



# กิจกรรมสะเต็มศึกษา

# STEM Education

สร้างสรรค์ไอศกรีมแสนอร่อย

โดย

นางอนุธิดา ขยันงาน

นางอรอุมา หัวโนนม่วง



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนปราจีนกัลยาณี อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 7

## กิจกรรมสะเต็มศึกษา

### เรื่อง สารรอบตัว

#### แนวทางสำหรับนักเรียน

1. ในการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา นักเรียนอาจเลือกทำกิจกรรมที่ไม่ซับซ้อนและใช้เวลาในการทำกิจกรรมไม่มากในช่วงเริ่มต้น เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์จากการทำกิจกรรมสะเต็มแล้ว ต่อไปอาจเลือกเรื่องที่ซับซ้อนและใช้เวลามากขึ้น
2. ต้องศึกษาหัวข้อกำหนดการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาจากใบกิจกรรมที่ครูแจกให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนภายในกลุ่ม
3. การเลือกหัวข้อทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาต้องคำนึงถึงความคิดสร้างสรรค์ ประโยชน์ของผลงานและสามารถพัฒนาต่อยอดได้
4. ในระหว่างการทำกิจกรรมต้องมีการประเมินผลการทำงานของกลุ่มเพื่อพัฒนาและปรับปรุงให้มีคุณภาพ
5. ต้องใช้เทคนิคการระดมสมองของสมาชิกภายในกลุ่ม การใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาหรือโต้แย้งเมื่อมีความคิดเห็นต่าง
6. ฝึกทักษะการตั้งคำถามเพื่อหาข้อสรุปหรือคำตอบ
7. ปรึกษาครูผู้สอนเมื่อเกิดปัญหา
8. วางแผนการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาให้สำเร็จภายในเวลาที่กำหนด โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและคุณภาพของผลงาน

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนจัดกลุ่มละ 4 คน และตั้งชื่อกลุ่ม
2. ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาจากใบกิจกรรมที่กำหนดให้
3. การทำกิจกรรมต้องอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็น โต้แย้งจากประจักษ์พยานที่พบตลอดจนทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพและต้องมีความคิดสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม
4. เตรียมความพร้อมที่จะนำเสนอผลงาน

#### หัวข้อที่กำหนด

1. สร้างสรรค์ไอศกรีมแสนอร่อย

**หลักการ** การแข็งตัว (freezing) สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง หรือแก๊สเป็นของแข็ง โดยจะมีการคายพลังงานออกมา ทำให้อนุภาคมีพลังงานในการสั่นน้อย อนุภาคจึงเรียงตัวแบบชิดกันมากขึ้น

# ใบกิจกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

## เรื่อง สร้างสรรค์ไอศกรีมแสนอร่อย

ชื่อกลุ่ม .....

สมาชิก

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

### 1. ระบุปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ / ผลลัพธ์ที่ต้องการ

ปัญหา / สิ่งที่ต้องการพัฒนา

- การเปลี่ยนแปลงสถานะของสารต้องใช้พลังงานหรือไม่อย่างไร

เหตุผล

- จุดเยือกแข็งคือ อุณหภูมิขณะที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง ซึ่งจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า

### 2. การศึกษาค้นคว้าเอกสาร / ภูมิปัญหาท้องถิ่น / งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น เขียนเฉพาะหลักการสำคัญ)

#### 2.1 วิทยาศาสตร์

- การเปลี่ยนสถานะของสาร
- บอกความหมาย จุดหลอมเหลว จุดเยือกแข็ง จุดเดือด จุดควบแน่นได้
- ทักษะ/กระบวนการทำการทดลอง

#### 2.2 คณิตศาสตร์

- เขียนกราฟ
- ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

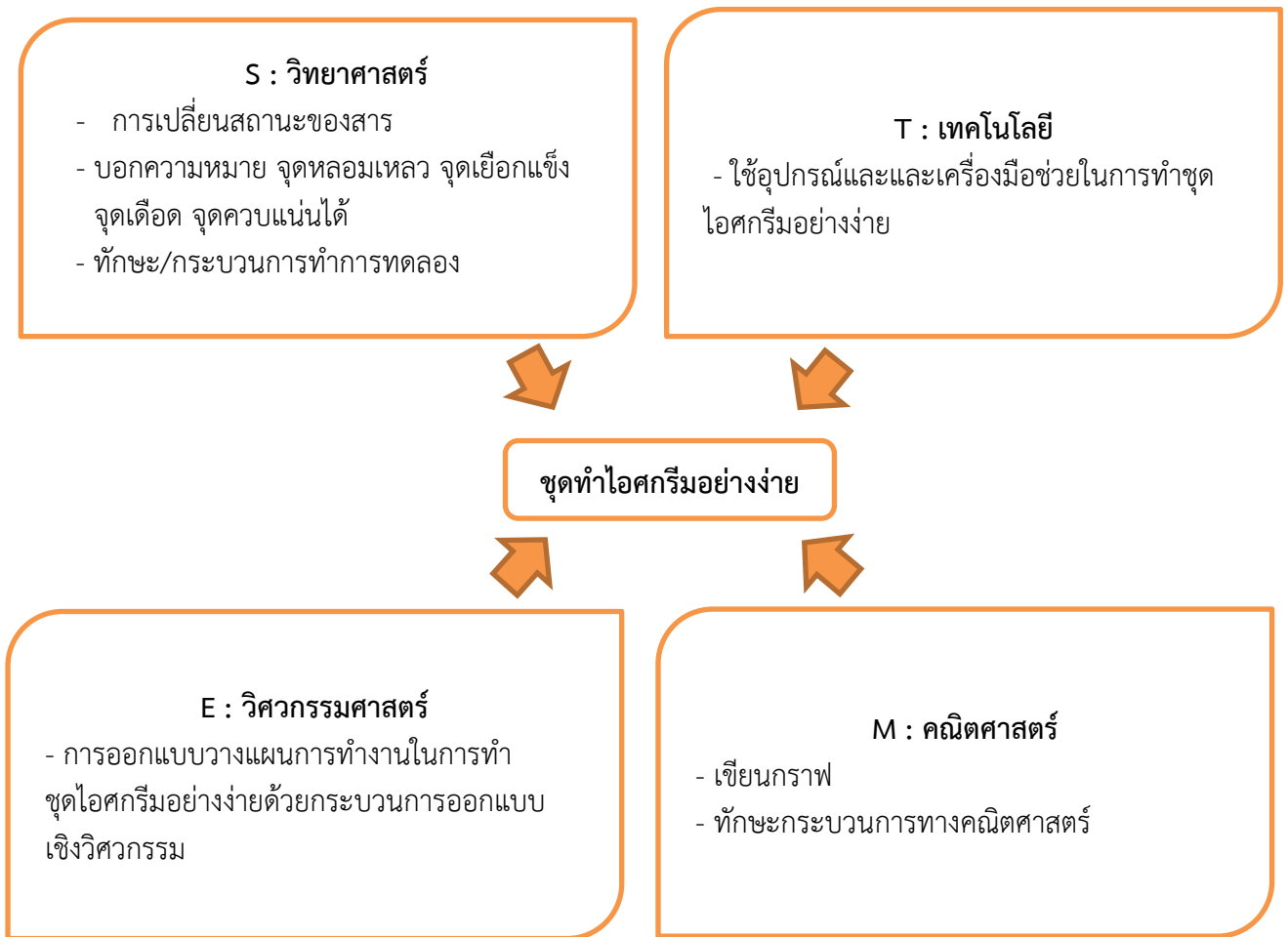
#### 2.3 วิศวกรรมศาสตร์

- การออกแบบวางแผนการทำงานในการทำชุด ไอศกรีมอย่างง่ายด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

#### 2.4 เทคโนโลยี

- ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือช่วยในการทำชุดไอศกรีมอย่างง่าย

## 2.5 ผังความคิด



### 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (คำนึงถึงปัญหา)

#### 3.1 วัสดุอุปกรณ์ (เลือกวัสดุอุปกรณ์)

- |  |                     |
|--|---------------------|
| 1. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm <sup>3</sup>                  | 2 ใบ                |
| 2. เทอร์มอมิเตอร์                                    | 1 อัน               |
| 3. แท่งแก้วคนสาร                                     | 1 แท่ง              |
| 4. ขาดั่งพร้อมที่จับหลอดทดลอง                        | 1 ชุด               |
| 5. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม                    | 1 ชุด               |
| 6. ไม้ขีดไฟ  | 1 กลั๊ก             |
| 7. หลอดทดลองขนาดใหญ่                                 | 1 หลอด              |
| 8. จุกยางพร้อมหลอดน้ำแก๊ส                            | 1 ชุด               |
| 9. กระจกตวงขนาด 25 cm <sup>3</sup>                   | 1 ใบ                |
| 10. น้ำกลั่น   | 50 cm <sup>3</sup>  |
| 11. เศษหินปูนเล็กๆ                                   | 3-4 ช้อน            |
| 12. น้ำแข็งละเอียด                                   | 200 cm <sup>3</sup> |
| 13. ใบงาน เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร    |                     |
| 14. ใบความรู้ เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะของสาร |                     |

### 3.2 วิธีทำกิจกรรม / รูปแบบ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด วางแผนการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล ออกแบบชุดทำไอศกรีม จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ดังนี้ โฟม แก้วพลาสติก แก้วสแตนเลส พิวเจอร์บอร์ด เทปใส ไม้เสียบลูกชิ้น กาว ถุงพลาสติกซิปล็อก เทปปิดกล่อง เกลือ น้ำแข็ง เครื่องดื่ม เพื่อให้สามารถผลิตชุดทำไอศกรีมได้ ในระยะเวลาอันรวดเร็ว ด้วยการเรียนรู้ แบบบูรณาการ
2. นักเรียนเขียนแบบร่างชุดทำไอศกรีม ให้ครูตรวจแบบร่าง
  - ครูแจ้งสถานการณ์ว่า ในวันหยุดสุดสัปดาห์ น้องนุตาต้องการทำไอศกรีม เลี้ยงเพื่อนๆในวันนี้ แต่เกิดเหตุไฟฟ้าดับ จึงทำให้น้องนุตาไม่สามารถเตรียมไอศกรีมได้ทัน นักเรียนได้รับ มอบหมายให้ช่วยน้องนุตาทำชุดไอศกรีมอย่างง่าย นักเรียนจะทำอย่างไร ภายใต้ เงื่อนไขและอุปกรณ์ที่กำหนด

#### โจทย์

- ชุดทำไอศกรีมอย่างง่าย พร้อมเสิร์ฟ

#### เงื่อนไข

1. ใช้เวลาในการทำให้ไอศกรีมแข็งตัวน้อยที่สุด
2. สร้างจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้

4. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (ให้บันทึกปัญหาที่พบ การระดมสมองเพื่อแก้ปัญหา การโต้แย้งจากประจักษ์พยานที่พบตลอดจนการทำกิจกรรมจนสำเร็จ)

4.1 ประชุมระดมสมองสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อวางแผนทำงานและแบ่งหน้าที่

4.2 ดำเนินงานตามขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. การสร้างสถานการณ์ว่าช่วงปิดเทอมต้องทำไอศกรีม
2. การร่างชุดทำไอศกรีม
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนด
4. นักเรียนนำเสนองาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุป

4.3 ผลการดำเนินกิจกรรม

ตาราง อุณหภูมิของน้ำแข็งขณะหลอมเหลวเมื่อให้ความร้อนแก่น้ำแข็งทุกๆ 1 นาที

นาทีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อุณหภูมิ (°C)										

5. การทดสอบประเมินผลการแก้ไขชิ้นงาน(การสรุปองค์ความรู้)

สารต่างๆ อาจอยู่ในสถานะก๊าซ ของเหลว หรือของแข็งก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร สารแต่ละชนิดจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่างกัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของสาร การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

6. ประเมินผลการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (แนวทางในการพัฒนาผลงาน/ผลิตภัณฑ์/การประยุกต์ใช้/ออกแบบวิธีการนำเสนอผลการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา)

- ออกแบบนำเสนองานด้วยวิธีที่ค้นที่ถ่ายทำขณะทำการทดลอง

## กิจกรรม STEM

### จุดประสงค์

1. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร การเขียนกราฟ และกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมในออกแบบชุดทำไอศกรีมอย่างง่าย
2. ออกแบบและทำไอศกรีมภายใต้เงื่อนไขของวัสดุอุปกรณ์ เวลา ที่กำหนด



### วัสดุอุปกรณ์

- |                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| 1. ปีกเกอร์ 100 cm <sup>3</sup>     | 2 ใบ      |
| 2. เทอร์มอมิเตอร์                   | 1 อัน     |
| 3. แท่งแก้วคนสาร                    | 1 แท่ง    |
| 4. ขาดั่งพร้อมที่จับหลอดทดลอง       | 1 ชุด     |
| 5. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม   | 1 ชุด     |
| 6. หลอดทดลองขนาดใหญ่                | 1 หลอด    |
| 7. หลอดทดลองขนาดใหญ่                | 1 หลอด    |
| 8. จุกยางพร้อมหลอดน้ำ               | 1 ชุด     |
| 9. กระบอกตวงขนาด 25 cm <sup>3</sup> | 1 ใบ      |
| 10. แก้วพลาสติก                     | 1 ใบ      |
| 11. ถูขีบล็อก                       | 2 ใบ      |
| 12. เกลีส                           | 150 กรัม  |
| 13. น้ำแข็งบด                       | 1000 กรัม |
| 14. นมเปรี้ยว                       | 1 กล่อง   |
| 15. แผ่นโฟม                         | 1 แผ่น    |
| 16. เทปปิดกล่อง                     | 1 ม้วน    |
| 17. ไม้เสียบลูกชิ้น                 | 10 อัน    |
| 18. กาวติดโฟม                       | 1 หลอด    |





## สถานการณ์

ในวันหยุดสุดสัปดาห์น้องนุดา ต้องการทำไอศกรีม เลี้ยงเพื่อนๆในวันนี้ แต่เกิดเหตุ ไฟฟ้าดับ จึงทำให้น้องนุดาไม่สามารถเตรียมไอศกรีมได้ทัน นักเรียนได้รับมอบหมายให้ช่วย น้องนุดาทำชุดไอศกรีมอย่างง่าย นักเรียนจะอย่างไรดี ภายใต้อุปกรณ์ที่กำหนด

## โจทย์

ชุดทำไอศกรีมอย่างง่ายพร้อมเสิร์ฟ

## เงื่อนไข

1. ใช้เวลาในการทำไอศกรีมแฉ่งตัวน้อยที่สุด
2. สร้างจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้



## ใบกิจกรรม

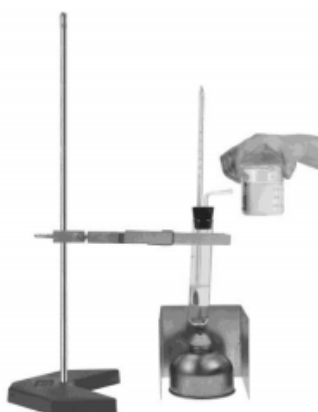
1. ให้นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถามหลังทำกิจกรรมต่อไปนี้  
ใบงานที่..... เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

จุดประสงค์ ศึกษาอุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

วัสดุอุปกรณ์

1. ปีกเกอร์ 100 cm<sup>3</sup> 2 ใบ
2. เทอร์มอมิเตอร์ 1 อัน
3. แท่งแก้วคนสาร 1 แท่ง
4. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง 1 ชุด
5. น้ำแข็งละเอียด 200 cm<sup>3</sup>
6. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 1 หลอด
7. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 1 หลอด
8. จุกยางพร้อมหลอดนำแก๊ส 1 ชุด
9. กระจกบอทวงขนาด 25 cm<sup>3</sup> 1 ใบ
10. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม 1 ชุด

### ตอนที่ 1



การหาจุดเดือดของน้ำ

### วิธีทำ

1. ใส่น้ำกลั่นประมาณ 20 cm<sup>3</sup> และเศษหินปูนที่สะอาด 3-4 ชิ้น ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่
2. ปิดปากหลอดทดลองด้วยจุกยางที่มีเทอร์มอมิเตอร์และหลอดนำแก๊สเสียบอยู่
3. ต้มน้ำในหลอดทดลอง อ่านและบันทึกอุณหภูมิไว้ทุกๆ 1 นาที จนถึงนาทีที่ 10 บันทึกผล
4. สังเกตที่ปลายหลอดนำแก๊สว่ามีอะไรเกิดขึ้น แล้วนำปีกเกอร์ขนาด 100 cm<sup>3</sup> ใส่น้ำเย็นปริมาตร 30 cm<sup>3</sup> ไปอังที่ปลายหลอดนำแก๊ส สังเกตผล



## ปัญหา

1. ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร \_\_\_\_\_

## สมมุติฐาน

2. ลองคาดคะเนว่า น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิกี่องเซลเซียส \_\_\_\_\_

## ผลการทำกิจกรรม

ตาราง อุณหภูมิของน้ำที่ได้รับความร้อนเมื่อเวลาเปลี่ยนไปทุก ๆ 1 นาที

นาทีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อุณหภูมิ (°C)										

หมายเหตุ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย \* ในช่องนาทีที่น้ำเริ่มเดือด

3. ผลการทดลองเป็นไปตามที่คาดคะเนหรือไม่อย่างไร

---

4. เมื่อน้ำได้รับความร้อน อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลง อย่างไร

---

5. ต้มน้ำเดือดนานต่อไปอีก อุณหภูมิเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

---

6. ขณะที่น้ำกำลังเดือด นักเรียนเห็นไอน้ำเหนียวมีน้ำเดือดหรือไม่ และควันขาวที่ออกมาจากปลายหลอดนำแก๊สคืออะไร

---

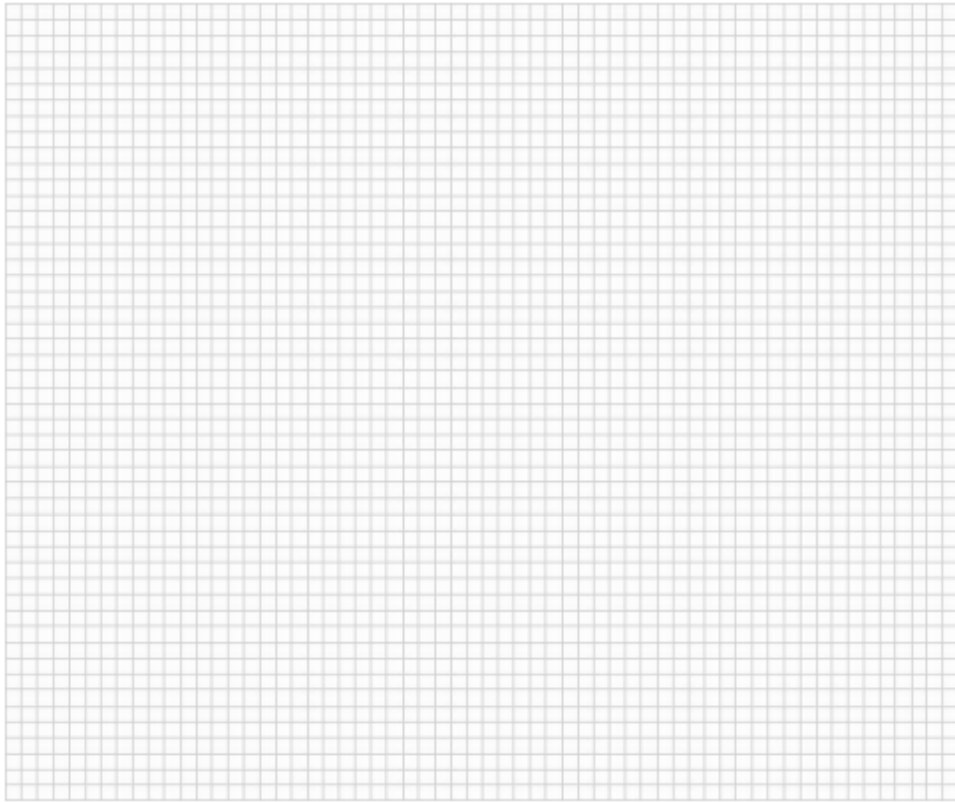
7. เมื่อนำปิ๊กเกอร์ใส่น้ำเย็นไปอังที่ปลายหลอดนำแก๊สจะเกิดผลอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

---



ต้มน้ำ

8. จงนำผลจากตารางบันทึกผลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกับเวลาที่ใช้



กราฟ .....

9. จากข้อ 8 เส้นกราฟแสดงอุณหภูมิของน้ำก่อนเดือดและขณะกำลังเดือดเป็นอย่างไร

10. น้ำเริ่มเดือดเวลาที่เท่าใด \_\_\_\_\_

11. เพราะเหตุใด เมื่อน้ำเดือดแล้วอุณหภูมิจึงไม่สูงขึ้น \_\_\_\_\_

12. ผลการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

---

---

---

## ตอนที่ 2

1. ใส่ น้ำแข็งละลายลงในปิกเกอร์ขนาด  $100 \text{ cm}^3$  ประมาณ 3 ใน 4 ของปิกเกอร์
2. เสียบเทอร์มอมิเตอร์ลงในน้ำแข็ง ให้กระเปาะเทอร์มอมิเตอร์อยู่ระหว่างก้อนน้ำแข็งแล้วยึดเทอร์มอมิเตอร์กับขาตั้ง ดังภาพ ระวังอย่าให้กระเปาะแตะกับข้างปิกเกอร์หรือก้นปิกเกอร์
3. เมื่อเสียบเทอร์มอมิเตอร์ลงไปครบ 2 นาที อ่านและบันทึกอุณหภูมิโดยไม่ยกเทอร์มอมิเตอร์ ขึ้น ใช้แท่งแก้วคนน้ำแข็งให้ทั่วทั้งปิกเกอร์ตลอดเวลา อ่านและบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 1 นาที จนน้ำแข็งหลอมเหลวหมด ทำเครื่องหมายในช่องเวลาที่ที่น้ำแข็งหลอมเหลวหมด
4. เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวหมดแล้ว ให้อ่านและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที ต่อไปอีก 5 นาที



### ปัญหา

1. ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร \_\_\_\_\_

### สมมุติฐาน

2. ขณะน้ำแข็งกำลังหลอมเหลวอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงหรือไม่ \_\_\_\_\_

### ผลการทำกิจกรรม

ตาราง อุณหภูมิของน้ำแข็งขณะหลอมเหลวเมื่อให้ความร้อนแก่น้ำแข็งทุกๆ 1 นาที

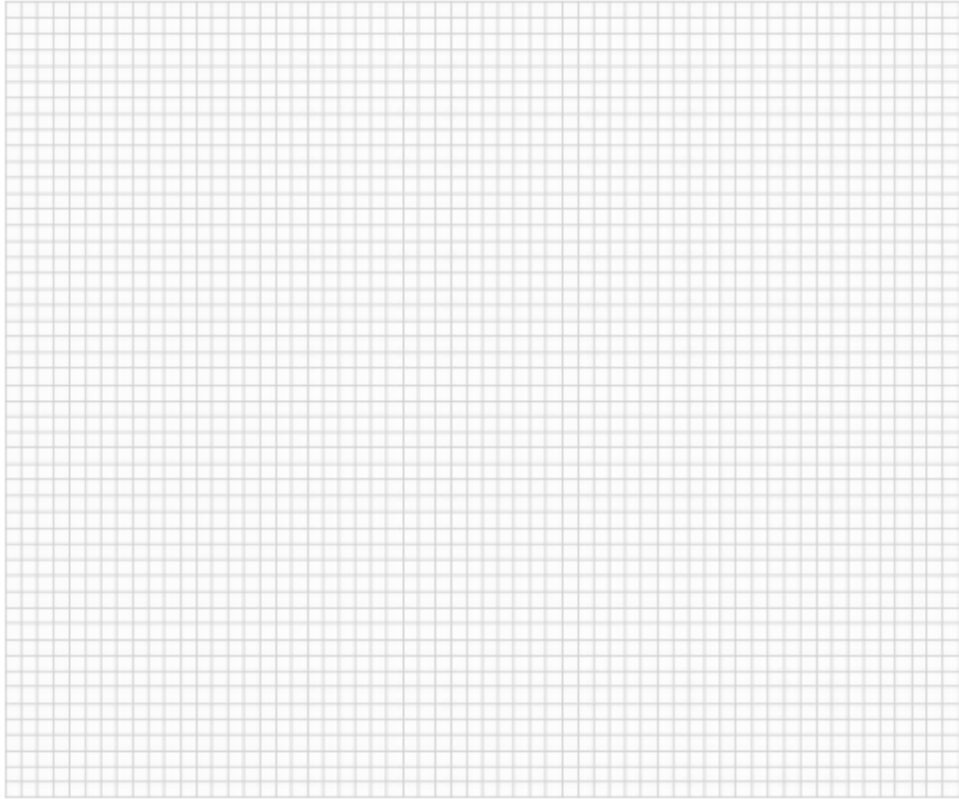
นาทีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ )										

หมายเหตุ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย \* ในช่องเวลาที่ที่น้ำเริ่มเดือด

3. เพราะเหตุใดขณะน้ำแข็งกำลังหลอมเหลว อุณหภูมิจึงไม่เปลี่ยนแปลง
-

4. เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวหมดแล้ว อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงหรือไม่

5. จงนำผลจากตารางบันทึกผลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่ใช้ในการหลอมเหลวของน้ำแข็ง



กราฟ .....

6. จากข้อ 5 เส้นกราฟแสดงอุณหภูมิของน้ำแข็งขณะหลอมเหลวและเมื่อหลอมเหลวหมดแล้วเป็นอย่างไร

7. จากข้อ 5 น้ำแข็งหลอมเหลวหมดในเวลากี่นาที

8. ปรากฏการณ์ที่น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ เรียกว่า \_\_\_\_\_ และน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งเรียกว่า \_\_\_\_\_

9. อุณหภูมิที่น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งเรียกว่า \_\_\_\_\_ มีค่าเท่าใด \_\_\_\_\_

10. ผลการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. ให้นักเรียนเลือกออกแบบชุดทำไอศกรีมอย่างง่าย โดยเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้เหมาะสม กับข้อกำหนดและเงื่อนไข พร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้อุปกรณ์

---

---

---

3. เมื่อออกแบบสำเร็จแล้วให้วางแผนทำชุดไอศกรีมอย่างง่าย ตามวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนด เวลาที่ใช้ในการทำไอศกรีมให้แข็งตัว.....

4. หลังจากปรับปรุงคุณภาพชุดทำไอศกรีมอย่างง่าย เพื่อให้ใช้เวลา น้อยที่สุดที่ทำให้ไอศกรีมแข็งตัว เวลาที่ใช้ในการทำไอศกรีมให้แข็งตัวหลังปรับปรุง.....

5. ปัจจัยที่มีผลต่อการแข็งตัวของไอศกรีมได้แก่อะไรบ้าง

---

---

---

6. สรุปผลชุดทำไอศกรีมอย่างง่าย ข้อควรปรับปรุง/ปัญหาหรือข้อเสนอแนะ

---

---

---

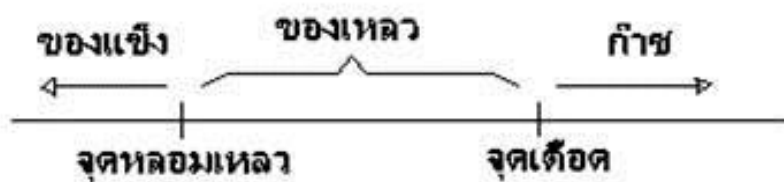
---

---

## ใบความรู้

### เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

สารต่างๆ อาจอยู่ในสถานะก๊าซ ของเหลว หรือของแข็งก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร สารแต่ละชนิดจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่างกัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของสาร การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร โดยที่พิจารณาตามหลักการ ดังภาพ



- การเปลี่ยนแปลงของสารจากสถานะของแข็งเป็นของเหลว เรียกว่า การหลอมเหลว อุณหภูมิขณะนั้นจะคงที่เรียกว่า จุดหลอมเหลว

- การเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวกลายเป็นไอ เรียกว่า การเดือด อุณหภูมิขณะนั้นจะ คงที่ เรียกว่า จุดเดือด การเปลี่ยนแปลงของสารมี 3 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนสถานะ , การละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการเปลี่ยนแปลงของสารจะ เกี่ยวข้องกับพลังงานดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนสถานะระหว่างของแข็งกับของเหลว เมื่อของแข็งได้รับความร้อนอนุภาคจะมีพลังงานจลน์สูงขึ้นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลถูกทำลายและเมื่ออุณหภูมิเพิ่มจนถึงจุด หลอมเหลว จะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ระหว่างเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะคงที่ เรียกการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบดูดความร้อน เช่น การหลอมเหลวของน้ำแข็งในทางกลับกัน เมื่อทำให้ของเหลวอุณหภูมิลดลงจะเปลี่ยนสถานะไปเป็นของแข็ง ระหว่างเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะ คงที่ เรียกการเปลี่ยนแปลงแบบคายพลังงาน เช่น การแข็งตัวของน้ำ

2. การเปลี่ยนสถานะระหว่างของเหลวกับแก๊ส เมื่อของเหลวได้รับความร้อนอุณหภูมิสูงขึ้น พลังงานจลน์ของโมเลกุลเพิ่มขึ้นแรงยึดเหนี่ยวถูกทำลายจนถึงจุดเดือด จึงซึ่งระหว่างเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะคงที่ หลุดออกเป็นโมเลกุลของแก๊ส เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดพลังงานในทางกลับกัน เมื่ออุณหภูมิลดลง แก๊สเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ระหว่างเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน

3. การเปลี่ยนสถานะระหว่างของแข็งกับแก๊ส เมื่อของแข็งได้รับความร้อนจะทำให้อุณหภูมิ เพิ่มขึ้น พลังงานจลน์ของโมเลกุลเพิ่มขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลถูกทำลาย

สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊สหรือไอ เรียกรการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน เช่น การกลายเป็นไอ ของลูก เหม็น การบูร เกิดไอโอดีน น้ำแข็งแห้ง เป็นต้น

### พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ

ของแข็ง  $\longrightarrow$  ของเหลว  $\longrightarrow$  ก๊าซ : เป็นการดูดพลังงาน

โดยเมื่อสารที่มีสถานะเป็นของแข็งดูดพลังงานเข้าไป อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเมื่อ อุณหภูมิสูงถึง จุดหลอมเหลว อุณหภูมิจะไม่เพิ่มขึ้นไปอีกแต่พลังงานที่ดูดเข้าไปจะใช้ในการสลายแรง ยึดเหนี่ยวออก ทำให้ สารกลายเป็นของเหลวเราจะเรียกความร้อนที่ดูดเข้าไปเพื่อการนี้ว่า **ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว** เมื่อ สารกลายเป็นของเหลวแล้ว อุณหภูมิก็จะเพิ่มขึ้นอีกเรื่อยๆ จนถึงจุด เดือด อุณหภูมิก็จะไม่เพิ่มไปอีกซึ่ง พลังงานที่ยังดูดเข้าไปนั้นก็จะไปสลายแรงยึดเหนี่ยวของของเหลว เพื่อให้กลายเป็นก๊าซ เราจะเรียกความร้อน ตรงนี้ว่า **ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ**

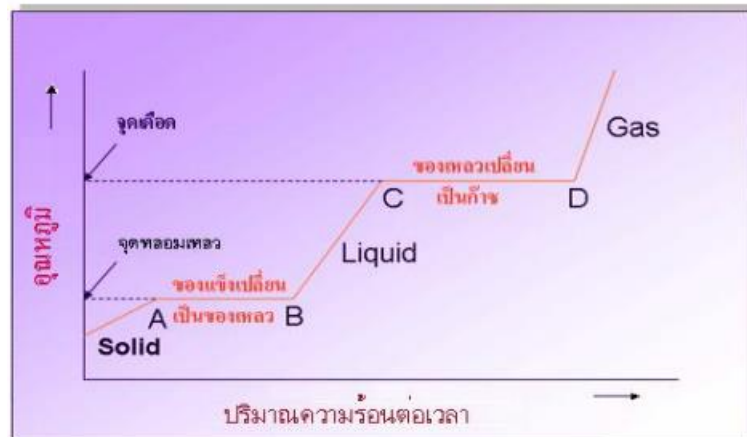
ก๊าซ  $\longrightarrow$  ของเหลว  $\longrightarrow$  ของแข็ง : เป็นการคายพลังงาน

จะพิจารณาได้เหมือนด้านบนทุกประการ แต่เป็นทางที่ตรงกันข้ามกันนั่นเอง โดยสารที่เป็น ก๊าซจะ คายพลังงานออกให้อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ พอถึงจุดควบแน่นก็จะไม่ลดอุณหภูมิอีก แต่จะคาย พลังงานออกเพื่อ สร้างแรงยึดเหนี่ยวของของเหลวแทน ซึ่งความร้อนที่คายออกในช่วงนี้จะมีค่าเท่ากับ **ความร้อนแฝงของการ กลายเป็นไอ** เมื่อสารกลายเป็นของเหลวหมดแล้ว อุณหภูมิก็จะลดลงเรื่อยๆอีก จนถึงจุดเยือกแข็ง พลังงานที่ คายออกจะถูกนำไปสร้างแรงยึดเหนี่ยวของของแข็งแทน ซึ่งพลังงานที่ คายออกนี้จะมีค่าเท่ากับ **ความร้อน แฝงของการหลอมเหลว**

### อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะ

เมื่อสารได้รับความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ เมื่อสารในสถานะต่าง ๆ ได้รับความ ร้อน สารจะ เกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ลักษณะ คือ

1. อุณหภูมิสูงขึ้น ช่วง BC
2. เปลี่ยนสถานะ ช่วง AB CD



อุณหภูมิขณะที่สารกำลังเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว คือ จุดหลอมเหลว A เป็น จุดที่ของแข็งเริ่มหลอมเหลวและ B เป็นจุดที่ของแข็งหลอมเหลวหมด อุณหภูมิขณะที่สารกำลัง เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊สคือ จุดเดือด จุด C เป็นจุดที่ของแข็งเริ่มเดือด และ D เป็นจุดที่ ของเหลวเดือดไปหมด

**การหลอมเหลว (melting)** คือ การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลวและจะเกิด ขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิอยู่ที่จุดหลอมเหลว

**การแข็งตัว (freezing)** คือ การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นของแข็งและจะเกิดขึ้น เมื่อมีอุณหภูมิที่จุดเยือกแข็ง

**จุดหลอมเหลว (melting point)** คือ อุณหภูมิในขณะที่ของแข็งกำลังเปลี่ยนสถานะเป็น ของเหลว เช่น น้ำแข็งกลายเป็นน้ำที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

**จุดเยือกแข็ง (freezing point)** คือ อุณหภูมิในขณะที่ของเหลวกำลังเปลี่ยนสถานะเป็น ของแข็ง เช่น น้ำกลายเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

**การกลายเป็นไอ (vaporization)** คือ การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊สอุณหภูมิ อยู่ที่จุดเดือด

**การควบแน่นหรือการกลั่นตัว (condensation)** คือ การเปลี่ยนสถานะจากแก๊สไปเป็นของ เหลว อุณหภูมิอยู่ที่จุดกลั่นตัวหรือจุดควบแน่น

**จุดเดือด (boiling point)** คือ อุณหภูมิในขณะที่ของเหลวกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส เช่น น้ำมีจุดเดือด 100 องศาเซลเซียส จุดควบแน่น คือ อุณหภูมิในขณะที่แก๊สกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ไอน้ำกลายเป็น ของเหลวที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส



เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำ อุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิถึงจุดหนึ่งน้ำก็จะเดือดมี ไอน้ำ เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก อุณหภูมิของน้ำจะคงที่ เรียก อุณหภูมิขณะนี้ว่า จุดเดือดของน้ำ เมื่อนำบิกเกอร์ใส่น้ำ เย็นไปอังไอน้ำที่ออกมาทางปลายหลอดนำแก๊ส ไอน้ำกระทบกับความเย็นที่ข้างบิกเกอร์ จะรวมตัวกันเป็นหยด น้ำ ปรากฏการณ์ที่น้ำเปลี่ยนสถานะ จากแก๊สเป็นของเหลว เรียกว่าการควบแน่นของน้ำ

**ความร้อนแฝง** คือ ปริมาณความร้อนที่สารใช้ในการเปลี่ยนสถานะโดยอุณหภูมิในขณะที่มี การเปลี่ยนสถานะคงที่เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร

**ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว** คือ ปริมาณความร้อนที่สารได้รับจากสิ่งแวดล้อมแล้วใช้ ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นของเหลว โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

**ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ** คือ ปริมาณความร้อนที่สารได้รับจากสิ่งแวดล้อมเพื่อ น าไปใช้ ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็น

- น้ำมีค่าความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลว 80 แคลอรีต่อกรัม หมายความว่า ใน การทำ น้ำแข็ง 1 กรัม ให้หลอมเหลวเป็นน้ำ ต้องใช้พลังงานความร้อน 80 แคลอรี

- น้ำมีค่าความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอ 540 แคลอรีต่อกรัม หมายความว่าใน การทำน้ำ 1 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ให้เปลี่ยนเป็นไอน้ำ 1 กรัม อุณหภูมิ 100 องศา เซลเซียส ต้องให้ พลังงานความร้อน 540 แคลอรี

### การเปลี่ยนสถานะของสารในชีวิตประจำวัน

**การทำไอศกรีม** เป็นการเปลี่ยนสถานะส่วนผสมของไอศกรีมซึ่งเป็นของเหลวให้เป็นของแข็ง โดยการดึงความร้อนออกจากของเหลวเหล่านั้น



การตกแต่งเวทีแสดงละคร ดนตรี ใช้การเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็งแห้งเป็นแก๊ส ทำให้ บริเวณโดยรอบมีอุณหภูมิลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ไอน้ำ (แก๊ส) ในอากาศบริเวณนั้นจึงควบแน่นเป็น ละอองน้ำเล็กๆ ทำให้มองเห็นเหมือนหมอกควันสีขาว เมื่อใช้ไฟส่องไปที่หมอกควัน ก็จะได้หมอกสี ต่าง ๆ สวยงาม อย่างไรก็ตาม การใช้น้ำแข็งแห้งนี้ต้องระมัดระวังอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการขยาย

ตัวอย่างรวดเร็ว จากการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊ส ถ้าน้ำแข็งแห้งอยู่ในภาชนะปิด เช่น ขวดที่ปิดฝาไว้ อาจเกิดการระเบิดอย่างรุนแรง ได้นอกจากนี้แก๊สที่เกิดขึ้นคือ แก๊สCO<sup>2</sup> อาจทำให้ผู้อยู่ ใกล้เป็นลมหมดสติหรือเสียชีวิตได้เพราะขาดออกซิเจน แก๊สบางชนิดให้เป็นของเหลวโดยใช้เครื่องอัดอากาศ (compressor) จากนั้นผ่านสารที่เป็น ของเหลวนี้ไปยังส่วนต่าง ๆ ที่ต้องการลดอุณหภูมิสารนี้จะดึงความร้อนบริเวณโดยรอบเพื่อทำให้สาร นั้นเปลี่ยนเป็นแก๊สไหลกลับไปยังเครื่องอัดอากาศ โดยวิธีนี้ก็จะทำให้บริเวณที่ต้องทำให้เย็นมีอุณหภูมิ ลดลงได้ตามต้องการ

**การนำແພทລິນหรือการบูร** ใส่ในตู้เสื้อผ้า ป้องกันแมลง อาศัยหลักการระเหิดของสาร

