

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 23

เรื่อง การดูคลื่นและการคายความร้อน
การขยายตัวของวัตถุ

ภาคเรียนที่ 1/2551

เวลา 2 คาบ

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว33101)

สัปดาห์ที่ 16 วันที่ 22-23 ก.ย. 51

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ห้อง 3/3, 3/4

นิสิตฝึกสอน นางสาวประภาวดี คำดอนหัน

อาจารย์นิเทศ อาจารย์เกริก ตักดีสุภาพ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

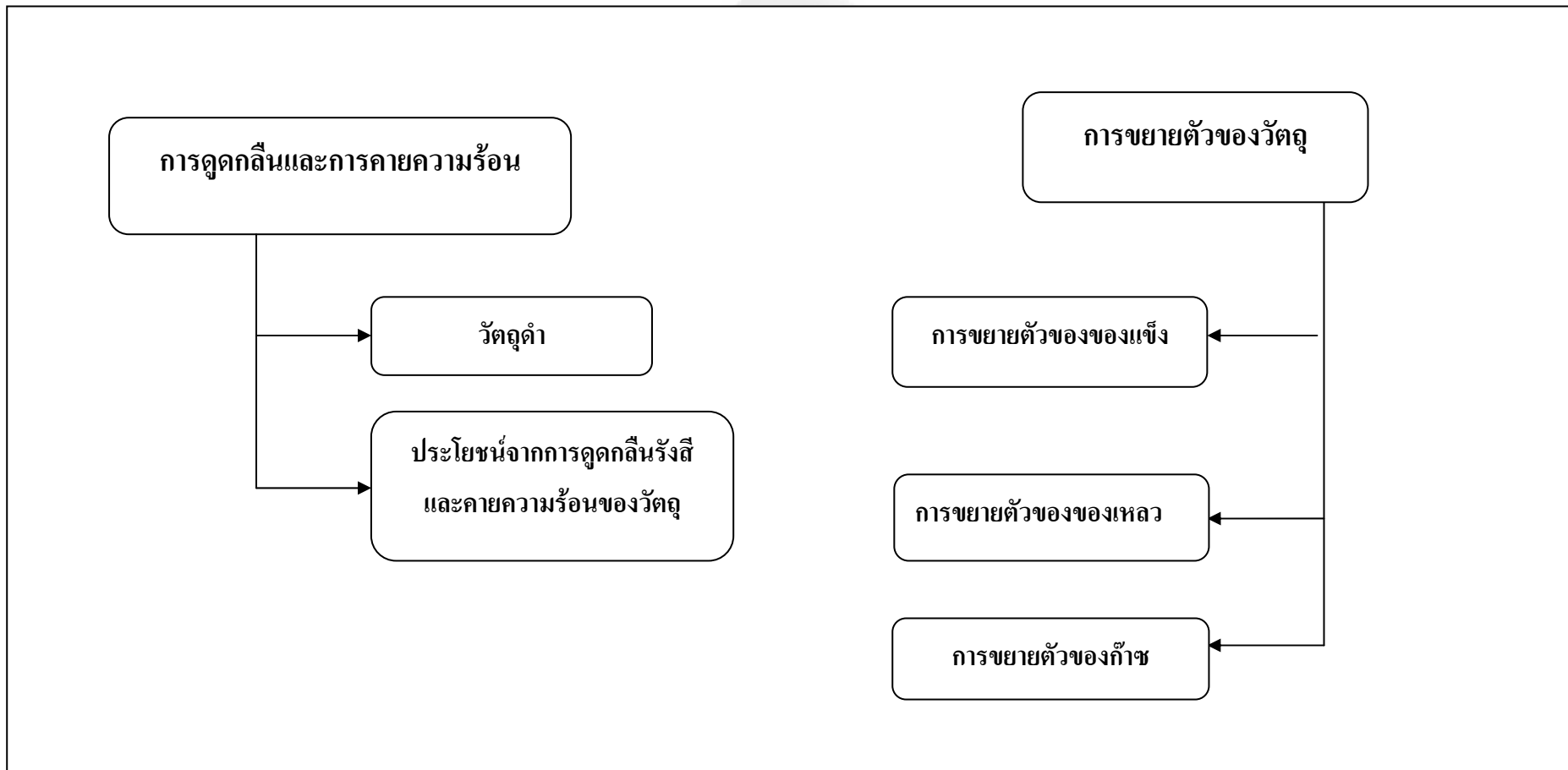
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1. เพื่อผลิตและพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยใช้กระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์
3. ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้สอนคิดค้นวิจัย เพื่อพัฒนาคุณภาพทางการศึกษาและเผยแพร่องค์ความรู้ให้กับสถาบันการศึกษาอื่นๆ

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของโรงเรียน

1. นักเรียนมีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหาการจัดการอย่างเป็นระบบรู้วิธีการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมจากสื่อ และแหล่งการศึกษาต่างๆ
2. นักเรียนมีความรู้ และมีทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพียงพอต่อการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง หรือศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา รวมทั้งรู้จักเลือกใช้ชีวิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันอย่างเหมาะสม และตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ผังความคิด เรื่อง การดูดกลืนและการคายความร้อน การขยายตัวของวัตถุ



สาระพื้นฐาน

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

ทดลองและอธิบายการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ สืบค้นข้อมูล รวมทั้งนำความรู้ไปออกแบบเพื่อใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ

ทดลองและอธิบายสมดุลความร้อน ผลของความร้อนต่อการขยายตัวของวัตถุ รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1) ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์
- 2) ทดลองและอธิบาย สมดุลความร้อน ผลของความร้อนต่อการขยายตัวของวัตถุ และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์

สาระการเรียนรู้

การดูดกลืนแสง และการคายความร้อน

พลังงานความร้อนทำให้วัตถุเปลี่ยนอุณหภูมิ และเปลี่ยนสถานะได้ นอกจากนี้พลังงานความร้อนยังมีผลต่อสีของวัตถุอีกด้วย วัตถุชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากันแต่มีสีแตกต่างกัน จะรับความร้อนและดูดกลืนรังสีความร้อนได้แตกต่างกัน วัตถุสีดำจะรับความร้อนและดูดกลืนรังสีได้ดีกว่าวัตถุสีขาว วัตถุสีทึบหรือสีเข้มจะดูดกลืนรังสีได้ดีกว่าสีอ่อน แสดงว่าสีของผิววัตถุมีผลต่อการรับความร้อนและการดูดกลืนรังสี

วัตถุดำ (Black body)

วัตถุที่สามารถแผ่รังสีได้ดีสามารถดูดกลืนรังสีได้ดี วัตถุที่สามารถแผ่รังสีและดูดกลืนทุกรังสีความร้อนที่มาจากกระทบได้หมด เรียกว่า **วัตถุดำ (black body)** วัตถุดำไม่มีในธรรมชาติ มีแต่ในอุดมคติ วัตถุที่มีลักษณะใกล้เคียงกับวัตถุดำมากที่สุดคือ วัตถุที่มีผิวสีดำ

ในทางตรงกันข้าม วัตถุสีขาวจะมีสมบัติตรงข้ามกับวัตถุดำ คือ จะไม่แผ่รังสีและไม่ดูดกลืนรังสีที่มาจากกระทบ ซึ่งเป็นวัตถุขาวในอุดมคติเท่านั้น วัตถุที่มีลักษณะใกล้เคียงกับวัตถุขาวคือ แผ่นอะลูมิเนียมเรียบที่มีผิวขัดมัน ซึ่งจะเปล่งรังสีน้อยมาก และจะสะท้อนรังสีที่มาจากกระทบได้เกือบหมด

ประโยชน์จากการดูดกลืนรังสีและคายความร้อนของวัตถุ

1. ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้หลักการดูดกลืนความร้อนและเก็บความร้อน ทำให้ภายในตู้อบมีพลังงานความร้อนสูงกว่าปกติ
2. ทำกล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้หลักการรับพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยตรง ด้วยการนำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำให้แห้งมาตากแดดเพื่อรับแสงอาทิตย์โดยตรง
3. เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้หลักการดูดพลังงานแสงอาทิตย์ ด้านในทำด้วยวัสดุดูดแสงสีดำ ซึ่งจะดูดพลังงานจากแสงอาทิตย์ไว้จนเกิดความร้อน และทำให้น้ำที่บรรจุอยู่ภายในระเหยสู่ด้านบน จากนั้นไอน้ำจะคายความร้อนออก เมื่อกระทบกับกระจกด้านบนและควบแน่นเป็นหยดน้ำบริสุทธิ์
4. การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ ใช้หลักการคือขั้วไฟฟ้าต่างชนิดกัน เมื่อขั้วไฟฟ้าทั้งสองรับพลังงานแสงอาทิตย์จะเกิดความต่างศักย์ของกระแสไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง จึงเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในวงจรและเรียกเครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าว่า “เซลล์สุริยะ (solar cell)”
5. การเลือกสีเสื้อผ้าสวมใส่ให้เหมาะสมกับสภาพของอากาศและฤดูกาล เช่น ในฤดูร้อนควรเลือกสวมใส่เสื้อผ้าที่มีสีอ่อน เพราะสีอ่อนไม่ดูดความร้อนมาก ทำให้รู้สึกเย็นสบาย
6. เลือกทาสีภายในอาคารให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของอุณหภูมิ ซึ่งสีอ่อนจะดูดความร้อนน้อยกว่าสีเข้ม

การขยายตัวของวัตถุ

เมื่อวัตถุได้รับพลังงานความร้อน นอกจากจะทำให้อุณหภูมิของวัตถุเพิ่มขึ้น หรือทำให้วัตถุเปลี่ยนสถานะแล้วยังทำให้วัตถุเกิดการขยายตัว ซึ่งการขยายตัวของวัตถุแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน การขยายตัวของวัตถุเป็นสมบัติเฉพาะของวัตถุ อัตราส่วนระหว่างขนาดของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับขนาดเดิมของวัตถุต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง เรียกว่า สัมประสิทธิ์การขยายตัว ซึ่งแบ่งเป็น

- สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามยาว
- สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามพื้นที่
- สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามปริมาตร

วัตถุใดมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวมากจะขยายตัวได้ดีกว่าวัตถุที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวน้อย ถึงแม้วัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน วัตถุแต่ละชนิดที่อุณหภูมิเท่ากัน และความดันบรรยากาศเดียวกัน จะมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่างกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวตามยาว ตามพื้นที่และตามปริมาตร

ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามยาว ใช้สัญลักษณ์ α

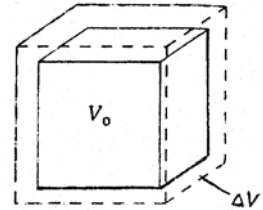
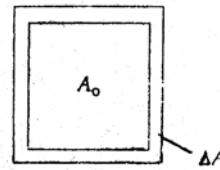
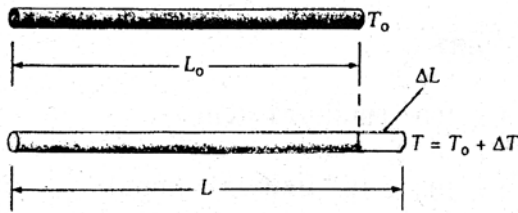
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามพื้นที่จะเท่ากับ 2α

ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามปริมาตรจะเท่ากับ 3α

ถ้าให้สัญลักษณ์ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามปริมาตรเป็น β

จะได้ว่า

$$\beta = 3\alpha$$



$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T$$

(ก)

$$\frac{\Delta A}{A_0} = 2\alpha \Delta T$$

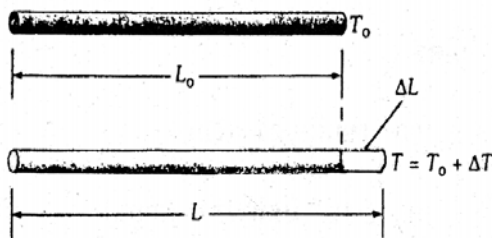
(ข)

$$\frac{\Delta V}{V_0} = 3\alpha \Delta T$$

(ค)

ภาพประกอบที่ 1 แสดงการขยายตัวของวัตถุ รูป (ก) ขยายตัวตามยาว (ข) ขยายตัวตามพื้นที่ (ค) ขยายตัวตามปริมาตร

จากภาพประกอบที่ 1 (ก)



L_0 คือ ความยาวเดิมของวัตถุ หน่วยเมตร

ΔL คือ ความยาวที่เพิ่มขึ้น หน่วยเมตร

$$\Delta L = L - L_0 \text{ หรือ } L = L_0 + \Delta L$$

L คือ ความยาวทั้งหมดของวัตถุ หน่วยเมตร

T_0 คือ อุณหภูมิเดิมของวัตถุ หน่วยองศาเซลเซียส

ΔT คือ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น หน่วยองศาเซลเซียส

T คือ อุณหภูมิสุดท้าย หน่วยองศาเซลเซียส

$$\therefore T = T_0 + \Delta T$$

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T$$

หรือ

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

1. การขยายตัวของของแข็ง

เมื่อของแข็งได้รับความร้อน อนุภาคของของแข็งจะได้รับพลังงาน ทำให้เกิดการสั่นอย่างรวดเร็ว และเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทำให้อุณหภูมิของของแข็งเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงจุดเดือดพลังงานความร้อนจะช่วยสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ทำให้เกิดอนุภาคอิสระเคลื่อนที่ ปრაกฏการณ์นี้ทำให้ของแข็งหลอมเหลวกลายเป็นของเหลว อุณหภูมิที่ทำให้ของแข็งหลอมเหลว เรียกว่า จุดหลอมเหลว (Melting point)

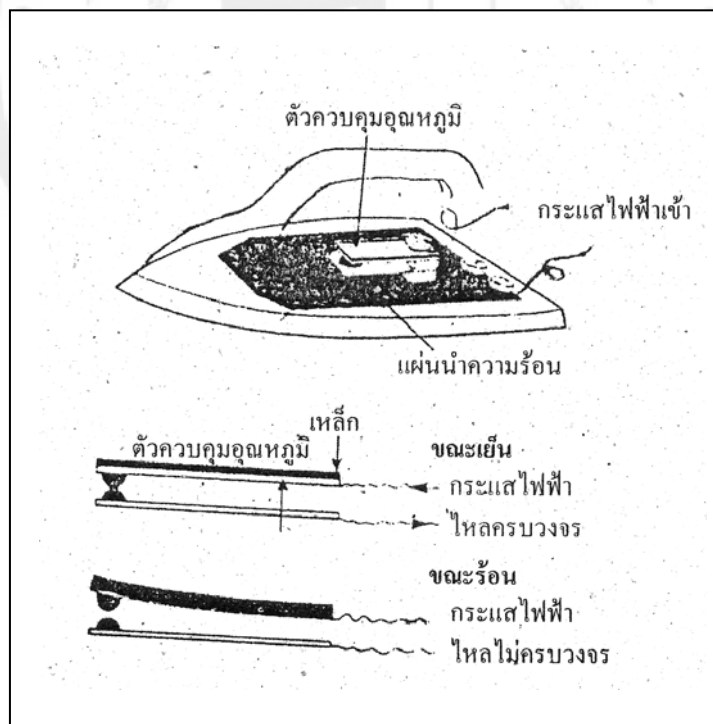
สมบัติที่สำคัญของการขยายตัวของของแข็ง ได้แก่

1. ของแข็งชนิดเดียวกันมีความยาวเท่ากัน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่าๆ กัน การขยายตัวจะเพิ่มขึ้นเท่ากัน
2. ของแข็งต่างชนิดกันมีความยาวเท่ากัน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่าๆ กัน การขยายตัวจะไม่เท่ากัน โดยวัตถุที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวมากจะขยายตัวได้มากกว่าวัตถุที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวน้อยกว่า

ตัวอย่าง

1. การสร้างตัวควบคุมอุณหภูมิ

เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ เตารีดไฟฟ้า ในกรณีของเตารีดไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านแผ่นนำความร้อน เตารีดจะมีความร้อนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตัวควบคุมอุณหภูมิจะได้รับความร้อน และทำให้แผ่นโลหะ 2 ชนิด คือ เหล็ก และทองเหลืองขยายตัวไม่เท่ากันจนเกิดการบิดงอ วงจรไฟฟ้าขาดออกจากกันเหมือนกับการปิดสวิตซ์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจึงไม่สามารถไหลผ่านได้ อุณหภูมิของเตารีดจึงไม่สูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของเตารีดลดลง แผ่นโลหะทั้งสองชนิดจะหดตัวกลับมาสัมผัสกันตามเดิม กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านความร้อนได้อีก ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 แสดงการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิในการควบคุมความร้อนของเตารีดไฟฟ้า

2. การสร้างสะพานหรือรางรถไฟ

มักจะเว้นระยะห่างระหว่างรอยต่อของสะพานหรือรางรถไฟเล็กน้อย เพื่อป้องกันการขยายตัวของเหล็กเมื่ออากาศร้อนจัด หรือเมื่อเกิดการเสียดสีกับล้อรถจนทำให้เกิดความร้อน

2. การขยายตัวของของเหลว

เมื่อของเหลวได้รับพลังงานความร้อน อนุภาคของของเหลวจะได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว อนุภาคเหล่านี้จะเคลื่อนที่ชนกันทำให้มีพลังงานมากขึ้น และเคลื่อนที่ไปคนละทิศคนละทาง ซึ่งทำให้ของเหลวขยายตัวโดยมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

ตัวอย่าง

การบรรจุของเหลวลงในขวด จะไม่บรรจุจนเต็มขวด ต้องเว้นที่ว่างไว้ให้ของเหลวสำหรับขยายตัว เพราะเมื่อของเหลวได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว

3. การขยายตัวของก๊าซ

เมื่อก๊าซได้รับพลังงานความร้อนจะทำให้ปริมาตรและความหนาแน่นของก๊าซเปลี่ยนแปลงไป เพราะโมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่เร็วขึ้น ระยะห่างระหว่างโมเลกุลจึงมากขึ้นทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น

ตัวอย่าง

1. การออกแบบบ้านให้ระบายความร้อนได้ดี

จากการขยายตัวของก๊าซได้นำมาใช้ในการออกแบบบ้านทรงไทยให้มีใต้ถุนสูง หน้าจั่วหลังคาสูงมาก และมีช่องอากาศเพื่อให้อากาศที่ลอยสูงขึ้นระบายออกจากรอบบ้านได้ดี ทำให้มีอากาศเย็นจากภายนอกเคลื่อนเข้ามาแทนที่ ผู้ที่อาศัยอยู่ในบ้านจึงรู้สึกเย็นสบาย

2. การสร้างบอลลูน

การเป่าลมร้อนเข้าไปภายในบอลลูน ทำให้อากาศที่อยู่ภายในบอลลูนร้อนและลอยสูงขึ้น เมื่ออากาศมีปริมาณมากจะทำให้บอลลูนสามารถลอยได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

รูปแบบการเรียนการสอน : รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแบบ 5Es

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

- 1) ครูกล่าวทักทายนักเรียน และทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนผ่านมา
- 2) ครูตั้งประเด็นถามนักเรียนว่า ถ้านักเรียนและเพื่อนอีกคนยืนอยู่กลางแดด โดยตัวนักเรียนใส่เสื้อสีอ่อน ส่วนเพื่อนอีกคนใส่เสื้อสีเข้ม นักเรียนหรือเพื่อนที่จะรู้สึกร้อนกว่ากัน เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม 23.1 สีของผิววัตถุกับการรับพลังงานความร้อน
- 3) ครูตั้งประเด็นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดถนนคอนกรีตถึงต้องทำเป็นแผ่นๆ โดยเว้นระยะห่างระหว่างแผ่นไว้เล็กน้อย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม 23.2 ผลของความร้อนต่อเส้นลวด

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 1) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 23.1 สีของผิววัตถุกับการรับพลังงานความร้อน
- 2) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 23.2 ผลของความร้อนต่อเส้นลวด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 1) ก่อนลงมือทำกิจกรรม 23.1 ครูอธิบายวิธีทำให้แผ่นโลหะตั้งตรงอยู่ได้ โดยใช้คลิปหนีบกระดาษหนีบแผ่นโลหะที่มุมล่าง แล้วเอาขาของคลิปออก จัดให้แผ่นโลหะทั้งสองอยู่ห่างใส่หลอดไฟเท่าๆ กัน ดังนั้นควรจัดให้ใส่หลอดไฟตั้งอยู่ในแนวตั้ง
- 2) ครูเน้นให้ผู้เรียนระมัดระวังโดยไม่สัมผัสกับหลอดไฟในขณะที่ทำการทดลอง เพราะหลอดไฟร้อนอาจทำให้เกิดอันตรายได้เมื่อสัมผัส
- 3) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม 23.1 ซึ่งนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่า
“ เมื่อเปิดไฟแสงที่ตกกระทบแผ่นโลหะทั้งสองมีพลังงานแสง และพลังงานความร้อนเท่ากัน เนื่องจากแผ่นโลหะทั้งสองห่างจากหลอดไฟเท่ากัน แต่เทอร์โมมิเตอร์ที่ติดกับแผ่นโลหะสีดำจะมีอุณหภูมิสูงกว่าเทอร์โมมิเตอร์ที่ติดกับแผ่นโลหะสีขาว แสดงว่าแผ่นโลหะสีดำดูดกลืนพลังงานความร้อนได้ดีกว่าแผ่นโลหะสีขาว
- 4) ครูอธิบายเรื่องการดูดกลืนแสงและการคายความร้อน และให้ความรู้เรื่องวัตถุค่าเพิ่มเติม
- 5) ครูแนะนำการติดตั้งและการใช้อุปกรณ์ รวมทั้งให้ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า ก่อนลงมือทำกิจกรรม 23.2

6) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม 23.2 ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า

“เมื่อเผาหลอดนิโครมเป็นเวลาหนึ่ง หลอดไฟจะสว่าง แสดงว่า วงจรไฟฟ้าครบวงจร นั่นคือหลอดแดง A มาสัมผัสแผ่นทองแดง B การที่หลอด A มาสัมผัสแผ่นทองแดง B ได้แสดงว่าก่อนหน้าหนักเลื่อนต่ำลงมา การที่ก่อนหน้าหนักที่ถ่วงเลื่อนต่ำลงมาได้แสดงว่าหลอดนิโครมยาวขึ้นเมื่อได้รับพลังงานความร้อน

ขั้นที่ 4 ขันขยายความรู้

1) ครูตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้อภิปรายว่า แผ่นโลหะสีดำกับแผ่นโลหะสีขาวคายความร้อนได้ดีเท่ากันหรือไม่ ซึ่งนักเรียนควรตอบว่า วัตถุที่ผิวสีเข้มจะดูดกลืนและคายพลังงานความร้อนได้ดีกว่าวัตถุสีอ่อน

2) ครูให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสีของวัตถุที่มีผลต่อการดูดกลืนความร้อนที่สามารถนำไปใช้เพื่อให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

3) ครูให้อธิบายเรื่องการขยายตัวของวัตถุ และให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ของการขยายตัว

4) ครูตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับการใช้ความรู้เรื่องการขยายตัวของวัตถุมาใช้ในชีวิตประจำวัน

5) ครูแจกใบความรู้ที่ 23 การดูดกลืนรังสี การคายความร้อน และการขยายตัวของวัตถุ พร้อมทั้งแจกใบงานที่ 23

ขั้นที่ 5 ขันประเมินผล

- 1) ครูให้นักเรียนทุกคนส่งใบกิจกรรม 23.1 สีของผิววัตถุกับการรับพลังงานความร้อน
- 2) ครูให้นักเรียนทุกคนส่งใบกิจกรรม 23.2 ผลของความร้อนต่อเส้นลวด
- 3) ครูให้นักเรียนทุกคนส่งใบงานที่ 23
- 4) ครูให้นักเรียนทุกคนส่งสมุดจดบันทึก

สื่อการเรียนการสอน

- 1) หนังสือแบบเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) ใบความรู้ 23 เรื่อง การดูดกลืนรังสี การคายความร้อน และการขยายตัวของวัตถุ
- 3) ใบกิจกรรม 23.1 สีของผิววัตถุกับการรับพลังงานความร้อน
- 4) ใบกิจกรรม 23.2 ผลของความร้อนต่อเส้นลวด
- 5) ใบงาน 23

การวัดผลและประเมินผล

- 1) สังเกตการณ์ปฏิบัติกิจกรรมและการอภิปราย ซึ่งจะประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะทำการทดลอง และกระบวนการทำงานกลุ่ม
- 2) คะแนนจากใบกิจกรรม 23.1 สีของผิววัตถุกับการรับพลังงานความร้อน ใบกิจกรรม 23.2 ผลของความร้อนต่อเส้นลวด และใบงาน 23
- 3) ประเมินความรับผิดชอบ ความกระตือรือร้น ความเพียรพยายาม ความมีน้ำใจ ความซื่อสัตย์ ความสนใจในการตอบคำถาม และการตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน

บรรณานุกรม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ ม.1. สำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต. กรุงเทพฯ : 305 – 307.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.(2548).คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน. กรุงเทพมหานคร. หน้า 149 – 155.

โตมรชยา ชนังกุล และอุดม งามศักดิ์กุล. วิทยาศาสตร์คิดเร็ว ม.ต้น. สำนักพิมพ์ SCIENCE CENTER. กรุงเทพฯ : หน้า 630 - 632.

บันทึกหลังการสอนของอาจารย์นิเทศ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....(อาจารย์นิเทศประจำโรงเรียน)
(อาจารย์เกริก ศักดิ์สุภาพ)