหรือสูญเสียความร้อนของน้ำสี	ระดับน้ำสีในหลอดแก้วนำแก๊ส (เซนติเมตร)	
	เวลาเริ่มต้น	เวลาผ่านไป 3 นาที
ได้รับความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์	4.3	6.7
สูญเสียความร้อนจากน้ำผสมน้ำแข็ง	4.3	3.0

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อน้ำสีในขวดรูปชมพู่ได้รับความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ น้ำสีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สังเกตได้จากสิ่งใด
   น้ำสีในขวดรูปชมพู่มีปริมาตรเพิ่มขึ้น สังเกตจากระดับน้ำสีในหลอดแก้วนำแก๊สมีระดับสูงขึ้น
2. เมื่อน้ำสีในขวดรูปชมพู่สูญเสียความร้อนจากการแช่ในน้ำผสมน้ำแข็ง น้ำสีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สังเกตได้จากสิ่งใด
   น้ำสีในขวดรูปชมพู่มีปริมาตรลดลง สังเกตจากระดับน้ำสีในหลอดแก้วนำแก๊สมีระดับต่ำลง
3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   เมื่อน้ำสีได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวทำให้มีปริมาตรมากขึ้น และในทางกลับกัน เมื่อน้ำสีสูญเสียความร้อนจะเกิดการหดตัวทำให้มีปริมาตรลดลง

ใบกิจกรรมที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะแก๊ส

จุดประสงค์

อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารในสถานะแก๊สเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

1.	ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml	2 ขวด
2.	จุกยางเจาะรู	2 อัน
3.	หลอดแก้วนำแก๊ส	2 อัน
4.	สายยาง ยาว 1 เมตร	2 เส้น
5.	บีกเกอร์ขนาด 500 ml	1 ใบ
6.	ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด
7.	หลอดฉีดยา	1 อัน
8.	น้ำ	
9.	น้ำแข็ง	
10.	สีผสมอาหาร	

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. จัดอุปกรณ์ที่เหมือนกัน 2 ชุด ดังนี้ นำหลอดแก้วนำแก๊สที่ต่อกับสายยางแล้วสวมเข้ากับจุกยางเจาะรู
2. ใช้หลอดฉีดยาบรรจุน้ำสีลงในสายยางให้มีความยาวประมาณ 3 เซนติเมตร แล้วนำจุกยางเจาะรูไปปิดขวดรูปชมพู่ แล้วจัดให้สายยางที่มีน้ำสีวางนอนกับพื้น ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

3. นำอุปกรณ์ชุดหนึ่งไปให้ความร้อนโดยตะเกียงแอลกอฮอล์ อีกชุดหนึ่งสูญเสียความร้อนโดยนำไปแช่ในบีกเกอร์บรรจุน้ำผสมน้ำแข็ง ดังภาพที่ 2 เป็นเวลา 30 วินาที เท่ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำสีในสายยาง บันทึกผล

ภาพที่ 2 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

เฉลยใบงานที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะแก๊ส

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง การเปลี่ยนแปลงของน้ำสีในสายยางเมื่ออากาศในขวดรูปชมพู่ได้รับหรือสูญเสียความร้อน

การได้รับหรือสูญเสียความร้อนของอากาศในขวดรูปชมพู่	การเปลี่ยนแปลงของน้ำสีในสายยาง
ได้รับความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์	น้ำสีเคลื่อนที่ออกจากขวดรูปชมพู่
สูญเสียความร้อนจากน้ำผสมน้ำแข็ง	น้ำสีเคลื่อนที่เข้าหาขวดรูปชมพู่

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่ออากาศในขวดรูปชมพู่ได้รับความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ อากาศในขวดรูปชมพู่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สังเกตได้จากสิ่งใด
   อากาศในขวดรูปชมพู่มีปริมาตรเพิ่มขึ้น สังเกตจากน้ำสีในสายยางที่เคลื่อนที่ออกจากขวดรูปชมพู่
2. เมื่ออากาศในขวดรูปชมพู่สูญเสียความร้อนจากการแช่ในน้ำผสมน้ำแข็ง อากาศในขวดรูปชมพู่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สังเกตได้จากสิ่งใด
   อากาศในขวดรูปชมพู่มีปริมาตรลดลง สังเกตจากน้ำสีในสายยางที่เคลื่อนที่เข้าหาขวดรูปชมพู่
3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   เมื่ออากาศได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น และในทางกลับกัน เมื่ออากาศสูญเสียความร้อนจะเกิดการหดตัว ทำให้มีปริมาตรลดลง

ใบกิจกรรมที่ 4 แบบจำลองอนุภาคกับการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

จุดประสงค์

สร้างแบบจำลองอนุภาคเพื่ออธิบายการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

1. ดินสอสี 1 ชุด

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ร่วมกันอภิปรายแล้วสร้างแบบจำลองอนุภาคเกี่ยวกับการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน โดยการวาดภาพ
2. ศึกษาใบความรู้ที่ 1 การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน ร่วมกันอภิปรายและปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง
3. นำเสนอแบบจำลองที่ปรับแก้แล้ว โดยอธิบายและเปรียบเทียบการขยายตัวและหดตัวของสสารในแต่ละสถานะ

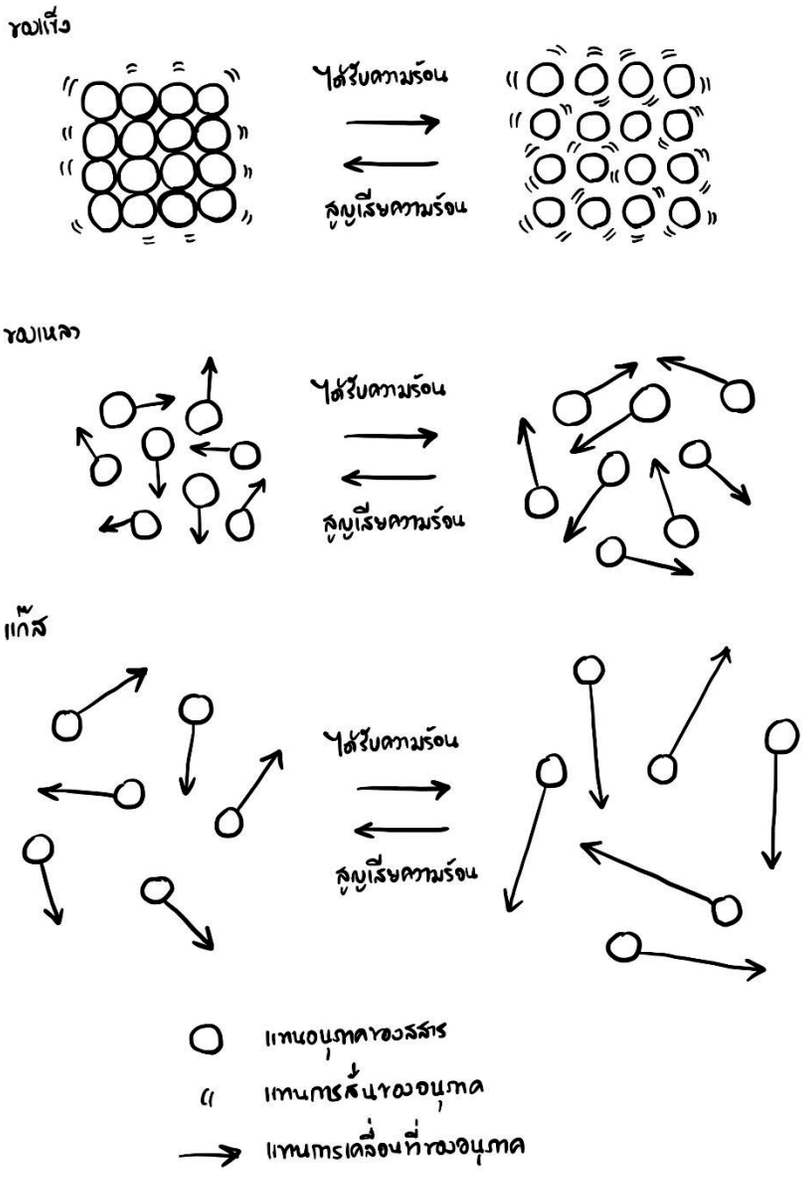
เฉลยใบงานที่ 4 แบบจำลองอนุภาคกับการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

สร้างแบบจำลองอนุภาคการขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน โดยการวาดภาพ

ตัวอย่างแบบจำลอง



ในการสร้างแบบจำลอง นักเรียนต้องระบุสัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบจำลองนั้นให้ครบ และวาดรายละเอียดต่าง ๆ ให้ถูกต้อง เช่น ขนาดของอนุภาคจะยังคงเท่าเดิมไม่ว่าจะได้รับหรือสูญเสียความร้อน ความยาวของลูกศรจะแทนความเร็วในการเคลื่อนที่ ยิ่งลูกศรยาวความเร็วยิ่งมาก

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อนเป็นอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

   เมื่อสสารได้รับความร้อน การเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็งจะแตกต่างจากของแข็งและของเหลว โดยอนุภาคของสสารในสถานะของแข็งจะสั่นเร็วขึ้น ส่วนอนุภาคของสสารในสถานะของเหลวและแก๊สจะเหมือนกัน คือจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น และเมื่อสสารสูญเสียความร้อน อนุภาคของสสารในสถานะของแข็งจะสั่นช้าลง ส่วนของเหลวและแก๊สจะเคลื่อนที่ช้าลง

2. ขนาดของอนุภาคในสถานะต่าง ๆ เมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

   เมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน อนุภาคของสสารยังมีขนาดคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง แต่ที่มีการเปลี่ยนแปลงคือการสั่นหรือการเคลื่อนที่ของอนุภาค

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

   เมื่อสสารในสถานะของแข็งได้รับความร้อน อนุภาคจะสั่นเร็วขึ้น มีระยะห่างระหว่างอนุภาคมากขึ้น ของแข็งจึงขยายตัว และเมื่อของแข็งสูญเสียความร้อน อนุภาคจะสั่นช้าลง ระยะห่างระหว่างอนุภาคน้อยลง ของแข็งจึงหดตัว

   เมื่อสสารในสถานะของเหลวและแก๊สได้รับความร้อน อนุภาคจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น ระยะห่างระหว่างอนุภาคมากขึ้น ของเหลวและแก๊สจึงขยายตัว และเมื่อของเหลวและแก๊สสูญเสียความร้อน อนุภาคจะเคลื่อนที่ช้าลง ระยะห่างระหว่างอนุภาคน้อยลง ของเหลวและแก๊สจึงหดตัว

ใบความรู้ที่ 1 การขยายตัวและหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

ในแบบจำลองอนุภาคของสสาร เรากำหนดให้อนุภาคแทนส่วนย่อยของสสาร ซึ่งอนุภาคจะมีขนาดคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับสสารในสถานะของแข็ง อนุภาคจะเรียงชิดติดกันโดยอนุภาคจะสั่นไปมาอยู่กับที่ ส่วนสสารในสถานะของเหลว อนุภาคจะไม่เรียงชิดติดกัน แต่สามารถเคลื่อนที่ได้รอบ ๆ อนุภาคใกล้เคียง และสสารในสถานะแก๊ส อนุภาคจะอยู่ห่างกันมากกว่าของเหลว และจะเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระภายในภาชนะที่บรรจุ ซึ่งเราสามารถสรุปแบบจำลองสถานะของสสารได้ดังตาราง

ตารางที่ 1 แบบจำลองสถานะของสสาร

สถานะ	รูปร่าง	ปริมาตร	แบบจำลอง
ของแข็ง	คงที่	คงที่	
ของเหลว	เปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ	คงที่	
แก๊ส	ฟุ้งเต็มภาชนะที่บรรจุ	เปลี่ยนตามภาชนะบรรจุ	

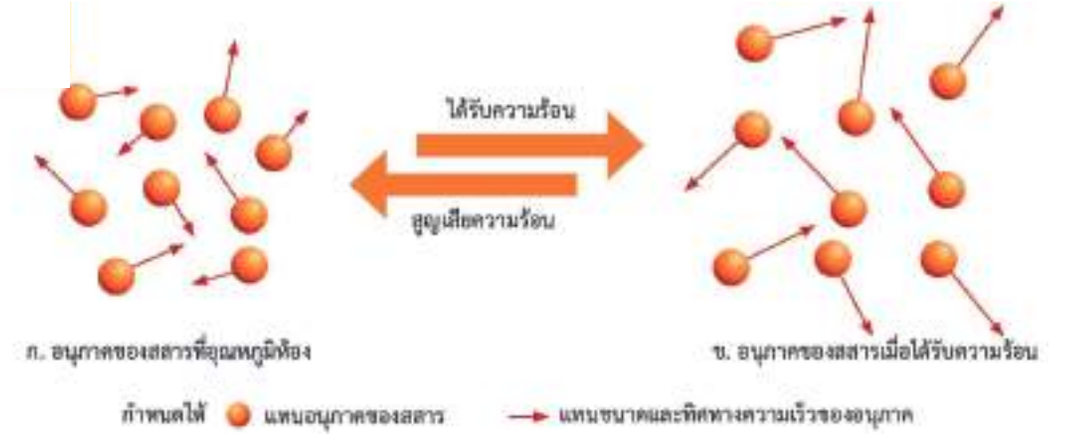
เมื่อสสารได้รับความร้อน อนุภาคของสสารจะสั่นหรือเคลื่อนที่เร็วขึ้น ในทางกลับกัน เมื่อสสารสูญเสียความร้อน อนุภาคของสสารจะสั่นหรือเคลื่อนที่ช้าลง แล้วการสั่นหรือเคลื่อนที่ของอนุภาคที่เปลี่ยนไป ทำให้สสารขยายหรือหดตัวได้อย่างไร

สำหรับสสารในสถานะของแข็ง เมื่อได้รับความร้อน อนุภาคจะสั่นเร็วขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง มีระยะทางในการสั่นมากกว่าเดิม ทำให้อนุภาคแต่ละตัวต้องการที่อยู่มากขึ้น ดังนั้นปริมาตรของของแข็งจึงเพิ่มขึ้น เกิดการขยายตัว ในทางกลับกัน ถ้าสสารในสถานะของแข็งสูญเสียความร้อนก็จะหดตัว ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 แบบจำลองอนุภาคการขยายหรือหดตัวของสสารในสถานะของแข็ง

สำหรับสสารในสถานะของเหลวและแก๊ส เมื่อได้รับความร้อน อนุภาคจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง มีระยะทางในการเคลื่อนที่มากกว่าเดิม ทำให้อนุภาคแต่ละตัวอยู่ห่างกันมากขึ้น ดังนั้นปริมาตรของของเหลวและแก๊สจึงเพิ่มขึ้น เกิดการขยายตัว ในทางกลับกัน ถ้าสสารในสถานะของเหลวและแก๊สสูญเสียความร้อนก็จะหดตัว ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3

ภาพที่ 2 แบบจำลองอนุภาคการขยายหรือหดตัวของสสารในสถานะของเหลว



ภาพที่ 3 แบบจำลองอนุภาคการขยายหรือหดตัวของสสารในสถานะแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง สมดุลความร้อน**	**เวลา 2 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ขอบเขตเนื้อหา

เมื่อสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันมาผสมกัน ความร้อนจะถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากันเรียกว่า สมดุลความร้อน โดยปริมาณความร้อนที่ลดลงของสสารหนึ่งจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของอีกสสารหนึ่งซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
2. อธิบายสภาพสมดุลความร้อน

ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การวัด ใช้เทอร์มอมิเตอร์อ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

1. ครูนำเทอร์มอมิเตอร์วัดไข้แบบปรอทมาให้นักเรียนดู (ถ้ามี) พร้อมกับตั้งประเด็นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีใช้เทอร์มอมิเตอร์ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่าสามารถใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของร่างกายโดยนำเทอร์มอมิเตอร์มาสัมผัสร่างกาย เช่น อมไว้ในปาก หรือหนีบใต้รักแร้ แล้วรอสักครู่จึงอ่านค่าอุณหภูมิ ครูตั้งคำถามต่อว่าทำไมเทอร์มอมิเตอร์จึงวัดอุณหภูมิของร่างกายได้ แล้วทำไมจึงอ่านค่าอุณหภูมิทันทีไม่ได้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบเพื่อเชื่อมโยงสู่การทำกิจกรรม

ขั้นสอน

2. นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรมเรื่องสมดุลความร้อนและแบ่งหน้าที่ในการทำกิจกรรมโดยแบ่งเป็นคน

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 สมดุลความร้อน
2. ใบงานที่ 1 สมดุลความร้อน
3. ใบงานที่ 2 แบบฝึกหัดเรื่องสมดุลความร้อน

