

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน

# วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

## ผู้เรียบเรียง

รศ. ดร.เศรษฐวัชร จำรัสตร์ วท.บ., วท.ม., M.Sc., Ph.D.

สุภารัตน์ หาญกว้าง วท.บ., วท.ม.

อนุวัชร นามเชื้อ วท.บ., ศษ.บ.

## ผู้ตรวจ

ดร.สมพิศ เผ่าจินดา กศ.บ., ศษ.บ., กศ.ม., ศษ.ด.

ศศิพินท์ นรเศรษฐ์พันธุ์ วท.บ., กศ.ม.

พินิจ สิงห์โต กศ.บ., กศ.ม.

## บรรณาธิการ

รินฤดี ต่อชีวัน วท.บ.

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย บริษัท สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด

วัฒนาพานิช  สารานุกรม

216-220 ถนนบำรุงเมือง แขวงสำราญราษฎร์ เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200

โทร. 02 222 9394 • 02 222 5371-2 FAX 02 225 6556 • 02 225 6557

email: info@wpp.co.th

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน

# วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามละเมิด ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่

ส่วนหนึ่งส่วนใด เว้นแต่จะได้รับอนุญาต

ผู้เรียบเรียง

รศ. ดร.เศรษฐวัชร คำศาสตร์

สุภารัตน์ หาญขว้าง

อนวัชร นามเชื้อ

ผู้ตรวจ

ดร.สมพิศ เป่าจินดา

ศศิพันธุ์ นรเศรษฐพันธุ์

พินิจ สิงห์โต

บรรณาธิการ

รินฤดี ต่อยวัน

ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2567

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 20,000 เล่ม

ISBN 978-974-18-7894-9

พิมพ์ที่ บริษัท โรงพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด นายเริงชัย จงพิพัฒน์สุข กรรมการผู้จัดการ

# คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 เล่มนี้ จัดทำขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนและครูใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปีที่หลักสูตรกำหนด พัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะตามที่ต้องการทั้งด้านการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี ตลอดจนพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมไทยและสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

ในการจัดทำหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเล่มนี้ คณะผู้จัดทำซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาและการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ได้ศึกษาหลักสูตรอย่างลึกซึ้ง ทั้งด้านวิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้แกนกลาง แนวทางการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งเอกสารหลักสูตรอื่น ๆ แล้วจึงออกแบบหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยคำถามสำคัญ ตัวชี้วัดชั้นปี ศัพท์ที่ควรรู้ นวัตกรรม ค้นหาคำตอบ ผูกเพิ่มพูนทักษะ กิจกรรมสะเต็มศึกษา ทบทวนความเข้าใจ ผังมโนทัศน์ สาระสำคัญประจำหน่วย และกิจกรรมประจำหน่วย และท้ายเล่มยังมีบรรณานุกรม ภาคผนวก และอภิธานศัพท์ ซึ่งองค์ประกอบของหนังสือเรียนเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างครบถ้วนตามหลักสูตร

การเสนอเนื้อหา กิจกรรม และองค์ประกอบอื่น ๆ ในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเล่มนี้ มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงศักยภาพของนักเรียน เน้นการเรียนรู้แบบองค์รวมบนพื้นฐานของการบูรณาการแนวคิดทางการเรียนรู้อย่างหลากหลาย จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มุ่งพัฒนาการคิด และพัฒนาการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมองของนักเรียน อันจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 เล่มนี้จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนตามหลักสูตรได้เป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำ

# คำชี้แจง

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 ได้ออกแบบให้มียอดประกอบที่สำคัญ ดังนี้

## องค์ประกอบที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้

**คำถามสำคัญ** คำถามนำเพื่อให้ นักเรียนค้นหาคำตอบความรู้เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้

**ตัวชี้วัดชั้นปี** เป้าหมายในการพัฒนานักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ โดยแยกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ตัวชี้วัดระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทาง (ตามหนังสือที่ ศธ 04010/ว 1543) ซึ่งตัวชี้วัดระหว่างทาง พิมพ์ด้วยตัวอักษรสีดำ ส่วนตัวชี้วัดปลายทางพิมพ์ด้วยตัวอักษรสีฟ้า

**ศัพท์ที่ควรรู้** คำศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ควรจดจำ ซึ่งเป็นคำหลักในสาระที่เรียนรู้ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนของนักเรียน

**นารู้** ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดรวบยอดและสาระที่นักเรียนเรียนรู้ในบทเรียน

**กิจกรรม** ภาระงานที่นักเรียนฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนของนักเรียน

**ค้นหาคำตอบ** คำถามหลักท้ายกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ เพื่อช่วยสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

**ฝึกเพิ่มพูนทักษะ** คำถามหรือกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ เพื่อสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการคิดที่สำคัญ

**กิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา** กิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อนำความรู้เหล่านี้ไปใช้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ชิ้นงานที่เป็นประโยชน์ในชีวิตจริงและพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

**ทบทวนความเข้าใจ** คำถามหลักท้ายหัวเรื่องหลัก เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจในสาระที่นักเรียนได้เรียนรู้

**ผังโนทัศน์ (concept map)** บทสรุปความคิดหลักของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนและช่วยในการจดจำสิ่งที่เรียนรู้

**สาระสำคัญประจำหน่วย** สรุปแนวคิด หลักการ และความคิดรวบยอดของสาระที่นำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนของนักเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดชั้นปี

**กิจกรรมประจำหน่วย** กิจกรรมสรุปความรู้ หลักการ ความคิดรวบยอด คำศัพท์ที่ได้เรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

# สัญลักษณ์กระบวนการเรียนรู้

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ที่กิจกรรมนั้นมีจุดมุ่งหมายและจุดเน้นที่แตกต่างกันตามลักษณะของกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของกลุ่มสาระการเรียนรู้และจุดเน้นของหลักสูตร ดังนั้น สัญลักษณ์จึงเป็นแนวทางที่เอื้อประโยชน์ต่อนักเรียนที่จะศึกษาหาความรู้ตามรายละเอียดของกิจกรรม ในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 ได้กำหนดสัญลักษณ์ไว้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

## สัญลักษณ์หลักของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



**การสังเกต** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามความคิดรวบยอดของแต่ละหัวเรื่อง แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การจำแนก การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง



**การสำรวจ** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนสำรวจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามความคิดรวบยอดของแต่ละหัวเรื่อง แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง



**การทดลอง** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์ความคิดรวบยอดที่เรียนรู้โดยการออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง และสรุปผล การทดลอง แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การพยากรณ์ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง



**การสืบค้นข้อมูล** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

## สัญลักษณ์เสริมของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



**การพัฒนากระบวนการคิด** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด เพื่อเพิ่มพูนทักษะการคิดของตนเอง



**การปฏิบัติจริง/ฝึกทักษะ** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิด และเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



**การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนต้องนำหลักการ แนวคิดของความคิดรวบยอดในหัวเรื่องที่เรียนรู้มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ของชีวิตประจำวัน



**โครงการ** เป็นกิจกรรมโครงการคัดสรรที่นำหลักการ แนวคิดของความคิดรวบยอด ในหัวเรื่องที่เรียนรู้มาใช้แก้ปัญหา



**การทำประโยชน์ให้สังคม** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการ เรียนรู้ไปปฏิบัติเพื่อให้ตระหนักในการทำประโยชน์ให้สังคม



**ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ สร้างภาระงานเพื่อเพิ่มพูนทักษะการคิดของตนเอง



**การวิเคราะห์ข้อมูล** เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้แยกแยะหาความสัมพันธ์ หรือความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลจากปรากฏการณ์ที่สนใจ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ ด้วยตนเอง

# สารบัญ

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 พลังงานความร้อน

1

|                       |    |
|-----------------------|----|
| อุณหภูมิและการวัด     | 3  |
| ผลของความร้อนต่อสสาร  | 7  |
| การเปลี่ยนอุณหภูมิ    | 8  |
| การเปลี่ยนสถานะ       | 11 |
| การขยายตัวและการหดตัว | 13 |
| การถ่ายโอนความร้อน    | 24 |
| การนำความร้อน         | 25 |
| การพาความร้อน         | 29 |
| การแผ่รังสีความร้อน   | 34 |
| กิจกรรมสะเต็มศึกษา    | 39 |
| สมดุลความร้อน         | 50 |

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 บรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

63

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| บรรยากาศ              | 64  |
| ความสำคัญของบรรยากาศ  | 64  |
| การแบ่งชั้นบรรยากาศ   | 66  |
| องค์ประกอบของบรรยากาศ | 70  |
| อุณหภูมิอากาศ         | 70  |
| ความกดอากาศ           | 78  |
| ลม                    | 84  |
| ความชื้น              | 91  |
| เมฆ                   | 97  |
| หยาดน้ำฟ้า            | 100 |

|                                                    |            |
|----------------------------------------------------|------------|
| กระบวนการเกิดพายุ                                  | 102        |
| พายุฝนฟ้าคะนอง                                     | 102        |
| พายุหมุนเขตร้อน                                    | 104        |
| การพยากรณ์อากาศ                                    | 108        |
| การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก                         | 115        |
| แก๊สเรือนกระจกกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก        | 115        |
| ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก               | 122        |
| แนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก | 123        |
| <b>บรรณานุกรม</b>                                  | <b>133</b> |
| <b>อภิธานศัพท์</b>                                 | <b>134</b> |



# 4

## พลังงานความร้อน

- อุณหภูมิและการวัด
- ผลของความร้อนต่อสสาร
- การถ่ายโอนความร้อน

### คำถามสำคัญ

1. พลังงานความร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร
2. ความร้อนส่งผลต่อสสารในลักษณะใด
3. การขยายตัวและการหดตัวของสสารสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร
4. ความร้อนสามารถถ่ายโอนไปยังสสารได้หรือไม่ อย่างไร
5. ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร
6. เมื่อสสาร 2 ชนิดมีอุณหภูมิแตกต่างกันจะมีการถ่ายโอนความร้อนอย่างไร

## พลังงานความร้อน

### ตัวชี้วัดชั้นปี

1. วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ โดยใช้สมการ  $Q = mc\Delta t$  และ  $Q = mL$  (ว 2.3 ม. 1/1)
2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร (ว 2.3 ม. 1/2)
3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน (ว 2.3 ม. 1/3)
4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (ว 2.3 ม. 1/4)
5. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ  $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$  (ว 2.3 ม. 1/5)
6. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน (ว 2.3 ม. 1/6)
7. ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน (ว 2.3 ม. 1/7)

นักเรียนคงเคยเดินท่ามกลางแสงแดดหรือนั่งรอบกองไฟแล้วรู้สึกร้อน ที่เป็นเช่นนั้นเพราะดวงอาทิตย์หรือกองไฟเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อน เมื่อความร้อนแผ่ออกไปจะส่งผลให้อากาศรอบ ๆ มีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้เรารู้สึกร้อน ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งสามารถทำงานได้และเปลี่ยนรูปได้ มนุษย์นำพลังงานความร้อนไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย ความร้อนจะถ่ายโอนไปยังสสารต่าง ๆ โดยวิธีใดบ้าง และจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสสารอย่างไร นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ในบทเรียนนี้

**พลังงานความร้อน (thermal energy)** เป็นพลังงานที่เกิดจากการสั่นและการเคลื่อนที่ของอนุภาคภายในสสาร ซึ่งสามารถเคลื่อนที่จากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่งได้เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ

พลังงานความร้อนมีแหล่งกำเนิดหลายแหล่ง เช่น ดวงอาทิตย์ การเผาไหม้เชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้า การเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารบางชนิด และพลังงานความร้อนใต้พิภพ



ดวงอาทิตย์



การเผาไหม้เชื้อเพลิง

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อน  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

## อุณหภูมิและการวัด

อุณหภูมิเป็นสิ่งที่บอกให้เราทราบว่าสารนั้นมีความร้อนสูงหรือต่ำ บางครั้งเราใช้ความรู้สึกจากการสัมผัสบอกว่าสารนั้นมีความร้อนสูงหรือต่ำได้ แต่ความรู้สึกจากประสาทสัมผัสของเราไม่สามารถวัดอุณหภูมิที่แท้จริงของสารได้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้สร้างเครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิขึ้น เรียกว่า **เทอร์มอมิเตอร์ (thermometer)** โดยเทอร์มอมิเตอร์มีหลายชนิด เช่น เทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้ว เทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิตอล และเทอร์มอมิเตอร์แบบพกพา

เทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้ว  
ใช้สำหรับวัดไข้เทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิตอล  
ใช้สำหรับวัดไข้เทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้ว  
ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิตอล  
ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์รูปที่ 4.2 ตัวอย่างเทอร์มอมิเตอร์ชนิดต่าง ๆ  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

เทอร์มอมิเตอร์แบบแท่งแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ภายในแท่งแก้วบรรจุของเหลว เช่น โปรทและแอลกอฮอล์ โดยมีหลักการใช้ดังนี้

1. ก่อนใช้ต้องเลือกเทอร์มอมิเตอร์ที่มีช่วงอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เพราะถ้านำไปวัดอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้แท่งแก้วที่บรรจุของเหลวแตกได้

2. ขณะที่ใช้เทอร์มอมิเตอร์ต้องให้กระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์แช่อยู่ในของเหลวหรือสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ทั้งนี้ตัวเทอร์มอมิเตอร์ต้องไม่แตะกับด้านข้างหรือก้นภาชนะ ควรใช้ที่จับหลอดทดลองหนีบเทอร์มอมิเตอร์ไว้ให้ตั้งตรงหรืออาจใช้นิ้วจับเฉพาะปลายด้านบนของเทอร์มอมิเตอร์

3. การอ่านค่าอุณหภูมิต้องให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์

4. เมื่อใช้เทอร์มอมิเตอร์เสร็จแล้วต้องทำความสะอาดโดยเช็ดให้แห้งและเก็บใส่กล่องหน่วยวัดอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์มอมิเตอร์มีหลายหน่วย ซึ่งมีการแบ่งช่วงระหว่างจุดเยือกแข็งและจุดเดือดแตกต่างกัน โดยทั่วไปหน่วยวัดอุณหภูมิมีดังนี้

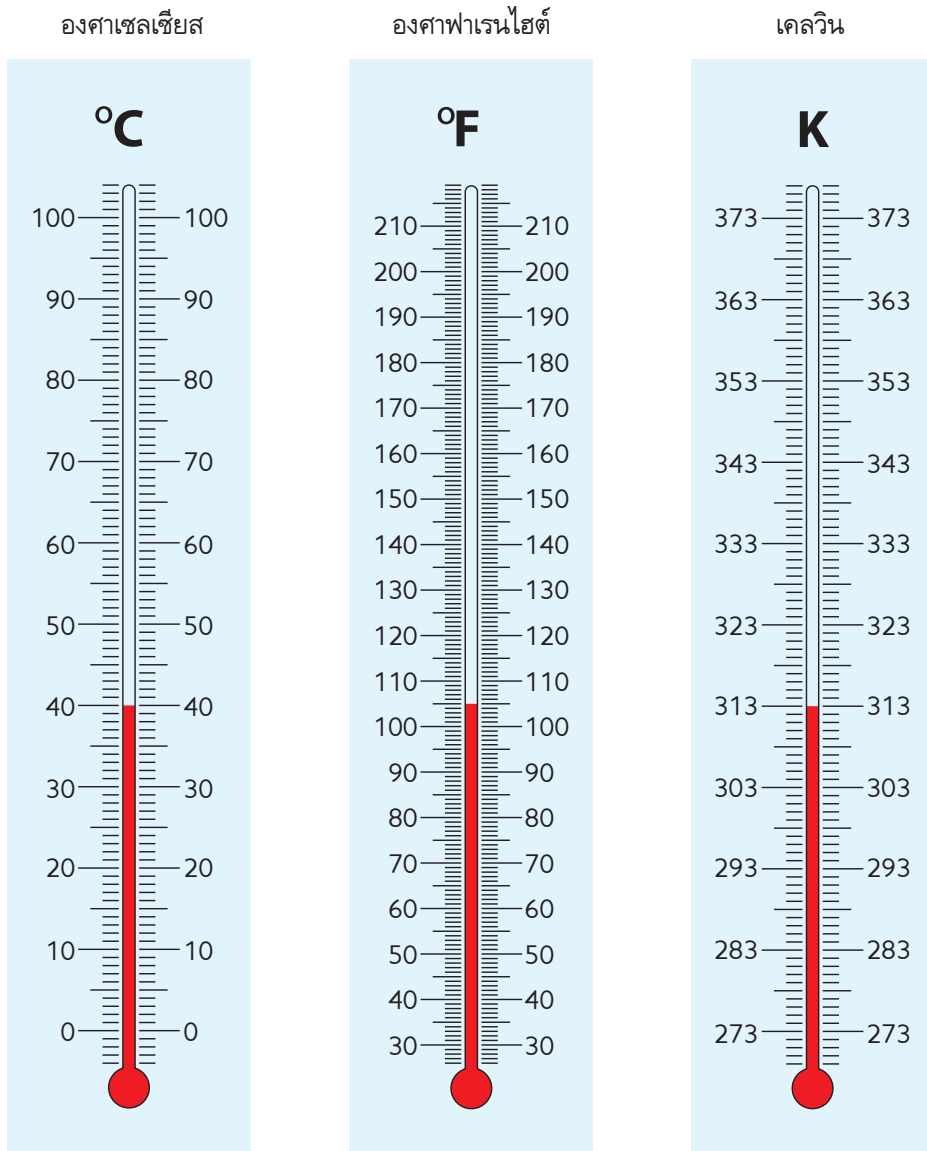
1. องศาเซลเซียส (Degree Celsius:  $^{\circ}\text{C}$ ) มีจุดเยือกแข็งของน้ำอยู่ที่  $0^{\circ}\text{C}$  และจุดเดือดของน้ำอยู่ที่  $100^{\circ}\text{C}$  ช่วงระหว่างจุดเยือกแข็งและจุดเดือดแบ่งเป็น 100 ช่องเท่า ๆ กัน แต่ละช่องกำหนดให้เป็น  $1^{\circ}\text{C}$

2. องศาฟาเรนไฮต์ (Degree Fahrenheit:  $^{\circ}\text{F}$ ) มีจุดเยือกแข็งของน้ำอยู่ที่  $32^{\circ}\text{F}$  และจุดเดือดของน้ำอยู่ที่  $212^{\circ}\text{F}$  ช่วงระหว่างจุดเยือกแข็งและจุดเดือดแบ่งเป็น 180 ช่องเท่า ๆ กัน แต่ละช่องกำหนดให้เป็น  $1^{\circ}\text{F}$

3. เคลวิน (Kelvin: K) เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิในระบบเอสไอ (SI) มีจุดเยือกแข็งของน้ำอยู่ที่ 273 K และจุดเดือดของน้ำอยู่ที่ 373 K ช่วงระหว่างจุดเยือกแข็งและจุดเดือดแบ่งเป็น 100 ช่องเท่า ๆ กัน แต่ละช่องกำหนดให้เป็น 1 K



รูปที่ 4.3 การใช้เทอร์มอมิเตอร์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์  
ที่มา: คลังภาพ วพ.



