ความร้อนและแก๊ส

ความร้อนและแก๊ส

A. ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิ/สถานะ

- ความจุความร้อน $\Rightarrow$ ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยน

  - ความจุความร้อน (C) :

    ปริมาณความร้อนที่ทำให้**มวลทั้งหมด** อุณหภูมิสูงขึ้น 1 หน่วย

    $$\Rightarrow \quad C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \Rightarrow \quad \boxed{Q = C\Delta T}$$

  - ความจุความร้อนจำเพาะ (c) :

    ปริมาณความร้อนที่ทำให้**มวล 1 หน่วย** อุณหภูมิสูงขึ้น 1 หน่วย

    $$\Rightarrow \quad c = \frac{Q}{m\Delta T} \quad \Rightarrow \quad \boxed{Q = mc\Delta T}$$

$\boxed{C = mc}$

ความร้อนและแก๊ส

A. ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิ/สถานะ

- ความร้อนแฝง $\Rightarrow$ ทำให้สถานะเปลี่ยน

ความร้อนแฝงจำเพาะ (L) : ปริมาณความร้อนที่ทำให้**มวล 1 หน่วย** เปลี่ยนสถานะ

$$\Rightarrow L = \frac{Q}{m} \Rightarrow \boxed{Q = mL}$$

ความร้อนและแก๊ส

B. สมดุลความร้อน

- ที่สมดุลความร้อน

เย็น

ดูดQ

$T_{ผสม}$

คายQ

ร้อน

$Q_{ลด} = Q_{เพิ่ม}$ หรือ $Q_{ดูด} = Q_{คาย}$

ความร้อนและแก๊ส

C. กฎของแก๊ส

- เมื่อโมลคงที่

Boyle → $P_1V_1 = P_2V_2$

Charles → $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

Gay-Lussac → $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

ความร้อนและแก๊ส

C. กฎของแก๊ส

- เมื่อโมลคงที่หรือไม่คงที่ก็ได้

$$PV = nRT = Nk_BT$$

อุณหภูมิ (K)

$$\text{mol} = n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

มวลสูตร

ความดันสัมบูรณ์ ($P_{เกจ} + P_a$)

เลขอโวกาโด 6.02×10^{23} อนุภาค

ความร้อนและแก๊ส

D. ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส → ใช้แก๊สอุดมคติเป็นตัวศึกษา (Ideal Gas)
- อะตอมเดี่ยว
- เคลื่อนที่แบบสุ่ม (Brownian)
- ชนยืดหยุ่น

- **พลังงานจลน์** (สำหรับแก๊สอุดมคติอะตอมเดียว)

(หรือพลังงานภายใน U)

$$E_{k\text{รวม}} = N\bar{E}_k = N\left(\frac{1}{2}mv_{rms}^2\right) = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}Nk_BT$$

$$\bar{E}_k = \frac{1}{2}mv_{rms}^2 = \frac{3}{2}k_BT$$

- v_{rms} →

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{\Sigma v_i^2}{N}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3k_BT}{m}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

ความร้อนและแก๊ส

E. แก๊สผสม

$$E_{k\text{รวม}} = E_{k1} + E_{k2} + \dots$$

(หลังผสม) (ก่อนผสม)

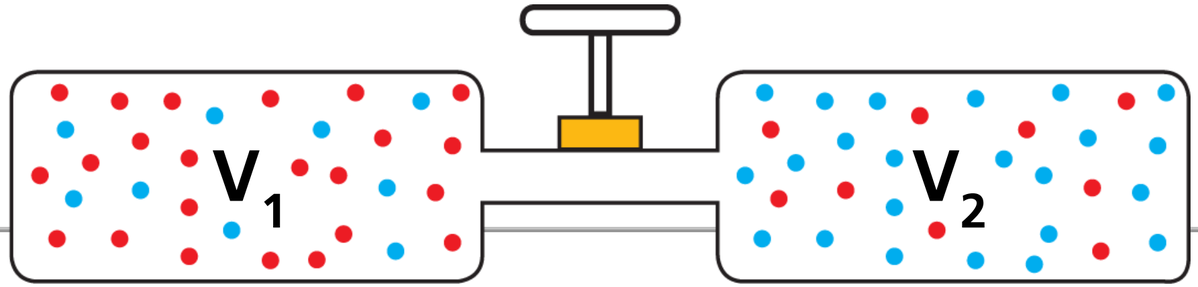
$$E_{k\text{รวม}} = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}PV$$

$$n_{\text{รวม}}T_{\text{รวม}} = n_1T_1 + n_2T_2 + \dots \rightarrow \text{หาอุณหภูมิผสม } (T_{\text{รวม}})$$

$$n_{\text{รวม}} = n_1 + n_2 + \dots$$

$$P_{\text{รวม}}V_{\text{รวม}} = P_1V_1 + P_2V_2 + \dots \rightarrow \text{หาความดันผสม } (P_{\text{รวม}})$$

$$V_{\text{รวม}} = V_1 + V_2 + \dots$$



ความร้อนและแก๊ส

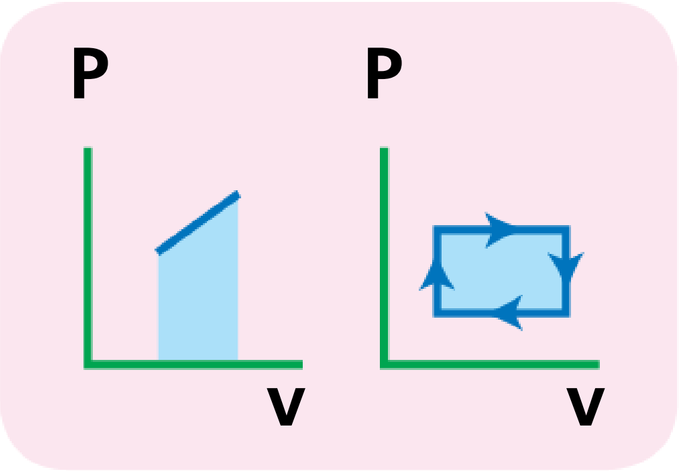
F. กฎเทอร์โมไดนามิกส์ ข้อที่ 1

$$\Delta U = \Delta E_k = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}Nk_B\Delta T = \frac{3}{2}\Delta(PV)$$

$$\Delta W = P\Delta V = \bar{P}\Delta V = \vec{F}\cdot\Delta\vec{S}$$

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

ΔQ		ΔU		ΔW	
+	-	+	-	+	-
ดูด	คาย	แก๊ส	แก๊ส	แก๊ส	แก๊ส
ความร้อน	ความร้อน	ร้อนขึ้น	เย็นลง	ขยายตัว	หดตัว



Exercise

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

1. จงคำนวณหาปริมาณพลังงานความร้อนที่จะทำให้น้ำแข็งจำนวน 10 กิโลกรัม ระเหยกลายเป็นไอน้ำจนหมด กำหนดค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4 กิโลจูลต่อกิโลกรัมเคลวิน ค่าความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง และค่าความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอน้ำเท่ากับ 300 และ 2,200 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

   1. 35.92 เมกะจูล
   2. 29 เมกะจูล
   3. 7 เมกะจูล
   4. 25 เมกะจูล

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

1. (ต่อ)

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

1. จงคำนวณหาปริมาณพลังงานความร้อนที่จะทำให้น้ำแข็งจำนวน 10 กิโลกรัม ระเหยกลายเป็นไอน้ำจนหมด กำหนดค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4 กิโลจูลต่อกิโลกรัมเคลวิน ค่าความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง และค่าความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอน้ำเท่ากับ 300 และ 2,200 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

   1. 35.92 เมกะจูล
   2. 29 เมกะจูล
   3. 7 เมกะจูล
   4. 25 เมกะจูล

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

2. เมื่อใส่ก้อนอะลูมิเนียมมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ลงในน้ำมวล 100 กรัมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสซึ่งอยู่ในภาชนะฉนวนปิดมิดชิด เมื่อถึงสมดุลความร้อน อุณหภูมิของสารทั้งสองมีค่าเป็นเท่าใด [กำหนดให้ความจุจำเพาะของน้ำและอะลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ 4000 จูลต่อ (กิโลกรัมเซลเซียส) และ 1000 จูลต่อ (กิโลกรัมเซลเซียส)] ตามลำดับ

1. 33 องศาเซลเซียส
2. 34 องศาเซลเซียส
3. 35 องศาเซลเซียส
4. 36 องศาเซลเซียส

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

2. (ต่อ)

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

2. เมื่อใส่ก้อนอะลูมิเนียมมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ลงในน้ำมวล 100 กรัมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสซึ่งอยู่ในภาชนะฉนวนปิดมิดชิด เมื่อถึงสมดุลความร้อน อุณหภูมิของสารทั้งสองมีค่าเป็นเท่าใด [กำหนดให้ความจุจำเพาะของน้ำและอะลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ 4000 จูลต่อ (กิโลกรัมเซลเซียส) และ 1000 จูลต่อ (กิโลกรัมเซลเซียส)] ตามลำดับ

1. 33 องศาเซลเซียส
2. 34 องศาเซลเซียส
3. 35 องศาเซลเซียส
4. 36 องศาเซลเซียส

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

3. นำก้อนทองแดงมวล 1 กิโลกรัม ที่ 100 องศาเซลเซียส ใส่ลงในน้ำแข็งมวล 200 กรัม จงหาอุณหภูมิสุดท้ายของการผสมนี้ กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของทองแดงเท่ากับ 0.1 แคลอรี่/กรัม องศาเซลเซียส

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

4. ต่อตัวต้านทาน 10 Ω กับแบตเตอรี่ 12V แล้วจุ่มตัวต้านทานในแคลอรี่มิเตอร์ที่บรรจุน้ำ 48 cm^3 จะใช้เวลานานกี่วินาที อุณหภูมิของน้ำจึงจะเพิ่มขึ้น 2 ℃ ถ้าความจุความร้อนจำเพาะของแคลอรี่มิเตอร์มีค่าน้อยมากแต่ของน้ำมีค่า 4.2 J/g•K และน้ำ 1 cm^3 มีมวล 1 กรัม

   1. 20 วินาที
   2. 24 วินาที
   3. 28 วินาที
   4. 32 วินาที

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

4. (ต่อ)

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

4. ต่อตัวต้านทาน 10 Ω กับแบตเตอรี่ 12V แล้วจุ่มตัวต้านทานในแคลอรี่มิเตอร์ที่บรรจุน้ำ 48 cm^3 จะใช้เวลานานกี่วินาที อุณหภูมิของน้ำจึงจะเพิ่มขึ้น 2 ℃ ถ้าความจุความร้อนจำเพาะของแคลอรี่มิเตอร์มีค่าน้อยมากแต่ของน้ำมีค่า 4.2 J/g•K และน้ำ 1 cm^3 มีมวล 1 กรัม

   1. 20 วินาที
   2. 24 วินาที
   3. 28 วินาที
   4. 32 วินาที

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

5. ฟองอากาศปุดขึ้นมาจากก้นสระ ปริมาตรของฟองอากาศที่ลอยขึ้นไป ณ ตำแหน่งที่ใกล้ผิวน้ำเป็นสองเท่าของปริมาตรฟองอากาศที่ก้นสระ จงหาความลึกของสระ (สมมติให้อุณหภูมิของฟองอากาศคงที่ ความดันบรรยากาศที่ผิวน้ำเป็น P_a และความหนาแน่นของน้ำเป็น ρ)

1. $\frac{2P_a}{\rho g}$
2. $\frac{P_a}{\rho g}$
3. $\frac{2P_a}{3\rho g}$
4. $\frac{P_a}{2\rho g}$

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

5. (ต่อ)

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

5. ฟองอากาศปุดขึ้นมาจากก้นสระ ปริมาตรของฟองอากาศที่ลอยขึ้นไป ณ ตำแหน่งที่ใกล้ผิวน้ำเป็นสองเท่าของปริมาตรฟองอากาศที่ก้นสระ จงหาความลึกของสระ (สมมติให้อุณหภูมิของฟองอากาศคงที่ ความดันบรรยากาศที่ผิวน้ำเป็น P_a และความหนาแน่นของน้ำเป็น ρ)

1. $\frac{2P_a}{\rho g}$
2. $\frac{P_a}{\rho g}$
3. $\frac{2P_a}{3\rho g}$
4. $\frac{P_a}{2\rho g}$

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

6. ลมยางในยางรถยนต์ขณะจอดมีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส และความดัน 240 กิโลพาสคัล หลังจากรถวิ่งไปได้ 1 ชั่วโมง ลมยางมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 20 องศาเซลเซียส ถ้าปริมาตรภายในของยางไม่เปลี่ยนแปลง ความดันภายในรถยนต์เป็นกี่กิโลพาสคัล

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

7. แก๊สออกซิเจน (O_2) บรรจุในภาชนะโดยมวลของแก๊สออกซิเจนเท่ากับ 12.0 กิโลกรัม อ่านความดันเกจที่ภาชนะได้ 9.0 บรรยากาศ ถ้าออกซิเจนรั่วออกจากภาชนะไป คิดเป็นมวลเท่ากับ 3.0 กิโลกรัม จงหาความดันเกจของออกซิเจนที่เหลืออยู่ (ตอบในหน่วยบรรยากาศ ถ้ากำหนดให้ความดันบรรยากาศภายนอกเป็น 1 บรรยากาศและอุณหภูมิของแก๊สคงที่)

1. 7.5 2. 7.0 3. 6.5 4. 6.0

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

7. (ต่อ)

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

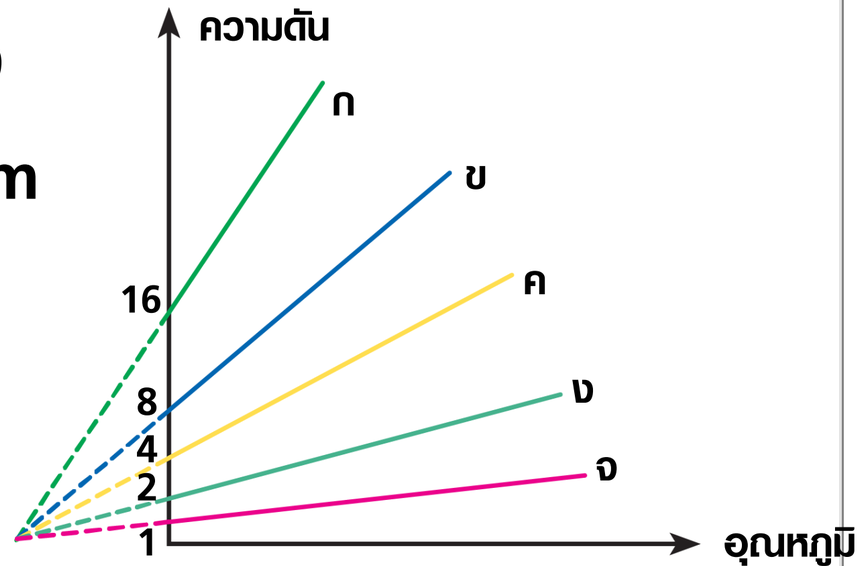
7. แก๊สออกซิเจน (O_2) บรรจุในภาชนะโดยมวลของแก๊สออกซิเจนเท่ากับ 12.0 กิโลกรัม อ่านความดันเกจที่ภาชนะได้ 9.0 บรรยากาศ ถ้าออกซิเจนรั่วออกจากภาชนะไป คิดเป็นมวลเท่ากับ 3.0 กิโลกรัม จงหาความดันเกจของออกซิเจนที่เหลืออยู่ (ตอบในหน่วยบรรยากาศ ถ้ากำหนดให้ความดันบรรยากาศภายนอกเป็น 1 บรรยากาศและอุณหภูมิของแก๊สคงที่)

1. 7.5 2. 7.0 3. 6.5 4. 6.0

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

8. จากรูป กราฟ A แทนความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติมวล m เมื่อปริมาตรคงที่ กราฟเส้นใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติมวล 2 m เมื่อปริมาตรคงที่และเท่าเดิม

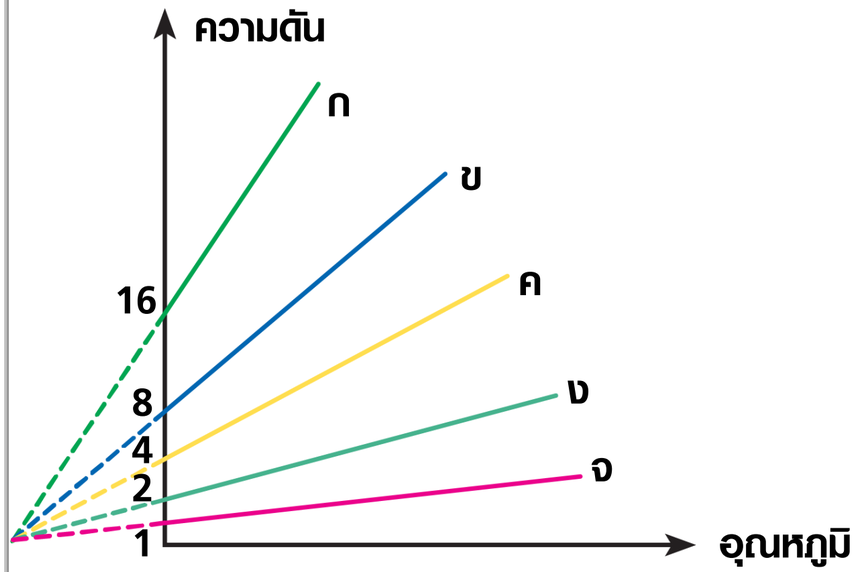


1. กราฟ ก.
2. กราฟ ข.
3. กราฟ ค.
4. กราฟ ง.

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

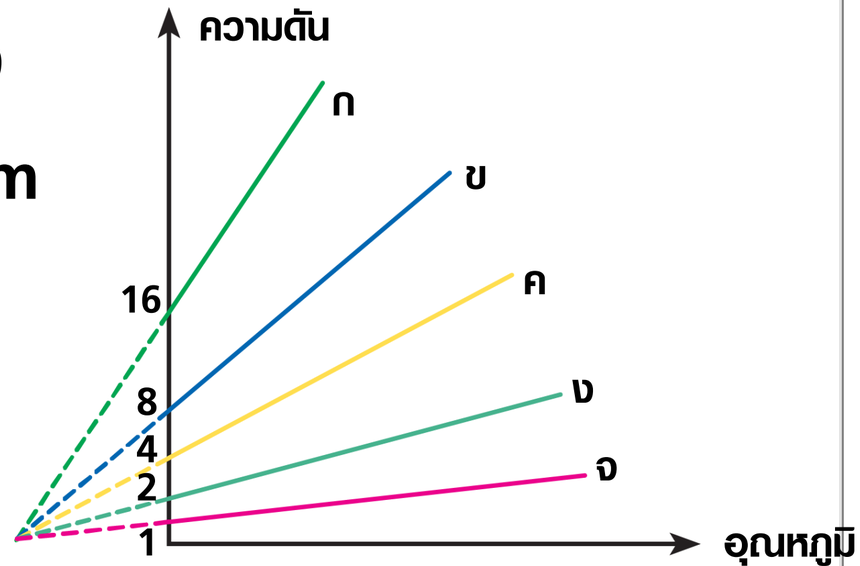
8. (ต่อ)



ความร้อนและแก๊ส

Exercise

8. จากรูป กราฟ A แทนความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติมวล m เมื่อปริมาตรคงที่ กราฟเส้นใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติมวล 2 m เมื่อปริมาตรคงที่และเท่าเดิม



1. กราฟ ก.
2. กราฟ ข.
3. กราฟ ค.
4. กราฟ ง.

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

9. ภาชนะที่เหมือนกันสองใบ A และ B ภายในบรรจุแก๊สอุดมคติชนิดเดียวกัน ปริมาณเท่ากัน โดยมีความดัน P_0 ปริมาตร V_0 อุณหภูมิ T_0 เหมือนกัน ถ้าลดความดันในภาชนะ A ลงครึ่งหนึ่ง แต่เพิ่มปริมาตรเป็นสองเท่า ในขณะที่เพิ่มความดันในภาชนะ B แต่ลดปริมาตรลงครึ่งหนึ่ง ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. $T_A = 0.5T_B = T_0$
2. $T_B = 0.5T_A = T_0$
3. $T_A = T_B = T_0$
4. $T_A = 2T_B = T_0$

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

9. (ต่อ)

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

9. ภาชนะที่เหมือนกันสองใบ A และ B ภายในบรรจุแก๊สอุดมคติชนิดเดียวกัน ปริมาณเท่ากัน โดยมีความดัน P_0 ปริมาตร V_0 อุณหภูมิ T_0 เหมือนกัน ถ้าลดความดันในภาชนะ A ลงครึ่งหนึ่ง แต่เพิ่มปริมาตรเป็นสองเท่า ในขณะที่เพิ่มความดันในภาชนะ B แต่ลดปริมาตรลงครึ่งหนึ่ง ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. $T_A = 0.5T_B = T_0$
2. $T_B = 0.5T_A = T_0$
3. $T_A = T_B = T_0$
4. $T_A = 2T_B = T_0$

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

10. บอลลูนบรรจุแก๊สไฮโดรเจนจำนวน n โมล ที่ความดัน P และปริมาตร V พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สเป็นเท่าใด

1. $\frac{1}{2}PV$
2. $\frac{3}{2}PV$
3. $\frac{3}{2}\frac{PV}{n}$
4. $\frac{3}{2}\frac{PV}{nN_A}$

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

10. บอลลูนบรรจุแก๊สไฮโดรเจนจำนวน n โมล ที่ความดัน P และปริมาตร V พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สเป็นเท่าใด

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

10. บอลลูนบรรจุแก๊สไฮโดรเจนจำนวน n โมล ที่ความดัน P และปริมาตร V พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สเป็นเท่าใด

1. $\frac{1}{2}PV$
2. $\frac{3}{2}PV$
3. $\frac{3}{2}\frac{PV}{n}$
4. $\frac{3}{2}\frac{PV}{nN_A}$

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

11. แก๊สฮีเลียมและแก๊สอาร์กอน มีจำนวนโมลเท่ากัน ที่อุณหภูมิเดียวกัน และความดันเท่ากัน ข้อใดผิด
    1. มีปริมาตรเท่ากัน
    2. มี v_{rms} เท่ากัน
    3. มีพลังงานจลน์รวมเท่ากัน
    4. มีจำนวนอะตอมต่อปริมาตรเท่ากัน
    5. มีพลังงานจลน์เฉลี่ยต่ออะตอมเท่ากัน

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

12. แก๊ส 2 ชนิดที่ประพฤติตัวแบบแก๊สอุดมคติมีความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิเท่ากัน มีปริมาณใดอีกบ้างต่อไปนี้ที่เท่ากัน
    1. มวล
    2. อัตราเร็วเฉลี่ย
    3. พลังงานจลน์รวม
    4. โมเมนตัมเฉลี่ยต่อโมเลกุล
    5. มีมากกว่า 1 ปริมาณที่เท่ากัน

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

13. แก๊สในกระบอกสูบรับความร้อนจากภายนอก 142 จูล ขณะที่แก๊สขยายตัวทำงานต่อระบบภายนอก 160 จูล พลังงานภายในของแก๊สเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด และอุณหภูมิของแก๊สเพิ่มขึ้นหรือลดลง
    1. พลังงานภายในของแก๊สลดลง 18 จูล และอุณหภูมิของแก๊สลดลง
    2. พลังงานภายในของแก๊สเพิ่มขึ้น 18 จูล และอุณหภูมิของแก๊สลดลง
    3. พลังงานภายในของแก๊สลดลง 18 จูล และอุณหภูมิของแก๊สเพิ่มขึ้น
    4. พลังงานภายในของแก๊สเพิ่มขึ้น 18 จูล และอุณหภูมิของแก๊สเพิ่มขึ้น

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

13. แก๊สในกระบอกสูบรับความร้อนจากภายนอก 142 จูล ขณะที่แก๊สขยายตัวทำงานต่อระบบภายนอก 160 จูล พลังงานภายในของแก๊สเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด และอุณหภูมิของแก๊สเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

13. แก๊สในกระบอกสูบรับความร้อนจากภายนอก 142 จูล ขณะที่แก๊สขยายตัวทำงานต่อระบบภายนอก 160 จูล พลังงานภายในของแก๊สเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด และอุณหภูมิของแก๊สเพิ่มขึ้นหรือลดลง
    1. พลังงานภายในของแก๊สลดลง 18 จูล และอุณหภูมิของแก๊สลดลง
    2. พลังงานภายในของแก๊สเพิ่มขึ้น 18 จูล และอุณหภูมิของแก๊สลดลง
    3. พลังงานภายในของแก๊สลดลง 18 จูล และอุณหภูมิของแก๊สเพิ่มขึ้น
    4. พลังงานภายในของแก๊สเพิ่มขึ้น 18 จูล และอุณหภูมิของแก๊สเพิ่มขึ้น

ความร้อนและแก๊ส

Exercise

14. กระบอกสูบบรรจุแก๊สอุดมคติ 2/R โมลที่อุณหภูมิ 300 K ถ้าลูกสูบถูกอัดจนมีปริมาตรเป็น 1 ลิตรและมีความดันเป็น 2×10^5 N/m^2 จงหางานที่กระทำโดยแก๊สในกระบอกสูบ กำหนดให้ไม่มีการถ่ายเทความร้อนระหว่างแก๊สและสิ่งแวดล้อม (R คือ ค่าคงตัวของแก๊ส = 8.31 J/mol·K)