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การวัดอุณหภูมิของน้ำร้อน น้ำเย็น และอุณหภูมิผสมเมื่อเกิดสมดุลความร้อนในใบงานที่ 1
2. การเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของน้ำร้อนและน้ำเย็นขณะที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 1
3. การคำนวณปริมาณความร้อนที่ลดลงของน้ำร้อนและปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของน้ำเย็นในใบงานที่ 1
4. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม
5. การทำแบบฝึกหัดสมดุลความร้อนในใบงานที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สมดุลความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. การใช้จำนวน คำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน 3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป วิเคราะห์กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำร้อนและน้ำเย็นเมื่อมีการถ่ายโอนความร้อน **ด้านจิตวิทยาศาสตร์** 1. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน สังเกตผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการอธิบายการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน **สมรรถนะหลักที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อธิบายความหมายของสมดุลความร้อน 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาตร์ วิเคราะห์กราฟแสดง	อ่านอุณหภูมิน้ำร้อน อ่านอุณหภูมิน้ำเย็น และคนบันทึกผล เพื่อความแม่นยำในการเก็บข้อมูล 3. นักเรียนทำกิจกรรมสมดุลความร้อน โดยวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนและน้ำเย็นก่อนและขณะถ่ายโอนความร้อนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของน้ำร้อนและน้ำเย็นขณะถ่ายโอนความร้อน คำนวณปริมาณความร้อนลดและปริมาณความร้อนเพิ่ม 4. นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรมซึ่งควรได้ว่าเมื่อน้ำร้อนและน้ำเย็นมาอยู่ใกล้กัน อุณหภูมิของน้ำร้อนจะลดลง ในขณะเดียวกัน อุณหภูมิของน้ำเย็นจะเพิ่มขึ้นจนอุณหภูมิเท่ากัน 5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า - เมื่อนำน้ำร้อนและน้ำเย็นมาอยู่ใกล้กัน ความร้อนจะถ่ายโอนจากน้ำร้อนซึ่งมีอุณหภูมิสูงไปยัง	**การวัดและประเมินผล** **ด้านความรู้** โดยประเมินจาก 1. การบันทึกข้อมูล การตอบคำถามในใบงาน และการนำเสนอข้อมูล **ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดและอ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง 2. การคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน 3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำร้อนและน้ำเย็นเมื่อมีการถ่ายโอนความร้อน **ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นต่อหลักฐานระหว่างทำกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สมดุลความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำและแปลความหมายข้อมูลเกี่ยวกับสมดุลความร้อน	น้ำเย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำทั้งสองเท่ากัน - ปริมาณความร้อนที่ลดลงของน้ำร้อนจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของน้ำเย็น 6. ในกรณีที่ปริมาณความร้อนที่ลดลงที่คำนวณได้ของน้ำร้อนไม่เท่ากับปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของน้ำเย็น นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุซึ่งควรได้ข้อสรุปว่าเพราะมีความร้อนบางส่วนถ่ายโอนให้กับสิ่งแวดล้อม เช่น ถ่ายโอนให้กับภาชนะที่บรรจุ หรือถ่ายโอนให้กับอากาศโดยรอบ 7. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าเมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจนอุณหภูมิของน้ำทั้งสองเท่ากันเรียกว่า สมดุลความร้อน และการที่ปริมาณความร้อนที่ลดลงของสสารหนึ่งเท่ากับปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของอีกสสารหนึ่งนั้นเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	**ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอธิบายความหมายของสมดุลความร้อนและอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล เช่น การใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดไข้ 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการวิเคราะห์กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำและแปลความหมายข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสมดุลความร้อน

เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 : ผู้แต่งลิขสิทธิ์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สมดุลความร้อน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	8. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดไข้แบบปรอทอีกครั้งเพื่อตอบคำถามข้างต้น ● ทำไมเทอร์มอมิเตอร์จึงวัดอุณหภูมิของร่างกายได้ (เพราะมีการถ่ายโอนความร้อนจากร่างกายซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าสิ่งแวดล้อมไปสู่เทอร์มอมิเตอร์ซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับสิ่งแวดล้อม และหยุดถ่ายโอนความร้อนเมื่อเทอร์มอมิเตอร์มีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิของร่างกาย) ● ทำไมจึงอ่านค่าอุณหภูมิทันทีไม่ได้ (เพราะต้องรอให้เทอร์มอมิเตอร์และร่างกายเกิดสมดุลความร้อน) **ขั้นสรุป** 9. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่า เมื่อสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันมาผสมกัน ความร้อนจะถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสอง	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร เรื่อง สมดุลความร้อน เวลา 2 ชั่วโมง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1		
	เท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน โดยปริมาณความร้อนที่ลดลงของสารหนึ่งจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของอีกสารหนึ่งซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน 10. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 2 แบบฝึกหัดสมดุลความร้อน และร่วมกันอภิปรายเพื่อเฉลยคำตอบ	

ใบกิจกรรมที่ 1 สมดุลความร้อน

จุดประสงค์

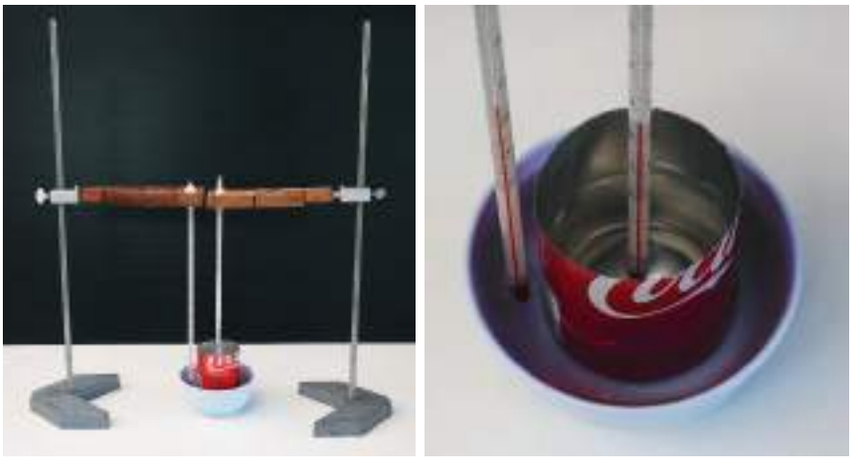
1. อธิบายการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
2. คำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

1.	ถ้วยกระเบื้องหรือพลาสติก	1 ถ้วย
2.	กระป๋องน้ำอัดลม	1 กระป๋อง
3.	เทอร์มอมิเตอร์	2 อัน
4.	ขาตั้งพร้อมที่จับ	2 ชุด
5.	กระบอกตวง	1 อัน
6.	นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน
7.	น้ำร้อน	
8.	น้ำเย็น	

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. รินน้ำร้อนจำนวน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในถ้วย วัดอุณหภูมิ บันทึกผล
2. รินน้ำเย็นจำนวน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในกระป๋องน้ำอัดลม วัดอุณหภูมิ บันทึกผล
3. นำกระป๋องน้ำอัดลมวางตรงกลางถ้วย จัดเทอร์มอมิเตอร์ให้วัดอุณหภูมิของน้ำร้อนและน้ำเย็น ดังภาพที่ 1 วัดอุณหภูมิทุก ๆ 30 วินาที จนครบ 10 นาที บันทึกผล



ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น โดยให้แกนตั้งเป็นอุณหภูมิ แกนนอนเป็นเวลา
5. วิเคราะห์กราฟอุณหภูมิและเวลาเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงเวลาต่าง ๆ บันทึกผล
6. คำนวณและเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียและปริมาณความร้อนที่น้ำเย็นได้รับ บันทึกผล
7. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนและปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน นำเสนอ

เฉลยใบงานที่ 1 สมดุลความร้อน

คำชี้แจง

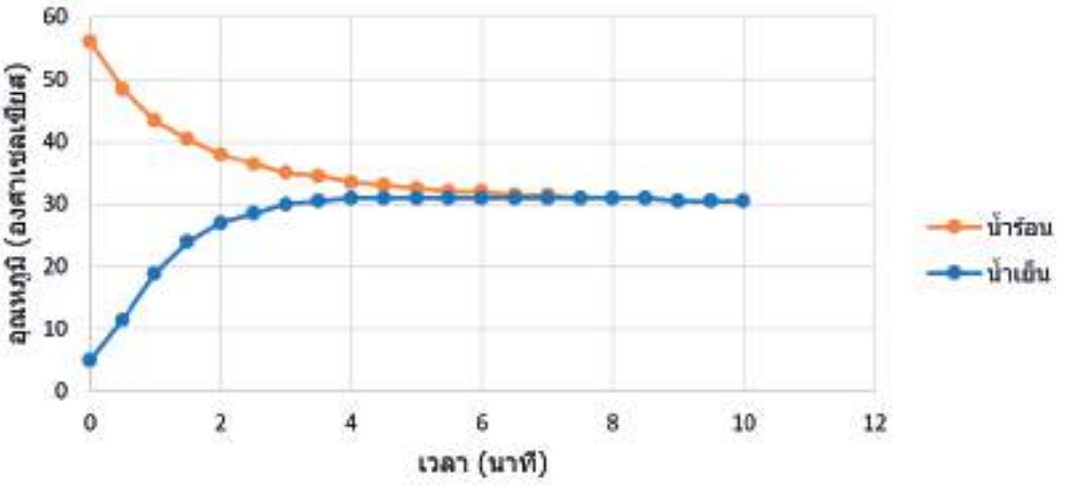
ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง ผลการวัดอุณหภูมิของน้ำขณะที่มีการถ่ายโอนความร้อน

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	น้ำร้อน	น้ำเย็น
0	56.0	5.0
0.5	48.5	11.5
1	43.5	19.0
1.5	40.5	24.0
2	38.0	27.0
2.5	36.5	28.5
3	35.0	30.0
3.5	34.5	30.5
4	33.5	31.0
4.5	33.0	31.0
5	32.5	31.0
5.5	32.0	31.0
6	32.0	31.0
6.5	31.5	31.0
7	31.5	31.0
7.5	31.0	31.0
8	31.0	31.0
8.5	31.0	31.0
9	30.5	30.5
9.5	30.5	30.5
10	30.5	30.5

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำร้อนและน้ำเย็นเมื่อมีการถ่ายโอนความร้อน



ผลการวิเคราะห์กราฟ

ในเวลาช่วงต้นอุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น โดยน้ำร้อนมีอุณหภูมิลดลงในขณะที่น้ำเย็นมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ในเวลาช่วงท้าย ๆ อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ โดยทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็นจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและเท่ากันในที่สุด

ผลการคำนวณปริมาณความร้อน

เนื่องจากน้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีมวล 1 กรัม และน้ำมีค่าความร้อนจำเพาะ 1 แคลอรี/กรัม ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิได้จาก $Q = mc\Delta t$

Q ที่น้ำร้อนสูญเสีย = $m_1 c\Delta T_1$ = (100 g)(1 cal/g °C)(56.0 °C - 30.5 °C) = 2,550 cal

Q ที่น้ำเย็นได้รับ = $m_2 c\Delta T_2$ = (100 g)(1 cal/g °C)(30.5 °C – 5.0 °C) = 2,550 cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสีย เท่ากับ 2,550 แคลอรี

ปริมาณความร้อนที่น้ำเย็นได้รับ เท่ากับ 2,550 แคลอรี

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียและปริมาณความร้อนที่น้ำเย็นได้รับพบว่าปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียและปริมาณความร้อนที่น้ำเย็นได้รับมีค่าเท่ากัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ความร้อนมีการถ่ายโอนจากบริเวณใดไปบริเวณใด รู้ได้อย่างไร
   ความร้อนถ่ายโอนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ รู้ได้จากน้ำร้อนมีอุณหภูมิต่ำลง และน้ำเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้น
2. ความร้อนหยุดการถ่ายโอนเมื่อใด
   ความร้อนหยุดการถ่ายโอนเมื่อสองบริเวณมีอุณหภูมิเท่ากัน
3. ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความร้อนที่น้ำเย็นได้รับได้ผลเป็นอย่างไร
   ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียและปริมาณความร้อนที่น้ำเย็นได้รับมีค่าเท่ากัน
4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   เมื่อสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันมาผสมกัน ความร้อนจะถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน โดยปริมาณความร้อนที่ลดลงของสสารหนึ่งจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของอีกสสารหนึ่ง

เฉลยใบงานที่ 2 แบบฝึกหัดเรื่องสมดุลความร้อน

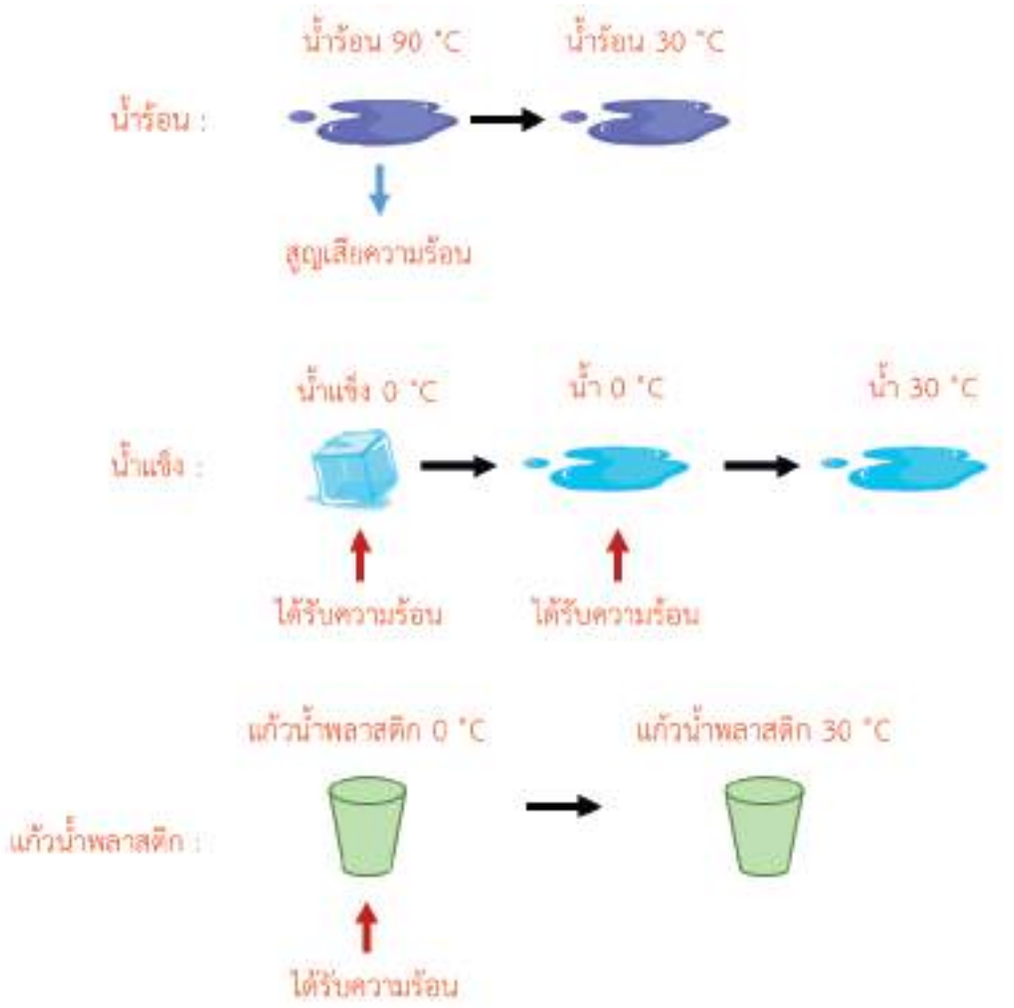
คำชี้แจง

อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

รินน้ำร้อนมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ลงในแก้วน้ำพลาสติกมวล 100 กรัม ที่บรรจุน้ำแข็งมวล 40 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส น้ำแข็งหลอมเหลวหมดและมีอุณหภูมิผสมเป็น 30 องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส

1. จากสถานการณ์ข้างต้นจะเขียนแผนภาพแสดงการถ่ายโอนความร้อนได้อย่างไร

แผนภาพแสดงการถ่ายโอนความร้อนเป็นดังนี้



2. ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียและปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับเป็นเท่าใด

แนวคิด น้ำร้อนมวล m_1 = 100 g อุณหภูมิของน้ำร้อนมวล m_1 = 90 °C

น้ำแข็งมวล m_2 = 40 g อุณหภูมิของน้ำแข็งมวล m_2 = 0 °C

อุณหภูมิเมื่อสมดุลความร้อน = 30 °C

c ของน้ำ = 1 cal/g °C L หลอมเหลวของน้ำ = 80 cal/g

ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสีย

ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สูญเสียไป หาได้จาก

$Q = m_1c\Delta t$

Q = 100 g x 1 cal/g °C x (90 °C – 30 °C)

Q = 6,000 cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับ

ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งมวล 40 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ได้รับเพื่อเปลี่ยนสถานะ และเพิ่มอุณหภูมิ หาได้จาก

$Q = m_2L + m_2c\Delta t$

Q = (40 g x 80 cal/g) + [40 g x 1 cal/g °C x (30 °C - 0 °C)]

Q = 3,200 cal + 1,200 cal

Q = 4,400 cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียเท่ากับ 6,000 แคลอรี

ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับ 4,400 แคลอรี

3. ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียและปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับในข้อ 2 เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนสูญเสียไม่เท่ากับ ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับ เพราะมีความร้อนบางส่วนถ่ายโอนให้แก้วน้ำพลาสติกและสิ่งแวดล้อมด้วย

4. ถ้าไม่มีการสูญเสียความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อม ความร้อนจำเพาะของพลาสติกเป็นเท่าใด

แนวคิด ปริมาณความร้อนน้ำร้อนสูญเสียเท่ากับ 6,000 แคลอรี ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับ 4,400 แคลอรี

ถ้าไม่มีการสูญเสียความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นแก้วน้ำพลาสติกจะได้รับพลังงานความร้อนเท่ากับ 6,000 cal - 4,400 cal = 1,600 cal โดยขณะที่สมดุลความร้อนแก้วน้ำพลาสติกจะมีอุณหภูมิ 30 °C ด้วย

หาค่าความร้อนจำเพาะของพลาสติกได้จาก

$Q = mc\Delta t$

1,600 cal = 100 g x c x (30 °C – 0 °C)

c = 0.53 cal/g °C

ความร้อนจำเพาะของพลาสติกเท่ากับ 0.53 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	**เรื่อง อุณหภูมิผสม**	**เวลา 2 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ขอบเขตเนื้อหา

