

บทที่ 18 ความร้อน

18.1 ความร้อน

ความร้อน เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถทำงานได้ และเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้ ความร้อนอาจจะเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานรูปอื่นได้ เช่น พลังงานเคมี พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ

ความร้อน เป็นพลังงานซึ่งสามารถถ่ายเทจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ความร้อนจะถ่ายเทให้กันจนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากัน

หน่วยของพลังงานความร้อน(ที่ใช้โดยทั่วไป)

1. จูล (joule, J) เป็นหน่วยของพลังงานกลที่ใช้ในระบบเอสไอ
2. แคลอรี (calorie, cal) เป็นหน่วยหนึ่งของพลังงานความร้อน (โดยที่ $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$)
1 แคลอรี คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้ให้น้ำที่มีมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) (ในช่วง 14.5°C ถึง 15.5°C) ที่ความดัน 1 บรรยากาศ
3. บีทียู (British thermal unit หรือ Btu) คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้ให้น้ำที่มีมวล 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) (ในช่วง 63°F ถึง 64°F) ที่ความดัน 1 บรรยากาศ ($1 \text{ Btu} = 252 \text{ cal} = 1,055 \text{ J}$)

18.1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ คือ ปริมาณที่ใช้บอกระดับความร้อน

ก. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เทอร์มอมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ซึ่งสร้างขึ้นจากการอาศัยสมบัติบางอย่างทางฟิสิกส์ที่เปลี่ยนไปตามความร้อนที่เปลี่ยนแปลง

ข. หน่วยของอุณหภูมิ อุณหภูมิวัดในหน่วย องศาเซลเซียส องศาฟาเรนไฮต์ เคลวิน และ โรเมอร์ แต่ที่ใช้ในระบบ SI คือ เคลวิน

เมื่อ K แทน ค่าอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน

F แทน ค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์

C แทน ค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส R แทน ค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาโรเมอร์

จะได้ว่า
$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K - 273}{5}$$

18.1.2 การขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

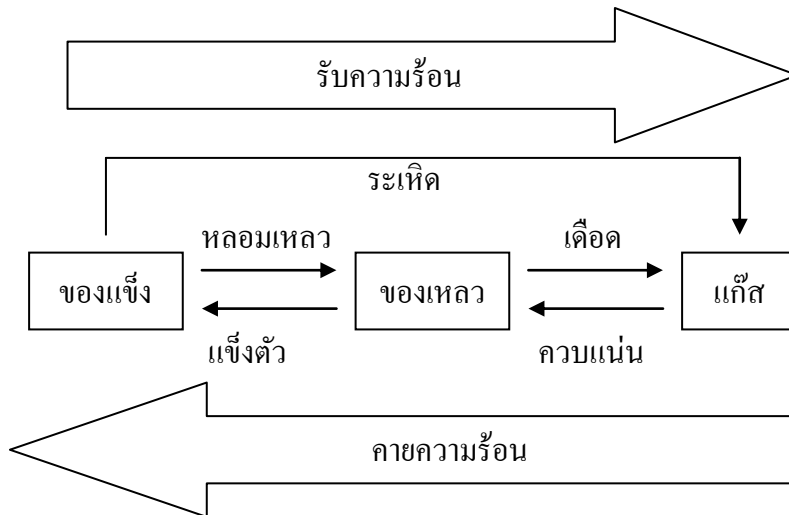
วัตถุโดยทั่วไปเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ซึ่งทำให้ความยาวหรือพื้นที่หน้าตัดหรือปริมาตรของวัตถุเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันถ้าวัตถุสูญเสียความร้อนหรือคายความร้อนวัตถุก็จะหดตัวทำให้มีความยาว หรือพื้นที่หน้าตัดหรือปริมาตรลดลง

สมบัติสำคัญที่เกี่ยวกับการขยายตัวของของแข็งที่ควรทราบ ได้แก่

1. ของแข็งต่างชนิดกันถ้าเดิมมีความยาวเท่ากัน เมื่อร้อนขึ้นเท่ากันจะมีส่วนขยายตัวเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน
2. ของแข็งชนิดเดียวกัน ถ้าเดิมมีความยาวเท่ากัน เมื่อร้อนขึ้นเท่ากัน จะขยายตัวเพิ่มขึ้นเท่ากัน
3. สมบัติของการขยายตัวและหดตัวของวัตถุเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน เป็นเรื่องที่วิศวกรต้องคำนึงถึงเวลานำวัตถุมาใช้งาน

18.1.3 ความจุความร้อน สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสาร

1. สถานะของสารโดยทั่วไปจำแนกได้เป็น 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส การเปลี่ยนแปลงสถานะเนื่องจากของแข็ง เมื่อได้รับความร้อนจะกลายเป็นของเหลว ถ้าร้อนมากขึ้นจะกลายเป็นแก๊ส เขียนแผนผังได้ดังนี้



2. การเปลี่ยนแปลงจากของแข็งเป็นของเหลว หรือจากของเหลวเป็นแก๊ส เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงสถานะ

3. การเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และจากของเหลวเป็นของแข็ง ในขณะที่วัตถุกำลังเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิของวัตถุจะคงที่อยู่ตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว เรียกว่าการหลอมเหลว หรือการกลายเป็นของเหลว ส่วนการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง เรียกว่า การกลายเป็นของแข็ง หรือเยือกแข็ง

4. จุดหลอมเหลว (melting point) คือ อุณหภูมิในขณะที่ของแข็งกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวภายใต้ความดันปกติ

5. จุดเยือกแข็ง (Freezing point) คือ อุณหภูมิในขณะที่ของเหลวกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งภายใต้ความดันปกติ

6. ความร้อนแฝงจำเพาะ (Specific Latent Heat, L) หมายถึง ความร้อนที่ทำให้วัตถุมวล 1 หน่วย เปลี่ยนสถานะทั้งหมด โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

$$L = \frac{\Delta Q}{m} \dots\dots\dots(18.1)$$

มีหน่วยเป็น kJ/kg หรือ J/g หรือ J/kg

ความร้อนแฝงจำเพาะของสารมี 2 ชนิดคือ

6.1. ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลว คือปริมาณความร้อนที่ทำให้สารนั้น หนึ่งหน่วย เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำเท่ากับ 80 cal/g หรือ 333 kJ/kg หรือ 333×10^3 J/kg

6.2 ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอ คือ ปริมาณความร้อนที่ให้นั้นหนึ่งหน่วยเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำเท่ากับ 540 cal/g หรือ 536 cal/g หรือ 2,256 kJ/kg หรือ $2,256 \times 10^3$ J/kg