รูปที่ 4.4 หน่วยวัดขององศาเซลเซียส องศาฟาเรนไฮต์ และเคลวิน

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบหน่วยวัดขององศาเซลเซียส องศาฟาเรนไฮต์ และเคลวิน

| หน่วยวัด      | สัญลักษณ์ | จุดเยือกแข็ง<br>ของน้ำ | จุดเดือด<br>ของน้ำ | จำนวนช่องระหว่างจุดเยือกแข็ง<br>และจุดเดือด |
|---------------|-----------|------------------------|--------------------|---------------------------------------------|
| องศาเซลเซียส  | °C        | 0                      | 100                | 100                                         |
| องศาฟาเรนไฮต์ | °F        | 32                     | 212                | 180                                         |
| เคลวิน        | K         | 273                    | 373                | 100                                         |

**น่ารู้**

การเปลี่ยนหน่วยวัดอุณหภูมิจากหน่วยหนึ่งไปเป็นอีกหน่วยหนึ่งสามารถทำได้โดยใช้สมการต่อไปนี้

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

โดยที่

$^{\circ}\text{C}$  = องศาเซลเซียส

$^{\circ}\text{F}$  = องศาฟาเรนไฮต์

K = เคลวิน

ตัวอย่าง ถ้าอุณหภูมิปกติของร่างกายมนุษย์เท่ากับ 37 องศาเซลเซียส จะเท่ากับกี่องศาฟาเรนไฮต์  
วิธีทำ

จาก  $\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{9}$

แทนค่า  $\frac{37}{5} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{9}$

$$37 \times 9 = 5(^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$333 = 5(^{\circ}\text{F}) - 160$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{333 + 160}{5} = 98.6$$

ดังนั้น อุณหภูมิปกติของร่างกายมนุษย์เท่ากับ 98.6 องศาฟาเรนไฮต์

**ฝึกเพิ่มพูนทักษะ**

ให้นักเรียนฝึกใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำอุณหภูมิห้อง น้ำเย็น และน้ำร้อน จากนั้นอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์ที่วัดได้

**ทบทวนความเข้าใจ**

1. ยกตัวอย่างแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนอย่างน้อย 3 แหล่ง
2. หน่วยวัดอุณหภูมิมีอะไรบ้าง
3. อุณหภูมิ 1 องศาฟาเรนไฮต์เท่ากับกี่เคลวิน



## ผลของความร้อนต่อสสาร

สสารต่าง ๆ เมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อนอาจทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ สถานะ หรือรูปร่างได้ เช่น เมื่อนำน้ำไปต้มให้เดือด น้ำจะได้รับความร้อนทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำจึงกลายเป็นไอน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส และมีรูปร่างเปลี่ยนไป หรือเมื่อวางน้ำแข็งไว้ที่อุณหภูมิห้อง น้ำแข็งจะได้รับความร้อนทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำแข็งจึงหลอมเหลวเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และมีรูปร่างเปลี่ยนไป



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ สถานะ และรูปร่าง  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

## การเปลี่ยนอุณหภูมิ

สสารต่าง ๆ เมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อนจะทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิได้ โดยปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นอยู่กับมวล **ความร้อนจำเพาะ (specific heat)** และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ซึ่งสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$Q = mc\Delta t$$

ศัพท์ที่ควรรู้

- ความร้อนจำเพาะ

- เมื่อ  $Q$  คือ ปริมาณความร้อนที่สสารได้รับหรือสูญเสีย มีหน่วยเป็นจูล (J)  
 $m$  คือ มวลของสสาร มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)  
 $c$  คือ ความร้อนจำเพาะของสสาร มีหน่วยเป็นจูล/กิโลกรัม เคลวิน (J/kg K)  
 $\Delta t$  คือ อุณหภูมิของสสารที่เปลี่ยนไปเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อน มีหน่วยเป็นเคลวิน (K)



### น่ารู้

แคลอรี (calorie) เป็นหน่วยของปริมาณความร้อนอีกหน่วยหนึ่ง มีสัญลักษณ์ คือ cal  
 1 แคลอรี คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 1 บรรยากาศ โดย 1 แคลอรี เท่ากับ 4.185 จูล

ตารางที่ 4.2 ความร้อนจำเพาะของสสารบางชนิด (ที่อุณหภูมิห้องและที่ความดันบรรยากาศ)

| สสาร           | ความร้อนจำเพาะ |        | สสาร          | ความร้อนจำเพาะ |        |
|----------------|----------------|--------|---------------|----------------|--------|
|                | kcal/kg °C     | J/kg K |               | kcal/kg °C     | J/kg K |
| น้ำแข็ง        | 0.50           | 2,100  | ทองแดง        | 0.093          | 390    |
| น้ำ            | 1.00           | 4,186  | เงิน          | 0.056          | 234    |
| ไอน้ำ          | 0.48           | 2,010  | ปรอท          | 0.033          | 140    |
| เอทิลแอลกอฮอล์ | 0.58           | 2,400  | ตะกั่ว        | 0.031          | 129    |
| อะลูมิเนียม    | 0.22           | 900    | แก้ว          | 0.20           | 840    |
| เหล็ก          | 0.11           | 449    | ร่างกายมนุษย์ | 0.83           | 3,500  |



**ตัวอย่าง 1** น้ำมวล 500 กรัม มีอุณหภูมิ 373 เคลวิน เมื่ออุณหภูมิลดลงเป็น 338 เคลวิน น้ำจะสูญเสียความร้อนเท่าใด (กำหนดให้ ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 4,186 จูล/กิโลกรัม เคลวิน)

**วิธีทำ**

$$\begin{array}{lll} \text{จาก} & Q & = mc\Delta t \\ \text{แทนค่า} & Q & = (0.5)(4,186)(373 - 338) \\ & Q & = (0.5)(4,186)(35) \\ & Q & = 73,255 \text{ จูล} \end{array}$$

ดังนั้น น้ำสูญเสียความร้อนเท่ากับ 73,255 จูล

**ตัวอย่าง 2** โลหะก้อนหนึ่งมีมวล 1 กิโลกรัม สูญเสียความร้อน 9 กิโลจูล ทำให้โลหะก้อนนี้มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 10 เคลวิน ความร้อนจำเพาะของโลหะก้อนนี้มีค่าเท่าใด

**วิธีทำ**

$$\begin{array}{lll} \text{จาก} & Q & = mc\Delta t \\ \text{แทนค่า} & 9 & = (1)(c)(10) \\ & c & = \frac{9}{(1)(10)} \\ & c & = 0.9 \text{ กิโลจูล/กิโลกรัม เคลวิน} \end{array}$$

ดังนั้น ความร้อนจำเพาะของโลหะก้อนนี้มีค่าเท่ากับ 0.9 กิโลจูล/กิโลกรัม เคลวิน หรือ 900 จูล/กิโลกรัม เคลวิน

**ตัวอย่าง 3** เหล็กมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เมื่อได้รับความร้อนทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 30 องศาเซลเซียส ปริมาณความร้อนที่ทำให้เหล็กมีอุณหภูมิสูงขึ้นมีค่าเท่าใด (กำหนดให้ ความร้อนจำเพาะของเหล็กมีค่าเท่ากับ 449 จูล/กิโลกรัม เคลวิน)

### วิธีทำ

อุณหภูมิของเหล็กก่อนได้รับความร้อน ( $t_1$ ) = 10 องศาเซลเซียส เปลี่ยนหน่วยจาก องศาเซลเซียสเป็นเคลวิน

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad \frac{^{\circ}\text{C}}{5} &= \frac{\text{K} - 273}{5} \\ \frac{10}{5} &= \frac{\text{K} - 273}{5} \\ \text{K} &= 10 + 273 = 283\end{aligned}$$

∴ อุณหภูมิของเหล็กก่อนได้รับความร้อนเท่ากับ 283 เคลวิน

และอุณหภูมิของเหล็กหลังได้รับความร้อน ( $t_2$ ) = 30 องศาเซลเซียส เปลี่ยนหน่วยจาก องศาเซลเซียสเป็นเคลวิน

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad \frac{^{\circ}\text{C}}{5} &= \frac{\text{K} - 273}{5} \\ \frac{30}{5} &= \frac{\text{K} - 273}{5} \\ \text{K} &= 30 + 273 = 303\end{aligned}$$

∴ อุณหภูมิของเหล็กหลังได้รับความร้อนเท่ากับ 303 เคลวิน

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad Q &= mc\Delta t \\ \text{แทนค่า} \quad Q &= (0.1)(449)(303 - 283) \\ Q &= (0.1)(449)(20) \\ Q &= 898 \text{ จูล}\end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาณความร้อนที่ทำให้เหล็กมีอุณหภูมิสูงขึ้นมีค่าเท่ากับ 898 จูล

## การเปลี่ยนสถานะ

นอกจากปริมาณความร้อนจะทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิแล้วยังทำให้สสารเปลี่ยนสถานะได้ โดยปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นอยู่กับมวลและ **ความร้อนแฝงจำเพาะ (specific latent heat)** ซึ่งสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



**ศัพท์ที่ควรรู้**

- ความร้อนแฝงจำเพาะ

$$Q = mL$$

เมื่อ  $Q$  คือ ปริมาณความร้อนที่สสารได้รับหรือสูญเสีย มีหน่วยเป็นจูล (J)

$m$  คือ มวลของสสาร มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

$L$  คือ ความร้อนแฝงจำเพาะของสสาร มีหน่วยเป็นจูล/กิโลกรัม (J/kg)

ความร้อนแฝงจำเพาะของสสารมี 2 ประเภท ได้แก่

1. ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลว คือ ความร้อนที่ทำให้ของแข็งมวล 1 หน่วยเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว โดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ใช้สัญลักษณ์  $L_m$

2. ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอ คือ ความร้อนที่ทำให้ของเหลวมวล 1 หน่วยเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส โดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ใช้สัญลักษณ์  $L_v$

ตารางที่ 4.3 ความร้อนแฝงจำเพาะของสสารบางชนิด (ที่ความดัน 1 บรรยากาศ)

| สสาร           | จุดหลอมเหลว (°C) | ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลว ( $L_m$ ) |                    | จุดเดือด (°C) | ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอ ( $L_v$ ) |                     |
|----------------|------------------|-------------------------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------------------|---------------------|
|                |                  | kcal/kg                                   | J/kg               |               | kcal/kg                                     | J/kg                |
| น้ำ            | 0.0              | 80.0                                      | $3.33 \times 10^5$ | 100.0         | 539.0                                       | $22.56 \times 10^5$ |
| ออกซิเจน       | -218.8           | 3.3                                       | $0.14 \times 10^5$ | -183.0        | 51.0                                        | $2.13 \times 10^5$  |
| ไนโตรเจน       | -210.0           | 6.1                                       | $0.26 \times 10^5$ | -195.8        | 48.0                                        | $2.00 \times 10^5$  |
| เอทิลแอลกอฮอล์ | -114.0           | 25.0                                      | $1.04 \times 10^5$ | 78.0          | 204.0                                       | $8.50 \times 10^5$  |
| ตะกั่ว         | 327.0            | 5.9                                       | $0.25 \times 10^5$ | 1,750.0       | 208.0                                       | $8.70 \times 10^5$  |
| เงิน           | 961.0            | 21.0                                      | $0.88 \times 10^5$ | 2,193.0       | 558.0                                       | $23.00 \times 10^5$ |
| เหล็ก          | 1,538.0          | 69.1                                      | $2.89 \times 10^5$ | 3,023.0       | 1,520.0                                     | $63.40 \times 10^5$ |

**ตัวอย่าง 4** น้ำแข็งมวล 500 กรัม มีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หลอมเหลวเป็นน้ำอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสจนหมด ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำมีค่าเท่าใด (กำหนดให้ ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวมีค่าเท่ากับ  $3.33 \times 10^5$  จูล/กิโลกรัม)

วิธีทำ

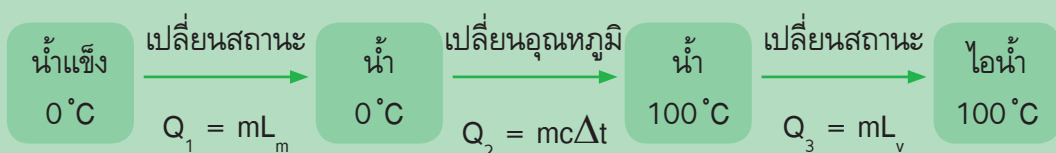
$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad Q &= mL_m \\ \text{แทนค่า} \quad Q &= (0.5)(3.33 \times 10^5) \\ Q &= 166,500 \text{ จูล} \end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำมีค่าเท่ากับ 166,500 จูล หรือ 166.5 กิโลจูล

**ตัวอย่าง 5** น้ำแข็งมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปลี่ยนเป็นไอน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสจนหมด ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำมีค่าเท่าใด (กำหนดให้ ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวมีค่าเท่ากับ 80 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอน้ำมีค่าเท่ากับ 539 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และ ความร้อนจำเพาะมีค่าเท่ากับ 1 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม องศาเซลเซียส)

วิธีทำ

เขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิของน้ำแข็งเป็นไอน้ำได้ดังนี้



$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ \text{จะได้} \quad Q &= mL_m + mc\Delta t + mL_v \\ \text{แทนค่า} \quad Q &= (0.1)(80) + (0.1)(1)(100 - 0) + (0.1)(539) \\ Q &= 71.9 \text{ กิโลแคลอรี} \end{aligned}$$

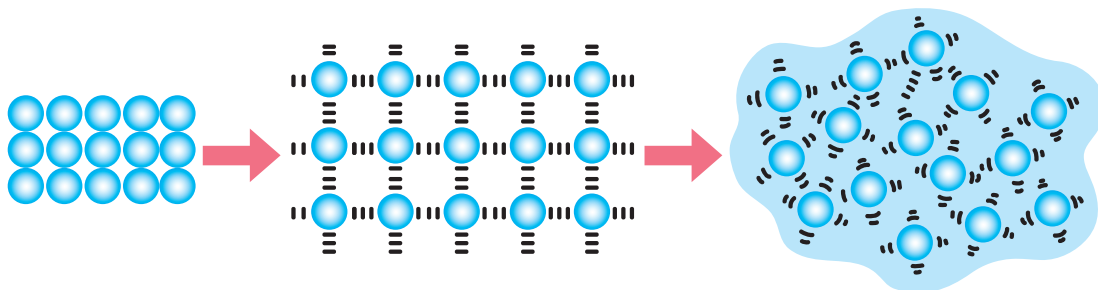
ดังนั้น ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำมีค่าเท่ากับ 71.9 กิโลแคลอรี หรือ 71,900 แคลอรี

## การขยายตัวและการหดตัว

สสารเกือบทุกชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้อนุภาคของสสารเกิดการสั่นมากขึ้นและเคลื่อนที่เร็วขึ้น ส่งผลให้สสารเกิดการขยายตัว และเมื่อสสารสูญเสียความร้อนจะทำให้อนุภาคของสสารเกิดการสั่นน้อยลงและเคลื่อนที่ช้าลง ส่งผลให้สสารเกิดการหดตัว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### กรณีของของแข็ง

เมื่อของแข็งได้รับความร้อน อุณหภูมิของของแข็งจะเพิ่มขึ้น ทำให้อนุภาคของของแข็งเกิดการสั่นอย่างรวดเร็ว แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจึงลดลงและเกิดการขยายตัว เมื่ออุณหภูมิของของแข็งเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจะช่วยสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ออกห่างกันมากขึ้น ส่งผลให้ของแข็งหลอมเหลวเป็นของเหลว เรียกอุณหภูมิที่จุดนี้ว่า จุดหลอมเหลว (melting point)



รูปที่ 4.6 การขยายตัวของของแข็งเมื่อได้รับความร้อน

ในทางกลับกัน เมื่อของเหลวสูญเสียความร้อน อุณหภูมิของของเหลวจะลดลง ทำให้อนุภาคของของเหลวเกิดการสั่นน้อยลง อนุภาคจึงเคลื่อนที่ช้าลงและเข้าใกล้กันมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจึงเพิ่มขึ้นและเกิดการหดตัว เมื่ออุณหภูมิของของเหลวลดลงจนถึงจุดหนึ่ง อนุภาคของของเหลวจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากขึ้น ทำให้ของเหลวแข็งตัวเป็นของแข็ง เรียกอุณหภูมิที่จุดนี้ว่า จุดเยือกแข็ง (freezing point)