เมื่อสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันมาผสมกัน ความร้อนจะถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งเกิดการสมดุลความร้อนซึ่งอุณหภูมิผสมของสสารทั้งสองจะเท่ากัน สามารถคำนวณอุณหภูมิผสมหรือปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนจากสมการปริมาณความร้อนที่สูญเสียเท่ากับปริมาณความร้อนที่ได้รับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
2. อธิบายสภาพสมดุลความร้อน
3. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสาร

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

1. นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจเรื่องสมดุลความร้อน โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมผสมน้ำร้อนและน้ำเย็นให้มีอุณหภูมิผสมใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ครูกำหนดให้ โดยครูรินน้ำร้อนในภาชนะให้กับทุกกลุ่ม พร้อมกับให้น้ำที่อุณหภูมิห้องกลุ่มละ 1 ขวด แต่ละกลุ่มวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนและน้ำที่อุณหภูมิห้องนั้น จากนั้นให้นักเรียนคาดคะเนว่าจะต้องรินน้ำที่อุณหภูมิห้องปริมาณประมาณเท่าใดเพื่อผสมกับน้ำร้อนให้ได้อุณหภูมิผสมใกล้เคียงกับที่ครูกำหนด หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมแล้ว คัดเลือกกลุ่มที่ได้อุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ครูกำหนดเพื่อนำเสนอแนวคิด

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 อุณหภูมิผสม
2. ใบความรู้ที่ 1 การคำนวณอุณหภูมิผสม
3. ใบงานที่ 1 อุณหภูมิผสม
4. ใบงานที่ 2 การคำนวณอุณหภูมิผสม
5. ใบงานที่ 3 แบบฝึกหัดเรื่องอุณหภูมิผสม

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน
2. การคำนวณอุณหภูมิขณะเกิดสมดุลความร้อนและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน โดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$
3. การนำเสนอผลการวิเคราะห์สถานการณ์ และการคำนวณอุณหภูมิผสมรวมทั้งปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน
4. การทำแบบฝึกหัดเรื่องอุณหภูมิ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร **เรื่อง อุณหภูมิผสม** **เวลา 2 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การวัด ใช้เทอร์มอมิเตอร์อ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง
2. การใช้จำนวน คำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน อุณหภูมิผสมขณะเกิดสมดุลความร้อน และปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน สังเกตผลการทำกิจกรรมเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการอธิบายการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน

สมรรถนะหลักที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1. การจัดการตนเอง มีวินัยในการปฏิบัติตนตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ
2. การคิดขั้นสูง วิเคราะห์สถานการณ์และการถ่ายโอนความร้อนอย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อเชื่อมโยง
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผสมของน้ำ ซึ่งเป็นอุณหภูมิขณะที่เกิดสมดุลความร้อนโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ

ขั้นสอน

3. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 อุณหภูมิผสม ตอนที่ 1 โดยผสมน้ำร้อนและน้ำเย็นที่มีปริมาตรเท่ากัน และปริมาตรไม่เท่ากันพร้อมวัดอุณหภูมิผสม บันทึกผลและตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 1
4. นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรมและอภิปรายร่วมกัน ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า เมื่อผสมน้ำร้อนและน้ำเย็นที่มีปริมาตรเท่ากัน อุณหภูมิผสมจะมีค่าประมาณตรงกลางระหว่างน้ำร้อนและน้ำเย็น แต่ถ้าปริมาตรน้ำทั้งสองไม่เท่ากัน อุณหภูมิจะค่อนไปทางน้ำที่มีปริมาตรมากกว่า
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผสมซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า อุณหภูมิผสมจะมีค่าสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปริมาตรของน้ำ

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. การบันทึกข้อมูล การตอบคำถามในใบงาน และการนำเสนอข้อมูล

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจาก

1. การใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดและอ่านค่าอุณหภูมิพร้อมระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง
2. การคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน อุณหภูมิผสมขณะเกิดสมดุลความร้อน และปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนได้อย่างถูกต้อง

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจาก

1. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นต่อหลักฐานระหว่างทำกิจกรรม

ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน โดยประเมิน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง อุณหภูมิผสม รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ไปสู่การคำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน	ร้อนและน้ำเย็น โดยถ้าปริมาตรของน้ำร้อนและน้ำเย็นเท่ากันอุณหภูมิผสมจะมีค่าประมาณตรงกลางระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและน้ำเย็น แต่ถ้าปริมาตรของน้ำร้อนและน้ำเย็นไม่เท่ากัน อุณหภูมิผสมจะเข้าใกล้อุณหภูมิของน้ำที่มีปริมาตรมาก 6. นักเรียนอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและมวลของน้ำซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า น้ำที่มีปริมาตรมากก็จะมีมวลมาก ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผสมของน้ำคือมวลของน้ำนั่นเอง 7. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องอุณหภูมิผสม ตอนที่ 2 โดยอ่านใบความรู้เกี่ยวกับการคำนวณอุณหภูมิผสมเมื่อสสารที่อุณหภูมิต่างกันเกิดการถ่ายโอนความร้อนจนเกิดสมดุลความร้อน 8. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารในใบงานที่ 2 พร้อม	1. การจัดการตนเอง จากการสังเกตความมีวินัยในการปฏิบัติตนตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในการทำกิจกรรมและการทำแบบฝึกหัดจนสำเร็จ 2. การคิดขั้นสูง จากการสังเกตการวิเคราะห์สถานการณ์และการถ่ายโอนความร้อนอย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การคำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง อุณหภูมิผสม รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	คำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นลำดับขั้น บันทึกผล 9. ครูสุ่มให้ตัวแทนนักเรียนนำเสนอกลุ่มละ 1 ข้อ จนครบทุกข้อ โดยในขณะที่นักเรียนกลุ่มอื่นนำเสนอ ให้นักเรียนกลุ่มที่เหลือเปรียบเทียบแนวคิดในการวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนกับกลุ่มของตัวเอง **ขั้นสรุป** 10. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่า เมื่อสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันมาผสมกัน ความร้อนจะถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งเกิดการสมดุลความร้อนซึ่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองจะเท่ากัน สามารถคำนวณอุณหภูมิผสมหรือปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนจากสมการ	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร เรื่อง อุณหภูมิผสม		เวลา 2 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
	ปริมาณความร้อนที่สูญเสียเท่ากับปริมาณความร้อนที่ได้รับ 11. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 3 จากนั้นร่วมกันอภิปรายคำตอบที่ถูกต้อง	

ใบกิจกรรมที่ 1 อุณหภูมิผสม

จุดประสงค์

1. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสาร
2. คำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

1. ขันน้ำพลาสติก 2 ใบ
2. เทอร์มอมิเตอร์ 2 อัน
3. ขาตั้งพร้อมที่จับ 2 ชุด
4. กระบอกตวงหรือบีกเกอร์ 1 อัน
5. น้ำร้อน
6. น้ำเย็น

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. รินน้ำร้อนจำนวน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในขันน้ำพลาสติก วัดอุณหภูมิ บันทึกผล
2. รินน้ำเย็นจำนวน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในขันน้ำพลาสติกอีกใบหนึ่ง วัดอุณหภูมิ บันทึกผล
3. เทน้ำเย็นลงในน้ำร้อน วัดอุณหภูมิและบันทึกอุณหภูมิเมื่อน้ำทั้งสองอยู่ในสภาพสมดุลความร้อน
4. ทำซ้ำข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนปริมาตรน้ำเย็นเป็น 50 และ 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ
5. ร่วมกันอภิปรายปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผสมของน้ำ และนำเสนอ

ตอนที่ 2

1. ศึกษาใบความรู้ที่ 1 การคำนวณอุณหภูมิผสม
2. แต่ละกลุ่มวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารพร้อมทั้งคำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนจากใบงานที่ 2 และนำเสนอ

ใบความรู้ที่ 1 การคำนวณอุณหภูมิผสม

เมื่อนำสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันมาผสมกันจะมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่สสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และจะหยุดถ่ายโอนความร้อนเมื่อสสารทั้งสองอยู่ในสภาพสมดุลความร้อนซึ่งจะมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกอุณหภูมิขณะนั้นว่า อุณหภูมิผสม สสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะสูญเสียความร้อนในปริมาณที่เท่ากับปริมาณความร้อนที่อีกสสารหนึ่งได้รับ สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความร้อนที่สูญเสียและปริมาณความร้อนที่ได้รับดังนี้

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

ในการคำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถทำได้ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1

ถ้าในการผสมน้ำเพื่ออาบให้เด็กทารก ได้ผสมน้ำมวล 3,500 กรัม ที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เข้ากับน้ำร้อนมวล 1,500 กรัม อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผสมของน้ำเมื่อเกิดสมดุลความร้อนเป็นเท่าใด (ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด วิเคราะห์สถานการณ์แล้วพบว่าความร้อนจะถ่ายโอนจากน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ไปยังน้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

น้ำมวล m_1 = 1,500 g มีอุณหภูมิ = 70 °C

น้ำมวล m_2 = 3,500 g มีอุณหภูมิ = 25 °C

ความร้อนจำเพาะของน้ำ c = 1 cal/g °C

อุณหภูมิของน้ำเมื่อเกิดสมดุลความร้อน = X °C

น้ำอุณหภูมิ 70 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (70 °C - X °C)

น้ำอุณหภูมิ 25 °C จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากับ (X °C - 25 °C)

ปริมาณความร้อนที่น้ำสูญเสีย

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่น้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก

$$Q = m_1 c\Delta t$$

$$Q = 1{,}500 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g °C} \times (70 \text{ °C} - X \text{ °C})$$

$$Q = 1{,}500 \text{ cal/°C} \times (70 \text{ °C} - X \text{ °C})$$

$$Q = 105{,}000 \text{ cal} - 1{,}500X \text{ cal}$$

ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ

ปริมาณความร้อนที่น้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ได้รับ หาได้จาก

$$Q = m_2 c\Delta t$$

$$Q = 3{,}500\ \text{g} \times 1\ \text{cal/g °C} \times (X\ \text{°C} - 25\ \text{°C})$$

$$Q = 3{,}500X\ \text{cal} - 87{,}500\ \text{cal}$$

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

$$105{,}000\ \text{cal} - 1{,}500X\ \text{cal} = 3{,}500X\ \text{cal} - 87{,}500\ \text{cal}$$

$$105{,}000\ \text{cal} + 87{,}500\ \text{cal} = 3{,}500X\ \text{cal} + 1{,}500X\ \text{cal}$$

$$192{,}500\ \text{cal} = 5{,}000X\ \text{cal}$$

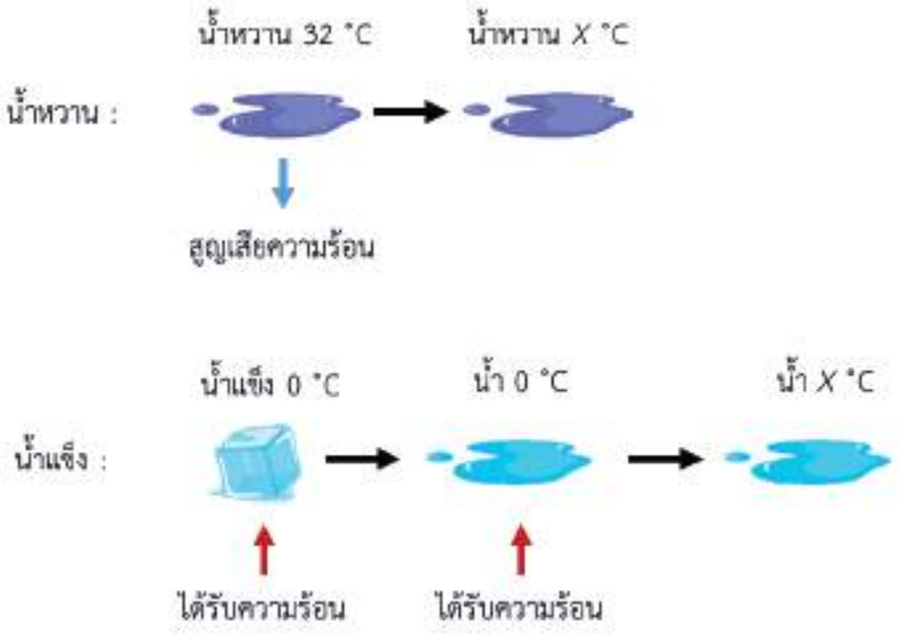
$$X = 38.5$$

อุณหภูมิของน้ำขณะสมดุลความร้อนเท่ากับ 38.5 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่ 2

คนขายน้ำหวานเย็น ต้องการผสมน้ำหวานเย็น โดยนำน้ำแข็งมวล 30 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ใส่ในน้ำหวานมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส จะทำให้อุณหภูมิเมื่อเกิดสมดุลความร้อนของสสารทั้งสองเป็นเท่าใด (ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 แคลอรี/กรัม ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำหวานเท่ากับ 1.2 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด วิเคราะห์สถานการณ์แล้วพบว่า ความร้อนจะถ่ายโอนจากน้ำหวานอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ไปยังน้ำแข็งอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส จนเกิดสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิ X องศาเซลเซียส สามารถเขียนแผนภาพได้ดังนี้



น้ำหวานมวล m_1 = 100 g มีอุณหภูมิ = 32 °C

น้ำแข็งมวล m_2 = 30 g มีอุณหภูมิ = 0 °C

อุณหภูมิเมื่อสมดุลความร้อน = X °C

c ของน้ำหวาน = 1.2 cal/g °C L หลอมเหลวของน้ำ = 80 cal/g

c ของน้ำ = 1 cal/g °C

ปริมาณความร้อนที่น้ำหวานสูญเสีย

ปริมาณความร้อนที่น้ำหวานมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส สูญเสียไป หาได้จาก

$$Q = m_1 c\Delta t$$

$$Q = 100\ \text{g} \times 1.2\ \text{ca/g °C} \times (32\ \text{°C} - X\ \text{°C})$$

$$Q = 3{,}840\ \text{cal} - 120X\ \text{cal}$$

ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับ

ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งมวล 30 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ได้รับเพื่อเปลี่ยนสถานะและเพิ่มอุณหภูมิ หาได้จาก

$$Q = m_2 L + m_2 c\Delta t$$

$$Q = (30\ \text{g} \times 80\ \text{cal/g}) + [30\ \text{g} \times 1\ \text{cal/g °C} \times (X\ \text{°C} - 0\ \text{°C})]$$

$$Q = 2{,}400\ \text{cal} + 30X\ \text{cal}$$

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

$$3{,}840\ \text{cal} - 120X\ \text{cal} = 2{,}400\ \text{cal} + 30X\ \text{cal}$$

$$3{,}840\ \text{cal} - 2{,}400\ \text{cal} = 30X\ \text{cal} + 120X\ \text{cal}$$

$$1{,}440\ \text{cal} = 150X\ \text{cal}$$

$$X = 9.6$$

อุณหภูมิผสมขณะสมดุลความร้อนเท่ากับ 9.6 องศาเซลเซียส

เฉลยใบงานที่ 1 อุณหภูมิผสม

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่สังเกต แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

ตาราง ผลการวัดอุณหภูมิของน้ำขณะที่มีการถ่ายโอนความร้อน

ครั้งที่	ปริมาตรของน้ำ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิผสม (องศาเซลเซียส)
1	200	61.0	34.5
	200	4.0	
2	200	62.0	48.0
	50	4.0	
3	200	61.0	23.5
	400	4.0	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อปริมาตรของน้ำร้อนและน้ำเย็นเท่ากัน อุณหภูมิผสมจะมีค่าเป็นอย่างไร
   เมื่อปริมาตรของน้ำร้อนและน้ำเย็นเท่ากัน อุณหภูมิผสมจะมีค่าประมาณตรงกลางระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและน้ำเย็น
2. เมื่อปริมาตรของน้ำร้อนมากกว่าน้ำเย็น อุณหภูมิผสมจะมีค่าเป็นอย่างไร
   เมื่อปริมาตรของน้ำร้อนมากกว่าน้ำเย็น อุณหภูมิผสมจะมีค่าเข้าใกล้น้ำร้อน
3. เมื่อปริมาตรของน้ำเย็นมากกว่าน้ำร้อน อุณหภูมิผสมจะมีค่าเป็นอย่างไร
   เมื่อปริมาตรของน้ำเย็นมากกว่าน้ำร้อน อุณหภูมิผสมจะมีค่าเข้าใกล้น้ำเย็น
4. ปริมาตรของน้ำมีความสัมพันธ์กับมวลของน้ำหรือไม่อย่างไร
   ปริมาตรของน้ำมีความสัมพันธ์กับมวลของน้ำคือ น้ำที่มีปริมาตรมากจะมีมวลมาก
5. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   มวลของน้ำมีผลต่ออุณหภูมิผสม โดยอุณหภูมิผสมจะมีค่าเข้าใกล้อุณหภูมิของน้ำที่มีมวลมาก

เฉลยใบงานที่ 2 การคำนวณอุณหภูมิผสม

คำชี้แจง

ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารพร้อมทั้งคำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน

1. รินน้ำเย็นมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 5.6 องศาเซลเซียส ลงในแก้วน้ำอะลูมิเนียมมวล 100 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผสมเป็นเท่าใด (ความร้อนจำเพาะของอะลูมิเนียม เท่ากับ 0.22 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนได้ว่า ความร้อนจะถ่ายโอนจากแก้วน้ำอะลูมิเนียม อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไปยังน้ำเย็นอุณหภูมิ 5.6 องศาเซลเซียส จนสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิผสมเป็น X องศาเซลเซียส

แก้วน้ำอะลูมิเนียมมวล m_1 = 100 g อุณหภูมิของแก้วน้ำอะลูมิเนียม = 30 °C

น้ำมวล m_2 = 100 g อุณหภูมิของน้ำ = 5.6 °C

c ของอะลูมิเนียม = 0.22 cal/g °C c ของน้ำ = 1 cal/g °C

อุณหภูมิผสมเมื่อเกิดสมดุลความร้อน = X °C

แก้วน้ำอะลูมิเนียมอุณหภูมิ 30 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (30 °C - X °C)