7. หลักการคำนวณเกี่ยวกับความร้อนแฝงจำเพาะ ใช้สูตรดังนี้

$$\Delta Q = mL \dots\dots\dots(18.2)$$

เมื่อ ΔQ คือ ปริมาณความร้อน (cal หรือ J)

m คือ มวลสาร (g หรือ kg)

L คือ ความร้อนแฝงจำเพาะของสาร (cal/g หรือ kJ/kg หรือ J/kg)

สิ่งที่ควรทราบเพิ่มเติม

1. ความจุความร้อน (Heat Capacity, C) หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้ระบบมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \dots\dots\dots(18.3)$$

เมื่อ ΔQ คือ ปริมาณความร้อนหรือพลังงานความร้อน (cal หรือ J)

C คือ ความจุความร้อน (cal/°C หรือ cal/K หรือ J/°C หรือ J/K)

ΔT คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (K)

2. ความจุความร้อนจำเพาะ (Specific heat Capacity, c) หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุ 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย

$$c = \frac{C}{m} = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \dots\dots\dots(18.4)$$

เมื่อ ΔQ คือ ปริมาณความร้อนหรือพลังงานความร้อน (cal หรือ J)

C คือ ความจุความร้อน (cal/°C หรือ cal/K หรือ J/°C หรือ J/K)

c คือ ความจุความร้อนจำเพาะ (cal/kg°C, cal/kgK, J/kg°C, J/kgK)

m คือ มวลของวัตถุ (g หรือ kg)

ΔT คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (K)

ดังนั้น สูตรที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับปริมาณความร้อน หรือพลังงานความร้อน คือ

$$\Delta Q = mc\Delta T \dots\dots\dots(18.5) \text{ เมื่อ } T \text{ เป็นองศาเคลวิน}$$

$$\Delta Q = mc\Delta t \dots\dots\dots(18.6) \text{ เมื่อ } t \text{ เป็นองศาเซลเซียส}$$

เพิ่มเติม 1. เมื่ออุณหภูมิตسا

จะได้ว่า $\Delta Q_{\text{เพิ่ม}} = \Delta Q_{\text{ลด}}$

2. พลังงานศักย์เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

จะได้ว่า $mgh = mc\Delta T$

3. พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

จะได้ว่า $Pt = mc\Delta T$

18.1.4 การถ่ายโอนความร้อน

ความร้อนจะถ่ายโอนจากสิ่งที่มีอุณหภูมิสูง ไปสู่สิ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ เราพอจะแบ่งการถ่ายโอนความร้อนได้ดังนี้

1. การนำ เกิดในของแข็ง โมเลกุลส่งพลังงานความร้อนต่อ ๆ กันไปเป็นทอด ๆ
2. การพา เกิดในของเหลวและแก๊ส โมเลกุลของตัวกลางพาความร้อนไป
3. การแผ่รังสี ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

แบบฝึกหัด 18.1

1. จงหาพลังงานความร้อนที่ทำให้เหล็กมวล 200 กรัม ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 70 องศาเซลเซียส (ความจุความร้อนจำเพาะของเหล็ก = $450 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$)
2. จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 250 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสกลายเป็นน้ำหมด และสุดท้ายน้ำ 10 กรัมเดือดกลายเป็นไอ (เมื่อ c ของน้ำ = $4.2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$)
3. จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 300 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเดือดจนกลายเป็นไอน้ำหมด (เมื่อ c ของน้ำ = $4.2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$)
4. นำกระดาษมาพับเป็นรูปถ้วย เติมน้ำเย็น 4 องศาเซลเซียส ลงไป 100 มิลลิลิตร แล้วใช้เปลวเทียนลนกันถ้วยกระดาษนั้น จนกระทั่งอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 9 องศาเซลเซียส พลังงานที่ความร้อนที่เปลวเทียนถ่ายเทให้มีความเท่าไร
5. น้ำตกแห่งหนึ่งสูง 50 เมตร ถ้าพลังงานศักย์ของน้ำตกเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนทั้งหมดอุณหภูมิของน้ำที่ปลายน้ำตกจะมีค่าสูงขึ้นเท่าใด
6. ในการทดลองเปลี่ยนรูปพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน โดยใช้กระบอกที่มีค่าความจุความร้อนเป็น 100 J/K มีความยาว 30 cm และลูกกลมโลหะที่มีค่าความจุความร้อนเป็น 500 J/kgK มีมวล 100 กรัม ถ้าต้องการให้อุณหภูมิของลูกกลมและกระบอกที่ใช้บรรจุ สูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะต้องพลิกกลับกระบอกขึ้นลงให้ลูกกลมหล่นในกระบอกอย่างน้อยกี่ครั้ง
7. นำลวดทำความร้อนมีกำลัง 1000 วัตต์ จุ่มลงในน้ำมวล 500 กรัม อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ถ้ามีการสูญเสียความร้อนไป 30 % อีกนานเท่าใดน้ำจึงจะเริ่มเดือด
8. เครื่องทำน้ำแข็งเครื่องหนึ่งดึงความร้อนจากน้ำ 0 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 500 จูลต่อวินาที ถ้าต้องการทำน้ำแข็ง 2 กิโลกรัม จากน้ำที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ต้องใช้เวลาเท่าใด
9. ใส่น้ำแข็งมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ลงในน้ำ 200 กรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะได้อุณหภูมิสุดท้ายเท่าใด
10. ใส่อลูมิเนียมมวล 20 กิโลกรัม อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ลงในน้ำมวล 2 กิโลกรัม อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนแก่ระบบจนมีอุณหภูมิผสมที่สมดุลเป็น 50 องศาเซลเซียส ถ้าถือว่าไม่มีการสูญเสียความร้อนแก่ภาชนะและสิ่งแวดล้อม ความร้อนที่เข้าระบบเป็นเท่าใด

11. (มข.51) น้ำแข็งมวล 140 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ใส่ลงไปใต้น้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส จงหาปริมาณน้ำร้อนที่ทำให้ น้ำแข็งละลายหมดพอดี กำหนดให้ ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 4.2 kJ/kg. °C และความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง เท่ากับ 300 kJ/kg
12. (มข.53) จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำแข็ง 2 กิโลกรัม อุณหภูมิ 0 °C กลายเป็นน้ำอุณหภูมิ 50 °C ทั้งหมด กำหนดให้ ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำ L เท่ากับ 333 กิโลจูล/กิโลกรัม และ ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ c เท่ากับ 4.2 กิโลจูล/(กิโลกรัม-เคลวิน)