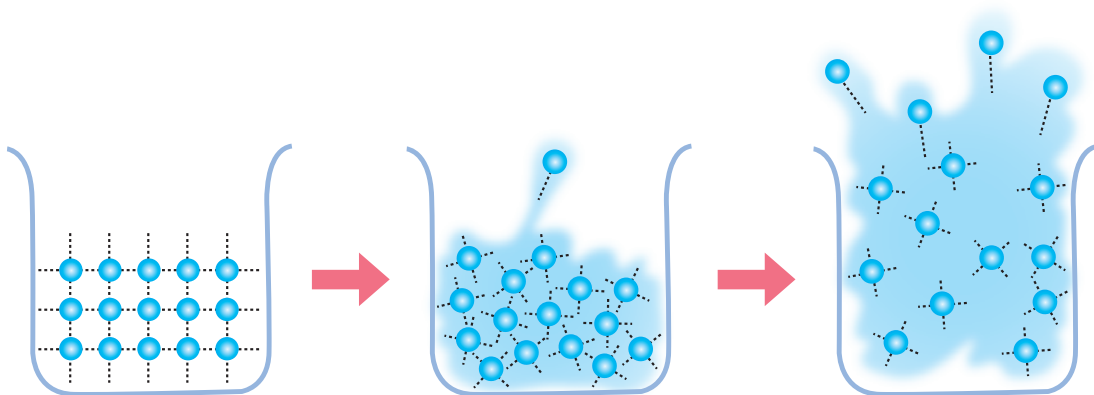
## นำรู้

การขยายตัวของของแข็งบางชนิด เมื่อกำหนดให้แท่งของแข็งยาว 1 เมตร ได้รับความร้อนอุณหภูมิเปลี่ยนไป  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$

| ชนิดของของแข็ง | การขยายตัวตามยาว (มิลลิเมตร) |
|----------------|------------------------------|
| แก้วทนไฟ       | 0.3                          |
| แพลทินัมอัลลอย | 0.9                          |
| แก้ว           | 0.9                          |
| คอนกรีต        | 1.0                          |
| ทองแดง         | 1.7                          |
| ทองเหลือง      | 2.0                          |
| อะลูมิเนียม    | 3.0                          |

### กรณีของของเหลว

เมื่อของเหลวได้รับความร้อน อุณหภูมิของของเหลวจะเพิ่มขึ้น ทำให้อนุภาคของของเหลวสั่นมากขึ้น อนุภาคจึงเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วและห่างกันมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจึงลดลงและเกิดการขยายตัว เมื่ออุณหภูมิของของเหลวเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง อนุภาคของของเหลวจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันน้อยลง ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ส่งผลให้ของเหลวเดือดและกลายเป็นไอน้ำ เรียกอุณหภูมิที่จุดนี้ว่า **จุดเดือด (boiling point)**



รูปที่ 4.7 การขยายตัวของของเหลวเมื่อได้รับความร้อน

ในทางกลับกัน เมื่อไอน้ำสูญเสียความร้อน อุณหภูมิของไอน้ำจะลดลง ทำให้อนุภาคของไอน้ำเกิดการสั่นน้อยลง อนุภาคจึงเคลื่อนที่ช้าลงและเข้าใกล้กันมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจึงเพิ่มขึ้นและเกิดการหดตัว เมื่ออุณหภูมิของไอน้ำลดลงจนถึงจุดหนึ่ง อนุภาคของไอน้ำจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากขึ้น ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง ส่งผลให้ไอน้ำควบแน่นและกลายเป็นของเหลว เรียกอุณหภูมิที่จุดนี้ว่า **จุดควบแน่น (condensation point)**

เมื่อของเหลวได้รับหรือสูญเสียความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



## กิจกรรมที่ 1

### สังเกตการขยายตัวและการหดตัวของของเหลว



#### จุดประสงค์

อธิบายการเปลี่ยนแปลงของของเหลวเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อนได้

#### ปัญหา

เมื่อของเหลวได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด และเมื่อสูญเสียความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด

#### อุปกรณ์

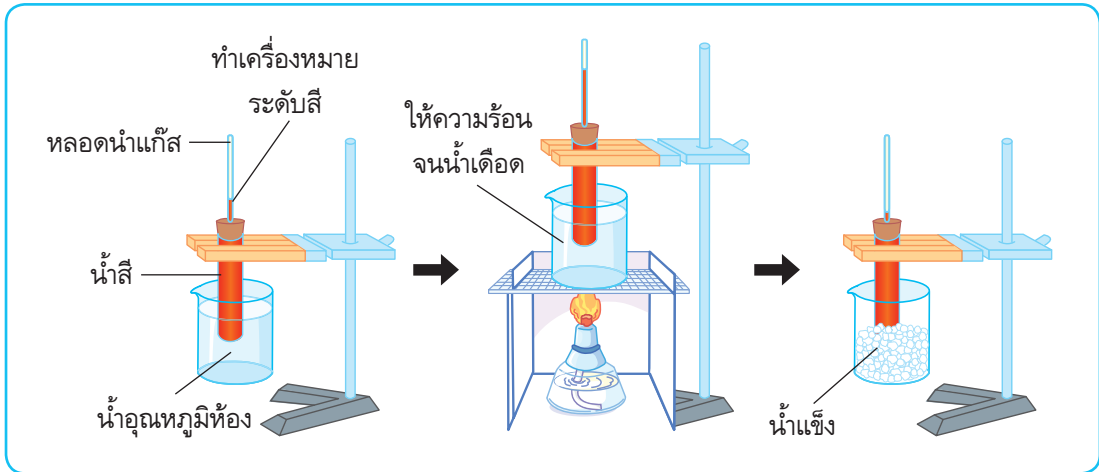
- |                                  |           |                          |           |
|----------------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| 1. หลอดทดลองขนาดกลาง             | 1 หลอด    | 7. น้ำสี                 | 50 ลบ.ซม. |
| 2. จุกยางเบอร์ 10 ที่เจาะรู 1 รู | 1 อัน     | 8. ขาดังพร้อมที่จับ      | 1 ชุด     |
| 3. หลอดน้ำแก๊ส                   | 1 หลอด    | 9. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อม |           |
| 4. ปีกเกอร์ขนาด 100 ลบ.ซม.       | 2 ใบ      | ที่ก้นลมและตะแกรงลวด     | 1 ชุด     |
| 5. น้ำอุณหภูมิห้อง               | 50 ลบ.ซม. | 10. ไม้ขีดไฟ             | 1 กลัก    |
| 6. น้ำแข็ง                       | 30 ลบ.ซม. | 11. ปากกาเคมี            | 1 ด้าม    |

#### ขั้นตอน

1. เทน้ำสีลงในหลอดทดลองจนเต็ม เสียบหลอดน้ำแก๊สลงในจุกยาง จากนั้นนำไปปิดปากหลอดทดลองให้แน่น โดยให้มองเห็นระดับน้ำสีที่หลอดน้ำแก๊สพอดีพอประมาณ แล้วติดตั้งหลอดทดลองเข้ากับที่จับ
2. นำหลอดทดลองเข้าไปในปีกเกอร์ที่บรรจุน้ำอุณหภูมิห้อง จากนั้นใช้ปากกาเคมีเขียนเครื่องหมายระดับน้ำสีที่สังเกตเห็น แล้วบันทึกผล



3. นำบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ไปให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์จนน้ำเดือด สังเกตระดับน้ำสีที่อยู่ในหลอดนำแก๊ส จากนั้นใช้ปากกาเคมีเขียนเครื่องหมายไว้ แล้วบันทึกผล
4. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนจากน้ำอุณหภูมิห้องเป็นน้ำแข็ง
5. ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปผล



รูปที่ 4.8 การสังเกตการขยายตัวและการหดตัวของของเหลว

### บันทึกผลการสังเกต

| สิ่งที่สังเกต                                                  | ผลการสังเกต                |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------|
| ระดับน้ำสีเมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำอุณหภูมิห้อง | ควรบันทึกผลการสังเกตในสมุด |
| ระดับน้ำสีเมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำเดือด        |                            |
| ระดับน้ำสีเมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำแข็ง         |                            |

### ค้นหาคำตอบ

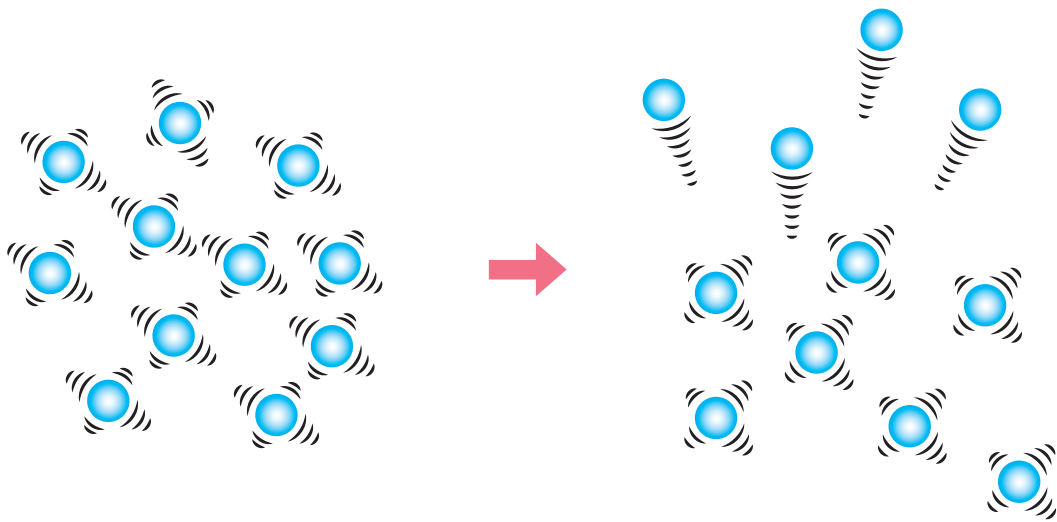
1. เมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำเดือด น้ำสีเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด สังเกตได้จากอะไร
2. เมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำแข็ง น้ำสีเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด สังเกตได้จากอะไร
3. ถ้าเปลี่ยนจากน้ำสีในหลอดทดลองเป็นของเหลวชนิดอื่น นักเรียนคิดว่าผลการสังเกตจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะอะไร
4. ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร

จากกิจกรรมพบว่า เมื่อให้ความร้อนแก่หลอดทดลอง ระดับน้ำสีที่อยู่ในหลอดนำแก๊สสูงขึ้น แสดงว่าเมื่อของเหลวได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว และเมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำแข็ง ระดับน้ำสีในหลอดนำแก๊สต่ำลง แสดงว่าเมื่อของเหลวสูญเสียความร้อนจะเกิดการหดตัว

ของเหลวต่างชนิดกันมีปริมาณการขยายตัวแตกต่างกัน ณ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเท่า ๆ กัน โดยอีเทอร์ขยายตัวได้มากที่สุด เบนซิน แอลกอฮอล์ และน้ำ ขยายตัวได้น้อย ตามลำดับ

### กรณีของแก๊ส

แก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อย เมื่อบรรยากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น อนุภาคของแก๊สจะได้รับความร้อนส่งผลให้อนุภาคของแก๊สเคลื่อนมากขึ้นและมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยลง แก๊สจึงเกิดการขยายตัวและความหนาแน่นลดลง



รูปที่ 4.9 การขยายตัวของแก๊สเมื่อได้รับความร้อน

ในทางกลับกัน เมื่อบรรยากาศมีอุณหภูมิต่ำลง อนุภาคของแก๊สจะสูญเสียความร้อน ส่งผลให้อนุภาคของแก๊สเคลื่อนน้อยลงและมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากขึ้น แก๊สจึงเกิดการหดตัวและความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

ตัวอย่างการขยายตัวของแก๊สเมื่อได้รับความร้อน เช่น การลอยขึ้นสู่ท้องฟ้าของบอลลูนและโคมลอย โดยเมื่อบอลลูนและโคมลอยได้รับความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง อากาศที่อยู่ในบอลลูนและโคมลอยจะขยายตัวทำให้ความหนาแน่นของอากาศภายในบอลลูนและโคมลอยลดลง ส่งผลให้ความหนาแน่นของอากาศภายในบอลลูนและโคมลอยน้อยกว่าความหนาแน่นของอากาศภายนอก บอลลูนและโคมลอยจึงลอยขึ้นสู่ท้องฟ้า



รูปที่ 4.10 บอลลูนและโคมลอยลอยขึ้นสู่ท้องฟ้าเนื่องจากการขยายตัวของอากาศเมื่อได้รับความร้อน  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

เมื่ออากาศได้รับหรือสูญเสียความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



## กิจกรรมที่ 2

### สังเกตการขยายตัวและการหดตัวของอากาศ



#### จุดประสงค์

อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สเมื่อได้รับหรือสูญเสียความร้อนได้

#### ปัญหา

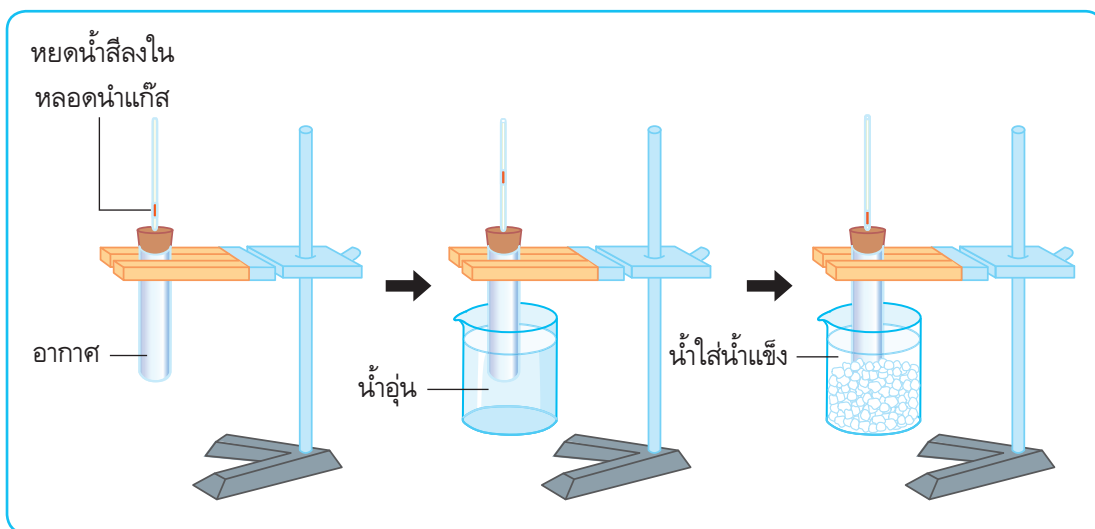
เมื่อแก๊สได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด และเมื่อสูญเสียความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด

#### อุปกรณ์

|                                  |           |                     |           |
|----------------------------------|-----------|---------------------|-----------|
| 1. หลอดทดลองขนาดกลาง             | 1 หลอด    | 6. น้ำใส่น้ำแข็ง    | 30 ลบ.ซม. |
| 2. จุกยางเบอร์ 10 ที่เจาะรู 1 รู | 1 อัน     | 7. น้ำสี            | 30 ลบ.ซม. |
| 3. หลอดนำแก๊ส                    | 1 หลอด    | 8. หลอดหยด          | 1 หลอด    |
| 4. บีกเกอร์                      |           | 9. ขาดังพร้อมที่จับ | 1 ชุด     |
| ขนาด 100 ลบ.ซม.                  | 2 ใบ      | 10. ปากกาเคมี       | 1 ด้าม    |
| 5. น้ำอุ่น                       | 30 ลบ.ซม. | 11. นาฬิกาจับเวลา   | 1 เรือน   |

#### ขั้นตอน

1. เสียบหลอดนำแก๊สลงในจุกยาง จากนั้นนำไปปิดปากหลอดทดลองให้แน่น แล้วติดตั้งหลอดทดลองเข้ากับที่จับ
2. หยดน้ำสีลงในหลอดนำแก๊ส จากนั้นใช้ปากกาเคมีเขียนเครื่องหมายระดับน้ำสีที่สังเกตเห็น
3. เทน้ำอุ่นลงในบีกเกอร์ แล้วนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ประมาณ 6–7 นาที สังเกตระดับน้ำสีที่อยู่ในหลอดนำแก๊ส จากนั้นใช้ปากกาเคมีเขียนเครื่องหมายไว้ แล้วบันทึกผล
4. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนจากน้ำอุ่นเป็นน้ำที่ใส่น้ำแข็ง และตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3–5 นาที
5. ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปผล



รูปที่ 4.11 การสังเกตการขยายตัวและการหดตัวของอากาศ

### บันทึกผลการสังเกต

| สิ่งที่สังเกต                                                    | ผลการสังเกต                |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| ระดับน้ำสีเมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุ น้ำอุ่น          | ควรบันทึกผลการสังเกตในสมุด |
| ระดับน้ำสีเมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุ น้ำที่ใส่น้ำแข็ง |                            |

### ค้นหาคำตอบ

1. เพราะเหตุใดจึงใช้หยดน้ำสีในกิจกรรมนี้
2. เมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุ น้ำอุ่นไว้ระยะหนึ่ง น้ำสีมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
3. เมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุ น้ำที่ใส่น้ำแข็งไว้ระยะหนึ่ง น้ำสีมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
4. ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร

จากกิจกรรมพบว่า เมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุ น้ำอุ่น ระดับน้ำสีที่อยู่ในหลอดนำแก๊สสูงขึ้น แสดงว่าเมื่อแก๊สได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว และเมื่อนำหลอดทดลองแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุ น้ำที่ใส่น้ำแข็ง ระดับน้ำสีในหลอดนำแก๊สต่ำลง แสดงว่าเมื่อแก๊สสูญเสียความร้อนจะเกิดการหดตัว

### การนำความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวและการหดตัวของสสารไปใช้ประโยชน์

การขยายตัวและการหดตัวของสสารเมื่อได้รับความร้อนหรือสูญเสียความร้อนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น

**การสร้างถนนคอนกรีต** ในวันที่อากาศร้อน ถนนที่สร้างด้วยคอนกรีตจะขยายตัวหรือแตกร้าวได้ เพื่อแก้ปัญหานี้ วิศวกรจึงออกแบบถนนคอนกรีตให้มีช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีตหรืออัดด้วยยางมะตอย เพื่อป้องกันการขยายตัวของแผ่นคอนกรีต



รูปที่ 4.12 ถนนคอนกรีต  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

**การสร้างรางรถไฟ** ในวันที่อากาศร้อน รางรถไฟที่ทำด้วยเหล็กจะเกิดการขยายตัวและเกิดการคดงอ ถ้ารางไฟแล่นบนรางนี้อาจเกิดอุบัติเหตุได้ เพื่อป้องกันเหตุการณ์นี้ไม่ให้เกิดขึ้น การวางรางรถไฟจะต้องเว้นช่องว่างไว้เพื่อการขยายตัวของรางรถไฟ



รูปที่ 4.13 รางรถไฟ  
ที่มา: คลังภาพ วพ.