น้ำอุณหภูมิ 5.6 °C จะมีอุณหภูมิเพิ่มเท่ากับ (X °C – 5.6 °C)

ปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำอะลูมิเนียมสูญเสีย

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำอะลูมิเนียมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก $Q = m_1c\Delta t$

Q = 100 g x 0.22 cal/g °C x (30 °C – X ° C)

Q = 22 cal/°C x (30 °C – X ° C)

Q = 660 cal – 22X cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ

ปริมาณความร้อนที่น้ำอุณหภูมิ 5.6 องศาเซลเซียส ได้รับ หาได้จาก

$Q = m_2c\Delta t$

Q = 100 g x 1 cal/g °C x (X °C – 5.6 °C)

Q = 100X cal - 560 cal

จากความสัมพันธ์ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

660 cal – 22X cal = 100X cal - 560 cal

660 cal + 560 cal = 100X cal + 22X cal

$1{,}220 \text{ cal} = 122X \text{ cal}$

$X = 10$

อุณหภูมิของน้ำขณะสมดุลความร้อนเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส

2. รินน้ำร้อนมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ลงในถ้วยกาแฟซึ่งทำจากกระเบื้องมวล 100 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง 28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผสมเป็นเท่าใด (ความร้อนจำเพาะของกระเบื้องเท่ากับ 0.3 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนได้ว่า ความร้อนจะถ่ายโอนจากน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ไปยังถ้วยกาแฟอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส จนสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิผสมเป็น X องศาเซลเซียส

น้ำร้อนมวล $m_1 = 100$ g อุณหภูมิของน้ำร้อน = 80 °C

ถ้วยกาแฟมวล $m_2 = 100$ g อุณหภูมิของถ้วยกาแฟ = 28 °C

c ของน้ำ = 1 cal/g °C c ของกระเบื้อง = 0.3 cal/g °C

อุณหภูมิผสมเมื่อเกิดสมดุลความร้อน = X °C

น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (80 °C – X °C)

ถ้วยกาแฟอุณหภูมิ 28 °C จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากับ (X °C - 28 °C)

ปริมาณความร้อนที่น้ำสูญเสีย

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่น้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก

$Q = m_1 c\Delta t$

$Q = 100 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g °C} \times (80 \text{ °C} - X \text{ °C})$

$Q = 100 \text{ ca/°C} \times (80 \text{ °C} - X \text{ °C})$

$Q = 8{,}000 \text{ cal} - 100X \text{ cal}$

ปริมาณความร้อนที่ถ้วยกาแฟได้รับ

ปริมาณความร้อนที่ถ้วยกาแฟอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ได้รับ หาได้จาก

$Q = m_2 c\Delta t$

$Q = 100 \text{ g} \times 0.3 \text{ cal/g °C} \times (X \text{ °C} - 28 \text{ °C})$

$Q = 30X \text{ cal} - 840 \text{ cal}$

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

$8{,}000 \text{ cal} - 100X \text{ cal} = 30X \text{ cal} - 840 \text{ cal}$

$8{,}000 \text{ cal} + 840 \text{ cal} = 30X \text{ cal} + 100X \text{ cal}$

$8{,}840 \text{ cal} = 130X \text{ cal}$

$X = 68$

อุณหภูมิผสมขณะสมดุลความร้อนเท่ากับ 68 องศาเซลเซียส

3. รินน้ำเย็นมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ลงในแก้วน้ำอะลูมิเนียมมวล 100 กรัม ที่บรรจุน้ำร้อนมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผสมเป็นเท่าใด (ความร้อนจำเพาะของอะลูมิเนียมเท่ากับ 0.22 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนได้ว่า ความร้อนจะถ่ายโอนจากแก้วน้ำอะลูมิเนียมและจากน้ำร้อนที่บรรจุอยู่ภายในแก้วซึ่งมีอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ไปยังน้ำเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จนสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิผสมเป็น X องศาเซลเซียส

แก้วน้ำอะลูมิเนียมมวล m_1 = 100 g อุณหภูมิของแก้วน้ำอะลูมิเนียม = 90 °C

น้ำร้อนมวล m_2 = 200 g อุณหภูมิของน้ำร้อน = 90 °C

น้ำเย็นมวล m_3 = 200 g อุณหภูมิของน้ำเย็น = 5 °C

c ของอะลูมิเนียม = 0.22 cal/g °C c ของน้ำ = 1 cal/g °C

อุณหภูมิผสมเมื่อเกิดสมดุลความร้อน = X °C

แก้วน้ำอะลูมิเนียมอุณหภูมิ 90 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (90 °C – X °C)

น้ำร้อนอุณหภูมิ 90 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (90 °C – X °C)

น้ำเย็นอุณหภูมิ 5 °C จะมีอุณหภูมิเพิ่มเท่ากับ (X °C - 5 °C)

ปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำอะลูมิเนียมและน้ำร้อนสูญเสีย

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำอะลูมิเนียมอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก $Q = m_1c\Delta t$

Q = 100 g x 0.22 cal/g °C x (90 °C – X °C)

Q = 22 cal/°C x (90 °C – X °C)

Q = 1,980 cal – 22X cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก

$Q = m_2c\Delta t$

Q = 200 g x 1 cal/g °C x (90 °C – X °C)

Q = 200 cal/°C x (90 °C – X °C)

Q = 18,000 cal – 200X cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำเย็นได้รับ

ปริมาณความร้อนที่น้ำเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้รับ หาได้จาก

$Q = m_3c\Delta t$

Q = 200 g x 1 cal/g °C x (X °C - 5 °C)

Q = 200X cal - 1,000 cal

จากความสัมพันธ์ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

$(1{,}980 \text{ cal} - 22X \text{ cal}) + (18{,}000 \text{ cal} - 200X \text{ cal}) = 200X \text{ cal} - 1{,}000 \text{ cal}$

$1{,}980 \text{ cal} + 18{,}000 \text{ cal} + 1{,}000 \text{ cal} = 200X \text{ cal} + 22X \text{ cal} + 200X \text{ cal}$

$20{,}980 \text{ cal} = 422X \text{ cal}$

$X = 49.72$

อุณหภูมิของน้ำขณะสมดุลความร้อนเท่ากับ 49.72 องศาเซลเซียส

4. ช่างตีโลหะเผาแท่งทองแดงมวล 250 กรัม เพื่อตีขึ้นรูปเป็นแผ่น แล้วนำแผ่นทองแดงที่ตีขึ้นรูปแล้วซึ่งมีอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จุ่มลงในน้ำมวล 400 กรัม อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำเมื่อเกิดสมดุลความร้อนเป็นเท่าใด (ความร้อนจำเพาะของทองแดงเท่ากับ 0.092 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนได้ว่า นำแผ่นทองแดงอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ที่ตีขึ้นรูปแล้วจุ่มลงในน้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีการถ่ายโอนความร้อนจากแผ่นทองแดงซึ่งมีอุณหภูมิสูงไปยังน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนเกิดสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิผสม X องศาเซลเซียส

แผ่นทองแดง $m_1 = 250$ g อุณหภูมิของแผ่นทองแดง = 400 °C

น้ำมวล $m_2 = 400$ g อุณหภูมิของน้ำ = 25 °C

c ของทองแดง = 0.092 cal/g °C c ของน้ำ = 1 cal/g °C

อุณหภูมิของน้ำเมื่อเกิดสมดุลความร้อน = X °C

ทองแดงอุณหภูมิ 400 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (400 °C – X °C)

น้ำอุณหภูมิ 25 °C จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเท่ากับ (X °C – 25 °C)

ปริมาณความร้อนที่ทองแดงสูญเสีย

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่ทองแดงมวล 250 กรัม อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส สูญเสียไป หาได้จาก $Q = m_1 c \Delta t$

$Q = 250 \text{ g} \times 0.092 \text{ cal/g °C} \times (400 \text{ °C} - X \text{ °C})$

$Q = 23 \text{ cal/°C} \times (400 \text{ °C} - X \text{ °C})$

$Q = 9{,}200 \text{ cal} - 23X \text{ cal}$

ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ

ปริมาณความร้อนที่น้ำมวล 400 กรัม อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ได้รับ หาได้จาก

$Q = m_2 c \Delta t$

$Q = 400 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g °C} \times (X \text{ °C} - 25 \text{ °C})$

$Q = 400X \text{ cal} - 10{,}000 \text{ cal}$

จากความสัมพันธ์ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

$9{,}200 \text{ cal} - 23X \text{ cal} = 400X \text{ cal} - 10{,}000 \text{ cal}$

$$9{,}200 \text{ cal} + 10{,}000 \text{ cal} = 400X \text{ cal} + 23X \text{ cal}$$

$$19{,}200 \text{ cal} = 423X \text{ cal}$$

$$X = 45.4$$

อุณหภูมิของน้ำขณะสมดุลความร้อนเท่ากับ 45.4 องศาเซลเซียส

5. นำน้ำแข็ง อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ใส่ลงในแก้วน้ำอะลูมิเนียมมวล 100 กรัม ที่บรรจุน้ำร้อนมวล 200 กรัม อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ต้องใส่น้ำแข็งมวลเท่าใดน้ำแข็งจึงหลอมเหลวหมดพอดี (ความร้อนจำเพาะของอะลูมิเนียมเท่ากับ 0.22 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1.0 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 แคลอรี/กรัม)

แนวคิด วิเคราะห์สถานการณ์แล้วพบว่าความร้อนจะถ่ายโอนจากน้ำร้อนและจากแก้วน้ำอะลูมิเนียม อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ไปยังน้ำแข็งอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำแข็งหลอมเหลวหมดพอดีจนเกิดสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ให้ใส่น้ำแข็งมวล X กรัม

แก้วน้ำอะลูมิเนียมมวล $m_1 = 100$ g อุณหภูมิของแก้วน้ำอะลูมิเนียม = 80 °C

น้ำร้อนมวล $m_2 = 200$ g อุณหภูมิของน้ำร้อน = 80 °C

น้ำแข็งมวล $m_3 = X$ g อุณหภูมิของน้ำแข็ง = 0 °C

c ของอะลูมิเนียม = 0.22 cal/g °C c ของน้ำ = 1 cal/g °C

L หลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 cal/g

อุณหภูมิผสมเมื่อเกิดสมดุลความร้อน = 0 °C

แก้วน้ำอะลูมิเนียมอุณหภูมิ 80 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (80 °C – 0 °C)

น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (80 °C – 0 °C)

น้ำแข็งอุณหภูมิ 0 °C หลอมเหลวหมดพอดี

ปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำอะลูมิเนียมและน้ำร้อนสูญเสีย

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำอะลูมิเนียมอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก $Q = m_1 c \Delta t$

$Q = 100 \text{ g} \times 0.22 \text{ cal/g °C} \times (80 \text{ °C} - 0 \text{ °C})$

$Q = 1{,}760 \text{ cal}$

ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก

$Q = m_2 c \Delta t$

$Q = 200 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g °C} \times (80 \text{ °C} - 0 \text{ °C})$

$Q = 16{,}000 \text{ cal}$

ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับ

ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งมวล m กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ได้รับเพื่อเปลี่ยนสถานะ

$Q = m_3 L$

$Q = (X\ g \times 80\ cal/g)$

$Q = 80X\ cal$

จากความสัมพันธ์ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

$1,760\ cal + 16,000\ cal = 80X\ cal$

$17,760\ cal = 80X\ cal$

$X = 222$

น้ำแข็งที่ใส่ลงในน้ำร้อนเพื่อให้หลอมเหลวหมดพอดีมีมวลเท่ากับ 222 กรัม

เฉลยใบงานที่ 3 แบบฝึกหัดเรื่องอุณหภูมิผสม

คำชี้แจง

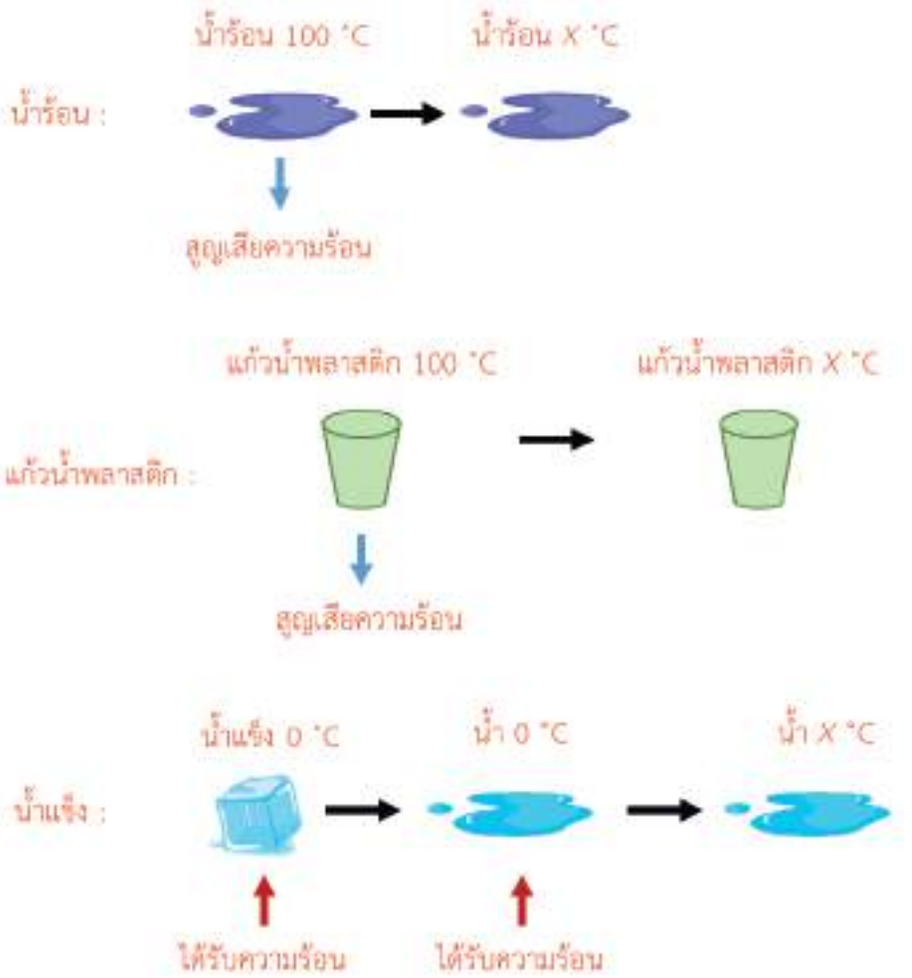
ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารพร้อมทั้งคำนวณอุณหภูมิผสมและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน

อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1-2

นำน้ำแข็งมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ใส่ลงในแก้วน้ำพลาสติกมวล 200 กรัม ที่บรรจุน้ำร้อนมวล 400 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1.0 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของพลาสติกเท่ากับ 0.5 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส

1. จากสถานการณ์ข้างต้นจะเขียนแผนภาพแสดงการถ่ายโอนความร้อนได้อย่างไร

แผนภาพแสดงการถ่ายโอนความร้อนเป็นดังนี้



2. อุณหภูมิผสมขณะที่เกิดสมดุลความร้อนเป็นเท่าใด

แนวคิด แก้วน้ำพลาสติกมวล m_1 = 200 g อุณหภูมิของแก้วน้ำพลาสติก = 100 °C

น้ำร้อนมวล m_2 = 400 g อุณหภูมิของน้ำร้อน = 100 °C

น้ำแข็งมวล m_3 = 100 g อุณหภูมิของน้ำแข็ง = 0 °C

c ของพลาสติก = 0.5 cal/g °C c ของน้ำ = 1 cal/g °C

L หลอมเหลวของน้ำ = 80 cal/g

อุณหภูมิผสมเมื่อเกิดสมดุลความร้อนเป็น X °C

แก้วน้ำพลาสติกอุณหภูมิ 100 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (100 °C – X °C)

น้ำร้อนอุณหภูมิ 100 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ (100 °C – X °C)

น้ำแข็งอุณหภูมิ 0 °C เปลี่ยนสถานะ และเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นน้ำที่ X °C จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากับ (X °C – 0 °C)

ปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำพลาสติกและน้ำร้อนสูญเสีย

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำพลาสติกอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก

$Q = m_1c\Delta t$

Q = 200 g x 0.5 cal/g °C x (100 °C – X °C)

Q = 10,000 cal - 100X cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก

$Q = m_2c\Delta t$

Q = 400 g x 1 cal/g °C x (100 °C – X °C)

Q = 40,000 cal – 400X cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งได้รับ

ปริมาณความร้อนที่น้ำแข็งมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ได้รับเพื่อเปลี่ยนสถานะและเพิ่มอุณหภูมิ หาได้จาก

$Q = m_3L + m_3c\Delta t$

Q = (100 g x 80 cal/g) + [100 g x 1 cal/g °C x (X °C - 0 °C)]

Q = 8,000 cal + 100X cal

จากความสัมพันธ์ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

(10,000 cal - 100X cal) + (40,000 cal - 400X cal) = 8,000 cal + 100X cal

10,000 cal + 40,000 cal - 8,000 cal = 100X cal + 100X cal + 400X cal

42,000 cal = 600X cal

X = 70

อุณหภูมิผสมขณะสมดุลความร้อนเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส

3. รินน้ำเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ใส่ลงในแก้วน้ำอะลูมิเนียมมวล 100 กรัม ที่บรรจุน้ำร้อนมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ต้องการให้อุณหภูมิผสมขณะเกิดสมดุลเป็น 30 องศาเซลเซียส จะต้องรินน้ำอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสกี่กรัม (ความร้อนจำเพาะของอะลูมิเนียมเท่ากับ 0.22 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1.0 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด แก้วน้ำอะลูมิเนียมมวล m_1 = 100 g อุณหภูมิของแก้วน้ำอะลูมิเนียม = 70 °C