18.2 แก๊สอุดมคติ

สมบัติทางกายภาพของแก๊สที่สามารถทำการทดลองวัดได้โดยตรงด้วยวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เช่น มวล ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิ สมบัติของเหล่านี้ได้จากการทดลอง

18.2.1 กฎของบอยล์

บอยล์เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทำการทดลองพบว่า “สำหรับแก๊สที่มีอุณหภูมิคงที่ ความดันของแก๊สจะเป็นปฏิภาคผกผันกับปริมาตรของแก๊ส”

$$P \propto \frac{1}{V}$$

$$P = \frac{K}{V} \quad (K = \text{ค่าคงที่})$$

$$PV = K$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \dots\dots\dots(18.7)$$

แบบฝึกหัด 18.2.1

1. แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 0.6 ลูกบาศก์เมตร ที่ความดัน 1.8 บรรยากาศ จงหาว่าปริมาตรของแก๊ส ถ้าความดันของแก๊สเปลี่ยนเป็น 0.9 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิเดียวกัน
2. แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 0.8 ลูกบาศก์เมตร ที่ความดัน 2.4 บรรยากาศ จงหาว่าความดันของแก๊ส ถ้าปริมาตรของแก๊สเปลี่ยนเป็น 0.4 ลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิเดียวกัน
3. แก๊สชนิดหนึ่งมีมวลที่กินเนื้อที่ปริมาตร 0.20 ลูกบาศก์เมตร ที่ความดัน 1.5 บรรยากาศ จงหาว่า ปริมาตรจะเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด ถ้าความดันของแก๊สเปลี่ยนเป็น 0.75 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิเดียวกัน
4. แก๊สชนิดหนึ่งมีมวลที่กินเนื้อที่ปริมาตร 0.40 ลูกบาศก์เมตร ที่ความดัน 4.5 บรรยากาศ จงหาว่า ปริมาตรจะเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด ถ้าความดันของแก๊สเปลี่ยนเป็น 1.5 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิเดียวกัน
5. (Ent) สุนัขอัดแก๊สเข้าไปในบอลลู่นจนมีปริมาตร 6 ลิตร มีความดัน 900 กิโลพาสคัล หลังจากปล่อยให้บอลลู่นลอยขึ้นไปจากความดันแก๊สเหลือ 700 กิโลพาสคัล โดยถือว่าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง จงหา ปริมาตรของแก๊สในบอลลู่น (7.71 ลิตร)

เพิ่มเติม ถ้า P น้อยลง V เพิ่มขึ้น และถ้า P เพิ่มขึ้น V จะน้อยลง เมื่อ T คงที่

18.2.2 กฎของชาร์ล จากการทดลองพบว่า “ สำหรับแก๊สที่มีมวลคงที่จำนวนหนึ่ง เมื่อให้ความดันของมันเป็นคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอุณหภูมิ ”

$$V \propto T$$

$$\frac{V}{T} = K \text{ คงที่}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \dots\dots\dots(18.8) \text{ เมื่อ } P \text{ คงที่}$$

*** อุณหภูมิ 0 เคลวิน หรือ -273 องศาเซลเซียส อ่านว่า อุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์ เป็นอุณหภูมิต่ำสุด แก๊สทุกชนิดก่อนถึงอุณหภูมินี้จะเป็นของเหลว

แบบฝึกหัด 18.2.2

1. ปริมาตรของแก๊สชนิดหนึ่งเท่ากับ 0.42 ลูกบาศก์เมตร ที่ 27 องศาเซลเซียส ถ้าแก๊สนี้มีปริมาตร 0.56 ลูกบาศก์เมตร ที่ความดันเดียวกัน จะมีอุณหภูมิเท่าใด
2. ปริมาตรของแก๊สชนิดหนึ่งเท่ากับ 0.31 ลูกบาศก์เมตร ที่ 37 องศาเซลเซียส ถ้าแก๊สนี้มีปริมาตร 0.60 ลูกบาศก์เมตร ที่ความดันเดียวกัน จะมีอุณหภูมิเท่าใด
3. (Ent) ถ้าให้ความดันของก๊าซของก๊าซในกระบอกสูบหนึ่งคงที่ และให้อุณหภูมิของก๊าซภายในกระบอกสูบเปลี่ยนจาก 27 °C เป็น 77 °C อัตราส่วนของปริมาตรใหม่ต่อปริมาตรเดิมเป็นเท่าใด
4. (Ent) ก๊าซชนิดหนึ่งถูกบังคับให้มีความดันคงที่และอุณหภูมิของก๊าซถูกทำให้เพิ่มขึ้นจาก 27 °C เป็น 127 °C อัตราส่วนของปริมาตรใหม่ต่อปริมาตรเดิมเป็นเท่าใด

18.2.3 กฎของแก๊ส (Gas Law)

หรือสมการของสถานะ (Equation of State) ผลที่ได้จากการทดลองกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลหรือเกย์ลัสแซค นักวิทยาศาสตร์ได้นำมารวมเป็นสูตรเดียวกัน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิ ของแก๊สที่กำหนดมวลมาให้ เราเรียกสมการนี้ว่า Equation of State

$$\frac{PV}{T} = \text{ค่าคงที่} \dots\dots\dots(18.9)$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \dots\dots\dots(18.10)$$

ถ้าแก๊สมีความหนาแน่น ρ (อ่านว่า โร) แปรผกผันกับ V จะได้

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \dots\dots\dots(18.11)$$

$$\frac{P_1V_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2V_2}{m_2 T_2} \dots\dots\dots(18.12) \text{ (จาก } \rho = \frac{m}{V} \text{)}$$

เพิ่มเติม หน่วยของความดัน (P)

1. บอกเป็นบรรยากาศ (tmosphere = atm.) เช่น ความดัน 1 บรรยากาศ
2. บอกเป็นความสูงของปรอทในบารอมิเตอร์ เช่น ความดัน 760 มม.ของปรอท
3. บอกเป็นแรงต่อพื้นที่ เช่น ความดัน 1.01×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

แบบฝึกหัด 18.2.3

1. ถ้าให้ความดันของแก๊สในกระบอกสูบหนึ่งคงที่และให้อุณหภูมิของแก๊สภายในกระบอกสูบเปลี่ยนจาก 7 องศาเซลเซียส เป็น 87 องศาเซลเซียส อัตราส่วนของปริมาตรใหม่ต่อปริมาตรเดิมเป็นเท่าใด
2. ถ้าปริมาตรของแก๊สเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า และอุณหภูมิลดลงครึ่งหนึ่ง ถ้าวัดความดันของแก๊สครั้งหลังจะเป็นกี่เท่าของเดิม
3. แก๊สชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น 1 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ความดัน 2 บรรยากาศ จะต้องอัดแก๊สนี้ให้มีความดันเท่าไร จึงจะมีความหนาแน่น 3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรที่ 77 องศาเซลเซียส
4. แก๊สในถังที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความดัน 5 บรรยากาศ มีมวล 10 กิโลกรัมเมื่อปล่อยแก๊สออกมาใช้เสียบ้าง ความดันจะลดลงเหลือ 2 บรรยากาศวัดที่ 27 องศาเซลเซียส ถ้าวัดแก๊สที่เหลือมีมวลกี่กิโลกรัม
5. (ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย) ถ้าชนิดหนึ่งมีปริมาตร 1×10^{-3} ลูกบาศก์เมตร ที่ 27°C ความดันบรรยากาศ ถ้าแก๊สขยายตัวกระทั่งปริมาตร 1.5×10^{-3} และความดันเป็น 1.1 บรรยากาศอุณหภูมิเป็นกี่องศาเซลเซียส (222°C)
6. (ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย) ถ้าความดันบรรยากาศเท่ากับ 10^5 N/m^2 ตลอดเวลาอากาศเข้าไปในยางรถยนต์คันหนึ่งถ้าพบว่า มิเตอร์วัดความดันเกจอ่านค่า 2×10^5 อุณหภูมิของอากาศในยางขณะนั้นเท่ากับ 27°C ถ้าอุณหภูมิของอากาศในยางเปลี่ยนไปเป็น 67°C อยากทราบว่ามิเตอร์วัดความดันเกจจะอ่านค่าได้เท่าใด (ให้ถือว่าปริมาตรของยางเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก)
 1. $3.6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
 2. $3.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
 3. $2.6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
 4. $2.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
7. (ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย) ยางรถยนต์มีความดันเกจ 2.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ถ้าขณะที่รถวิ่งทางไกล ยางรถมีอุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส ความดันเกจของยางเป็นเท่าใด กำหนดให้ความดันบรรยากาศเป็น 1.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
 1. 2.1 kg/cm^2
 2. 2.2 kg/cm^2
 3. 2.3 kg/cm^2
 4. 2.4 kg/cm^2

18.2.4 กฎของก๊าซ (ในกรณีบอกจำนวนโมลมา)

จาก
$$\frac{PV}{T} \propto n$$

$$\frac{PV}{nT} = K = R$$

จะได้ $PV = nRT$ (18.13)

เมื่อ n คือ จำนวนโมลของแก๊ส (โมล, mol)

R คือ ค่าคงที่ของแก๊ส (Gas Constant) เท่ากับ 8.31 J/mol K

*แก๊ส 1 โมลมีจำนวนโมเลกุล 6.02×10^{23} โมเลกุล สรุปได้ว่า

$$N = nN_A$$
(18.14)

เมื่อ N คือ จำนวนโมเลกุลของแก๊สทั้งหมด

N_A คือ เลขอโวกาโดร ($N_A = 6.02 \times 10^{23}$)

จาก $PV = nRT$ จะได้

$$PV = NK_B T$$
(18.15)

เมื่อ K_B = ค่าคงที่ของ Boltzmann ($K_B = \frac{R}{N_A} = 1.83 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)

เพิ่มเติม

1. การหาอุณหภูมิของแก๊สผสม

$$T_{\text{ผสม}} = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + N_3 T_3 + \dots}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots}$$
(18.16)

หรือ $T_{\text{ผสม}} = \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2 + n_3 T_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots}$ (18.17)

2. การหาความดันของแก๊สผสม

$$T_{\text{ผสม}} = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3 + \dots}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots}$$
(10.18)

แบบฝึกหัด 18.2.4

- แก๊สออกซิเจนหนัก 64 กรัม บรรจุในกระบอกซึ่งมีลูกสูบอยู่ข้างใน ทำให้เกิดความดัน 3×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร และอุณหภูมิ 77 องศาเซลเซียส ปริมาตรของแก๊สออกซิเจนในขณะนั้นเป็นเท่าใด

2. แก๊สออกซิเจนหนัก 128 กรัม บรรจุในกระบอกซึ่งมีลูกสูบอยู่ข้างใน ทำให้เกิดความดัน 4×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร และอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ปริมาตรของแก๊สออกซิเจนในขณะนั้นเป็นเท่าใด
3. ผสมแก๊สฮีเลียม 2 โมล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กับแก๊สอากาศร้อน 1 โมล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จงหาว่าอุณหภูมิผสมเป็นเท่าใด
4. ผสมแก๊สฮีเลียม 4 โมล อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส กับแก๊สอากาศร้อน 6 โมล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จงหาว่าอุณหภูมิผสมเป็นเท่าใด
5. อุณหภูมิของแก๊สในถังลดลงจาก 27 องศาเซลเซียส เป็น -3 องศาเซลเซียส ความดันจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิมกี่เปอร์เซ็นต์
6. อุณหภูมิของแก๊สในถังลดลงจาก 27 องศาเซลเซียส เป็น -33 องศาเซลเซียส ความดันจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิมกี่เปอร์เซ็นต์

18.3 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

18.3.1 แบบจำลองของแก๊สอุดมคติ

แบบจำลองของแก๊ส (Model of Gasses) แก๊ส ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก ๆ จำนวนมากต่างก็เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงอย่างไม่เป็นระเบียบไปชนกัน ความเร็วประมาณ 10^3 เมตรต่อวินาที อนุภาคแก๊สมีโมเลกุลขนาด 10^{-10} เมตร

แบบจำลอง (Model) มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ เรียกว่า โมเลกุล
2. โมเลกุลมีการเคลื่อนที่แบบ random แต่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โมเลกุลจะเคลื่อนที่ทุกทิศทุกทางด้วยอัตราเร็วต่างกัน
3. โมเลกุลมีจำนวนมากมหาศาล ทิศทางและอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของโมเลกุลแต่ละตัวจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใด ถ้าชนกับผนังภาชนะหรือโมเลกุลตัวอื่น ทางเดินโมเลกุลจึงเป็นรูปซิกแซก
4. โมเลกุลทุกโมเลกุลเมื่อรวมกันแล้ว จะมีปริมาตรน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาตรของภาชนะ เราจะได้เห็นได้ดีเมื่อแก๊สถูกควบแน่นเป็นของเหลว ปริมาตรจะเล็กลงเป็นพัน ๆ เท่า ของปริมาตรเดิม แสดงว่าปริมาตรของโมเลกุลที่ประกอบกันเป็นแก๊สเล็กมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรแก๊ส
5. โมเลกุลทุกโมเลกุลจะไม่มีแรงกระทำต่อกัน ยกเว้นชั่วขณะที่ชนกัน
6. การชนของโมเลกุลเป็นการชนแบบยืดหยุ่นและช่วงเวลาที่ชนสั้นมากไม่ว่าจะชนกันเองหรือชนกับภาชนะ (พลังงานจลน์ก่อนชน = พลังงานจลน์หลังชน)
7. พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอุณหภูมิ

18.3.2 ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊ส

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส(Kinetic Theory of Gas)เราถือว่าแก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กมากเรียกว่า โมเลกุล ซึ่งเคลื่อนที่แบบไร้ระเบียบ โมเลกุลเหล่านี้ที่อยู่ห่างกันมาก และจะไม่เกิดแรงดึงดูดระหว่างกัน เราให้โมเลกุลของแก๊สเป็นทรงกลมที่เล็กมาก มีพลังงานจลน์มากกว่าพลังงานศักย์มากจนเกือบถือได้ว่ามี แต่พลังงานจลน์

ความดันตามทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อนุภาคของแก๊สเมื่อชนกับผนังภาชนะมีผลเกิดขึ้นดังนี้

1. ความเร็ว (v) เปลี่ยนค่า เพราะมีแรงกระทำจากผนัง
2. โมเมนตัม (P) เปลี่ยนค่าตามค่าของความเร็ว ($P = mv$) แต่ m มีค่าคงที่
3. พลังงานจลน์ คงที่เพราะเป็นการชนแบบยืดหยุ่น

ผลที่ได้จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

$$PV = \frac{1}{3}Nm\overline{v^2} = NK_B T = nRT$$

$$\frac{3}{2}PV = \frac{1}{2}Nm\overline{v^2} = \frac{3}{2}NK_B T = \frac{3}{2}nRT$$

$$E_K = \frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}K_B T$$

เมื่อ \overline{v} คือ อัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส

m คือ มวลของแก๊ส

E_K คือ พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลแก๊ส

แบบฝึกหัด

1. แก๊สจำนวน 100 โมเลกุล มีความเร็วเท่า ๆ กันที่ 10 เมตรต่อวินาที อยู่ในภาชนะทรงกลมปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร ถ้าแต่ละโมเลกุลมีมวล 3×10^{-20} กิโลกรัม ความดันของแก๊สในขณะนั้นมีค่าเท่าใด
2. แก๊สจำนวน 200 โมเลกุล มีความเร็วเท่า ๆ กันที่ 100 เมตรต่อวินาที อยู่ในภาชนะทรงกลมปริมาตร 2 ลูกบาศก์เมตร ถ้าแต่ละโมเลกุลมีมวล 9×10^{-20} กิโลกรัม ความดันของแก๊สในขณะนั้นมีค่าเท่าใด
3. แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุไว้ในถังขนาด 0.5 ลูกบาศก์เมตร มีความดัน 1 บรรยากาศ จงหาพลังงานจลน์เฉลี่ยของแต่ละโมเลกุลของแก๊สนี้ ถ้าแก๊สนี้ 1 ลูกบาศก์เมตรมีจำนวนโมเลกุลเท่ากับ 2.5×10^{25} โมเลกุล
4. แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุไว้ในถังขนาด 0.25 ลูกบาศก์เมตร มีความดัน 1 บรรยากาศ จงหาพลังงานจลน์เฉลี่ยของแต่ละโมเลกุลของแก๊สนี้ ถ้าแก๊สนี้ 1 ลูกบาศก์เมตรมีจำนวนโมเลกุลเท่ากับ 2.5×10^{25} โมเลกุล

18.3.3 อัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊ส

การหาค่าอัตราเร็วกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส (Root-mean-square-speed, $v_{r.m.s.}$)

$$v_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_n^2}{n}}$$

$$v_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad \text{เมื่อ } M \text{ เป็นมวลของ 1 โมล (kg/mol)}$$

$$v_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \quad \text{เมื่อ } \rho \text{ เป็นความหนาแน่น (kg/m}^3\text{)}$$

$$v_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{3K_B T}{m}} \quad \text{แก๊สโมเลกุลอะตอมเดี่ยว (Monoatomic Gas)}$$

$$v_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{5K_B T}{m}} \quad \text{แก๊สโมเลกุลอะตอมคู่ (Diatomic Gas)}$$

แบบฝึกหัด 18.3.3

1. ถ้ามีโมเลกุลของแก๊สที่มีอัตราเร็ว v หนึ่งโมเลกุล $2v$ สองโมเลกุล $3v$ หนึ่งโมเลกุล อัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สทั้งหมดมีค่าเท่าไร
2. ถ้ามีโมเลกุลของแก๊สที่มีอัตราเร็ว 30 เมตรต่อวินาที หนึ่งโมเลกุล 10 เมตรต่อวินาที สองโมเลกุล 20 เมตรต่อวินาที หนึ่งโมเลกุล อัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สทั้งหมดมีค่าเท่าไร
3. ในบรรยากาศมีแก๊สไนโตรเจนและออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ มีแก๊สออกซิเจนปนอยู่บ้างแต่ในสัดส่วนน้อยมาก ถ้าวัดอัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของโมเลกุลไฮโดรเจนเป็นกึ่งเท่าของออกซิเจน (กำหนดให้มวลโมเลกุลของไฮโดรเจนและออกซิเจนเป็น 2 และ 32 กรัมต่อโมลตามลำดับ)
4. จงหาว่าแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิเท่าใดที่มีค่าอัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับของแก๊สออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส (กำหนดให้มวลโมเลกุลของไนโตรเจนและออกซิเจนเป็น 28 และ 32 กรัมต่อโมลตามลำดับ)
5. แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกสูบ ที่มีลูกสูบเลื่อนได้โดยแก๊สไม่รั่ว เมื่อทำให้ความหนาแน่นของแก๊สเพิ่มจากเดิมเป็นสองเท่า โดยความดันคงที่ อัตราเร็วเฉลี่ยของอนุภาคแก๊สจะต้องเปลี่ยนไปเป็นกึ่งเท่าของค่าเดิม
6. แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกสูบ ถ้าแก๊สจำนวนนี้ถูกทำให้ความดันเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า พบว่าค่าเฉลี่ยของกำลังสองของอัตราเร็วโมเลกุลจะเพิ่มขึ้นเป็น $\frac{4}{3}$ เท่า ความหนาแน่นของแก๊สจะเป็นกึ่งเท่าของความหนาแน่นเดิม

18.4 พลังงานภายในของระบบ

พลังงานภายในระบบคือ ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของโมเลกุลในระบบ ถ้าให้ U เป็นพลังงานภายในของระบบที่ประกอบด้วยแก๊ส N โมเลกุล จะได้

$$U = NE_K = \frac{3}{2}NK_B T$$

กฎอนุรักษ์พลังงาน (กฎข้อที่ 1 ของเทอร์โมไดนามิกส์)

กฎข้อที่ 1 ของเทอร์โมไดนามิกส์ กล่าวไว้ว่า พลังงานความร้อนทั้งหมดที่ให้แก่ระบบจะต้องมีค่าเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เพิ่มขึ้นกับงานที่ทำโดยระบบนั้น สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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

เมื่อ ΔQ แทนพลังงานความร้อนที่ให้แก่ระบบ

ΔU แทนพลังงานภายในระบบที่เพิ่มขึ้น

ΔW แทนงานที่ระบบทำ

ในการเปลี่ยนแปลงของระบบ อาจมีกรณีอื่น ๆ ด้วย ดังนั้นในความสัมพันธ์จากกฎข้อที่ 1 ของเทอร์โมไดนามิกส์ จะต้องคิดเครื่องหมายด้วย ดังนี้

$$\pm \Delta Q = (\pm \Delta U) + (\pm \Delta W)$$

เมื่อ
$$\Delta U = \frac{3}{2} \Delta PV = \frac{3}{2} nR \Delta T = \frac{3}{2} NK_B \Delta T$$

$$\Delta W = P \Delta V = nR \Delta T = NK_B \Delta T$$

หลักการคิดเครื่องหมาย

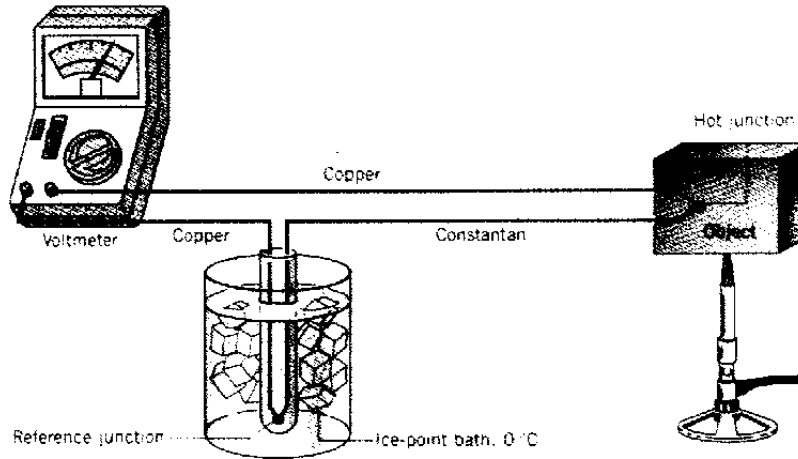
ปริมาณ	ลักษณะ	เครื่องหมาย
ΔQ	พลังงานความร้อนไหลเข้าสู่ระบบ	+
	พลังงานความร้อนไหลออกจากระบบ	-
	ไม่มีพลังงานความร้อนไหลเข้าหรือออกจากระบบ	0
ΔU	พลังงานภายในระบบเพิ่มขึ้น(อุณหภูมิเพิ่มขึ้น)	+
	พลังงานภายในระบบลดลง(อุณหภูมิลดลง)	-
	พลังงานภายในระบบคงตัว(อุณหภูมิคงตัว)	0
ΔW	งานที่ทำโดยระบบ(ปริมาตรเพิ่มขึ้น)	+
	งานที่สิ่งแวดล้อมทำให้ระบบ(ปริมาตรลดลง)	-
	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร	0

แบบฝึกหัด 18.4

1. ถังเก็บเก็บแก๊สไบนหนึ่งมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร ภายในบรรจุแก๊สไว้ ถ้าแก๊สถูกกลืนปริมาณความร้อนเข้าไป 40 จูล และทำให้ความดันเพิ่มขึ้น 30 นิวตันต่อตารางเมตร พลังงานภายในของแก๊สเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด
2. ถังเก็บเก็บแก๊สไบนหนึ่งมีปริมาตร 2 ลูกบาศก์เมตร ภายในบรรจุแก๊สไว้ ถ้าแก๊สถูกกลืนปริมาณความร้อนเข้าไป 60 จูล และทำให้ความดันเพิ่มขึ้น 120 นิวตันต่อตารางเมตร พลังงานภายในของแก๊สเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด
3. ขดลวดความร้อนขนาด 10 วัตต์ อันหนึ่งให้พลังงานความร้อนกับแก๊สอะตอมเดี่ยวจำนวน 1 โมล ซึ่งบรรจุในถังที่ปิดสนิท อยากทราบว่า จะใช้เวลาเท่าใด อุณหภูมิของแก๊สจึงจะเปลี่ยนจาก 27 องศาเซลเซียส ไปเป็น 67 องศาเซลเซียส
4. ขดลวดความร้อนขนาด 100 วัตต์ อันหนึ่งให้พลังงานความร้อนกับแก๊สอะตอมเดี่ยวจำนวน 2 โมล ซึ่งบรรจุในถังที่ปิดสนิท อยากทราบว่า จะใช้เวลาเท่าใด อุณหภูมิของแก๊สจึงจะเปลี่ยนจาก 27 องศาเซลเซียส ไปเป็น 77 องศาเซลเซียส
5. แก๊สฮีเลียม 1 โมล บรรจุอยู่ในคนโทแก้วที่ปิดไว้อย่างดีและถือว่าปริมาตรคงที่ตลอดเวลาเมื่ออุณหภูมิของแก๊สเปลี่ยนจาก 27 องศาเซลเซียส ไปเป็น 67 องศาเซลเซียส จะต้องให้ความร้อนเข้าไปเท่าใด
6. แก๊สฮีเลียม 2 โมล บรรจุอยู่ในคนโทแก้วที่ปิดไว้อย่างดีและถือว่าปริมาตรคงที่ตลอดเวลาเมื่ออุณหภูมิของแก๊สเปลี่ยนจาก 27 องศาเซลเซียส ไปเป็น 77 องศาเซลเซียส จะต้องให้ความร้อนเข้าไปเท่าใด
7. จะต้องให้ความร้อนเท่าใดแก่แก๊สฮีเลียมจำนวน 1 โมล ที่บรรจุอยู่ในกระบอกสูบ แล้วทำให้แก๊สนั้นดันให้ลูกสูบทำงาน 20 จูล และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 เคลวิน
8. เมื่อให้ความร้อน 69.9 จูล แก่แก๊ส 1 โมล ที่บรรจุในกระบอกสูบ แก๊สทำงาน 20 จูล ดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ อุณหภูมิของแก๊สจะเพิ่มขึ้นเท่าใด
9. กระบอกสูบอันหนึ่งบรรจุแก๊สฮีเลียม 2 กิโลโมล และความดันแก๊สเท่ากับ 1.05×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ปรากฏว่า เมื่อให้ความร้อนกับแก๊ส 10^5 จูล ปริมาตรของแก๊สในกระบอกสูบเพิ่มขึ้น 0.4 ลูกบาศก์เมตร โดยที่ความดันแก๊สคงที่ อยากทราบว่า อุณหภูมิของแก๊สจะเพิ่มขึ้นเท่าใด
10. กระบอกสูบอันหนึ่งบรรจุแก๊สฮีเลียม 4 กิโลโมล และความดันแก๊สเท่ากับ 1.0×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ปรากฏว่า เมื่อให้ความร้อนกับแก๊ส 10^6 จูล ปริมาตรของแก๊สในกระบอกสูบเพิ่มขึ้น 0.5 ลูกบาศก์เมตร โดยที่ความดันแก๊สคงที่ อยากทราบว่า อุณหภูมิของแก๊สจะเพิ่มขึ้นเท่าใด
11. ถ้าทำให้แก๊สฮีเลียม 1 โมล ร้อนขึ้นจาก 0 องศาเซลเซียส เป็น 100 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันคงที่ 1.0×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร พลังงานภายในของแก๊สฮีเลียมนี้จะเพิ่มขึ้นเท่าไร
12. ให้ความร้อนจำนวนหนึ่งแก่ฮีเลียมที่บรรจุในกระบอกสูบ เมื่อแก๊สขยายตัวภายใต้กระบวนการความดันคงที่ จงหาว่าแก๊สใช้ความร้อนในการเพิ่มพลังงานภายในร้อยละเท่าใดของปริมาณความร้อนที่ได้รับ

18.5 การประยุกต์(การนำความรู้เกี่ยวกับความร้อนมาใช้ประโยชน์)

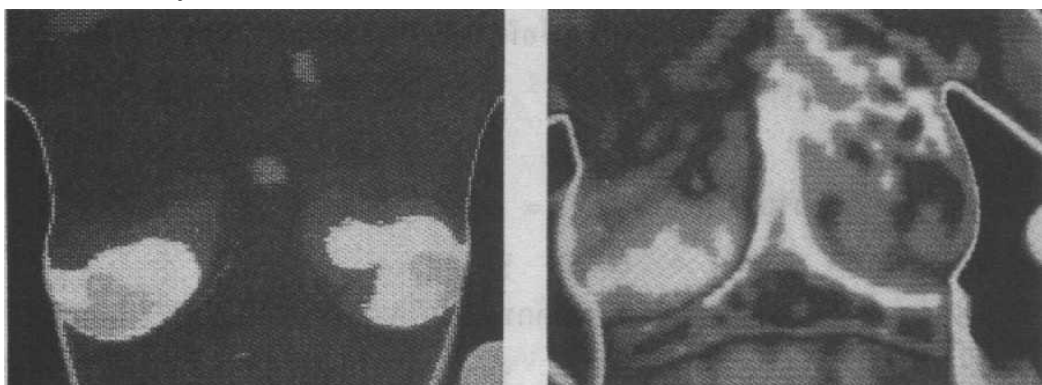
18.5.1 คู่คววความร้อน เป็นแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าโดยนำเอาลวดโลหะต่างชนิดกันมาพันต่อเข้าด้วยกัน แล้วให้ความร้อนที่รอยต่อนั้น จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น



(a)

รูปที่ 18.1 คู่คววความร้อนที่เกิดจากลวดโลหะต่างชนิดกัน

18.5.2 การใช้ความร้อนในการวินิจฉัยโรค วงการแพทย์สามารถตรวจสอบหรือรักษาโรคต่างๆ ได้โดยการใช้กล้องถ่ายภาพต่อเข้ากับจอภาพแล้วยิงรังสีอินฟราเรดไปยังร่างกาย เราภาพของร่างกายเราจะปรากฏที่จอภาพเป็นสีต่างๆ เราเรียกสีต่างๆ นี้ว่ากราฟความร้อน (Thermograph) แพทย์จะใช้แถบสีนี้ในการวินิจฉัยโรค เช่นการตรวจมะเร็งที่หน้าอกคนไข้ โดยใช้กราฟความร้อนดังรูปที่ 18.2

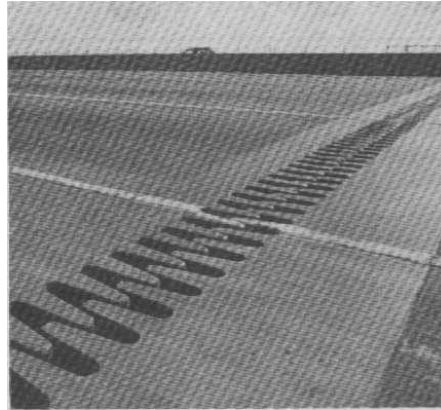


รูปที่ 18.2 สีน้ำเงินในกราฟความร้อนจะแสดงอุณหภูมิที่เย็นที่สุด และสีเหลืองปนขาวจะแสดงอุณหภูมิที่ร้อนที่สุด

รูป (a) แสดงแถบสีบนหน้าอกของคนไข้บนจอภาพ จะเป็นแถบสีฟ้าอมน้ำเงินแสดงว่าอุณหภูมิปกติ

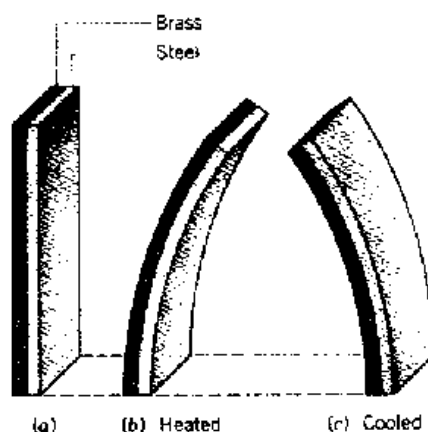
รูป (b) แสดงแถบสีบนหน้าอกของคนไข้ จะเป็นสีเหลืองปนขาว แสดงว่าอุณหภูมิผิดปกติเพราะคนไข้เป็นโรคมะเร็ง

18.5.3 การนำความรู้เรื่องความร้อนมาใช้ในการออกแบบรอยต่อของสะพานหรือถนน การสร้างสะพานหรือถนนคอนกรีตจะต้องทำการเทคอนกรีตทีละช่วง ดังนั้นรอยต่อแต่ละช่วงจะต้องเพื่อการขยายตัวของคอนกรีตจึงมีการเชื่อมรอยต่อด้วยเหล็กและอุดรอยต่อด้วยยางมะตอยดังรูปที่ 18.3 แสดงการเชื่อมเหล็กที่รอยต่อของสะพาน



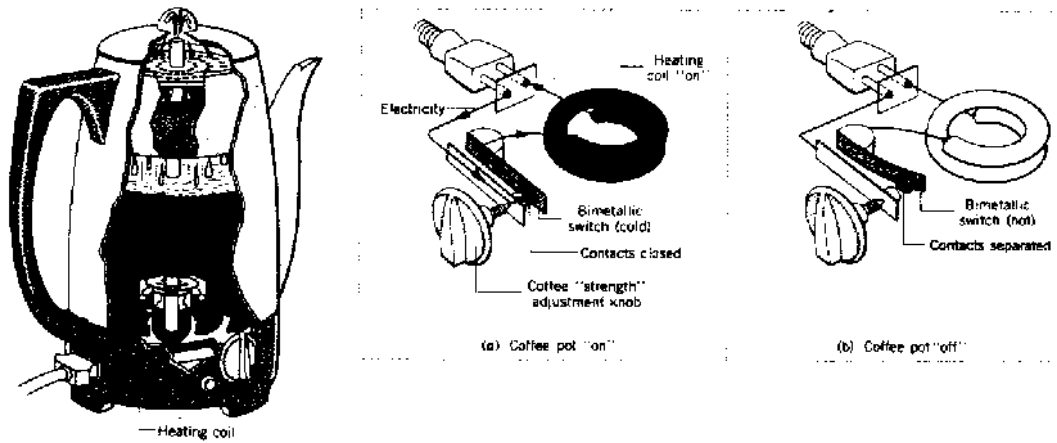
รูปที่ 18.3 รอยต่อของสะพานคอนกรีตจะเชื่อมต่อกันด้วยเหล็ก โดยมรร่องห่างกันเพื่อการขยายตัวของคอนกรีต

18.5.4 ใช้ประโยชน์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในกาน้ำต้มน้ำ เนื่องจากโลหะแต่ละชนิดได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวไม่เท่ากัน ดังนั้นหากนำโลหะต่างชนิดมาประกบกันดังรูปที่ 18.4 (a) และให้ความร้อนแก่มันจะทำให้เกิดการยึดตัวดังรูป (b) และหากเย็นลงจะเกิดการหดตัวดังรูป (c) เราเรียกโลหะดังกล่าวนี้ว่าสารไบเมทัลล์



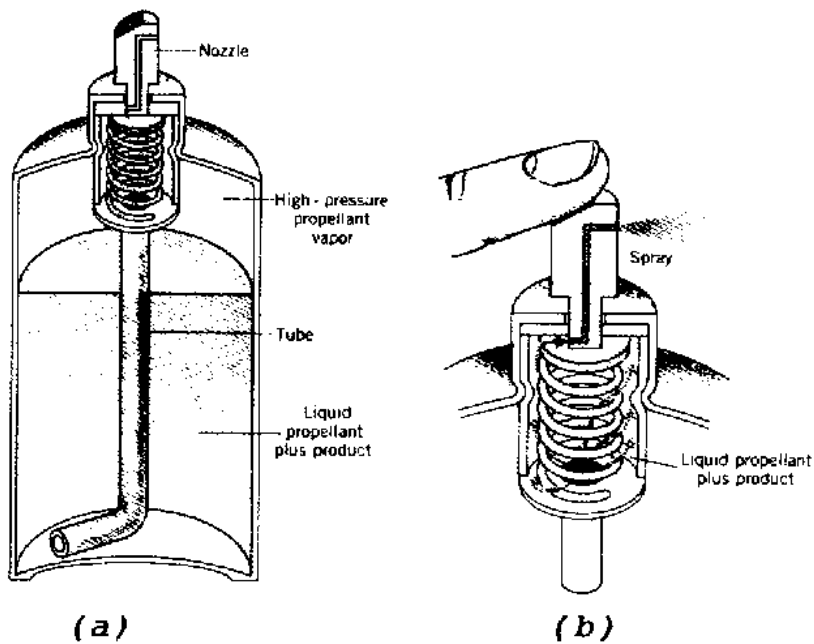
รูปที่ 18.4 แสดงการยึดตัวหรือหดตัวของสารไบเมทัลล์

การต้มน้ำดังรูปที่ 18.5 เมื่อกาน้ำต้มน้ำบรรจุน้ำและอยู่ในสภาพปกติ สารไบเมทัลล์ที่สวิตช์ดังรูป (a) จะทำให้วงจรปิดมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ทำให้ขดลวดร้อนอุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้นกระทั่งน้ำเดือดสารไบเมทัลล์จะเกิดการหดตัวดังรูป (b) ทำให้วงจรเปิดไม่มีกระแสไหล สวิตช์จะปิดเองโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 18.5 แสดงการทำงานของสวิตช์ในกาน้ำต้มน้ำ

18.5.5 อาศัยความดันก๊าซในการออกแบบหัวฉีดสเปรย์



รูปที่ 18.6 แสดงการทำงานของหัวฉีดสเปรย์

ภาชนะดังรูปบรรจุของเหลว และเหนือภาชนะบรรจุก๊าซซึ่งมีความดันสูง สปริงอันหนึ่งอยู่ระหว่างท่อที่จมในของเหลวและหัวฉีดสเปรย์ดังรูป (a) เมื่อออกแรงกดที่หัวฉีดจะทำให้สปริงยุบตัว ก๊าซในภาชนะจะดันของเหลวผ่านท่อไปยังหัวฉีดทำให้ของเหลวผ่านหัวฉีดออกมาเป็นละอองดังรูป (b)