**การทำเทอร์มอมิเตอร์** เมื่อกระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์สัมผัสกับสสารที่ต้องการทราบอุณหภูมิ ของเหลวที่บรรจุอยู่ในเทอร์มอมิเตอร์จะได้รับความร้อนและขยายตัวพร้อมเคลื่อนที่ไปตามแท่งแก้วเล็ก ๆ ที่มีมาตราวัด ทำให้เราทราบอุณหภูมิของสสารนั้น



รูปที่ 4.14 เทอร์มอมิเตอร์  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

**การทำท่อส่งของเหลวหรือแก๊ส** ท่อส่งของเหลวหรือแก๊สที่ร้อนหรือเย็นจะเกิดการขยายตัวหรือการหดตัว ดังนั้นท่อส่งของเหลวหรือแก๊สจึงมีการทำให้โค้งงอและมีขนาดใหญ่เพื่อป้องกันการแตกหักของท่อ



รูปที่ 4.15 ท่อส่งของเหลวหรือแก๊ส  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

**การติดตั้งสายโทรศัพท์และสายไฟฟ้าแรงสูง** ในวันที่อากาศร้อน สายโทรศัพท์และสายไฟฟ้าแรงสูงจะเกิดการขยายตัวและหย่อนลง ดังนั้นการวางสายเหล่านี้ฝ่ายเทคนิคจะติดตั้งสายโทรศัพท์และสายไฟฟ้าให้มีความตึงพอเหมาะ



รูปที่ 4.16 สายไฟฟ้าแรงสูง  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

**การเก็บกระป๋องสเปรย์** ฉลากของกระป๋องสเปรย์จะมีป้ายคำเตือนให้เก็บกระป๋องสเปรย์ไว้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากกระป๋องสเปรย์บรรจุแก๊สที่มีความดันสูง ซึ่งถ้าเก็บไว้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้แก๊สขยายตัวอย่างรวดเร็ว อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ภาชนะที่ใช้บรรจุระเบิดได้



รูปที่ 4.17 การใช้กระป๋องสเปรย์  
ที่มา: คลังภาพ วพ.



### ทบทวนความเข้าใจ

1. เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
2. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน สสารที่เป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สขยายตัวได้มากที่สุด
3. ในการบรรจุน้ำอัดลมลงในขวดต้องเผื่อที่ว่างไว้เพราะอะไร



## การถ่ายโอนความร้อน

เมื่อนำเนื้อสัตว์ไปย่างผ่านตะแกรงโลหะ ความร้อนจากไฟจะถ่ายโอนมายังเนื้อสัตว์ทำให้เนื้อสัตว์สุก นักเรียนคิดว่าการถ่ายโอนความร้อนคืออะไรและเนื้อสัตว์สุกได้อย่างไร

การถ่ายโอนความร้อน (heat transfer) คือ การส่งผ่านความร้อนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยแบ่งเป็น 3 วิธี ได้แก่ การนำความร้อน (conduction) การพาความร้อน (convection) และการแผ่รังสีความร้อน (radiation)

การแผ่รังสีความร้อน

ความร้อนจากไฟแผ่รังสีไปยังอาหารโดยตรง



การพาความร้อน

ความร้อนจากไฟเคลื่อนที่พาความร้อนไปยังอาหารที่มีอุณหภูมิต่ำ

การนำความร้อน

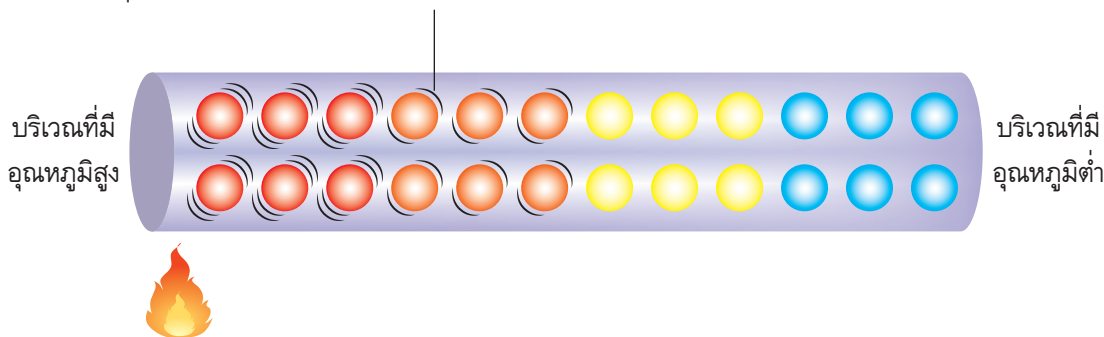
ตะแกรงโลหะนำความร้อนไปยังอาหาร

รูปที่ 4.18 การถ่ายโอนความร้อนวิธีต่าง ๆ เมื่อนำเนื้อสัตว์ไปย่างผ่านตะแกรงโลหะ  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

## การนำความร้อน

การนำความร้อน คือ การถ่ายโอนความร้อนจากอนุภาคภายในสสารที่เกิดการสั่นมากขึ้นจนไปชนกับอนุภาคอื่น ทำให้เกิดการสั่นอย่างต่อเนื่องตลอดเนื้อของสสารที่เป็นของแข็ง โดยอนุภาคของสสารจะไม่มีเคลื่อนที่ ความร้อนจะถูกถ่ายโอนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น เมื่อให้ความร้อนปลายด้านหนึ่งของแท่งโลหะ แท่งโลหะที่เป็นตัวกลางจะนำความร้อนจากปลายด้านหนึ่งที่มีอุณหภูมิสูงไปยังปลายอีกด้านหนึ่งที่มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้แท่งโลหะร้อนทั่วทั้งแท่ง

อนุภาคภายในแท่งโลหะจะค่อย ๆ สั่นอย่างต่อเนื่องตลอดเนื้อของแท่งโลหะ



เมื่อให้ความร้อนแก่แท่งโลหะ

รูปที่ 4.19 การนำความร้อนของแท่งโลหะ  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

การนำความร้อนของของแข็งมีลักษณะใด



### กิจกรรมที่ 3

### สังเกตการนำความร้อนของของแข็ง



#### จุดประสงค์

อธิบายการนำความร้อนของของแข็งได้

#### ปัญหา

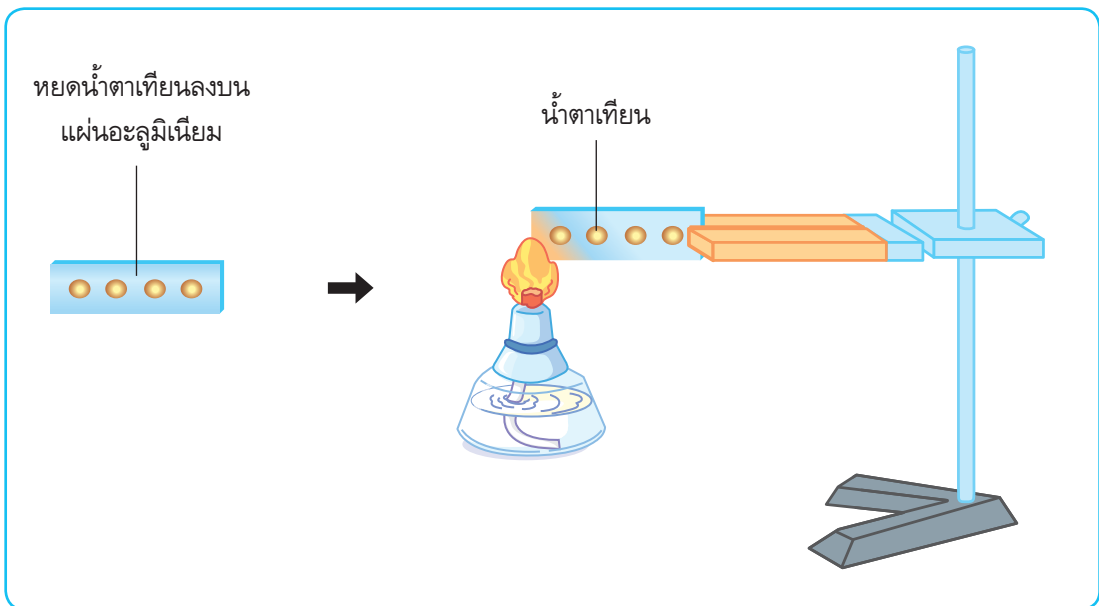
เมื่อน้ำตาเทียนได้รับความร้อนผ่านแผ่นอะลูมิเนียมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

#### อุปกรณ์

- |                      |        |                     |         |
|----------------------|--------|---------------------|---------|
| 1. แผ่นอะลูมิเนียม   | 1 แผ่น | 4. ตะเกียงแอลกอฮอล์ | 1 ดวง   |
| 2. เทียน             | 1 เล่ม | 5. ไม้ขีดไฟ         | 1 กลัก  |
| 3. ขาตั้งพร้อมที่จับ | 1 ชุด  | 6. นาฬิกาจับเวลา    | 1 เรือน |

### ขั้นตอน

1. นำเทียนมาจุดไฟ แล้วหยดน้ำตาเทียนลงบนแผ่นอะลูมิเนียม 4 หยด โดยให้แต่ละหยดมีระยะห่างเท่า ๆ กัน ทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ น้ำตาเทียนแข็งตัว
2. ติดตั้งแผ่นอะลูมิเนียมเข้ากับที่จับ โดยให้ปลายทั้ง 2 ข้างอยู่ในแนวระดับ ดังรูปที่ 4.20
3. ตั้งตะเกียงแอลกอฮอล์ไว้ที่ปลายแผ่นอะลูมิเนียม แล้วจุดไฟเพื่อลนให้ปลายแผ่นอะลูมิเนียมร้อนประมาณ 5–7 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น แล้วบันทึกผล
4. ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปผล



รูปที่ 4.20 การสังเกตการนำความร้อนของของแข็ง

### บันทึกผลการสังเกต

| สิ่งที่สังเกต               | ผลการสังเกต                |
|-----------------------------|----------------------------|
| น้ำตาเทียนบนแผ่นอะลูมิเนียม | ควรบันทึกผลการสังเกตในสมุด |

### ค้นหาคำตอบ

1. เมื่อแผ่นอะลูมิเนียมได้รับความร้อน น้ำตาเทียนมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
2. เหตุผลที่สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงในข้อ 1 คืออะไร
3. ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร

จากกิจกรรมพบว่า เมื่อให้ความร้อนแก่แผ่นอะลูมิเนียม พลังงานความร้อนจะทำให้อนุภาคของอะลูมิเนียมเกิดการสั่นมากขึ้นและไปชนกับอนุภาคที่อยู่ติดกัน ทำให้เกิดการสั่นอย่างต่อเนื่อง ความร้อนจึงถูกถ่ายโอนไปด้วยการสั่นของอนุภาค เริ่มจากบริเวณที่อยู่ใกล้เปลวไฟทำให้น้ำตาเทียนที่อยู่ใกล้เปลวไฟหลอมเหลวก่อน และน้ำตาเทียนที่อยู่ถัดไป ตามลำดับ

วัสดุชนิดต่าง ๆ มีสมบัติในการนำความร้อนแตกต่างกัน โดยวัสดุที่นำความร้อนได้ดีเรียกว่า **ตัวนำความร้อน (heat conductor)** เช่น เหล็ก สแตนเลส และอะลูมิเนียม ส่วนวัสดุที่นำความร้อนได้ไม่ดีหรือไม่นำความร้อนเรียกว่า **ฉนวนความร้อน (heat insulator)** เช่น พลาสติก ไม้ และผ้า



### ศัพท์ที่ควรรู้

- ตัวนำความร้อน
- ฉนวนความร้อน



### ฝึกเพิ่มพูนทักษะ

ทองแดง เหล็ก และแก้ว วัสดุชนิดใดนำความร้อนได้ดีที่สุด และมีวิธีการทดสอบอย่างไร

### การนำความรู้เกี่ยวกับการนำความร้อนไปใช้ประโยชน์

มนุษย์นำสมบัติการนำความร้อนของวัสดุมาใช้ในสร้างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น

**กระทะและหม้อหุงต้ม** เป็นอุปกรณ์ที่ต้องการให้ความร้อนส่งผ่านไปยังอาหารที่ปรุงได้รวดเร็ว นิยมทำด้วยสแตนเลสหรืออะลูมิเนียมซึ่งเป็นตัวนำความร้อน ส่วนด้ามจับหรือหูหิ้วนิยมทำด้วยพลาสติกซึ่งเป็นฉนวนความร้อน

ฉนวนความร้อน



ตัวนำความร้อน

รูปที่ 4.21 กระทะและหม้อหุงต้ม

ที่มา: คลังภาพ วพ.

**เตารีด** เป็นอุปกรณ์ที่ต้องการให้ความร้อนส่งผ่านไปยังผ้าเพื่อให้ผ้าเรียบขึ้น โดยพื้นเตารีดนิยมทำด้วยโลหะซึ่งเป็นตัวนำความร้อน ส่วนที่จับนิยมทำด้วยพลาสติกซึ่งเป็นฉนวนความร้อน



รูปที่ 4.22 เตารีด  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

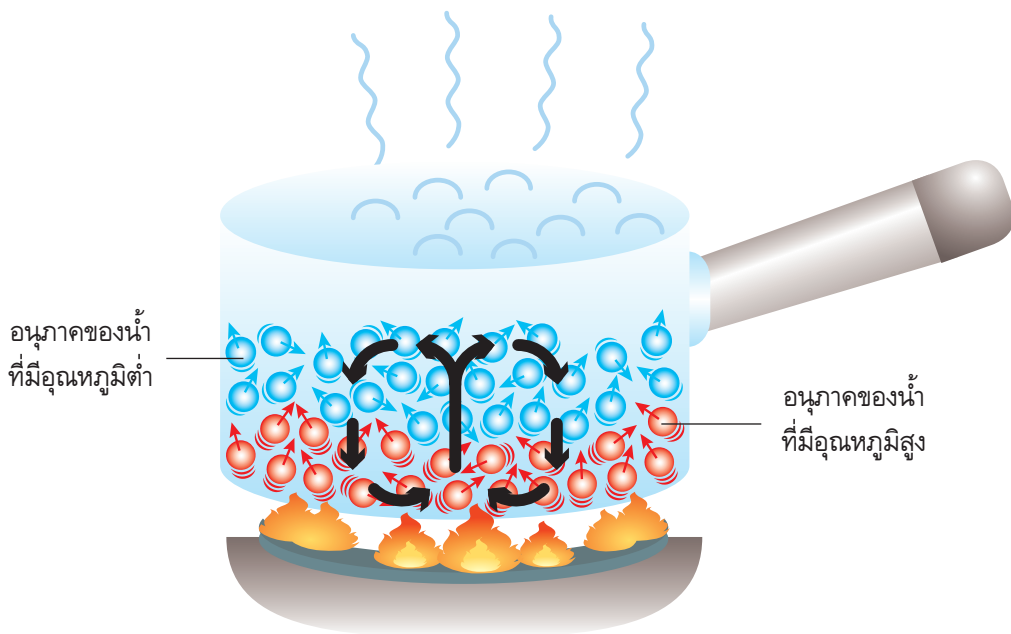
**ถุงมือกันความร้อน** เป็นอุปกรณ์ที่ทำด้วยผ้าซึ่งเป็นฉนวนความร้อนและภายในมีช่องหรือบริเวณที่ใช้เก็บกักอากาศ ดังนั้นเมื่อใช้จับภาชนะที่ร้อนจะมีความรู้สึกว่าถุงมือโป่งพองขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้อากาศเป็นตัวกันไม่ให้ความร้อนผ่านเข้าถึงมือเรา



รูปที่ 4.23 ถุงมือกันความร้อน  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

## การพาความร้อน

การพาความร้อน คือ การถ่ายโอนความร้อนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยอนุภาคของสสารจะเคลื่อนที่ไปด้วย ซึ่งเกิดขึ้นในของเหลวและแก๊ส เนื่องจากอนุภาคของสสารสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เช่น การทำอาหารโดยวิธีหนึ่ง ไอน้ำจะพาความร้อนไปยังอาหารทำให้อาหารสุก แสดงว่าไอน้ำเป็นตัวกลางในการพาความร้อน และการต้มน้ำที่บรรจุในภาชนะ เมื่อน้ำได้รับความร้อนจากไฟที่ก้นภาชนะ ความร้อนจะถูกถ่ายโอนจากก้นภาชนะขึ้นสู่ด้านบน อนุภาคของน้ำบริเวณก้นภาชนะจะขยายตัวและลอยตัวสูงขึ้น ส่วนน้ำที่อยู่ด้านบนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจะจมลงมาแทนที่ การหมุนวนของน้ำจึงทำให้เกิดการพาความร้อน



รูปที่ 4.24 การพาความร้อนของสสารเมื่อต้มน้ำที่บรรจุในภาชนะ

การพาความร้อนในของเหลวเกิดขึ้นในลักษณะใด



### กิจกรรมที่ 4

สังเกตการพาความร้อนของของเหลว



จุดประสงค์

อธิบายการพาความร้อนของของเหลวได้

ปัญหา

เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะเกิดการถ่ายโอนความร้อนอย่างไร