น้ำร้อนมวล m_2 = 50 g อุณหภูมิของน้ำร้อน = 70 °C

น้ำเย็นมวล m_3 = X g อุณหภูมิของน้ำเย็น = 10 °C

c ของอะลูมิเนียม = 0.22 cal/g °C c ของน้ำ = 1 cal/g °C

อุณหภูมิผสมเมื่อเกิดสมดุลความร้อน = 30 °C

แก้วน้ำอะลูมิเนียมอุณหภูมิ 70 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ 70 °C - 30 °C = 40 °C

น้ำร้อนอุณหภูมิ 70 °C จะมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ 70 °C - 30 °C = 40 °C

น้ำเย็นอุณหภูมิ 10 °C จะมีอุณหภูมิเพิ่มเท่ากับ 30 °C - 10 °C = 20 °C

ปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำอะลูมิเนียมและน้ำร้อนสูญเสีย

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่แก้วน้ำอะลูมิเนียมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก $Q = m_1c\Delta t$

Q = 100 g x 0.22 cal/g °C x 40 °C

Q = 880 cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สูญเสียไป จะหาได้จาก

$Q = m_2c\Delta t$

Q = 50 g x 1 cal/g °C x 40 °C

Q = 2,000 cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ

ปริมาณความร้อนที่น้ำเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ได้รับ หาได้จาก

$Q = m_3c\Delta t$

$Q = X$ g x 1 cal/g °C x 20 °C

$Q = 20X$

จากความสัมพันธ์ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

880 cal + 2,000 cal = $20X$

2,880 cal = $20X$

X = 144

จะต้องรินน้ำอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเท่ากับ 144 กรัม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ความร้อนและการเปลี่ยนแปลงของสาร	**เรื่อง การใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน**	**เวลา 4 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ขอบเขตเนื้อหา

การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อน ซึ่งสามารถนำความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนไปใช้ในการออกแบบ เลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายการนำความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนโดยวิธีการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสร้างแบบจำลอง ออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และออกแบบและสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลอง

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

1. ครูตั้งประเด็นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุในเครื่องครัวที่ใช้เรื่องการถ่ายโอนความร้อน เช่น กระทะมีส่วนประกอบอะไรบ้าง แต่ละส่วนประกอบทำจากวัสดุอะไร ทำไมจึงเลือกใช้วัสดุนั้น ๆ นักเรียนตอบตามความเข้าใจ โดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ จากนั้นเชื่อมโยงสู่การทำกิจกรรม

ขั้นสอน

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 วัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน โดยอ่านใบความรู้ที่ 1 วัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน จากนั้นวิเคราะห์และอธิบายการเลือกใช้วัสดุในอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนจากสถานการณ์ในใบงานที่ 1 พร้อมบันทึกผล

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 วัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน
2. ใบกิจกรรมที่ 2 กล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
3. ใบกิจกรรมที่ 3 ตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อน
4. ใบงานที่ 1 วัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน
5. ใบงานที่ 2 กล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
6. ใบงานที่ 3 ตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อน
7. ใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร
8. ใบความรู้ที่ 1 วัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนเพื่อทำให้ผลไม้ที่อยู่ในกล่องแห้งและมีมวลลดลง
2. ออกแบบและสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนเพื่อ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ 1. ความซื่อสัตย์ รายงานผลการทดสอบตู้ขนส่งกันความร้อนที่ทดสอบได้ตามจริง 2. ความมุ่งมั่นอดทน ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จ **สมรรถนะหลักที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** 1. การสื่อสาร นำเสนอการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลอง โดยนำเสนอแนวคิดและหลักการทำงานให้เพื่อนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ง่าย 2. การคิดขั้นสูง - การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตัดสินใจเลือกวัสดุที่ใช้ในการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลอง - การคิดสร้างสรรค์ ใช้ความคิดริเริ่มในการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 3. การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง สามารถนำชิ้นงานคือกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไปปรับใช้ได้จริง	3. นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรมและร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทางเพื่อลงข้อสรุปว่าการเลือกใช้วัสดุในอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน ต้องคำนึงสมบัติการเป็นตัวนำความร้อนหรือฉนวนความร้อนและสีของวัตถุ ถ้าต้องการให้อุปกรณ์นั้นมีอุณหภูมิสูง ถ่ายโอนความร้อนได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อน จะใช้วัสดุที่เป็นตัวนำความร้อนและวัสดุที่มีสีเข้ม แต่ถ้าต้องการไม่ให้ถ่ายโอนความร้อนหรือถ่ายโอนความร้อนอย่างช้า ๆ จะใช้วัสดุที่เป็นฉนวนและวัสดุที่มีสีอ่อน 4. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 กล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยอ่านสถานการณ์ ออกแบบและเขียนภาพร่างของกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ระบุวัสดุที่ใช้พร้อมให้เหตุผลประกอบโดยใช้ความรู้และแนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนและสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน รวมทั้งระบุวิธีใช้และวิธีทดสอบประสิทธิภาพกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ บันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 2	ทำให้อุณหภูมิภายในตู้เพิ่มขึ้นไม่มากเมื่อนำไปวางไว้กลางแดด 3. นำเสนอการออกแบบ แนวคิด และหลักการทำงานของกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองให้เพื่อนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ในรูปแบบที่น่าสนใจ 4. ประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นพร้อมให้ข้อเสนอแนะ 5. เขียนผังมโนทัศน์เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลง **การวัดและประเมินผล** **ด้านความรู้** โดยประเมินจาก 1. การบันทึกข้อมูล การตอบคำถามในใบงาน และการนำเสนอข้อมูล 2. การเขียนกระดาษตั๋วออก (exit ticket) **ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. การออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และออกแบบและสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลอง

ช่วยแก้ปัญหาทางภาคการเกษตรเมื่อผลผลิตในช่วงฤดูเก็บเกี่ยวล้นตลาด 4. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนมาอธิบายการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และการสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลอง	5. นักเรียนนำเสนอผลและร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทางเพื่อลงข้อสรุปว่าสามารถออกแบบ เลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาสร้างกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนได้ **ขั้นสรุป** 6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่า ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเลือกใช้วัสดุ หรือการออกแบบเพื่อสร้างอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวกับความร้อนได้อย่างมีเหตุผล 7. นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้ในกระดาษตั๋วออก (exit ticket) ในช่วงท้ายของคาบเรียน โดยเขียนตามหัวข้อดังนี้ ● นักเรียนเรียนรู้อะไรบ้างจากกิจกรรมนี้อย่างไร ● นักเรียนยังมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ หรือไม่อย่างไร	**ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมินจาก 1. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความซื่อสัตย์ในการทำงานระหว่างทำกิจกรรม 2. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความมุ่งมั่นอดทนในการทำงานระหว่างทำกิจกรรม **ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การสื่อสาร จากการสังเกตการนำเสนอการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลอง โดยนำเสนอแนวคิดและหลักการทำงานให้เพื่อนกลุ่มอื่นเข้าใจได้ง่าย โดยเลือกใช้วิธีการสื่อสารและกลยุทธ์ในการสื่อสารที่เหมาะสมและไม่ซับซ้อน 2. การคิดขั้นสูง - การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการสังเกตการตัดสินใจเลือกวัสดุที่ใช้ในการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และการสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองได้อย่างมีเหตุผล

	ชั่วโมงที่ 3-4 **ขั้นนำ** 1. นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน และการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบกล่องอบแห้งพลังแสงอาทิตย์ในคาบเรียนที่แล้วซึ่งต้องการให้ภายในกล่องมีอุณหภูมิสูง แต่ถ้าเปลี่ยนจุดประสงค์เป็นต้องการให้อุณหภูมิภายในกล่องคงเดิมถึงแม้จะได้รับความร้อน จะเลือกใช้วัสดุอย่างไร นักเรียนตอบตามความเข้าใจโดยครูยังไม่เฉลย เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่การทำกิจกรรม **ขั้นสอน** 2. นักเรียนอ่านสถานการณ์และวิธีการดำเนินกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 3 ตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อน จากนั้นครูชี้แจงจุดประสงค์ของการทำกิจกรรมในคาบเรียนนี้ว่า นอกจากนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องสร้างตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองแล้ว นักเรียนจะต้องศึกษาผลงานของกลุ่มอื่นทุกกลุ่ม โดยศึกษาแนวคิด การทำงาน พร้อมทั้งประเมินผลงานของกลุ่มอื่น ๆ ด้วย จากนั้นชี้แจงเกณฑ์ในการประเมินเพื่อให้เข้าใจตรงกัน	- การคิดสร้างสรรค์ จากการสังเกตการใช้ความคิดริเริ่มในการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยอธิบายหลักการและวิธีการทำงานของชิ้นงานได้ 3. การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง จากการสังเกตการนำชิ้นงานคือกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไปปรับใช้ได้จริง ช่วยแก้ปัญหาทางภาคการเกษตรเมื่อผลผลิตในช่วงฤดูเก็บเกี่ยวล้นตลาด 4. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการนำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนมาอธิบายการออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการสร้างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

	3. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3 ตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนโดยบันทึกผลและตอบคำถามท้ายกิจกรรมใบใบงานที่ 3 4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองโดยอธิบายหลักการและวิธีการทำงานของชิ้นงานได้ ซึ่งนักเรียนกลุ่มอื่นที่ฟังการนำเสนอเป็นผู้ประเมินผลงาน บันทึกผลการประเมินในใบงานที่ 3 5. นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทางเพื่อสรุปว่าในการสร้างตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองต้องลดการถ่ายโอนความร้อนโดยลดการดูดกลืนความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีความร้อน ลดการนำความร้อนและลดการพาความร้อน 6. นักเรียนนำผลการประเมินชิ้นงานของทุกกลุ่มมาจัดอันดับผลงานที่ได้คะแนนการประเมินสูง 1-3 อันดับ โดยครูอาจเตรียมของรางวัลไว้ให้ **ขั้นสรุป** 7. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อลงข้อสรุปว่าความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถ	

	8. นำไปใช้ในการเลือกใช้วัสดุ หรือการออกแบบเพื่อสร้างอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวกับความร้อนได้ ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดความร้อนกับและเปลี่ยนแปลง โดยเขียนผังมโนทัศน์	

ใบกิจกรรมที่ 1 วัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน

จุดประสงค์

วิเคราะห์และอธิบายการเลือกใช้วัสดุในอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

- ไม่มี -

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ จากการอ่านใบความรู้ที่ 1 วัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน
2. วิเคราะห์และอธิบายการเลือกใช้วัสดุในอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนในใบงานที่ 1 พร้อมบันทึกผล
3. นำเสนอผลการทำกิจกรรม

ใบความรู้ที่ 1 วัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน

ความร้อนจะถ่ายโอนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ การถ่ายโอนความร้อนที่อนุภาคตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปเป็นการนำความร้อน วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติการนำความร้อนแตกต่างกัน

วัสดุที่นำความร้อนได้ดีเรียกว่า **ตัวนำความร้อน** ซึ่งวัสดุประเภทโลหะจะเป็นตัวนำความร้อนที่ดี เช่น เงิน ทองแดง อะลูมิเนียม เหล็ก วัสดุที่ไม่นำความร้อนหรือนำความร้อนไม่ดีเรียกว่า **ฉนวนความร้อน** เช่น กระเบื้อง แก้ว ไม้ พลาสติก ผ้า ยาง

เราสามารถนำสมบัติการนำความร้อนของวัสดุไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น นำอะลูมิเนียม เหล็กกล้า มาทำเป็นภาชนะในการหุงต้มอาหารเนื่องจากโลหะสามารถนำความร้อนได้ดี สามารถถ่ายโอนความร้อนให้แก่อาหาร ทำให้อาหารสุกได้เร็ว และนำวัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน เช่น พลาสติก มาทำเป็นที่จับหูหม้อเพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนถ่ายโอนมาถึงมือ

ที่มา : Pixabay.com/Silberfuchs

ภาพที่ 1 หม้อและกระทะ

เมื่อวัตถุต่าง ๆ ได้รับความร้อนอุณหภูมิของวัตถุจะเพิ่มขึ้นโดยจะเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยนอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนและมวลของวัตถุแล้ว ยังขึ้นกับชนิดของวัสดุด้วย โดยวัตถุที่ทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำความร้อนจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงกว่าวัตถุที่ทำจากวัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน นอกจากนั้นสีของวัตถุก็ยังมีผลต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของวัตถุด้วย โดยวัตถุที่มีสีเข้มหรือสีดำจะดูดกลืนแสงและความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่าวัตถุที่มีสีอ่อนหรือสีขาว ทำให้วัตถุที่มีสีเข้มมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงกว่าวัตถุที่มีสีอ่อนเมื่อได้รับความร้อนที่เท่า ๆ กัน

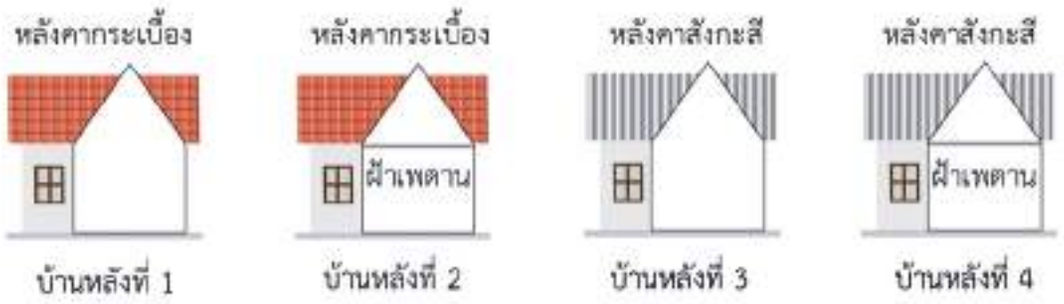
เฉลยใบงานที่ 1 วัสดุกับการถ่ายโอนความร้อน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนวิเคราะห์และอธิบายการเลือกใช้วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนในข้อต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

1. หม้อนึ่ง (ซึ้ง) ทำจากวัสดุอะไรบ้างและมีการถ่ายโอนความร้อนอย่างไรบ้างที่ทำให้อาหารที่อยู่ภายในสุกหม้อนึ่งทำจากวัสดุต่าง ๆ ดังนี้
   - ตัวหม้อทำจาก อะลูมิเนียม เพราะ โลหะเป็นตัวนำความร้อนเพื่อให้ความร้อนถ่ายโอนได้อย่างรวดเร็ว
   - หูหม้อทำจาก พลาสติกแข็ง เพราะ อโลหะเป็นฉนวนความร้อน

   การถ่ายโอนความร้อนของหม้อนึ่งเป็นดังนี้
   - ตัวหม้อถ่ายโอนความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนด้วยการนำความร้อนไปสู่น้ำที่บรรจุอยู่ภายใน และไปสู่ตัวหม้อชั้นบน
   - น้ำถ่ายโอนความร้อนจากตัวหม้อชั้นล่างไปยังตัวหม้อชั้นบนและอาหารโดยการพาความร้อน
   - หม้อชั้นบนถ่ายโอนความร้อนให้อาหารโดยการนำความร้อน
2. บ้านหลังที่ 1 2 3 และ 4 ทำจากวัสดุเดียวกันขนาดเดียวกัน แต่มุงหลังคาด้วยวัสดุต่างกัน คือ กระเบื้องและสังกะสี และบางหลังมีฝ้าใต้หลังคา บ้านหลังใดมีอุณหภูมิต่ำสุด และบ้านหลังมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลากลางวัน อธิบายเหตุผลประกอบ



บ้านหลังที่มีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลากลางวัน คือ บ้านหลังที่ 2

เหตุผลคือ เมื่อความร้อนจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์กระทบหลังคากระเบื้องซึ่งเป็นฉนวนความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านเพิ่มขึ้นไม่มากนัก อีกทั้งยังมีฝ้าเพดานใต้หลังคาเป็นตัวกั้นความร้อนอีกชั้นหนึ่ง ในขณะที่บ้านหลังที่ 1 ถึงแม้หลังคาจะมุงด้วยกระเบื้องแต่ไม่มีฝ้า ส่วนบ้านหลังที่ 3 และบ้านหลังที่ 4 หลังคามุงด้วยสังกะสีซึ่งเป็นตัวนำความร้อนจะถ่ายโอนความร้อนได้ดี ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงขึ้นมาก ดังนั้นบ้านหลังที่ 2 จะเป็นบ้านที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด

บ้านหลังมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลากลางวัน คือ บ้านหลังที่ 3

เหตุผลคือ เมื่อความร้อนจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์กระทบหลังคาสังกะสีซึ่งเป็นตัวนำความร้อนจะถ่ายโอนความร้อนได้ดี ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงขึ้นมาก อีกทั้งบ้านหลังนี้ไม่มีฝ้ากันความร้อน ดังนั้นบ้านหลังที่ 3 จะเป็นบ้านที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด

3. เสื้อ 2 ตัวทำจากผ้าชนิดเดียวกันและมีขนาดเดียวกันตากอยู่บนราวผ้า ตัวหนึ่งมีสีขาว อีกตัวหนึ่งมีสีดำ เสื้อตัวใดจะแห้งก่อน เพราะเหตุใด

   เสื้อตัวที่แห้งก่อนคือ เสื้อสีดำ

   เพราะ สีดำจะดูดกลืนแสงและความร้อนได้ดีกว่าสีขาว จึงทำให้น้ำในเสื้ออุณหภูมิสูงขึ้นและระเหยกลายเป็นไอน้ำได้เร็วกว่า จากนั้นไอน้ำถ่ายโอนความร้อนออกจากเสื้อโดยการพาความร้อน เสื้อสีดำจึงแห้งก่อนเสื้อสีขาว

