

DẠNG TOÁN: PHẦN ĐỘNG NĂNG – NỘI NĂNG

1. Vận dụng công thức cơ bản

$$\Delta U = Q + A$$

Trong đó:

- $A > 0$: khi vật nhận công (công của ngoại lực tác dụng vào).
- $A < 0$: khi vật sinh công (thực hiện công ra ngoài).
- $Q > 0$: khi vật nhận nhiệt lượng.
- $Q < 0$: khi vật tỏa nhiệt lượng.

Đối với khí lý tưởng đơn nguyên tử:

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T, \quad R = 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

—

Ví dụ 1

Người ta cung cấp nhiệt lượng $Q = 1,5 \text{ J}$ cho chất khí đựng trong xi-lanh nằm ngang. Chất khí nở ra, đẩy pit-tông đi đều một đoạn $s = 5 \text{ cm}$. Biết lực ma sát giữa pit-tông và xi-lanh có độ lớn $F_{ms} = 20 \text{ N}$.

Giải:

Chất khí giãn nở, sinh công chống lại ma sát:

$$A = -F_{ms} \cdot s = -20 \times 0,05 = -1,0 \text{ J}$$

Độ biến thiên nội năng:

$$\Delta U = Q + A = 1,5 - 1,0 = 0,5 \text{ J}$$

Kết luận: Nội năng của khí tăng thêm $0,5 \text{ J}$.

—

Ví dụ 2

Một lượng khí chứa trong xi-lanh có pit-tông di chuyển được. Ở trạng thái cân bằng, áp suất $p = 4,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. Khối khí nhận $Q = 1000 \text{ J}$, giãn nở đẳng áp thêm $\Delta V = 3 \text{ lít}$. Tính ΔU .

Giải:

$$A = -p\Delta V = -4,0 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-3} = -1200 \text{ J}$$

$$\Delta U = Q + A = 1000 - 1200 = -200 \text{ J}$$

Kết luận: Nội năng của khối khí giảm 200 J .

—

Ví dụ 3

Viên đạn chì có khối lượng $m = 50 \text{ g}$, nhiệt dung riêng $c = 0,12 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$, bay với vận tốc $v_1 = 360 \text{ km/h}$, sau khi xuyên qua tấm thép còn $v_2 = 72 \text{ km/h}$. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường.

Giải:

a) Lượng cơ năng giảm bằng lượng nội năng tăng:

$$\begin{aligned}\Delta U &= \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2) \\ &= \frac{1}{2} \times 0,05 \times [(100)^2 - (20)^2] = 240 \text{ J}\end{aligned}$$

b) 60% nội năng trên làm nóng viên đạn:

$$\begin{aligned}Q_{\text{đạn}} &= 0,6 \times 240 = 144 \text{ J} \\ \Delta t &= \frac{Q}{mc} = \frac{144}{0,05 \times 120} = 24^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Kết luận: Đạn nóng lên thêm 24°C .

—

Ví dụ 4

Khí He khối lượng $m = 2,5 \text{ g}$ ở áp suất $p_1 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$, nhiệt độ $t_1 = 31^\circ\text{C}$, được đun nóng đẳng áp và dẫn nở đến thể tích $V_2 = 25 \text{ lít}$. Coi He là khí lý tưởng đơn nguyên tử.

Giải:

Số mol khí:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2,5}{4} = 0,625 \text{ mol}$$

Thể tích ban đầu:

$$V_1 = \frac{nRT_1}{p} = \frac{0,625 \times 8,31 \times (31 + 273)}{2 \times 10^5} = 0,00094 \text{ m}^3 = 0,94 \text{ lít}$$

Công của khí:

$$A = p(V_2 - V_1) = 2 \times 10^5(0,025 - 0,00094) = 4820 \text{ J}$$

Độ biến thiên nội năng:

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

Do $V \propto T$ ở đẳng áp:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{25}{0,94} \approx 26,6$$

$$\Delta T = (26,6 - 1) \times 304 = 7782 \text{ K}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \times 0,625 \times 8,31 \times 7782 = 60,6 \times 10^3 \text{ J}$$

$$Q = A + \Delta U = 65420 \text{ J}$$

Kết luận: $A = 4,82 \text{ kJ}$, $\Delta U = 60,6 \text{ kJ}$, $Q = 65,4 \text{ kJ}$.

—

2. Hiệu suất của động cơ nhiệt

$$H = \frac{A}{Q_1} \times 100\%$$

Ví dụ 1: Một động cơ nhận $Q_1 = 1200 \text{ kJ}$, tỏa $Q_2 = 840 \text{ kJ}$.

$$A = 360 \text{ kJ}, \quad H = 30\%$$

Bài 2: Động cơ A: $H_A = 35\%$, Động cơ B: $H_B = 35\%$. Hai động cơ có hiệu suất bằng nhau.

Bài 3: $H = 28\%$, $A = 3,22 \text{ MJ}$, $q = 46 \text{ MJ/kg}$.

$$Q_1 = 11,5 \text{ MJ}, \quad m = 0,25 \text{ kg}$$

Bài 4: Động cơ Carnot $T_1 = 627^\circ\text{C}$, $H = 40\%$.

$$T_2 = 267^\circ\text{C}$$

Bài 5: Xe máy 110 cm^3 , $v = 50 \text{ km/h}$, tiêu thụ $2,2 \text{ lít/100km}$, $H = 25\%$.

$$Q_1 = 0,704 \text{ MJ/km}, \quad A = 176 \text{ kJ/km}, \quad P \approx 2,44 \text{ kW}$$