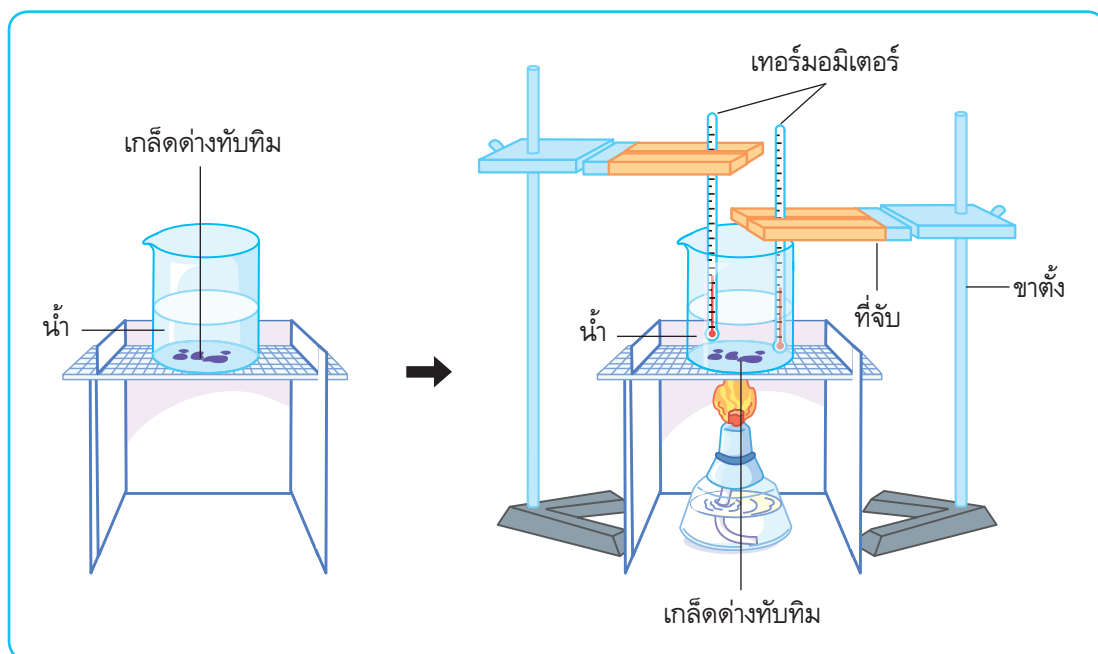


## อุปกรณ์

|                    |                 |      |                          |         |
|--------------------|-----------------|------|--------------------------|---------|
| 1. ปีกเกอร์        | ขนาด 250 ลบ.ซม. | 1 ใบ | 5. ขาตั้งพร้อมที่จับ     | 2 ชุด   |
| 2. เกล็ดต่างหีบหิม | 4–5 เกล็ด       |      | 6. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อม |         |
| 3. น้ำ             | 100 ลบ.ซม.      |      | ที่ก้นกลมและตะแกรงลวด    | 1 ชุด   |
| 4. เทอร์มอมิเตอร์  | 2 อัน           |      | 7. ไม้ขีดไฟ              | 1 กลั๊ก |
|                    |                 |      | 8. นาฬิกาจับเวลา         | 1 เรือน |

## ขั้นตอน

1. เทน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในปีกเกอร์ แล้วนำปีกเกอร์วางบนตะแกรงลวด จากนั้นใส่เกล็ดต่างหีบหิมลงในปีกเกอร์ประมาณ 4–5 เกล็ด
2. ติดตั้งเทอร์มอมิเตอร์ 2 อันเข้ากับที่จับ แล้วใส่ลงไปในปีกเกอร์ โดยให้ปลายกระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์อันที่ 1 อยู่เหนือก้นปีกเกอร์เล็กน้อย ส่วนปลายกระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์อันที่ 2 อยู่ต่ำลงไปจากผิวน้ำเล็กน้อย
3. นำปีกเกอร์ที่เตรียมไว้ไปให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ประมาณ 7–8 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเกล็ดต่างหีบหิมและอ่านค่าอุณหภูมิของน้ำในปีกเกอร์ที่วัดได้จากเทอร์มอมิเตอร์ทั้ง 2 อัน แล้วบันทึกผล
4. ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปผล



รูปที่ 4.25 การสังเกตการพาความร้อนของของเหลว



## บันทึกผลการสังเกต

| สิ่งที่สังเกต                                         | ผลการสังเกต                |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|
| การเปลี่ยนแปลงของเกล็ดต่างทับทิม                      |                            |
| อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์จากเทอร์มอมิเตอร์<br>อันที่ 1 | ควรบันทึกผลการสังเกตในสมุด |
| อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์จากเทอร์มอมิเตอร์<br>อันที่ 2 |                            |

## ค้นหาคำตอบ

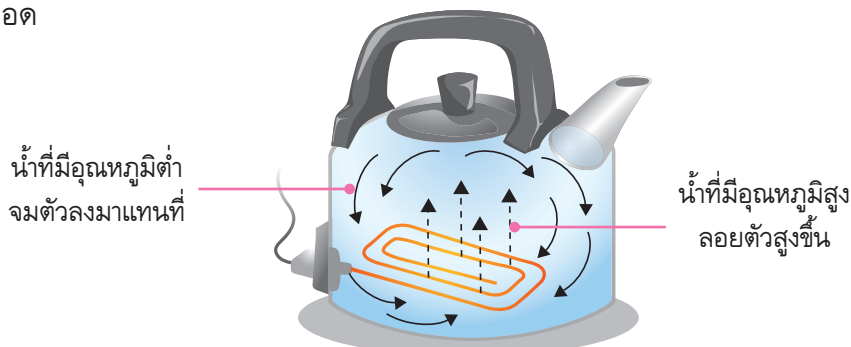
1. อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ที่วัดได้จากเทอร์มอมิเตอร์ทั้ง 2 อัน มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
2. เมื่อได้รับความร้อนเกล็ดต่างทับทิมเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
3. การเปลี่ยนแปลงในข้อ 2 แสดงว่าเมื่อน้ำได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
4. ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร

จากกิจกรรมพบว่า เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำในบีกเกอร์ น้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยน้ำจะลอยตัวจากก้นบีกเกอร์ขึ้นมาด้านบน และน้ำที่เย็นกว่าบริเวณด้านบนของบีกเกอร์จะจมลงมาแทนที่น้ำร้อน สังเกตได้จากการเคลื่อนที่ของสารละลายต่างทับทิมที่เคลื่อนที่ขึ้นมาข้างบน และอุณหภูมิของน้ำบริเวณส่วนบนจะสูงขึ้นในเวลาต่อมา

**การนำความรู้เกี่ยวกับการพาความร้อนไปใช้ประโยชน์**

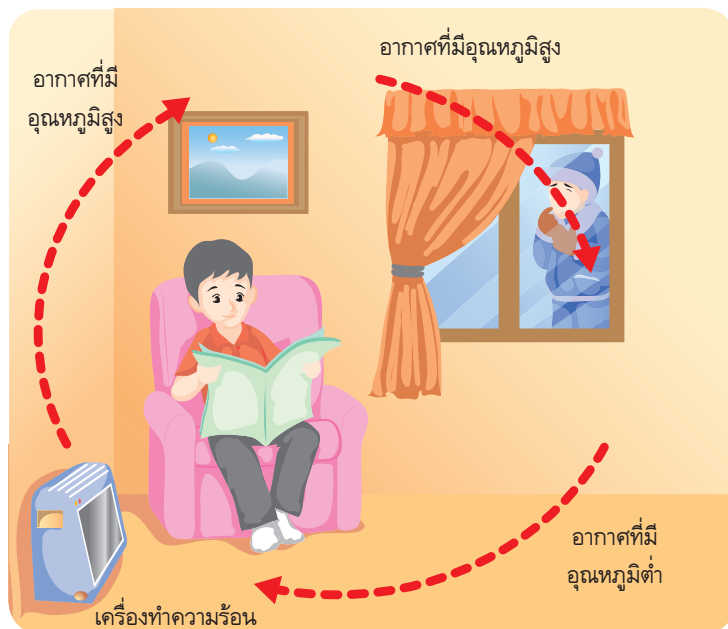
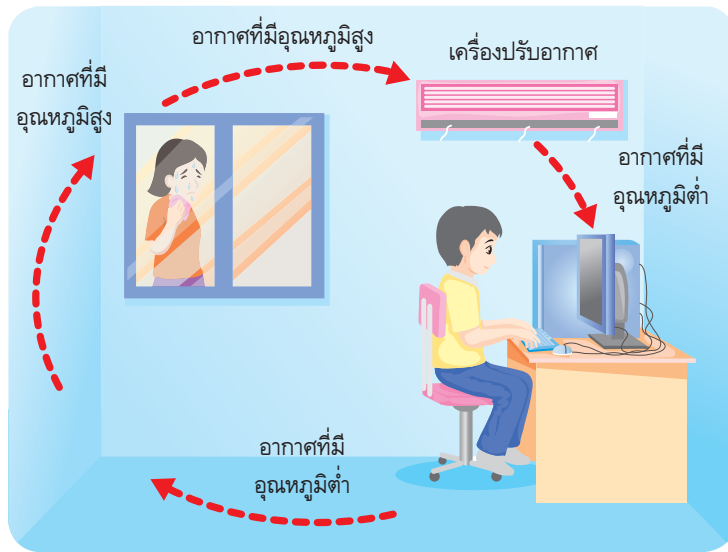
มนุษย์นำหลักการพาความร้อนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น

**กาต้มน้ำไฟฟ้า** เป็นอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยใช้หลักการพาความร้อนของของเหลว โดยจะติดตั้งอุปกรณ์ทำความร้อนไว้บริเวณก้นกาต้มน้ำไฟฟ้า เมื่อเปิดสวิตช์ใช้งาน น้ำบริเวณรอบอุปกรณ์ทำความร้อนจะเริ่มร้อนขึ้นอย่างช้า ๆ จากนั้นน้ำที่อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ จะลอยตัวสูงขึ้น และน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะจมตัวลงมาแทนที่ เกิดเป็นกระแสการพาความร้อนจนกระทั่งน้ำในกาต้มน้ำไฟฟ้าเดือด



รูปที่ 4.26 การเกิดกระแสการพาความร้อนในกาต้มน้ำไฟฟ้า

**เครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความร้อน** เครื่องปรับอากาศจะติดตั้งไว้ที่ผนังด้านบนของห้อง เมื่อเราเปิดสวิตช์ให้เครื่องปรับอากาศทำงาน อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจากเครื่องปรับอากาศจะจมตัวลง และอากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะเคลื่อนเข้ามาแทนที่ ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศ ทำให้อากาศในห้องเย็นสบาย ส่วนเครื่องทำความร้อนที่ใช้ในประเทศเขตหนาวจะติดตั้งไว้ที่ผนังด้านล่างของห้อง เมื่อเราเปิดสวิตช์ให้เครื่องทำความร้อนทำงาน อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจากเครื่องทำความร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น และอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจะเคลื่อนเข้ามาแทนที่ ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศ ทำให้อากาศภายในห้องอบอุ่น



รูปที่ 4.27 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความร้อน

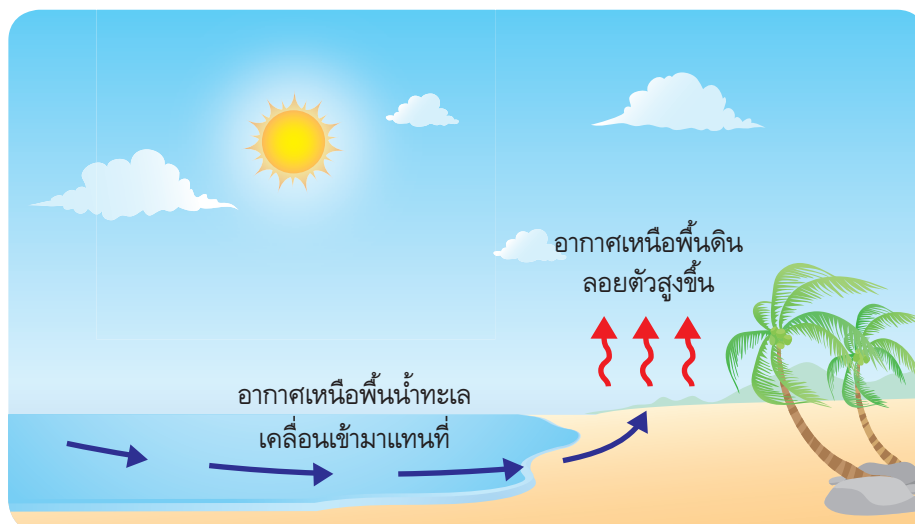
ผลที่เกิดขึ้นจากการพาความร้อนทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น การเกิดลมบก ลมทะเล

**ลมบก ลมทะเล** เกิดจากความร้อนของอากาศที่แตกต่างกันระหว่างบริเวณพื้นดินและพื้นน้ำทะเล โดยในเวลากลางคืนพื้นน้ำทะเลจะคายความร้อนได้ช้ากว่าพื้นดิน อากาศเหนือพื้นน้ำทะเลจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าและมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศเหนือพื้นดิน อากาศเหนือพื้นน้ำทะเลจึงลอยตัวสูงขึ้น ทำให้อากาศเหนือพื้นดินเคลื่อนเข้ามาแทนที่ เรียกว่า **ลมบก (land breeze)**



รูปที่ 4.28 การเกิดลมบก

ส่วนในเวลากลางวันพื้นดินจะดูดกลืนความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำทะเล อากาศเหนือพื้นดินจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าและมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำทะเล อากาศเหนือพื้นดินจึงลอยตัวสูงขึ้น ทำให้อากาศเหนือพื้นน้ำทะเลเคลื่อนเข้ามาแทนที่ เรียกว่า **ลมทะเล (sea breeze)**



รูปที่ 4.29 การเกิดลมทะเล

## การแผ่รังสีความร้อน

การแผ่รังสีความร้อน คือ การถ่ายโอนความร้อนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง ซึ่งความร้อนจะแผ่ออกมาทุกทิศทางในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ดวงอาทิตย์จะแผ่รังสีความร้อนมายังโลกในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีความร้อนที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์ คือ รังสีอินฟราเรด บางครั้งแหล่งกำเนิดที่ให้พลังงานแสงมักจะให้พลังงานความร้อนออกมาด้วย เช่น หลอดไฟฟ้าและกองไฟ



รูปที่ 4.30 การแผ่รังสีความร้อนของหลอดไฟฟ้า  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

เมื่อวัตถุต่าง ๆ ได้รับความร้อนที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดความร้อนจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนและดูดกลืนความร้อนเอาไว้ แล้วคายความร้อนออกมา

วัตถุแต่ละชนิดมีการดูดกลืนความร้อนแตกต่างกันหรือไม่



### กิจกรรมที่ 5

ทดลองการดูดกลืนความร้อนของวัตถุ



จุดประสงค์

1. อธิบายการดูดกลืนความร้อนของวัตถุที่มีสีแตกต่างกันได้
2. เปรียบเทียบการดูดกลืนความร้อนของวัตถุได้

## ปัญหา

เมื่อขดทาสีดำกับขดทาสีขาวได้รับความร้อน ขดใดจะมีความร้อนสูงมากกว่ากัน

## กำหนดสมมุติฐาน

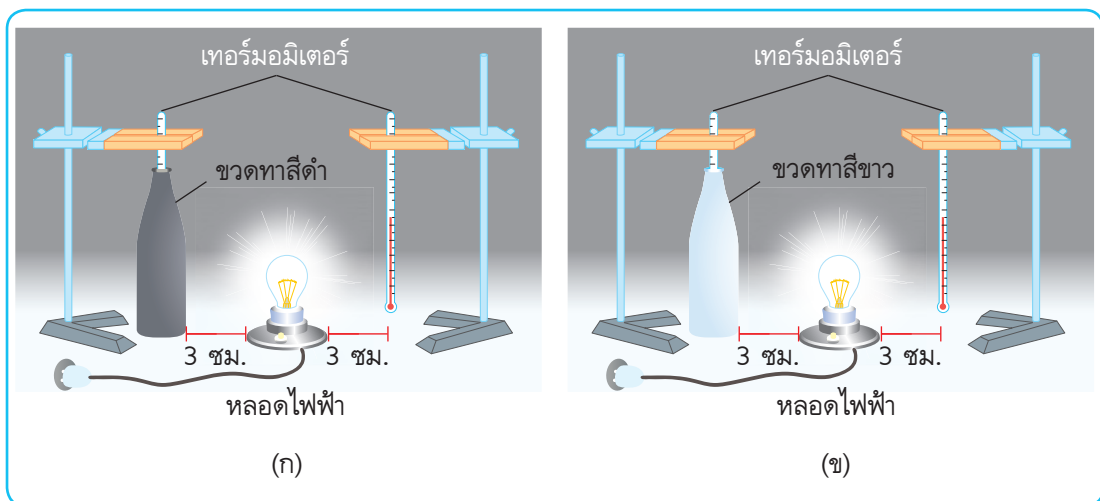
เมื่อได้รับความร้อนขดทาสีดำน่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่าขดทาสีขาว

## อุปกรณ์

|                                    |       |                      |         |
|------------------------------------|-------|----------------------|---------|
| 1. ขดทาสีดำ                        | 1 ใบ  | 4. เทอร์มอมิเตอร์    | 2 อัน   |
| 2. ขดทาสีขาว                       | 1 ใบ  | 5. ขาตั้งพร้อมที่จับ | 2 ชุด   |
| 3. หลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ขนาด 100 วัตต์ |       | 6. นาฬิกาจับเวลา     | 1 เรือน |
| พร้อมฐานหลอดไฟฟ้าและสายไฟฟ้า       | 1 ชุด | 7. ไม้บรรทัด         | 1 อัน   |