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ตัวนำความร้อนและฉนวนความร้อนแตกต่างกันอย่างไร

   ตัวนำความร้อน คือวัสดุที่ยอมให้ความร้อนผ่าน ถ่ายโอนความร้อนได้ดี เช่นอะลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง ฉนวนความร้อน คือวัสดุที่ไม่ยอมให้ความร้อนผ่าน หรือผ่านไปได้น้อย ถ่ายโอนความร้อนได้ไม่ดี เช่น ไม้ พลาสติก ยาง

2. สีของวัตถุมีผลต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของวัตถุเมื่อได้รับความร้อนหรือไม่ อย่างไร

   สีของวัตถุมีผลต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของวัตถุเมื่อได้รับความร้อน คือ วัตถุที่มีสีเข้มหรือสีดำจะดูดกลืนแสงและความร้อนได้ดีกว่าวัตถุที่มีสีอ่อนหรือสีขาว ทำให้วัตถุที่มีสีเข้มมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงกว่าวัตถุที่มีสีอ่อนเมื่อได้รับความร้อนที่เท่า ๆ กัน

3. ในการเลือกใช้วัสดุเพื่อประกอบเป็นอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนต้องคำนึงถึงอะไรบ้าง อย่างไร

   สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้วัสดุเพื่อประกอบเป็นอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน คือสมบัติการนำความร้อน และฉนวนความร้อน โดยส่วนประกอบที่ต้องการให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากและรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนต้องใช้โลหะซึ่งนำความร้อนได้ดีเช่น อะลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง ส่วนบริเวณที่

ไม่ต้องการให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับความร้อนต้องใช้ฉนวน เช่น ไม้ พลาสติก นอกจากนี้สีเข้มก็จะทำให้อุปกรณ์นั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าสีอ่อนด้วย

4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

การเลือกใช้วัสดุในอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อน ต้องคำนึงสมบัติการเป็นตัวนำความร้อนหรือฉนวนความร้อนและสีของวัตถุ ถ้าต้องการให้อุปกรณ์นั้นมีอุณหภูมิสูง ถ่ายโอนความร้อนอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนใช้วัสดุที่เป็นตัวนำความร้อนและวัสดุมีสีเข้ม ถ้าต้องการไม่ให้ถ่ายโอนความร้อนหรือถ่ายโอนความร้อนอย่างช้า ๆ ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนและวัสดุมีสีอ่อน

ใบกิจกรรมที่ 2 กล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

จุดประสงค์

ออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จำลองโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

- ไม่มี -

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้

   ประเทศไทยเป็นประเทศที่อุดมสมบูรณ์ซึ่งมีผลผลิตทางการเกษตรมากมาย แต่ในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่ผลผลิตมีปริมาณสูงถึงแม้จะมีการขายในรูปผลผลิตสดทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศแล้ว แต่ก็ยังไม่สามารถระบายผลผลิตออกสู่ตลาดได้เพียงพอ ผลผลิตสดจึงล้นตลาด ทำให้ราคาตกต่ำ กระบวนการแปรรูปผลผลิตทำได้หลายวิธี การอบแห้งเป็นวิธีหนึ่งที่แก้ปัญหาผลผลิตสดล้นตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

   ให้นักเรียนออกแบบกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยระบุวัสดุที่ใช้พร้อมให้เหตุผลประกอบ รวมทั้งวิธีใช้และวิธีทดสอบประสิทธิภาพกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนและสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน
3. ออกแบบและเขียนภาพร่างของกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ความรู้และแนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนและสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน
4. นำเสนอภาพร่างของกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุและการออกแบบ รวมทั้งวิธีใช้และวิธีทดสอบประสิทธิภาพกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

เฉลยใบงานที่ 2 กล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลตามรายละเอียดของแต่ละข้อ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ออกแบบ
    1. แผ่นอะลูมิเนียม
    2. สีสเปรย์สีดำ
    3. แผ่นพลาสติกแข็งใส
    4. บานพับ
    5. ตะแกรงวางอาหาร
    6. ผลไม้ เช่น กล้วย สตรอเบอรี พริก หรือ เนื้อสัตว์ เช่น ปลาสลิด
2. แนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนและสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน
    1. เลือกใช้กล่องอะลูมิเนียมโดยพ่นสีดำทั้งภายนอกและภายในกล่อง เพราะโลหะเป็นวัสดุที่นำความร้อนได้ดี และวัตถุที่มีสีดำจะดูดกลืนแสงและความร้อนได้ดีเช่นกัน
    2. เลือกทำกล่องให้มีฝาปิดเพื่อกักเก็บความร้อนทำให้อุณหภูมิภายในกล่องสูงขึ้น และเลือกพลาสติกแข็งใสทำเป็นฝากล่องเพื่อให้สามารถมองเห็นผลไม้ที่อยู่ภายใน
    3. เจาะรูบริเวณด้านล่างของข้างกล่องทั้ง 4 ด้าน และบริเวณฝากล่อง เพื่อระบายไอน้ำ เนื่องจากความร้อนจะทำให้น้ำที่ผิวผลไม้ระเหยเป็นไอน้ำและลอยตัวสูงขึ้นตามหลักการพาความร้อนออกจากกล่องผ่านรูที่เจาะไว้ที่ฝาแผ่นพลาสติก อากาศภายนอกกล่องจะผ่านเข้ามาในกล่องทางรูที่เจาะไว้ด้านข้างกล่อง ทำให้อากาศในกล่องมีการหมุนเวียน ระบายความชื้นได้ดี ผลไม้จะแห้งได้เร็วขึ้น

3. ภาพร่างของกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นดังนี้

4. วิธีใช้งาน
    1. ล้างผลไม้หรือเนื้อสัตว์ให้สะอาด แล้วนำไปวางบนตะแกรงของกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ถ้าเป็นกล้วยสุกให้ปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นแว่น ๆ แล้ววางบนตะแกรง หรือจะใช้ทั้งลูกก็ได้
    2. นำกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไว้วางไว้กลางแจ้ง โดยจัดให้แสงส่องถึงด้านหน้าของกล่อง
5. วิธีทดสอบประสิทธิภาพของกล่อง

    การจะตรวจสอบว่ากล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพหรือไม่ ทำได้โดย
    1. แบ่งสิ่งที่ต้องการจะอบแห้งเป็น 2 ส่วน ชั่งมวลทั้ง 2 ส่วนนั้นให้เท่ากัน บันทึกผล
    2. นำสิ่งที่ต้องการจะอบแห้งไปตากแดด โดยส่วนหนึ่งใส่ในกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ อีกส่วนหนึ่งวางไว้นอกกล่อง
    3. เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 8 ชั่วโมง ชั่งมวลของสิ่งที่อบแห้งจากกล่องอบแห้ง และจากนอกกล่อง เปรียบเทียบค่าที่ชั่งได้ ถ้ามวลของสิ่งที่อบแห้งจากกล่องอบแห้งน้อยกว่าแสดงว่ากล่องมีประสิทธิภาพ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. วัสดุที่ใช้สร้างกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นวัสดุประเภทใด เพราะเหตุใด

    ใช้วัสดุที่เป็นโลหะ เพราะโลหะเป็นตัวนำความร้อน เกิดการถ่ายโอนความร้อนได้ดี
2. สีของกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ควรเป็นสีอะไร เพราะเหตุใด

    ใช้สีเข้มในที่นี้ใช้สีดำ เพราะสีดำจะดูดกลืนแสงและความร้อนได้ดี
3. การทำให้อาหารในกล่องแห้งใช้หลักการถ่ายโอนความร้อนใดบ้าง อย่างไร

    เริ่มต้นกล่องอบแห้งได้รับการถ่ายโอนความร้อนจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ จากนั้นถ่ายโอนความร้อนจากการนำความร้อนของตัวกล่องที่เป็นโลหะ และการพาความร้อนจากอากาศภายในกล่อง
4. จากกิจกรรมนี้ สรุปได้ว่าอย่างไร

    สามารถออกแบบ เลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาสร้างกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

ใบกิจกรรมที่ 3 ตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อน

จุดประสงค์

ออกแบบและสร้างแบบจำลองตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

วัสดุและอุปกรณ์

1.	เทอร์มอมิเตอร์	1 อัน
2.	ลังกระดาษ	1 ลัง
3.	แผ่นโฟม	1 แผ่น
4.	แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์	1 แผ่น
5.	แผ่นพลาสติกลูกฟูก	1 แผ่น
6.	กระดาษหนังสือพิมพ์	1 ฉบับ
7.	กรรไกร	1 เล่ม
8.	กาว	1 ขวด
9.	เทปกาว	1 ม้วน
10.	เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
11.	วัสดุอื่น ๆ ตามที่ออกแบบ	

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้

   ผลผลิตทางการเกษตรในภูมิภาคต่าง ๆ ต้องขนส่งมาจำหน่ายยังตลาดหรือส่งเข้าโรงงานอุตสาหกรรมอาหารต่างๆในภาคกลาง การขนส่งผลผลิตทางการเกษตรจากแหล่งผลิตนิยมขนส่งทางรถยนต์เป็นหลัก ซึ่งต้องใช้เวลานานในการขนส่ง ดังนั้นมักจะเกิดปัญหาผลผลิตทางการเกษตรเน่าเสียอันเนื่องมาจากความร้อนระหว่างการขนส่ง

   ให้ออกแบบและสร้างแบบจำลองตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนเพื่อให้สามารถเก็บผลผลิตทางการเกษตรโดยไม่ให้เน่าเสียระหว่างทาง กำหนดให้ตู้ขนสินค้าจำลองมีขนาด 30 × 30 × 30 เซนติเมตร^3 มวลของตู้จำลองไม่เกิน 2 กิโลกรัม สามารถบรรทุกขวดน้ำปริมาตร 600 ลูกบาศก์เซนติเมตรจำนวน 4 ขวด ได้ และเมื่อนำไปวางไว้กลางแดด 30 นาที อุณหภูมิต้องเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด
2. อภิปรายและระบุเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนที่ทำให้เกิดปัญหาในสถานการณ์นี้ บันทึกผล
3. ใช้ความรู้และแนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนและสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนมาออกแบบและเขียนภาพร่างชิ้นงาน นำเสนอภาพร่างชิ้นงานโดยอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุและการออกแบบ

4. สร้างแบบจำลองตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนตามที่ออกแบบไว้ โดยแบบจำลองต้องเจาะช่อง 1 ช่อง สำหรับเสียบเทอร์มอมิเตอร์
5. ทดสอบประสิทธิภาพของตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลอง โดยวัดอุณหภูมิภายในตู้ตอนเริ่มต้น บันทึกผล จากนั้นนำตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองไปวางไว้กลางแจ้ง 30 นาที แล้ววัดอุณหภูมิภายในตู้อีกครั้ง บันทึกผล วัดอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งตอนเริ่มต้นและหลังจาก 30 นาที
6. แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน โดยนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมประเมินผลงานและให้ข้อเสนอแนะ
7. วิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันหาแนวทางเพื่อปรับปรุงตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลอง และนำเสนอวิธีการปรับปรุง

เฉลยใบงานที่ 3 ตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลตามรายละเอียดของแต่ละข้อ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

1. การถ่ายโอนความร้อนวิธีใดที่ทำให้เกิดปัญหาในสถานการณ์นี้

   จากการอภิปรายพบว่า ความร้อนถ่ายโอนให้แก่ผลผลิตทางการเกษตรในตู้ขนสินค้า ได้โดย

   - การแผ่รังสีความร้อนโดยความร้อนจากดวงอาทิตย์ถ่ายโอนให้ตู้ขนสินค้า
   - การนำความร้อนโดยตู้ขนสินค้าถ่ายโอนความร้อนให้แก่อากาศภายในตู้และถ่ายโอนให้แก่ผลผลิตทางการเกษตรที่สัมผัสกับตัวตู้
   - การพาความร้อน โดยอากาศในตู้ขนสินค้าถ่ายโอนความร้อนจากตู้สู่ผลผลิตทางการเกษตรในตู้

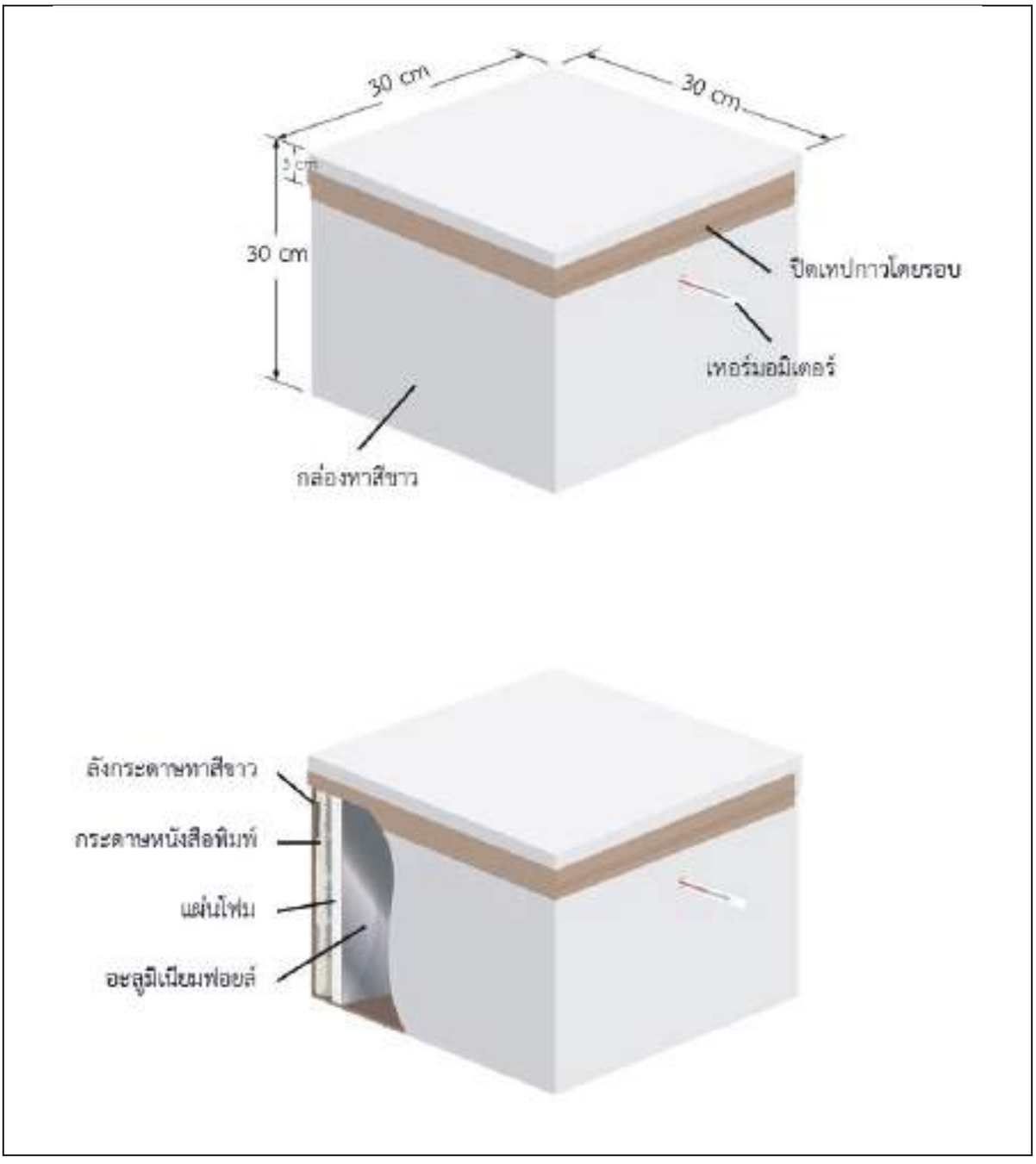
2. แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลอง

   การแก้ปัญหาที่เกิดกับผลผลิตทางการเกษตรในตู้ขนส่งสินค้าเนื่องจากความร้อน คือ ต้องทำให้ความร้อนถ่ายโอนเข้าไปในตู้ให้น้อยที่สุดเพื่อให้อุณหภูมิในตู้เพิ่มขึ้นไม่มาก การถ่ายโอนความร้อนในสถานการณ์นี้มีทั้งการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อน และการพาความร้อน ซึ่งไม่สามารถลดการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ แต่ลดการดูดกลืนความร้อนได้โดยทำตู้ให้มีสีอ่อน และลดการนำความร้อนผ่านตู้ขนส่งสินค้าโดยทำตัวตู้ขนส่งสินค้าด้วยฉนวนความร้อน ลดการพาความร้อนโดยกันไม่ให้อากาศมีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากตู้ด้วยการบุผนังด้านในตู้ด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งเรียบและมันวาว อากาศและน้ำซึมผ่านได้น้อย และปิดผนึกรอยต่อทุกด้านของตู้ด้วยกระดาษกาว

3. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

   1. เทอร์มอมิเตอร์
   2. ลังกระดาษ
   3. กระดาษหนังสือพิมพ์
   4. แผ่นโฟม
   5. แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์
   6. สีสเปรย์สีขาว
   7. กรรไกร
   8. กาว
   9. เทปกาว
   10. เครื่องชั่ง

4. ภาพร่างตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองเป็นดังนี้



5. การทดสอบประสิทธิภาพตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองเป็นดังนี้

ตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองมีขนาด	30 x 30 x 30	เซนติเมตร^3
มวลของตู้	1.8	กิโลกรัม
บรรทุกขวดน้ำขนาด 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน	4	ขวด
อุณหภูมิเริ่มต้นก่อนนำไปตากแดด	32	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิเมื่อนำไปวางไว้กลางแดด 30 นาที	33.2	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิของอากาศกลางแดดภายนอกตู้	39.5	องศาเซลเซียส

6. แนวทางที่จะปรับปรุงแก้ไขตู้ขนสินค้ากันความร้อนจำลองจากข้อเสนอแนะเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการกันความร้อนได้มากขึ้น

   ปรับปรุงโดยใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์หุ้มตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลอง เนื่องจากแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์มีความมันวาวซึ่งจะสะท้อนแสงดี ก็จะไม่ดูดกลืนความร้อน อุณหภูมิภายในตู้จะได้เพิ่มขึ้นน้อยกว่าเดิม

คำถามท้ายกิจกรรม

1. วัสดุที่ใช้สร้างตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองเป็นวัสดุประเภทใด เพราะเหตุใด

   วัสดุที่ใช้สร้างตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองเป็นวัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน เพื่อให้ความร้อนถ่ายโอนเข้าในตู้ได้น้อย อุณหภูมิภายในตู้จะได้เพิ่มขึ้นไม่มากเมื่อได้รับความร้อน
2. สีของวัสดุที่ใช้สร้างตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองควรเป็นสีอะไร เพราะเหตุใด

   สีของวัสดุที่ใช้สร้างตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองควรเป็นสีอ่อน เพื่อลดการดูดกลืนแสงและความร้อน อุณหภูมิภายในตู้จะได้เพิ่มขึ้นไม่มากเมื่อได้รับความร้อน
3. การทำให้อุณหภูมิภายในตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองเพิ่มขึ้นไม่มากเมื่อได้รับความร้อนใช้หลักการถ่ายโอนความร้อนใดบ้าง อย่างไร

   การทำให้อุณหภูมิภายในตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองเพิ่มขึ้นไม่มากเมื่อได้รับความร้อนทำได้โดย
   - ลดการดูดกลืนความร้อนได้โดยทำตู้ให้มีสีอ่อน
   - ลดการนำความร้อนผ่านตู้ขนส่งสินค้าโดยทำตัวตู้ขนส่งสินค้าด้วยฉนวนความร้อน และบุด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์
   - ลดการพาความร้อนโดยกันไม่ให้อากาศมีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากตู้ด้วยการบุผนังด้านในตู้ด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ และปิดผนึกรอยต่อทุกด้านของตู้ด้วยกระดาษกาว
4. ผลงานที่กลุ่มอื่นนำเสนอ ผลงานที่ชอบมากที่สุด 3 อันดับแรกคือผลงานใด เพราะเหตุใด

   ขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน
5. จากผลการประเมินผลงานของกลุ่มตนเองโดยกลุ่มอื่น นักเรียนจะปรับปรุงชิ้นงานตนเองหรือไม่อย่างไร

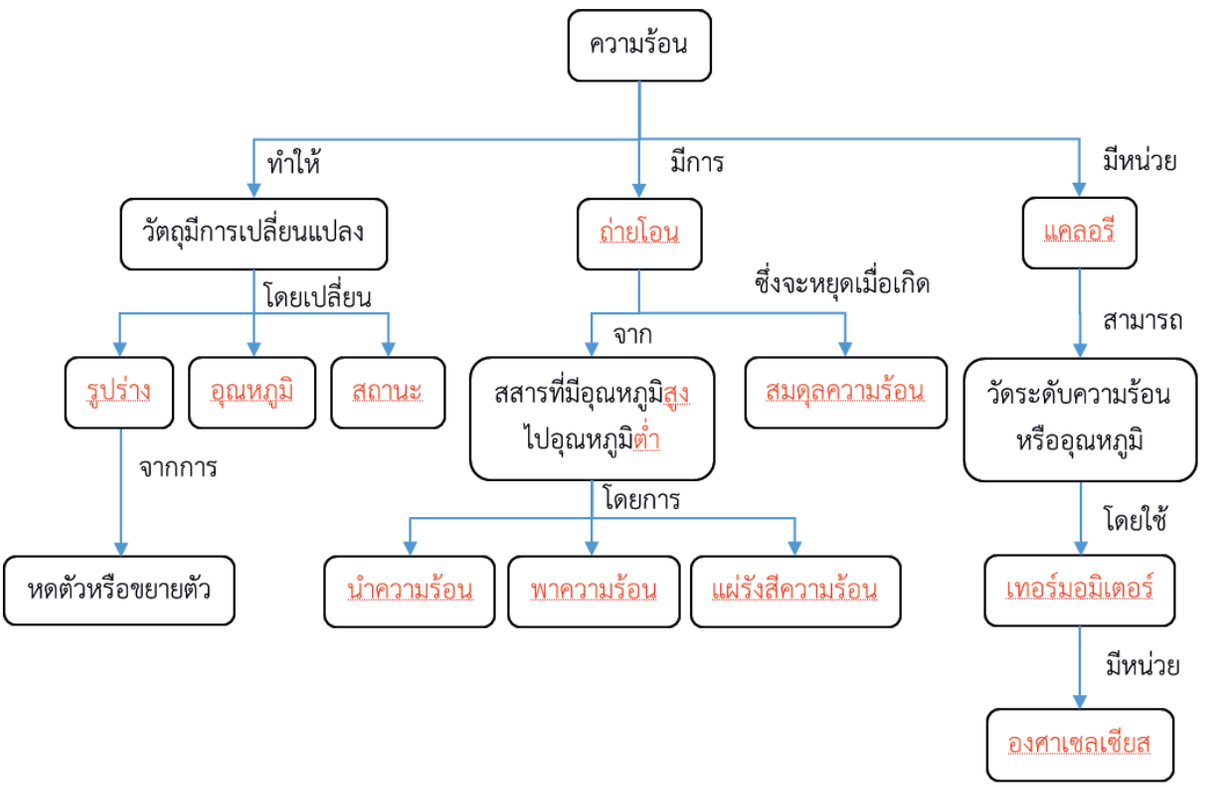
   ขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของนักเรียน
6. จากกิจกรรมนี้ สรุปได้ว่าอย่างไร

   สามารถออกแบบและเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาสร้างตู้ขนส่งสินค้ากันความร้อนจำลองโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

เฉลยใบงานที่ 4 แบบฝึกหัดความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเติมข้อมูลลงในช่องว่างของแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วย

คำชี้แจง

เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. วิเคราะห์ข้อมูลในตารางต่อไปนี้

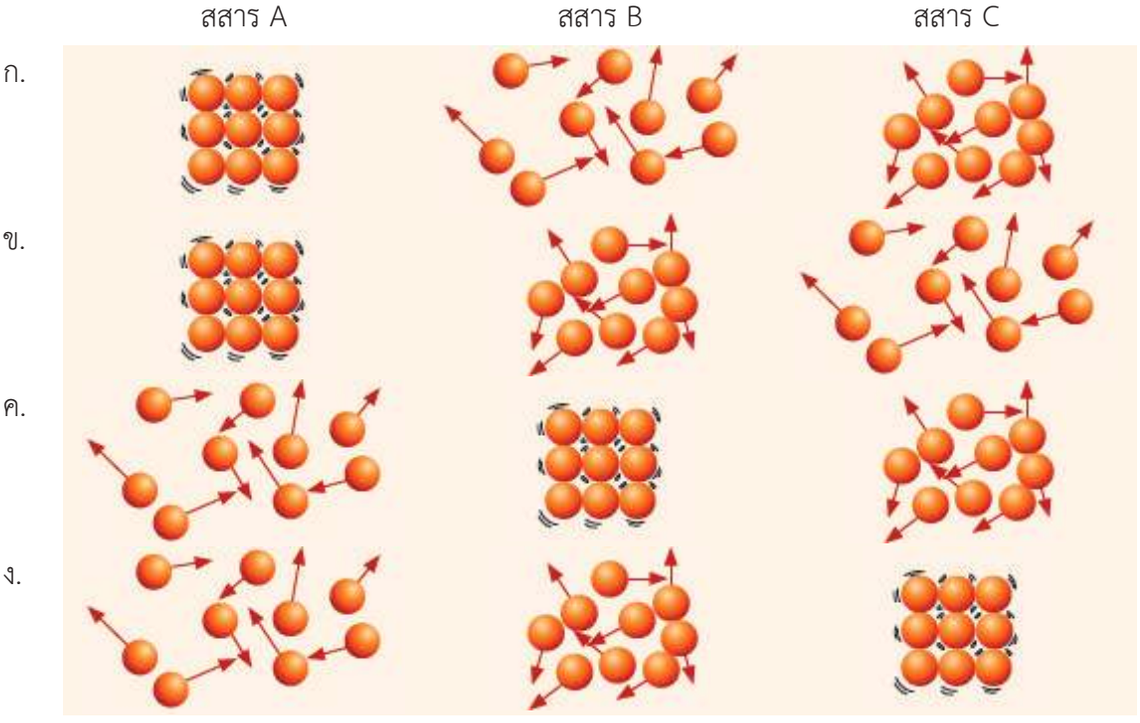
สสาร	รูปร่าง	ปริมาตร
A	คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ	คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ
B	ไม่คงที่ ฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ	ไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ
C	ไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ	คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ

ข้อใดเป็นแบบจำลองอนุภาคของสสาร A B และ C ตามลำดับ

กำหนดให้ แทนอนุภาคของสสาร

แทนการสั่นของอนุภาค

แทนขนาดและทิศทางความเร็วของอนุภาค



เฉลย

ข้อ ก. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ สสาร A มีสถานะเป็นของแข็ง เนื่องจากมีรูปร่างและปริมาตรคงที่ อนุภาคอยู่ชิดติดกัน สสาร B มีสถานะเป็นแก๊ส เนื่องจากรูปร่างไม่คงที่และปริมาตรตามภาชนะที่บรรจุ อนุภาคอยู่ห่างกันและเคลื่อนที่ได้ สสาร C มีสถานะเป็นของเหลว เนื่องจากรูปร่างไม่คงที่แต่ปริมาตรคงที่และเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ อนุภาคอยู่ห่างกันแต่น้อยกว่าแก๊สและเคลื่อนที่ได้

ข้อ ข. ผิด เพราะ จากตัวเลือก สสาร A B C มีสถานะเป็น ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ตามลำดับ

ข้อ ค. ผิด เพราะ จากตัวเลือก สสาร A B C มีสถานะเป็น แก๊ส ของแข็ง ของเหลว ตามลำดับ

ข้อ ง. ผิด เพราะ จากตัวเลือก สสาร A B C มีสถานะเป็น แก๊ส ของเหลว ของแข็ง ตามลำดับ

2. ข้อความใดต่อไปนี้อธิบายแบบจำลองอนุภาคได้ถูกต้อง
   ก. อนุภาคของสสารทุกสถานะจะเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระตลอดเวลา
   ข. อนุภาคของเหลวและแก๊สสามารถเคลื่อนที่ได้ ของเหลวและแก๊สจึงมีรูปร่างไม่คงที่
   ค. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของแก๊สมากที่สุด ทำให้แก๊สมีความหนาแน่นมากที่สุด
   ง. สสารชนิดเดียวกันที่อยู่ในสถานะของแข็งและของเหลว ที่มีปริมาตรเท่ากัน จะมีจำนวนอนุภาคเท่ากัน

เฉลย

ข้อ ข. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ อนุภาคของเหลวและแก๊สอยู่ห่างกัน สามารถเคลื่อนที่ได้ ของเหลวและแก๊สจึงมีรูปร่างไม่คงที่

ข้อ ก. ผิด เพราะ อนุภาคของสสารในสถานะของแข็งจะอยู่ชิดติดกัน ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

ข้อ ค. ผิด เพราะ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของแก๊สน้อยที่สุด ทำให้แก๊สมีความหนาแน่นน้อยที่สุด

ข้อ ง. ผิด เพราะ ที่ปริมาตรเท่ากัน สสารที่อยู่ในสถานะของแข็งจะมีจำนวนอนุภาคมากกว่าของเหลว เนื่องจากของแข็งมีความหนาแน่นมากกว่า

3. เมื่อให้ความร้อนแก่ของแข็ง การถ่ายโอนความร้อนของของแข็งเกิดขึ้นได้อย่างไร
   ก. อนุภาคของของแข็งสั่นต่อ ๆ กันไป
   ข. อนุภาคของของแข็งขยายตัวต่อ ๆ กันไป
   ค. อนุภาคของของแข็งอยู่ห่างกันมากขึ้นเรื่อย ๆ
   ง. อนุภาคของของแข็งเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วสูงขึ้นเรื่อย ๆ

เฉลย

ข้อ ก. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ เมื่ออนุภาคของของแข็งได้รับความร้อนจะสั่นเร็วขึ้น และทำให้อนุภาคข้างเคียงสั่นเร็วขึ้นต่อ ๆ กันไป ความร้อนจึงถ่ายโอนไปได้

ข้อ ข. ผิด เพราะ ขณะที่มีการถ่ายโอนความร้อน อนุภาคของของแข็งจะยังคงมีขนาดเท่าเดิม

ข้อ ค. ผิด เพราะ ความร้อนถ่ายโอนได้เนื่องจากอนุภาคของของแข็งสั่นต่อ ๆ กันไป ไม่ได้เป็นเพราะอยู่ห่างกันมากขึ้น

ข้อ ง. ผิด เพราะ ขณะที่มีการถ่ายโอนความร้อน อนุภาคของของแข็งยังคงอยู่ชิดติดกัน ไม่ได้เคลื่อนที่อย่างอิสระ

4. เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำในหม้อ อนุภาคของน้ำแต่ละอนุภาคมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
   ก. มีมวลลดลง
   ข. มีขนาดใหญ่ขึ้น
   ค. มีอัตราเร็วลดลง
   ง. อยู่ห่างจากอนุภาคอื่นมากขึ้น

เฉลย

ข้อ ง. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ เมื่อของเหลวได้รับความร้อน อนุภาคของของเหลวจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากขึ้น ทำให้อนุภาคอยู่ห่างกันมากขึ้น ขณะที่ขนาดของอนุภาคยังคงมีขนาดเท่าเดิม และมีมวลเท่าเดิม

ข้อ ก. ผิด เพราะ อนุภาคมีมวลเท่าเดิม

ข้อ ข. ผิด เพราะ อนุภาคมีขนาดเท่าเดิม

ข้อ ค. ผิด เพราะ อนุภาคมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น

5. ในเวลากลางคืนขณะที่กลุ่มนักเรียนจำนวนหนึ่งกำลังเล่นกิจกรรมรอบกองไฟกันอย่างสนุกสนานท่ามกลางอากาศที่นิ่งและเย็นสบาย อยู่ต่อมาสักครู่เกิดลมพัดมาทางทิศเหนือค่อนข้างแรงเป็นผลให้ไฟจากกองฟืนลุกโชนมากขึ้นอีก ทำให้นักเรียนที่ได้รับลมรู้สึกร้อน มีการถ่ายโอนพลังงานความร้อนอย่างไรบ้าง
   ก. ลมที่ผ่านกองฟืนนำความร้อนมายังนักเรียน
   ข. ลมที่ผ่านกองฟืนพาความร้อนมายังนักเรียน
   ค. ลมที่ผ่านกองฟืนนำความร้อน และกองฟืนแผ่รังสีความร้อนมายังนักเรียน
   ง. ลมที่ผ่านกองฟืนพาความร้อน และกองฟืนแผ่รังสีความร้อนมายังนักเรียน

เฉลย

ข้อ ง. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ นักเรียนรู้สึกร้อนเนื่องจากลมซึ่งก็คืออากาศที่เคลื่อนที่ผ่านกองฟืนพาความร้อนมายังนักเรียน และในขณะเดียวกันกองฟืนก็แผ่รังสีความร้อนมายังนักเรียนโดยตรง

ข้อ ก. ผิด เพราะ ลมที่ผ่านกองฟืนถ่ายโอนความร้อนโดยการพาความร้อน

ข้อ ข. ผิด เพราะ ขาดการถ่ายโอนความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนจากกองฟืน

ข้อ ค. ผิด เพราะ ลมที่ผ่านกองฟืนถ่ายโอนความร้อนโดยการพาความร้อน

6. สารต่างชนิดกันที่มีมวลเท่ากัน เมื่อได้รับความร้อนปริมาณเท่ากัน สารทั้งสองจะมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างไร
   ก. อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน เพราะมวลเท่ากัน
   ข. อุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน เพราะมีความร้อนจำเพาะต่างกัน
   ค. อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน เพราะได้รับความร้อนปริมาณเท่ากัน
   ง. อุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน เพราะมีความร้อนแฝงจำเพาะต่างกัน

เฉลย

ข้อ ข. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ สารต่างชนิดกันจะมีค่าความร้อนจำเพาะต่างกัน เมื่อสารได้รับความร้อนปริมาณเท่ากัน โดยที่มวลของสารเท่ากัน จากความสัมพันธ์ $Q = mc\Delta t$ ดังนั้น สารทั้งสองจะมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงต่างกัน

ข้อ ก. ค. และ ง. ผิด เพราะ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน เนื่องจากสารทั้งสองมีค่าความร้อนจำเพาะต่างกัน

7. วางบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำร้อนมวล 500 กรัม ที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ไว้จนอุณหภูมิน้ำลดลงเหลือ 30 องศาเซลเซียส น้ำสูญเสียความร้อนไปเท่าใด กำหนดให้น้ำมีความร้อนจำเพาะ 1.0 แคลอรีต่อกรัมองศาเซลเซียส
   ก. 1,500 แคลอรี
   ข. 2,500 แคลอรี
   ค. 15,000 แคลอรี
   ง. 25,000 แคลอรี

เฉลย

ข้อ ง. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ ปริมาณความร้อนที่น้ำสูญเสียจะหาได้จาก

