

แผนการสอน

เรื่อง ความร้อน
หลักสูตรที่ 3

เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที
ช่วงชั้นที่ 4

แนวความคิดหลัก

อุณหภูมิเป็นสิ่งที่บอกระดับความร้อนของวัตถุ อุณหภูมิวัดได้ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ สำหรับแก๊สชนิดต่าง ๆ รวมทั้งแก๊สผสม กฎของแก๊สอุดมคติ ซึ่งให้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ปริมาตร ความดัน และโมลของแก๊ส สามารถอธิบายสมบัติของแก๊สได้ และนำไปหาความดันของไอน้ำในอากาศได้ การใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สไปอธิบายสมบัติต่าง ๆ ของแก๊ส และสามารถคำนวณพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สที่อุณหภูมิต่าง ๆ รวมทั้งหาพลังงานภายใน และความจุความร้อนของแก๊สด้วย กฎที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์ คือ กฎการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งอาจนำไปประยุกต์เพื่ออธิบายการทำงานของเครื่องยนต์ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อเสนอวิธีการสอนที่สามารถครอบคลุมเนื้อหาจำนวนมากของวิชาความร้อน พร้อมเสนอกิจกรรมประกอบเท่าที่ทำได้

ความรู้พื้นฐาน

อย่างน้อยผู้สอนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิชาความร้อนและ Thermodynamics ที่ปรากฏในหนังสือสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เล่ม 2 ของ สสวท. และถ้าเป็นไปได้อาจศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนของผู้เรียน

1. จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส พลังงานจลน์เฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของอนุภาค

$$\left\langle \frac{1}{2}mv^2 \right\rangle = \frac{3}{2}k_B T$$

สมการนี้ใช้ได้กับอนุภาคที่เล็กจนเป็นจุด และใช้ได้ถูกต้องกับโมเลกุลชนิดต่างๆ เช่น He, O₂, CH₄ ... ด้วย

แต่สำหรับโมเลกุลอะตอมคู่หรือโมเลกุลที่ประกอบด้วยหลาย ๆ อะตอม พลังงานจลน์รวมเฉลี่ย ($\langle KE \rangle$) จะมีพลังงานจลน์รูปอื่น เช่น พลังงานจลน์ของการหมุน การสั่น เป็นต้น รวมอยู่ด้วย ดังนั้นพลังงานจลน์รวมเฉลี่ยของโมเลกุลพวกนี้จะมากกว่า $\frac{3}{2}k_B T$

2. ผู้เรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานความร้อน เช่น ตามรูปข้างล่าง

A	B
T	T

ก้อนเหล็ก 2 ก้อนอุณหภูมิเท่ากันแต่ขนาดไม่เท่ากัน สัมผัสกัน ผู้เรียนมักเข้าใจว่าพลังงานความร้อนจะถ่ายโอนจาก B ไป A เพราะ B มีพลังงานความร้อนมากกว่า แต่ในความเป็นจริงอุณหภูมิเป็นตัวชี้ว่าพลังงานความร้อนจะถ่ายโอนไปทางใด ตามรูปไม่มีการถ่ายโอนพลังงาน ความร้อน

กฎข้อที่ 0 ของ Thermodynamics : ถ้าวัตถุ A และวัตถุ B อยู่ในสมดุลความร้อนกับวัตถุ C วัตถุ A จะอยู่ในสมดุลความร้อนกับวัตถุ B ด้วย

วิธีการจัดการเรียนรู้

1. ควรมีการสาธิตเพื่อเรียกความสนใจของผู้เรียน เช่น การเคลื่อนที่แบบสุ่มของเม็ดโลหะขนาดเล็กซึ่งรุนแรงมากขึ้น เมื่อเพิ่มความรุนแรงของสิ่งกระตุ้น ซึ่งเปรียบได้กับการเพิ่มอุณหภูมิ เช่นการใช้ชุดทดลองทฤษฎีจลน์ของแก๊สตามไปกิจกรรม 1
2. เนื่องจากเนื้อหาในบทนี้มีจำนวนมาก ควรปรับรายละเอียดของเนื้อหาและแบบฝึกหัดให้สอดคล้องกับเวลา เนื้อหาบางตอนปรากฏเพิ่มเติมในวิชาเคมี ควรศึกษาหนังสือในวิชาเคมีด้วย
3. ทำกิจกรรมประกอบเท่าที่เวลาอำนวย เช่น อาจศึกษากฎการเปลี่ยนปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม ขณะที่ความดันคงตัว เป็นต้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการอภิปราย อธิบาย การลงข้อสรุป รวมทั้งการร่วมมือในการทำกิจกรรม
2. ทดสอบ

วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดสาธิตทฤษฎีจลน์ (มอเตอร์พร้อมลูกสูบซึ่งกระชัปดาห์ในของหลอด)
2. เม็ดโลหะขนาดเล็ก
3. กระดาษฟอยล์ พร้อมถ่าน

วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้ (ต่อ)

วัสดุอุปกรณ์

4. ตะเกียงแอลกอฮอล์ 1 ดวง
5. ถ้วยแก้ว
6. หลอดรูเล็กยาวประมาณ 10 เซนติเมตร อย่างน้อย 1 อัน
7. ไม้บรรทัด 1 อัน
8. เทอร์มอมิเตอร์ 1 อัน
9. น้ำมันหล่อลื่น
10. เทปใส
11. กระดาษกราฟ

ใบกิจกรรม 1

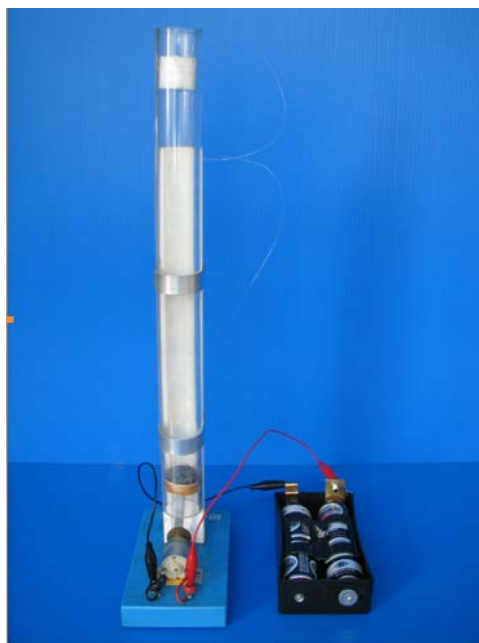
กิจกรรม การจำลองการสั้นของโมเลกุลอากาศโดยใช้เม็ดโลหะที่ถูกกระตุ้น

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดสาธิตทฤษฎีจลน์ (มอเตอร์พร้อมลูกสูบ ซึ่งกระชัبد้านในของหลอด)
2. เม็ดโลหะขนาดเล็ก
3. กระดาษถ่านไฟฉาย พร้อมถ่าน

วิธีการ

1. ปรับมอเตอร์ให้ลูกสูบด้านล่างสั้นแรงขึ้น โดยเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าให้กับมอเตอร์
2. เมื่อเม็ดโลหะเล็ก ๆ สั้นแรงขึ้น ให้อธิบายเชื่อมโยงการสั้นของเม็ดโลหะกับการเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศ
3. ให้อธิบายถึงการสั้นและการเคลื่อนที่ของโมเลกุลที่มีผลต่ออุณหภูมิ



รูป การจำลองการสั้นของโมเลกุลอากาศโดยใช้เม็ดโลหะที่ถูกกระตุ้น

ใบกิจกรรม 2

กิจกรรม การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สกับอุณหภูมิของแก๊สเมื่อความดันคงตัว

วัสดุอุปกรณ์

1. ตะเกียงแอลกอฮอล์ 1 ดวง
2. ถ้วยแก้ว 1 ใบ
3. หลอดครูเล็กยาวประมาณ 10 เซนติเมตร อย่างน้อย 1 อัน
4. ไม้บรรทัด 1 อัน
5. เทอร์มอมิเตอร์ 1 อัน
6. น้ำมันหล่อลื่น
7. เทปใส
8. กระดาษกราฟ

วิธีการ

1. ลนปลายด้านหนึ่งของหลอดครูเล็กจนแก้วหลอมละลายอุดรูด้านนั้นจนตัน
2. ขณะหลอดครูเล็กกำลังร้อน จุ่มปลายด้านเปิดในน้ำมันหล่อลื่น เมื่อหลอดเย็นลง จะดึงน้ำมันส่วนหนึ่งจะเข้าไปในรูเล็ก ปรับให้ลำน้ำมันยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ลำน้ำมันนี้จะค่อย ๆ เคลื่อนเข้าไปในหลอดขณะที่อากาศภายในเย็นลง จนอยู่ประมาณกึ่งกลางหลอดหรือมากกว่า
3. ใช้เทปใสติดหลอดครูเล็กกับไม้บรรทัด ปรับให้สเกลศูนย์อยู่ที่ตำแหน่งปลายปิดของหลอด
4. จุ่มหลอดครูเล็กและไม้บรรทัดลงในแก้วน้ำ ปรับอุณหภูมิของน้ำให้มีค่าต่าง ๆ โดยใช้ น้ำแข็งและน้ำร้อน หาปริมาตรของอากาศที่ขังอยู่ในหลอดครูเล็กโดยเทียบกับความยาวของคอลัมน์อากาศที่แต่ละอุณหภูมิ (ไม่ควรใช้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการขยายตัวของหลอดครูเล็ก)
5. วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้กราฟ

ใบความรู้

เนื้อหาเกี่ยวกับวิชาความร้อน สรุปไว้ข้างล่างนี้

1. อุณหภูมิ คือ ปริมาณที่บอกระดับพลังงานความร้อน วัดได้ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนใหญ่สารจะขยายตัว
2. แก๊สอะตอมเดี่ยว 1 โมเลกุล มี 1 อะตอม แก๊สอะตอมคู่ 1 โมเลกุล มี 2 อะตอม
นอกนั้น 1 โมเลกุลมีหลายอะตอม
3. Ideal gas law $PV = nRT = Nk_B T$; P (Pa), V (m^3), T (K), $R = 8.31$ J/mol K, n (mol),
 N (จำนวนโมเลกุล)

$$n = \frac{\text{จำนวนโมเลกุลทั้งหมด}}{\text{เลขอโวกาโดร}} = \frac{N}{N_A}$$

$$k_B = \text{ค่าคงตัวโบลต์ซมันน์ (J/K)} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}; \text{O}_2, \text{N}_2, \text{He}.. \text{ อนุโลมเป็น ideal gas มีความคลาดเคลื่อน } \simeq 2\%$$

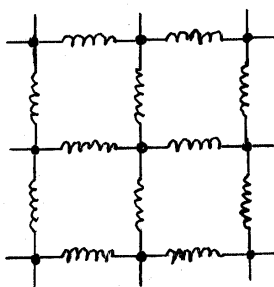
4. แก๊สผสม $P = P_1 + P_2 + \dots = \frac{n_1RT}{V} + \frac{n_2RT}{V} + \dots$
5. ความดันอิมพัลส์ของไอน้ำ คือ ความดันสูงสุดของไอน้ำ ซึ่งขึ้นกับอุณหภูมิ
6. สมมติฐานของทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ดูหนังสือ)
7. จากทฤษฎีจลน์ฯ พิสูจน์ได้ว่า พลังงานจลน์เฉลี่ยของการเคลื่อนที่ (translation) ของโมเลกุล

$$\left\langle \frac{1}{2}mv^2 \right\rangle = \frac{3}{2}k_B T$$

8. พลังงานภายในของแก๊สอุดมคติ $U = \sum KE = N \langle KE \rangle$
 $= \frac{3}{2}Nk_B T$

(ใช้ได้เฉพาะ monatomic gas)

9. พลังงานภายในของของแข็งประกอบด้วยพลังงานจลน์ของการสั่นของอะตอมและพลังงานศักย์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระยะห่างระหว่างอะตอมดั่งแบบจำลองอย่างง่ายของของแข็ง ตามรูป จุดแทนอะตอม แแรงจากสปริงแทนแรงระหว่างอะตอม

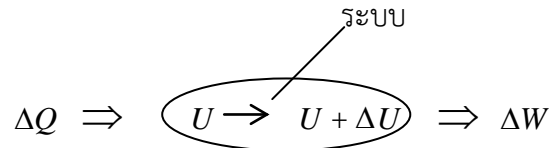


10. U ขึ้นกับ T , $\Delta U \propto \Delta T$, สำหรับแก๊สอะตอมเดี่ยว $U = \frac{3}{2} Nk_B T$

11. กฎข้อที่ 0 และกฎข้อที่ 1 ของ Thermodynamics

กฎข้อที่ 0 Thermodynamics : ถ้าวัตถุ A และวัตถุ B อยู่ในสมดุลความร้อนกับวัตถุ C วัตถุ A จะอยู่ในสมดุลความร้อนกับวัตถุ B ด้วย

กฎข้อที่ 1 ของ Thermodynamics



$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

งาน $\Delta W = P\Delta V$

12. ความจุความร้อนจำเพาะของสาร

$$c = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

13. สำหรับของแข็ง $\Delta W = 0$, $\Delta Q = \Delta U$

$$c = \frac{1}{m} \frac{\Delta U}{\Delta T}$$

$$\Delta U = mc\Delta T$$

14. ในการเปลี่ยนสถานะของสาร อุณหภูมิของสารคงตัว และมีความร้อนแฝงเข้า (ออก)

จากสาร $Q = mL$