## ขั้นตอนการทดลอง

1. ติดตั้งเทอร์มอมิเตอร์เข้ากับที่จับ แล้วใส่เทอร์มอมิเตอร์ 1 อัน ลงในขดทาสีดำ โดยให้กระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์อยู่กึ่งกลางของขด
2. ติดตั้งเทอร์มอมิเตอร์อีกอันหนึ่งเข้ากับที่จับ จากนั้นวางขดทาสีดำและเทอร์มอมิเตอร์ห่างจากหลอดไฟฟ้าประมาณ 3 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.31 (ก)
3. เปิดหลอดไฟฟ้า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที แล้วบันทึกผล
4. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 1–3 แต่เปลี่ยนจากขดทาสีดำเป็นขดทาสีขาว ดังรูปที่ 4.31 (ข)
5. ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปผล



รูปที่ 4.31 การทดลองการดูดกลืนความร้อนของวัตถุ

### บันทึกผลการทดลอง

| เวลา<br>(นาที) | อุณหภูมิของ<br>หลอดไฟฟ้า ( $^{\circ}\text{C}$ ) | อุณหภูมิของ<br>ขวดทาสีดำ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | อุณหภูมิของ<br>หลอดไฟฟ้า ( $^{\circ}\text{C}$ ) | อุณหภูมิของ<br>ขวดทาสีขาว ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|----------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 0              |                                                 |                                                 |                                                 |                                                  |
| 5              |                                                 | ควรบันทึกผลการทดลองในสมุด                       |                                                 |                                                  |
| 10             |                                                 |                                                 |                                                 |                                                  |
| 15             |                                                 |                                                 |                                                 |                                                  |

### ค้นหาคำตอบ

1. ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้คืออะไร
2. ความร้อนจากหลอดไฟฟ้ามีผลต่อขวดทาสีดำและขวดทาสีขาวในลักษณะใด
3. ขวดทาสีดำและขวดทาสีขาวมีอุณหภูมิแตกต่างกันหรือไม่ เพราะอะไร
4. ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร

จากกิจกรรมพบว่า เมื่อให้ความร้อนแก่ขวดทาสีดำและขวดทาสีขาว ขวดทาสีดำมีอุณหภูมิสูงกว่าขวดทาสีขาว แสดงว่าขวดทาสีดำดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่าขวดทาสีขาว

### การนำความรู้เกี่ยวกับการแผ่รังสีความร้อนไปใช้ประโยชน์

วัตถุต่าง ๆ ดูดกลืนความร้อนและคายความร้อนได้แตกต่างกัน โดยวัตถุที่มีสีเข้มจะดูดกลืนความร้อนและคายความร้อนได้ดีกว่าวัตถุที่มีสีอ่อน หลักการดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น

**การทาสีบ้านและสีห้อง** สีที่ใช้ทาบ้านและห้องควรเลือกใช้สีอ่อน เพราะจะทำให้ดูดกลืนความร้อนได้น้อย และช่วยให้อากาศเย็นขึ้น



รูปที่ 4.32 การทาสีห้องโดยใช้สีอ่อนช่วยให้อากาศเย็นขึ้น  
ที่มา: คลังภาพ วพ.



**การเลือกสีของเสื้อผ้า** สีของเสื้อผ้าสำหรับใส่ในฤดูต่าง ๆ เช่น ฤดูร้อนควรเลือกเสื้อผ้าที่มีสีอ่อนเพื่อให้ดูดกลืนความร้อนได้น้อย และฤดูหนาวควรเลือกเสื้อผ้าที่มีสีเข้มเพื่อเพิ่มความอบอุ่นแก่ร่างกาย



รูปที่ 4.33 เสื้อสีอ่อนดูดกลืนความร้อนได้น้อยกว่าเสื้อสีเข้ม  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

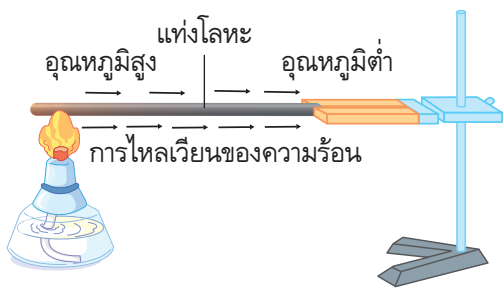
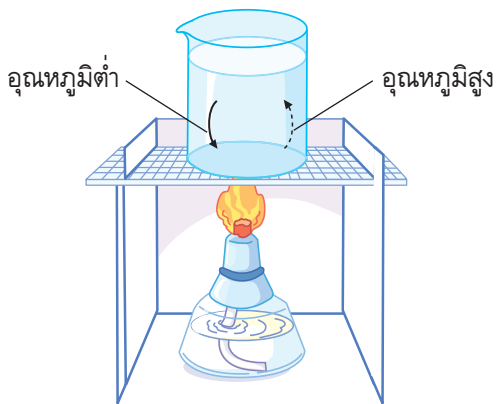
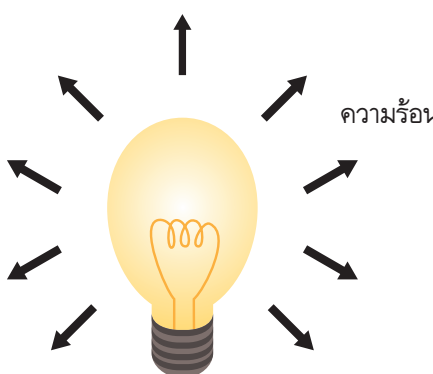
**การทาสีตัวถังรถบรรทุกน้ำมัน** สีที่ใช้ทาตัวถังรถบรรทุกน้ำมันเบนซินนิยมใช้สีขาว เพราะจะทำให้ดูดกลืนความร้อนได้น้อย น้ำมันเบนซินที่บรรจุอยู่ในถังจึงมีอุณหภูมิต่ำ เป็นการป้องกันการระเหยของน้ำมันเบนซินได้



รูปที่ 4.34 ตัวถังรถบรรทุกน้ำมันเบนซินนิยมใช้สีขาวเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำมันเบนซิน  
ที่มา: คลังภาพ วพ.



ตารางที่ 4.4 สรุปการถ่ายโอนความร้อนวิธีต่าง ๆ

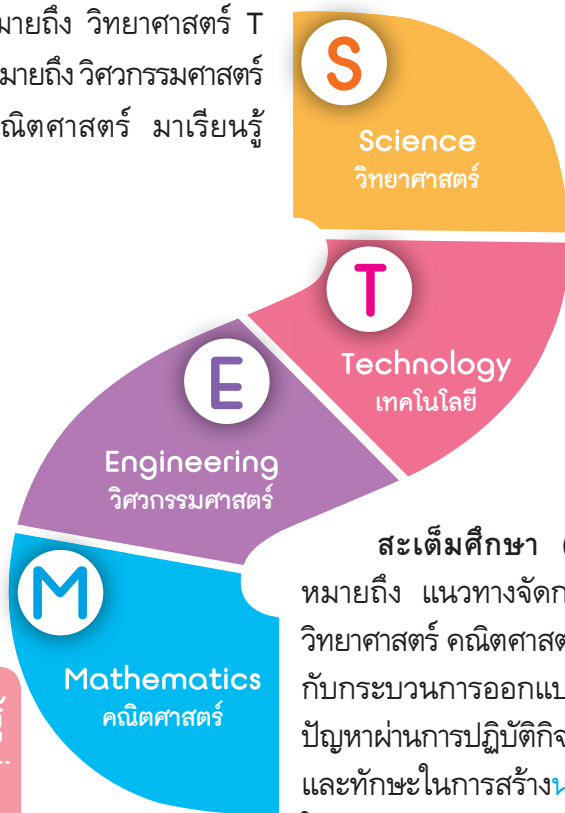
| วิธีการถ่ายโอนความร้อน                                                                                                | ลักษณะการถ่ายโอนความร้อน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>การนำความร้อน</b></p>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อาศัยตัวกลาง</li> <li>- เกิดขึ้นในสสารที่เป็นของแข็ง</li> <li>- ความร้อนจะถูกถ่ายโอนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ</li> <li>- พลังงานจะส่งผ่านสสารที่มีสถานะเป็นของแข็งโดยอนุภาคของสสารนั้นไม่ได้เคลื่อนที่</li> </ul>                                                   |
| <p><b>การพาความร้อน</b></p>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อาศัยตัวกลาง</li> <li>- เกิดขึ้นในสสารที่เป็นของเหลวและแก๊ส</li> <li>- ของเหลวและแก๊สที่ร้อนจะเคลื่อนที่อย่างอิสระและนำพลังงานติดตัวอนุภาคของของเหลวและแก๊สจากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณอื่น ๆ ด้วย</li> <li>- ความร้อนจะถูกถ่ายโอนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ</li> </ul> |
| <p><b>การแผ่รังสีความร้อน</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่อาศัยตัวกลาง</li> <li>- ความร้อนแผ่ออกมาทุกทิศทาง</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |

เราสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษาได้ ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากหัวข้อต่อไปนี้

## กิจกรรมสะเต็มศึกษา



สะเต็ม (STEM) เกิดจากการนำความรู้ทั้ง 4 สาขา คือ S หมายถึง วิทยาศาสตร์ T หมายถึง เทคโนโลยี E หมายถึง วิศวกรรมศาสตร์ และ M หมายถึง คณิตศาสตร์ มาเรียนรู้ร่วมกัน



ศัพท์ที่ควรรู้

- นวัตกรรม

### สะเต็มศึกษา (STEM Education)

หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผสมผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้แก้ปัญหาผ่านการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้เกิดความรู้และทักษะในการสร้างนวัตกรรม (innovation) ในอนาคต

## ประโยชน์ที่ได้รับจากกิจกรรมสะเต็มศึกษา

การปฏิบัติกิจกรรมสะเต็มศึกษาทำให้ได้พัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

### ประโยชน์จากกิจกรรมสะเต็มศึกษา

1

การแก้ปัญหา



ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ช่วยแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบ

2

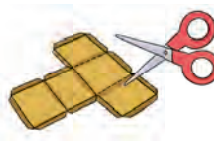
ความคิดสร้างสรรค์



ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีออกแบบ (ระบบวิศวกรรม) ได้

3

การประดิษฐ์



ใช้ความรู้ 4 สาขามาออกแบบเพื่อนำไปใช้ได้จริง

## ประโยชน์จากกิจกรรมสะเต็มศึกษา

4

เชื่อมั่นตนเอง



กระตุ้นตนเองเพื่อพัฒนาความรู้  
ทำให้เกิดความเชื่อมั่น

5

คิดอย่างมีเหตุผล



เข้าใจเหตุและผลผ่านการฝึก  
ทำกิจกรรม

6

ความรู้ทางเทคโนโลยี



นำความรู้ทางเทคโนโลยีไปใช้ได้

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (engineering design process) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้



ในการปฏิบัติกิจกรรมสะเต็มศึกษาสามารถปฏิบัติได้ตามลำดับขั้นตอนปกติ แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถสลับขั้นตอน ทำซ้ำ หรือทำต่อเนื่องได้ เพื่อให้การแก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมบรรลุตามเป้าหมาย

## สะเต็มศึกษาแก้ปัญหาได้อย่างไร ศึกษาสถานการณ์ตัวอย่างต่อไปนี้

### กล่องเก็บความร้อน

เมื่อ 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา มินและเบงก็ไปเที่ยวน้ำตกกับเพื่อน ๆ ในห้องเรียน ทุกคนได้เตรียมอาหารไว้สำหรับรับประทานด้วย เมื่อไปถึงน้ำตกทุกคนต่างเล่นน้ำกันอย่างสนุกสนานผ่านไป 90 นาที ทุกคนจึงขึ้นจากน้ำและรับประทานอาหารก่อนเดินทางกลับ เมื่อกลับจากน้ำตกแล้วทั้ง 2 คนจึงมาคุยกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น

ไปเที่ยวน้ำตกครั้งที่ผ่านมานะสนุกมากเลยนะ  
อากาศดีมาก หลังจากเล่นน้ำเสร็จเราหิวมาก  
แต่ข้าวที่เตรียมไปเย็นหมดเลย

จริงด้วย...และข้าว  
ก็แข็งด้วย

เรามาลองคิดวิธีการ  
แก้ปัญหาดีกว่า

ดีเลย อีก 5 วันเราจะไป  
เที่ยวน้ำตกกันอีกแล้ว  
จะได้มีข้าวร้อน ๆ ไว้กิน  
หลังเล่นน้ำตกเสร็จ

มินและเบงก็ได้สำรวจความคิดเห็นของเพื่อน ๆ พบว่า เพื่อน ๆ ทุกคนมีความต้องการจะแก้ปัญหานี้ร่วมกัน



## 1. ระบุปัญหา (problem identification)

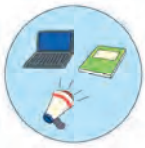
เป็นการทำความเข้าใจปัญหาและความท้าทายจากสถานการณ์อย่างละเอียด เพื่อพิจารณาเลือกปัญหาที่ต้องการหรือที่สำคัญที่สุด (พิจารณาได้จากผลเสีย ความเร่งด่วน และผลกระทบในระยะยาว) แล้วกำหนดเป็นปัญหาซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาต่อไป

**ปัญหา (problem)** คือ สิ่งที่ต้องการหาคำตอบ เกิดจากความต้องการหรือความสำคัญที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยสามารถระบุปัญหาของกิจกรรมตามแนวทางการกำหนดปัญหาต่อไปนี้



### คำถาม

- จากสถานการณ์ นักเรียนพบปัญหาอะไรบ้าง
- นักเรียนเลือกแก้ปัญหาใด เพราะเหตุใดจึงเลือกแก้ปัญหานี้
- นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากสาเหตุใด
- เขียนสาเหตุจากข้อ 3 เป็นประโยคคำถาม (ระบุปัญหา)
- ปัญหาจากข้อ 4 มีความสำคัญหรือน่าสนใจอย่างไร
- มีข้อมูลเกี่ยวกับปัญหานี้หรือไม่ ถ้าไม่มี ให้สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- จากข้อมูลที่ได้ นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหามาจากข้อ 4 ด้วยวิธีการใด เพราะอะไร
- นักเรียนจะประเมินปัญหานี้ได้อย่างไร (ระบุเกณฑ์การประเมินเพื่อประเมินและสรุปผล)



## 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (idea exploration)

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ การรวบรวมข้อมูลที่ครอบคลุมจะทำให้สามารถสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์

### ขั้นตอนที่

1

ศึกษาข้อมูลโดยการวิเคราะห์ปัญหาหรือความต้องการจากคำถามต่อไปนี้



### คำถาม

1. ปัญหานี้คืออะไร
2. ปัญหานี้เกิดกับใคร
3. ปัญหานี้เกิดขึ้นที่ไหน
4. ปัญหานี้เกิดขึ้นเมื่อใด
5. เพราะเหตุใดจึงต้องแก้ปัญหานี้
6. จะแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการนี้อย่างไร

### ขั้นตอนที่

2

ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานด้วยวิธีการ ดังนี้

- อภิปรายถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา แล้วบันทึกลงในตาราง

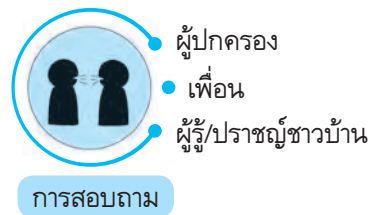
**S** : วิทยาศาสตร์

**T** : เทคโนโลยี

**E** : วิศวกรรมศาสตร์

**M** : คณิตศาสตร์

- ค้นหาและรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นด้วยวิธีการที่เหมาะสมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ



### คำถาม

นักเรียนได้ข้อมูลอะไรบ้างและจากแหล่งการเรียนรู้ใด

- สำรวจวัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องใช้ว่ามีอะไรบ้าง วิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของวัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้เพื่อสร้างทางเลือก

### วัสดุ อุปกรณ์ที่เลือกใช้

| ขั้นที่ 1 |          | ขั้นที่ 2 |          | ขั้นที่ 3 |          |
|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| ข้อดี     | ข้อเสีย  | ข้อดี     | ข้อเสีย  | ข้อดี     | ข้อเสีย  |
| 1. _____  | 1. _____ | 1. _____  | 1. _____ | 1. _____  | 1. _____ |
| 2. _____  | 2. _____ | 2. _____  | 2. _____ | 2. _____  | 2. _____ |



### คำถาม

1. วัสดุ อุปกรณ์ ที่นักเรียนเลือกมีอะไรบ้าง
2. นักเรียนเลือกวัสดุ อุปกรณ์ใด เพราะอะไร



### ขั้นตอนที่ 3

วิเคราะห์ พิจารณา และเปรียบเทียบ ทางเลือกที่สามารถแก้ปัญหาและได้สิ่งที่ต้องการที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดจากข้อมูลที่รวบรวมได้และข้อจำกัดที่มี และตัดสินใจเลือกทางเลือกนั้น



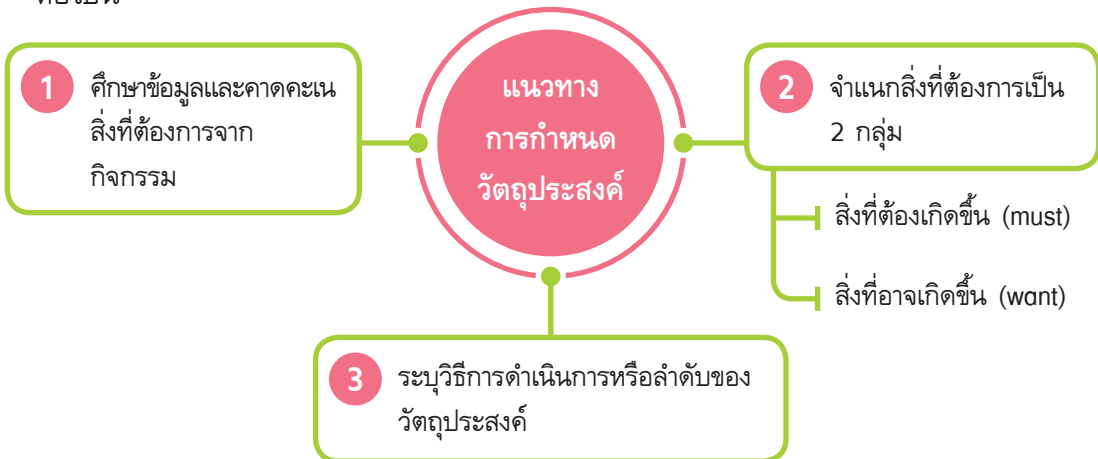
- กำหนดหัวข้อให้ชัดเจน (ระบุหัวข้อเรื่อง) จากคำถามต่อไปนี้



#### คำถาม

สิ่งที่ต้องการจากการปฏิบัติกิจกรรมครั้งนี้คืออะไร

- กำหนดวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติกิจกรรมจากแนวทางการกำหนดวัตถุประสงค์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



#### คำถาม

1. สิ่งใดที่นักเรียนต้องการจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. นักเรียนสามารถเรียงลำดับสิ่งที่ต้องการในข้อ 1 ได้อย่างไร (ระบุโดยจำแนกเป็นสิ่งที่ต้องเกิดขึ้น (must) และสิ่งที่อาจเกิดขึ้น (want))
3. นักเรียนใช้สิ่งที่ต้องการจากข้อ 2 กำหนดวัตถุประสงค์ได้อย่างไร (ระบุวัตถุประสงค์)

- กำหนดประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากแนวทางการกำหนดประโยชน์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



### คำถาม

1. กิจกรรมนี้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชน และสิ่งแวดล้อมอย่างไร
2. นักเรียนใช้สิ่งที่จะเกิดขึ้น (want) และประโยชน์ในข้อ 1 กำหนดประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากกิจกรรมนี้ได้อย่างไร (ระบุประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ)

- กำหนดขอบเขตของกิจกรรมโดยการสำรวจสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ แล้วตอบคำถาม



### คำถาม

1. นักเรียนมีงบประมาณเท่าใด
2. นักเรียนมีระยะเวลาดำเนินการเท่าไร
3. ก่อนการปฏิบัติกิจกรรมมีสิ่งใดที่ควรควบคุมอีกหรือไม่
4. มีสิ่งใดที่จะส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติกิจกรรมแต่ไม่สามารถควบคุมได้ เพราะอะไร
5. จากการศึกษาข้อมูล นักเรียนคิดว่ามีปัญหาคืออะไรบ้างที่ควรแก้ไข แต่ปัญหาสามารถแก้ไขได้อย่างไร
6. จากสิ่งที่กำหนดในข้อ 1–5 นักเรียนสามารถกำหนดขอบเขตการปฏิบัติกิจกรรมนี้ได้อย่างไร (ระบุขอบเขตของกิจกรรม)



### 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (solution design)

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงาน  
ขั้นตอน

|                 |                                                                                 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| ขั้นตอนที่<br>1 | คำนึงถึงทรัพยากรและข้อจำกัดที่มีว่ามีอะไรบ้าง (วัสดุ อุปกรณ์ งบประมาณ และ เวลา) |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|

#### คำถาม

1. นักเรียนเตรียมวัสดุ อุปกรณ์อย่างไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง
2. งบประมาณและระยะเวลาของกิจกรรมนี้เป็นอย่างไร

|                 |                                                                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| ขั้นตอนที่<br>2 | ถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่างโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ค้นคว้าได้ |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|

#### บันทึกผลการออกแบบ



วาดภาพร่างลงในกระดาษ  
กันเถอะ!



### 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (plan and development)

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนย่อยของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อสร้าง  
ชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการ  
ขั้นตอน



1

- เขียนลำดับขั้นตอนย่อยของการทำงานเพื่อให้สร้างชิ้นงานได้ตรงตามที่ต้องการออกแบบไว้
- นำเสนอการออกแบบ



2

- แบ่งหน้าที่การทำงานในกลุ่ม แล้วลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้วางแผนไว้

## คำถาม

1. นักเรียนรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการใด (ระบุวิธี รวบรวมข้อมูล เช่น การทดลอง การทดสอบ การสำรวจ การประดิษฐ์ และการสอบถาม) และมีขั้นตอนย่อยอะไรบ้าง
2. นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีใด (ระบุวิธี วิเคราะห์ข้อมูล เช่น หาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบ หาผลต่าง ใช้แผนภูมิ)
3. ผลการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์เป็นอย่างไร
4. ผลการสร้างชิ้นงานเป็นอย่างไร
5. นักเรียนสามารถประเมินแผนของกิจกรรมได้อย่างไร (ระบุรายการหรือเกณฑ์การประเมินแผนของกิจกรรม แล้วทำการประเมินและสรุปผลการประเมิน)



## 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการหรือชิ้นงาน (test and evaluation)

เป็นการทดสอบและประเมินผลชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาปรับปรุงและพัฒนาการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด



1

**ทดสอบ**

ทดสอบชิ้นงานที่ได้ว่า สอดคล้องตามที่ออกแบบไว้หรือไม่



2

**ประเมินผล**

ตรวจสอบว่าชิ้นงาน มีข้อบกพร่องอย่างไร



3

**ปรับปรุง**

แก้ไขชิ้นงานจนกระทั่งได้ ชิ้นงานตรงตามความต้องการ

## คำถาม

1. นักเรียนมีวิธีทดสอบชิ้นงานอย่างไร
2. ผลการทดสอบชิ้นงานเป็นอย่างไร
3. นักเรียนพบปัญหาอะไรบ้าง
4. นักเรียนแก้ปัญหานั้นอย่างไร และผลของการแก้ปัญหานั้นเป็นอย่างไร
5. นักเรียนสามารถประเมินการดำเนินการตามแผนกิจกรรมได้อย่างไร (ระบุรายการหรือเกณฑ์การประเมินแผนของกิจกรรม แล้วทำการประเมินและสรุปผลการประเมิน)

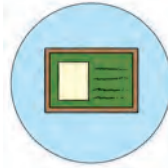


## 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (presentation)

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน การพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อให้เกิดการพัฒนาต่อไปในอนาคต



พูด



จัดป้ายนิเทศ



จัดนิทรรศการ



ทำรายงาน



สาธิต



### คำถาม

1. นักเรียนสรุปผลงานได้อย่างไร
2. นักเรียนจะปรับปรุงและพัฒนาในเรื่องใด
3. นักเรียนสามารถนำเรื่องที่จะปรับปรุงและพัฒนามาเขียนเป็นข้อเสนอแนะได้อย่างไร

## กิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา

### ขั้นตอน

1. สืบหาความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ ในห้องเรียนแล้วพิจารณาเลือกปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างอิสระเพื่อกำหนดเป็นปัญหาเพียง 1 เรื่องที่สอดคล้องกับความรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน
2. อภิปรายโต้แย้ง และแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้อย่างมีเหตุผล แล้วลงมือออกแบบชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม บันทึกผล
3. นำเสนอแนวคิดขั้นตอนการแก้ปัญหาชิ้นงาน รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อให้เกิดการพัฒนาให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยการนำเสนอหน้าห้องเรียน จัดป้ายนิเทศ หรือจัดนิทรรศการ
4. ตอบคำถามตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในหน้า 42–49

## สมดุลความร้อน

นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า การถ่ายโอนความร้อนมี 3 วิธี คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน โดยความร้อนจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ นักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่า การถ่ายโอนความร้อนจะสิ้นสุดลงเมื่อใด

เมื่อนำสาร 2 ชนิดที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาผสมกัน สารทั้งสองจะเกิดการถ่ายโอนความร้อนจากสารหนึ่งไปสู่อีกสารหนึ่ง โดยความร้อนจะถูกถ่ายโอนจากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำ ทำให้สารที่มีอุณหภูมิสูงมีอุณหภูมิลดลง เนื่องจากสารสูญเสียความร้อน ส่วนสารที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากสารได้รับความร้อน เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง สารทั้งสองจะมีอุณหภูมิเท่ากันและหยุดถ่ายโอนความร้อน เรียกภาวะนี้ว่า **สมดุลความร้อน (thermal equilibrium)** เช่น การเทน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงลงในแก้วที่มีอุณหภูมิต่ำ ความร้อนจากน้ำร้อนจะถ่ายโอนไปยังแก้ว ทำให้น้ำร้อนมีอุณหภูมิลดลงและแก้วมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง น้ำร้อนและแก้วจะมีอุณหภูมิเท่ากัน เนื่องจากอยู่ในภาวะสมดุลความร้อน



รูปที่ 4.35 การเทน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงลงในแก้วที่มีอุณหภูมิต่ำ  
ที่มา: คลังภาพ วพ.

เมื่อเกิดสมดุลความร้อน อุณหภูมิของระบบจะมีค่าเท่ากันจริงหรือไม่



## กิจกรรมที่ 6

### สังเกตสมดุลความร้อน



#### จุดประสงค์

อธิบายการเกิดสมดุลความร้อนได้

#### ปัญหา

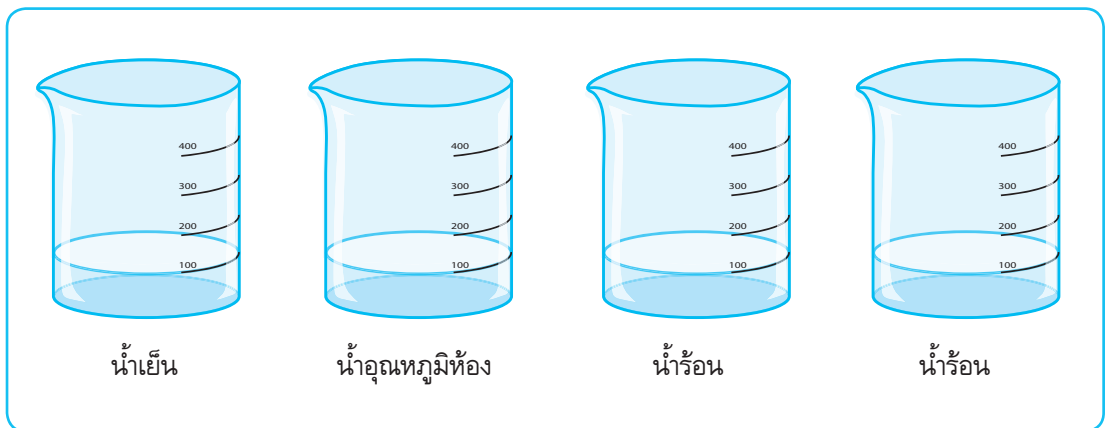
เมื่อผสมน้ำที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันเข้าด้วยกัน อุณหภูมิของน้ำผสมจะมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด

#### อุปกรณ์

- |                            |            |                   |            |
|----------------------------|------------|-------------------|------------|
| 1. ปีกเกอร์ขนาด 400 ลบ.ซม. | 4 ใบ       | 4. น้ำร้อน        | 200 ลบ.ซม. |
| 2. น้ำเย็น                 | 100 ลบ.ซม. | 5. เทอร์มอมิเตอร์ | 2 อัน      |
| 3. น้ำอุณหภูมิห้อง         | 100 ลบ.ซม. | 6. นาฬิกาจับเวลา  | 1 เรือน    |

#### ขั้นตอน

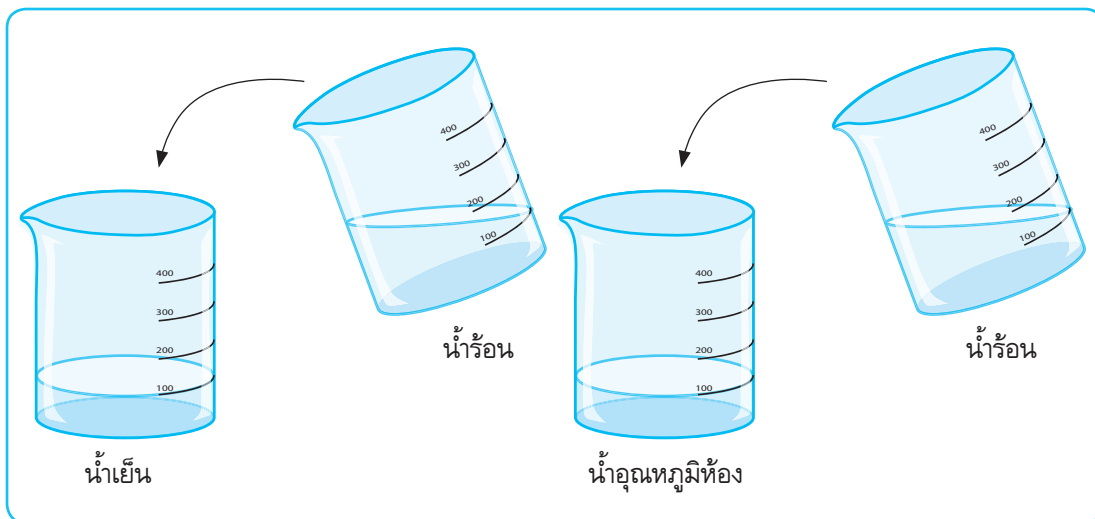
- เตรียมน้ำเย็นและน้ำอุณหภูมิห้องอย่างละ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในปีกเกอร์ และน้ำร้อน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร 2 ปีกเกอร์ ดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.36 การเตรียมน้ำอุณหภูมิต่าง ๆ

- วัดอุณหภูมิของน้ำแต่ละปีกเกอร์ แล้วบันทึกผล
- เทน้ำร้อนจากปีกเกอร์ใบหนึ่งลงในปีกเกอร์ที่มีน้ำเย็น และเทน้ำร้อนจากปีกเกอร์อีกใบหนึ่งลงในปีกเกอร์ที่มีน้ำอุณหภูมิห้อง ดังรูปที่ 4.37





รูปที่ 4.37 การผสมน้ำอุณหภูมิแตกต่างกันเข้าด้วยกัน

4. วัดอุณหภูมิของน้ำที่ผสมกันทั้ง 2 บีกเกอร์ ทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วบันทึกผล
5. ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปผล

### บันทึกผลการสังเกต

อุณหภูมิน้ำเย็น \_\_\_\_\_ °C อุณหภูมิน้ำอุณหภูมิห้อง \_\_\_\_\_ °C อุณหภูมิน้ำร้อน \_\_\_\_\_ °C

| เวลา (นาที) | อุณหภูมิ (°C) | น้ำเย็นผสมน้ำร้อน          | น้ำอุณหภูมิห้องผสมน้ำร้อน |
|-------------|---------------|----------------------------|---------------------------|
| 0           |               |                            |                           |
| 1           |               |                            |                           |
| 2           |               |                            |                           |
| 3           |               |                            |                           |
| 4           |               |                            |                           |
| 5           |               | ควรบันทึกผลการสังเกตในสมุด |                           |
| 6           |               |                            |                           |
| 7           |               |                            |                           |
| 8           |               |                            |                           |
| 9           |               |                            |                           |
| 10          |               |                            |                           |

### ค้นหาคำตอบ

1. เมื่อผสมน้ำเย็นกับน้ำร้อนเข้าด้วยกัน อุณหภูมิของน้ำที่ผสมกันมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
2. เมื่อผสมน้ำอุณหภูมิห้องกับน้ำร้อนเข้าด้วยกัน อุณหภูมิของน้ำที่ผสมกันมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
3. ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร

จากกิจกรรมพบว่า เมื่อนำน้ำที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาผสมกัน อุณหภูมิของน้ำผสมในช่วงแรกจะไม่คงที่ แต่เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งอุณหภูมิของน้ำผสมจะคงที่ เพราะการถ่ายโอนความร้อนสิ้นสุดลง และอยู่ในภาวะสมดุลความร้อน

เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนของสสารที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันจนเกิดภาวะสมดุลความร้อน โดยสสารที่มีอุณหภูมิสูงถ่ายโอนความร้อนไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำ ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

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

เมื่อ  $Q_{\text{สูญเสีย}}$  คือ ปริมาณความร้อนที่สสารหนึ่งสูญเสียให้อีกสสารหนึ่ง มีหน่วยเป็น จูล (J)

$Q_{\text{ได้รับ}}$  คือ ปริมาณความร้อนที่สสารหนึ่งได้รับจากอีกสสารหนึ่งที่สูญเสียความร้อน มีหน่วยเป็น จูล (J)

**ตัวอย่าง 6** แต้วน้ำมวล 200 กรัม ที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใส่ลงในแก้วที่มีมวล 400 กรัม เมื่อเกิดสมดุลความร้อนระหว่างน้ำและแก้ว พบว่าน้ำและแก้วมีอุณหภูมิสุดท้าย 80 องศาเซลเซียส ถ้าน้ำมีอุณหภูมิเริ่มต้นมากกว่าแก้ว แก้วมีอุณหภูมิเริ่มต้นเท่าใด (กำหนดให้ ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส และความร้อนจำเพาะของแก้วมีค่าเท่ากับ 0.2 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

วิธีทำ

|        |                               |   |                                |
|--------|-------------------------------|---|--------------------------------|
| จาก    | $Q_{\text{สูญเสีย (น้ำ)}}$    | = | $Q_{\text{ได้รับ (แก้ว)}}$     |
| จะได้  | $(mc\Delta t)_{\text{(น้ำ)}}$ | = | $(mc\Delta t)_{\text{(แก้ว)}}$ |
| แทนค่า | $(200)(1)(100 - 80)$          | = | $(400)(0.2)(80 - x)$           |

$$\begin{aligned}
 4,000 &= (80)(80 - x) \\
 4,000 &= 6,400 - 80x \\
 80x &= 6,400 - 4,000 \\
 80x &= 2,400 \\
 x &= 30
 \end{aligned}$$

ดังนั้น แก้วมีอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส

**ตัวอย่าง 7** สาร A และสาร B เป็นของเหลวชนิดเดียวกัน ถ้าสาร B มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีมวลเป็น 2 เท่าของสาร A เมื่อผสมสาร A และสาร B เข้าด้วยกัน ปรากฏว่าสารผสมมีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สาร A มีอุณหภูมิก่อนผสมเท่าใด

**วิธีทำ**

กำหนดให้

มวลของสาร A =  $m_A$  และมวลของสาร B =  $2m_A$

อุณหภูมิของสาร A ก่อนผสม =  $t_A$

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

สาร A และสาร B เป็นของเหลวชนิดเดียวกัน และมีอุณหภูมิเปลี่ยนไปโดยไม่มีการเปลี่ยนสถานะจึงมีความร้อนจำเพาะเท่ากัน ( $= c$ ) โดยอุณหภูมิของสาร B มีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากการผสม สาร B จึงได้รับความร้อนซึ่งมาจากสาร A ดังนั้นสาร A จึงมีอุณหภูมิก่อนผสมมากกว่าอุณหภูมิหลังผสม

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้} \quad (mc\Delta t)_A &= (mc\Delta t)_B \\
 \text{แทนค่า} \quad (m_A)(c)(t_A - 40) &= (2m_A)(c)(40 - 20) \\
 t_A - 40 &= (2)(20) \\
 t_A &= 40 + 40 \\
 t_A &= 80
 \end{aligned}$$

ดังนั้น สาร A มีอุณหภูมิก่อนผสมเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส

ความรู้เกี่ยวกับสมดุลความร้อนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การผสมน้ำร้อนและน้ำเย็นเพื่ออาบในวันที่อากาศหนาว และการนำไข่ต้มที่ร้อนไปแช่ในน้ำเย็นเพื่อให้ไข่เย็นเร็วขึ้น



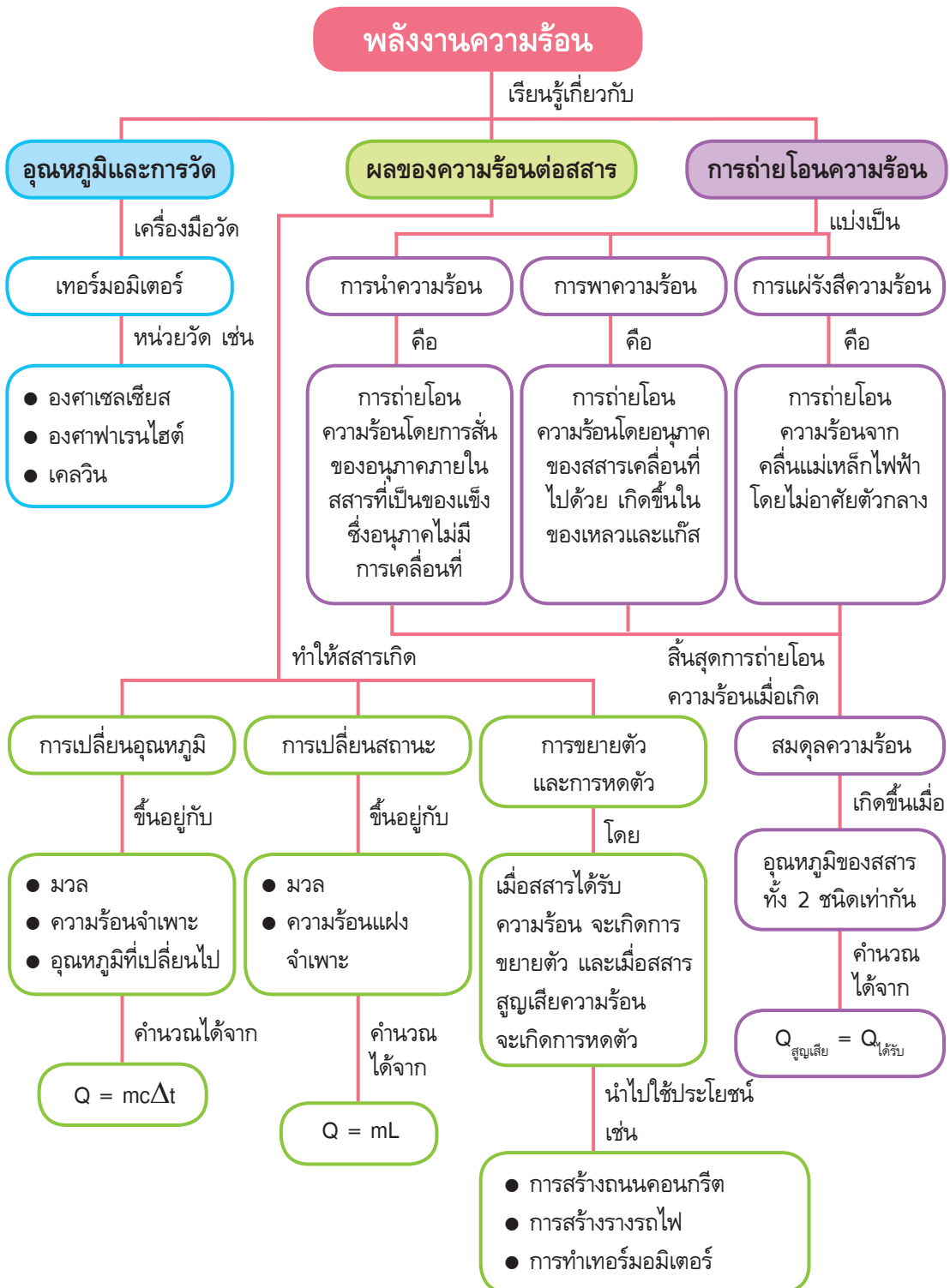
รูปที่ 4.38 ตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับสมดุลความร้อนไปใช้ในชีวิตประจำวัน



### ทบทวนความเข้าใจ

1. การถ่ายโอนความร้อนมีกี่วิธี อะไรบ้าง
2. การถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีใดที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง
3. เพราะอะไรการพาความร้อนในแก๊สจึงเกิดได้เร็วกว่าในของเหลว
4. สมดุลความร้อนคืออะไร
5. การถ่ายโอนความร้อนจะสิ้นสุดลงเมื่อใด

## ผังมโนทัศน์ (concept map)





## สาระสำคัญประจำหน่วย

1. พลังงานความร้อนเป็นพลังงานที่เกิดจากการสั่นและการเคลื่อนที่ของอนุภาคภายในสสาร ซึ่งสามารถเคลื่อนที่จากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่งได้เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ
2. อุณหภูมิ คือ ระดับความร้อนของสสาร ซึ่งบอกให้รู้ว่าสสารนั้นมีความร้อนระดับใด วัดได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์
3. เทอร์โมมิเตอร์มีหน่วยวัดอุณหภูมิหลายหน่วย เช่น องศาเซลเซียส องศาฟาเรนไฮต์ และ เคลวิน ซึ่งมีการแบ่งช่วงระหว่างจุดเยือกแข็งและจุดเดือดแตกต่างกัน
4. เมื่อสสารได้รับความร้อนอาจทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ สถานะ หรือรูปร่างได้
5. ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นอยู่กัมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ คือ  $Q = mc\Delta t$
6. ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นอยู่กัมวลและความร้อนแฝงจำเพาะ โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ คือ  $Q = mL$
7. เมื่อสสารได้รับความร้อน อนุภาคของสสารจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัว แต่เมื่อสสารสูญเสียความร้อน อนุภาคของสสารจะเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว จากหลักการดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การเว้นช่องว่างไว้เพื่อการขยายตัวของแผ่นคอนกรีตในการสร้างถนนและการเว้นช่องว่างไว้เพื่อการขยายตัวของรางรถไฟ
8. การถ่ายโอนความร้อนมี 3 วิธี คือ
  - 8.1 การนำความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยการสั่นของอนุภาคภายในสสาร ซึ่งอนุภาคของสสารไม่มีการเคลื่อนที่
  - 8.2 การพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยตัวกลางหรืออนุภาคของสสารเคลื่อนที่ไปด้วย ซึ่งเกิดขึ้นในของเหลวและแก๊ส เพราะสสารสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ
  - 8.3 การแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ซึ่งความร้อนจะแผ่ออกมาทุกทิศทาง
9. การถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกใช้วัสดุสำหรับนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารเพื่อเก็บความร้อนและการออกแบบระบบระบายความร้อนภายในอาคารบ้านเรือน
10. สมดุลความร้อน คือ ภาวะที่สสาร 2 ชนิดที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารหนึ่งที่มีอุณหภูมิสูงไปยังอีกสสารหนึ่งที่มีอุณหภูมิต่ำ จนกระทั่งสสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน ทำให้การถ่ายโอนความร้อนสิ้นสุดลง

11. เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันจนเกิดภาวะสมดุลความร้อน ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ คือ  $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$



## กิจกรรมประจำหน่วย

### ทบทวนคำศัพท์และหลักการทางวิทยาศาสตร์



1. พลังงานความร้อนคืออะไร
2. เครื่องมือวัดอุณหภูมิคืออะไร
3. เมื่อนำไอศกรีมไปวางกลางแดดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะอะไร
4. ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นอยู่กับสิ่งใด
5. ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นอยู่กับสิ่งใด
6. ความร้อนจำเพาะคืออะไร
7. ความร้อนแฝงจำเพาะคืออะไร
8. การขยายตัวและการหดตัวของสสารเกิดขึ้นได้อย่างไร
9. ฉลากของกระป๋องสเปรย์มีป้ายคำเตือนให้เก็บกระป๋องสเปรย์ไว้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ เพราะอะไร
10. การถ่ายโอนความร้อนคืออะไร
11. การพาความร้อนเกิดขึ้นในสสารที่มีสถานะใด
12. การถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีใดที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่
13. เพราะอะไรในฤดูหนาวเมื่อจับไม้ที่ทำจากโลหะจึงรู้สึกเย็นกว่าไม้ที่ทำจากไม้
14. การแผ่รังสีความร้อนของสสาร ความร้อนจะแผ่ออกจากแหล่งกำเนิดทิศทางใด
15. “ในวันที่อากาศร้อน คอนกรีตจะขยายตัว ทำให้คอนกรีตแตกร้าว” จากข้อความ ควรแก้ปัญหาอย่างไร



## ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

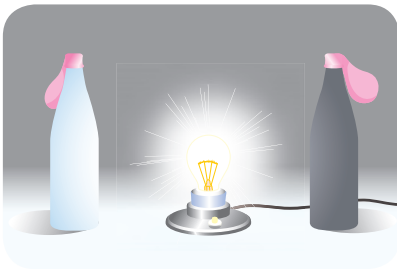


1. ทองแดงก้อนหนึ่งมวล 20 กรัม มีอุณหภูมิลดลงจาก 100 องศาเซลเซียส เป็น 20 องศาเซลเซียส ปริมาณความร้อนที่ทองแดงสูญเสียไปมีค่าเท่าใด (กำหนดให้ ความร้อนจำเพาะของทองแดงมีค่าเท่ากับ 390 จูล/กิโลกรัม เคลวิน)
2. น้ำเดือดมวล 500 กรัม มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส กลายเป็นไอน้ำที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสจนหมด ที่ความดัน 1 บรรยากาศ ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำมีค่าเท่าใด (กำหนดให้ ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำมีค่าเท่ากับ  $2.256 \times 10^6$  จูล/กิโลกรัม)
3. ดูรูปต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม



- 1) ความร้อนจากเตาไฟมาถึงหม้อปรุงอาหารเป็นการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีใด
- 2) ความร้อนจากเตาไฟที่ทำให้น้ำแกงเดือดเป็นการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีใด
- 3) ความร้อนจากเตาไฟที่ทำให้คนปรุงอาหารร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีใด

4. ดูรูปต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม



ให้นักเรียนลงความคิดเห็นจากรูปการทดลองว่า ลูกโป่งทั้ง 2 ใบ จะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไร เพราะอะไร

## การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน



1. ถ้านักเรียนเทน้ำลงในกาต้มน้ำจนเต็ม แล้วนำไปต้ม เมื่อน้ำในกาต้มน้ำเดือดจะเกิดอะไรขึ้น เพราะอะไร
2. รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่ไปบนถนนที่มีความร้อนสูงเป็นเวลานาน ปรากฏว่ายางระเบิด นักเรียนคิดว่าเพราะอะไร
3. ถ้านักเรียนต้องการเลือกซื้อเสื้อผ้าเพื่อสวมใส่ให้เหมาะสมกับภูมิอากาศในประเทศไทย นักเรียนจะเลือกซื้อเสื้อผ้าแบบใด โดยใช้ความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อน

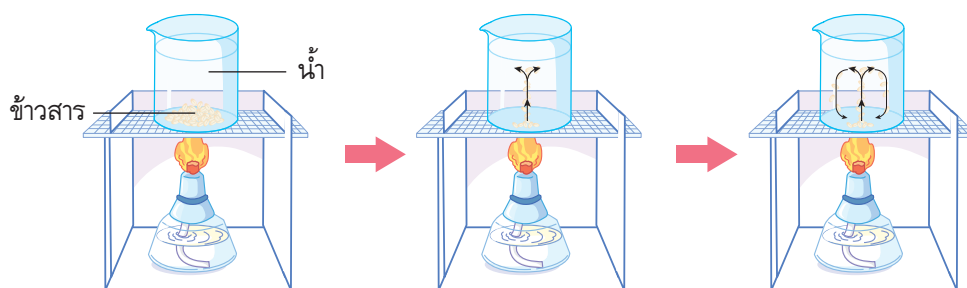
## บทความชวนคิด



คำชี้แจง อ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

## การถ่ายโอนความร้อน

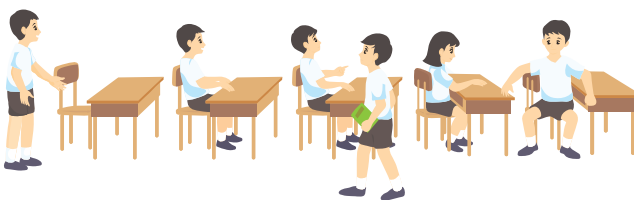
ปรกรณ์ทำการทดลองเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยใช้ข้าวสาร 15–20 เมล็ดลงในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำอยู่  $\frac{3}{4}$  ของบีกเกอร์ แล้วนำบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ไปให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ประมาณ 10 นาที ปรากฏว่าข้าวสารเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังรูป



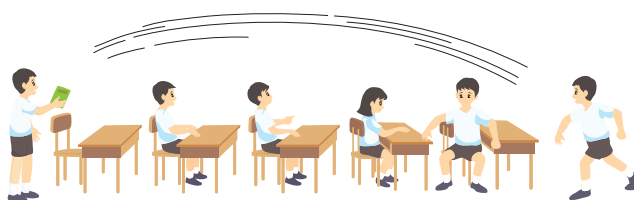
หลังจากทำการทดลอง ปรกรณ์สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีต่าง ๆ จากนั้นจึงวาดรูปแสดงการถ่ายโอนความร้อนแต่ละวิธี ดังรูป โดยปรกรณ์กำหนดให้หนังสือแทนความร้อน และนักเรียนแทนอนุภาคของสสาร



ก



ข



ค

### คำถามที่ 1: การถ่ายโอนความร้อน

การทดลองของปรกรณ์เป็นการทดลองที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีใด

1. สมดุลความร้อน
2. การนำความร้อน
3. การพาความร้อน
4. การคายความร้อน

### คำถามที่ 2: การถ่ายโอนความร้อน

จากผลการทดลองของปรกรณ์ ข้อสรุปต่อไปนี้ถูกต้องหรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

| จากผลการทดลองของปรกรณ์ ข้อสรุปต่อไปนี้ถูกต้องหรือไม่                                                        | ใช่ หรือ ไม่ใช่ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| ปริมาณน้ำไม่มีผลต่อการถ่ายโอนความร้อน                                                                       | ใช่/ไม่ใช่      |
| ความร้อนจะถูกถ่ายโอนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ โดยมีน้ำเป็นตัวกลางในการพาความร้อน | ใช่/ไม่ใช่      |
| ปริมาณความร้อนไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของข้าวสาร                                                             | ใช่/ไม่ใช่      |

### คำถามที่ 3: การถ่ายโอนความร้อน

ถ้าในการทดลองนี้ปรกรณ์ต้องการวัดอุณหภูมิของน้ำบริเวณก้นบีกเกอร์และบริเวณผิวน้ำ ปรกรณ์ควรเลือกใช้เครื่องมือวัดชนิดใด

1. โวลต์มิเตอร์
2. ไมโครมิเตอร์
3. เทอร์มอมิเตอร์
4. ออสซิลโลสโคป

### คำถามที่ 4: การถ่ายโอนความร้อน

การเปลี่ยนแปลงของข่าวสารจากการทดลองของปรกรณ์สามารถสื่อความหมายได้จากรูปใด

1. ก
2. ก และ ค
3. ข
4. ค

### คำถามที่ 5: การถ่ายโอนความร้อน

รูป ก ที่ปรกรณ์วัดขึ้นเป็นการถ่ายโอนความร้อนด้วยวิธีใด

1. การนำความร้อน
2. การพาความร้อน
3. การแผ่รังสีความร้อน
4. การดูดกลืนความร้อน

### คำถามที่ 6: การถ่ายโอนความร้อน

สิ่งต่อไปนี้มีหลักการเดียวกับการทดลองของปรกรณ์หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

| สิ่งต่อไปนี้มีหลักการเดียวกับการทดลองของปรกรณ์หรือไม่ | ใช่ หรือ ไม่ใช่ |
|-------------------------------------------------------|-----------------|
| การทาสีตัวถังรถบรรทุกน้ำมันด้วยสีขาว                  | ใช่/ไม่ใช่      |
| การนั่งอาหาร                                          | ใช่/ไม่ใช่      |
| การเกิดลมบก ลมทะเล                                    | ใช่/ไม่ใช่      |