$Q = mc\Delta t$

$Q = 500\ g \times 1.0\ cal/g\ ^\circ C \times (80\ ^\circ C - 30\ ^\circ C)$

$Q = 25{,}000\ cal$

ดังนั้น ปริมาณความร้อนที่น้ำสูญเสียเท่ากับ 25,000 แคลอรี

ข้อ ก. ข. และ ค. ผิด เพราะ ปริมาณความร้อนที่น้ำสูญเสียเท่ากับ 25,000 แคลอรี

8. แบบจำลองอนุภาคต่อไปนี้ สามารถใช้อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสารในสถานการณ์ใด

กำหนดให้ แทนอนุภาคของสสาร

แทนการสั่นของอนุภาค

 แทนขนาดและทิศทางความเร็วของอนุภาค

ก. การแข็งตัวของน้ำ

ข. การระเหิดกลับของไอโอดีน

ค. การหลอมเหลวของทองคำ

ง. การควบแน่นของแก๊สไนโตรเจน

เฉลย

ข้อ ค. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ จากแบบจำลองอนุภาค เป็นการแสดงการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวเมื่อได้รับความร้อน ดังนั้นจึงตรงกับตัวเลือก ค. การหลอมเหลวของทองคำ

ข้อ ก. ผิด เพราะ การแข็งตัวของน้ำ เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง

ข้อ ข. ผิด เพราะ การระเหิดกลับของไอโอดีน เป็นการเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของแข็ง

ข้อ ง. ผิด เพราะ การควบแน่นของแก๊สไนโตรเจน เป็นการเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลว

9. โรงงานทำน้ำแข็งต้องการทำให้น้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เครื่องทำน้ำแข็งต้องทำให้น้ำมวล 1 กรัม สูญเสียความร้อนปริมาณเท่าใด

กำหนดให้ ความร้อนจำเพาะของน้ำ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส

ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำมีค่า 80 แคลอรี/กรัม

ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำมีค่า 540 แคลอรี/กรัม

ก. 30 แคลอรี

ข. 81 แคลอรี

ค. 110 แคลอรี

ง. 620 แคลอรี

เฉลย

ข้อ ค. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ ปริมาณความร้อนที่น้ำสูญเสียเพื่อกลายเป็นน้ำแข็งจนหมดจะเท่ากับความร้อนที่น้ำเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 0 องศาเซลเซียส รวมกับความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

$Q = mc\Delta t + mL$

$Q = [1\ g \times 1.0\ cal/g\ ^\circ C \times (30\ ^\circ C - 0\ ^\circ C)] + [1\ g \times 80\ cal/g]$

$Q = 30\ cal + 80\ cal$

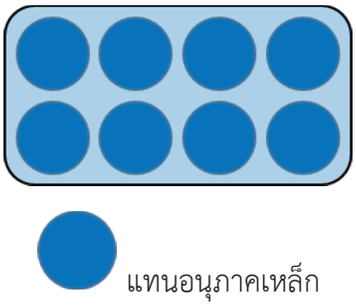
$Q = 110\ cal$

ดังนั้น ปริมาณความร้อนที่น้ำสูญเสียเท่ากับ 110 แคลอรี

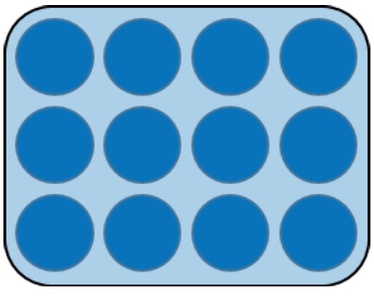
ข้อ ก. ข. และ ง. ผิด เพราะ ปริมาณความร้อนที่น้ำสูญเสียเท่ากับ 110 แคลอรี

10. จากการสังเกตพบว่าแท่งเหล็กจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน แบบจำลองใดแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับอนุภาคของแท่งเหล็กเมื่อได้รับความร้อนได้ถูกต้อง

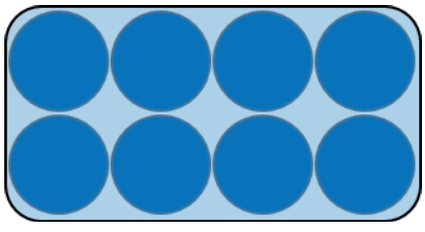
กำหนดให้ แบบจำลองอนุภาคของแท่งเหล็กก่อนได้รับความร้อน เป็นดังภาพ



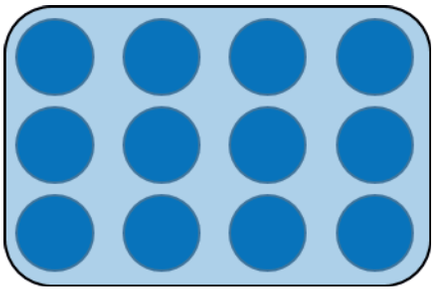
ก.



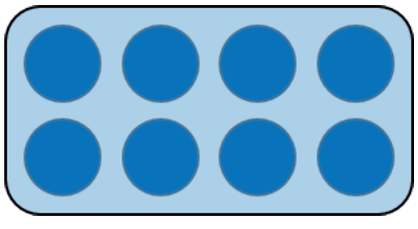
ข.



ค.



ง.



เฉลย

ข้อ ง. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ เมื่อแท่งเหล็กที่เป็นของแข็งได้รับความร้อน อนุภาคจะสั่นเร็วขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง ทำให้อนุภาคอยู่ห่างกันมากขึ้นจนแท่งเหล็กขยายตัว โดยที่ขนาดและจำนวนของอนุภาคยังคงเท่าเดิม

ข้อ ก. ผิด เพราะ จำนวนอนุภาคเพิ่มขึ้น

ข้อ ข. ผิด เพราะ ขนาดของอนุภาคใหญ่ขึ้น

ข้อ ค. ผิด เพราะ จำนวนอนุภาคเพิ่มขึ้น

11. ข้อความเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเนื่องจากการขยายตัวหรือหดตัวของสสารใด**ไม่**ถูกต้อง
    ก. เมื่อของเหลวได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น เนื่องจากอนุภาคเคลื่อนที่ห่างออกจากกัน
    ข. เมื่อของเหลวสูญเสียความร้อนจะมีปริมาตรลดลง เนื่องจากมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง
    ค. เมื่อของแข็งได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเท่าเดิม เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงมาก
    ง. เมื่อของแข็งสูญเสียความร้อนจะมีปริมาตรลดลง เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้น

เฉลย

ข้อ ค. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ เมื่อของแข็งได้รับความร้อน อนุภาคจะสั่นเร็วขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง ทำให้ของแข็งขยายตัวและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ดังนั้นข้อความในตัวเลือก ค. จึงไม่ถูกต้อง

ข้อ ก. ข. และ ง. ผิด เพราะ เป็นข้อความที่ถูกต้อง

12. สถานการณ์ในข้อใดที่**ไม่**ได้ใช้ความรู้เรื่องการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน
    ก. ช่าง ก เทปูนเพื่อทำถนนโดยเว้นช่องว่างเป็นช่วง ๆ
    ข. ช่าง ข ซ่อมทางรถไฟโดยเชื่อมรางเหล็กให้แนบสนิทกัน
    ค. ช่าง ค ซ่อมสายไฟฟ้าบนเสาไฟฟ้าโดยขึงให้หย่อนลงมาเล็กน้อย
    ง. ช่าง ง ปูกระเบื้องบนพื้นโดยให้กระเบื้องมีระยะห่างจากกันเล็กน้อย

เฉลย

ข้อ ข. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ การเชื่อมรางเหล็กของทางรถไฟให้แนบสนิทกัน เมื่อรางเหล็กขยายตัวเนื่องจากความร้อนจะทำให้รางเหล็กอัดกันจนโก่งตัวหรือโค้งงอได้ รางเหล็กจึงควรมีช่องว่างเล็กน้อยเป็นช่วง ๆ

ข้อ ก. ค. และ ง. ผิด เพราะ เป็นสถานการณ์ที่ใช้ความรู้เรื่องการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

13. ถ้าเติมน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในน้ำเย็นอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ปริมาตร 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร ข้อความใดถูกต้อง

ก. น้ำร้อนและน้ำเย็นจะแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกันจนเกิดสมดุลความร้อน

ข. น้ำร้อนและน้ำเย็นจะถ่ายโอนความร้อนด้วยปริมาณความร้อนเท่ากัน

ค. น้ำเย็นจะถ่ายโอนความเย็นไปยังน้ำร้อนเนื่องจากน้ำเย็นมีปริมาตรมากกว่า

ง. อุณหภูมิขณะเกิดสมดุลความร้อนหาได้จากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำร้อนกับน้ำเย็น

เฉลย

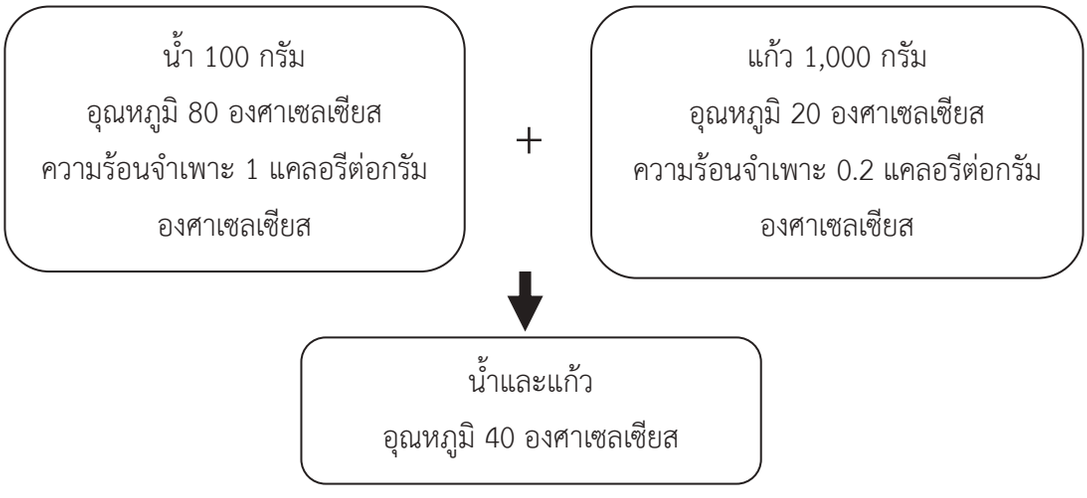
ข้อ ข. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ น้ำร้อนและน้ำเย็นจะถ่ายโอนความร้อนด้วยปริมาณความร้อนที่เท่ากันตามความสัมพันธ์ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$ จนเกิดสมดุลความร้อน ซึ่งจะมีอุณหภูมิเท่ากัน

ข้อ ก. ผิด เพราะ น้ำร้อนและน้ำเย็นจะแลกเปลี่ยนความร้อนกัน ไม่ได้แลกเปลี่ยนอุณหภูมิ

ข้อ ค. ผิด เพราะ ความร้อนจะถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นความร้อนจะถ่ายโอนจากน้ำร้อนไปยังน้ำเย็น

ข้อ ง. ผิด เพราะ อุณหภูมิขณะเกิดสมดุลความร้อนหาได้จากความสัมพันธ์ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$ เมื่อ $Q = mc\Delta t$ ซึ่งการคำนวณหาอุณหภูมิสุดท้ายต้องพิจารณาทั้งมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิตั้งต้นของสาร

14. เทน้ำมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ลงในแก้วมวล 1,000 กรัม อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส น้ำและแก้วจะมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป ดังแผนภาพ



จากสถานการณ์ข้างต้น ความร้อนมีการถ่ายโอนอย่างไร และมีปริมาณเท่าใด

ก. น้ำให้ความร้อนแก่แก้ว ปริมาณ 6,000 แคลอรี

ข. แก้วได้รับความร้อนจากน้ำ ปริมาณ 4,000 แคลอรี

ค. แก้วและน้ำต่างได้รับความร้อน ปริมาณ 4,000 แคลอรี

ง. แก้วและน้ำต่างสูญเสียความร้อน ปริมาณ 6,000 แคลอรี

เฉลย

ข้อ ข. เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง เพราะ จากแผนภาพ น้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าแก้ว น้ำจึงให้ความร้อนแก่แก้ว ส่วนแก้วจะได้รับความร้อนจากน้ำในปริมาณที่เท่ากัน จากความสัมพันธ์ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

หาความร้อนที่น้ำสูญเสียจาก $Q = mc\Delta t$

จะได้ว่า $Q = 100\ \text{g} \times 1.0\ \text{cal/g}\ ^\circ\text{C} \times (80\ ^\circ\text{C} - 40\ ^\circ\text{C})$

$Q = 4{,}000\ \text{cal}$

ดังนั้น แก้วได้รับความร้อนจากน้ำ 4,000 แคลอรี

ข้อ ก. ผิด เพราะ น้ำให้ความร้อนแก่แก้ว ปริมาณ 4,000 แคลอรี

ข้อ ค. ผิด เพราะ แก้วได้รับความร้อน แต่น้ำสูญเสียความร้อน ปริมาณ 4,000 แคลอรี เท่ากัน

ข้อ ง. ผิด เพราะ แก้วได้รับความร้อน แต่น้ำสูญเสียความร้อน ปริมาณ 4,000 แคลอรี เท่ากัน

บรรณานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 3 มัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 1 มัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015: สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 27 กันยายน 2563, https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa-2015-framework/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. สืบค้นเมื่อ 27 กันยายน 2563, https://www.scimath.org/e-books/8923/flippingbook/index.html

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

Kalz, Doreen E. et al. (2014). Thermal Comfort and Energy-Efficient Cooling of Nonresidential Buildings. Springer.

Nave, C. R. (2016). Thermal Conductivity. Retrieved October 10, 2017, from http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Tables/thrcn.html

Pathare, S. R. and Pradhan, H. C. (2010). Students' misconceptions about heat transfer mechanisms and elementary kinetic theory. Physics Education, 45(6), 629-634.

Quan, G. (2011). Improvements of student understanding of heat and temperature (Research Report). USA: University of Washington.

Tanahoung, C. , Chitaree, R. and Soankwan, C. (2010). Probing Thai freshmen Science Students' Conceptions of Heat and Temperatures Using Open-ended questions : A case study. Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, 2(2), 82-94.

U.S. Geological Survey. (2016). Specific Heat Capacity of Water. Retrieved October 18, 2017, from http://water.usgs.gov/edu/heat-capacity.html

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษาสำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

ดร.คุณหญิงกษมา วรวรรณ ณ อยุธยา	ที่ปรึกษาโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
ดร.สมเกียรติ ชอบผล	ประจำสำนักพระราชวังพิเศษ ระดับ 10
นางมัณฑนา ศังขะกฤษณ์	ข้าราชการบำนาญ

ที่ปรึกษา

ดร.อัมพร พินะสา	เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ดร.กวินทร์เกียรติ นนธ์พละ	รองเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
นายสุชาติ วงศ์สุวรรณ	ข้าราชการบำนาญ
ดร.ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์	ผู้ทรงคุณวุฒิ สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
รองศาสตราจารย์ ดร.ทิศนา แขมมณี	ราชบัณฑิต
ดร.เบญจลักษณ์ น้ำฟ้า	ที่ปรึกษาพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ดร.วัฒนาพร ระงับทุกข์	ที่ปรึกษาพิเศษ ศูนย์บริหารงานการพัฒนาศักยภาพบุคคลเพื่อความเป็นเลิศ
ศาตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์	ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.ศรินธร วิทยะสิรินันท์	ผู้อำนวยการโรงเรียนนานาชาติ เซนต์ แอนดรูว์ส กรุงเทพ
ดร.รัตนา แสงบัวเผื่อน	ผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

ที่ปรึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.สุพรรณี ชาญประเสริฐ	ผู้อำนวยการสำนักวิชาวิทยาศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะผู้จัดทำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางกิ่งแก้ว คูอมรพัฒนะ	ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางชุติมา เตมียสถิต	ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวดวงกมล เหมะรัต	ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาววราภรณ์ ถิรสิริ	ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวธนพรรณ ชาลี	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวสุนิสา แสงมงคลพิพัฒน์	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.อรนิษฐ์ โชคชัย	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.นิพนธ์ จันเลน	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.ศานิกานต์ เสนีวงศ์	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดร.กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางวิมลมาศ ถนอมเกียรติ	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวรตพร หลิน	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นายศุภณัฐ คุ้มโหมด	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.วิลานี สุชีวบริพนธ์	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.ยศินทร์ กิติจันทโรภาส	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นายอภิรัตน์ ฐิติมั่น	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวเพียงรวี ทองนุ่น	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดชา ศุภพิทยาภรณ์	อาจารย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.มิญช์ เมธีสุวกุล	ครูเชี่ยวชาญพิเศษ โรงเรียนกำเนิดวิทย์ จังหวัดระยอง
นางสายชล ธนานุวงศ์	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า กรุงเทพฯ
นายสุธิพงษ์ ใจแก้ว	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์ จังหวัดเชียงราย
นางสาววรรณวีร์ เหมือนประยูร	ครูชำนาญการ โรงเรียนเทพมงคลรังษี จังหวัดกาญจนบุรี

คณะบรรณาธิการ

นางกิ่งแก้ว คูอมรพัฒนะ	ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้รับผิดชอบโครงการ

นางผาณิต ทวีศักดิ์	รองผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวพรทิพย์ ดินดี	ข้าราชการบำนาญ
นางสาวภัทรา ด่านวิวัฒน์	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวอธิฐาน คงช่วยสถิตย์	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นายอภิศักดิ์ สิทธิเวช	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวอัจฉราพร เทียงภักดิ์	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาววศินี เขียวเขิน	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวปรมาพร เรืองเจริญ	พนักงานธุรการ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี