

## Chương VIII

# CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

8.1. Trường hợp D.

8.2. Viên thứ nhất, vì toàn bộ động năng chuyển sang nội năng.

8.3. Hỗn hợp khí ở cuối kì nén. Nếu coi các khí như khí lí tưởng thì nội năng của khí chỉ phụ thuộc nhiệt độ. Nhiệt độ của các khí ở cuối kì nén cao hơn nhiệt độ của các khí ở cuối kì thoát.

8.4. 800 W.

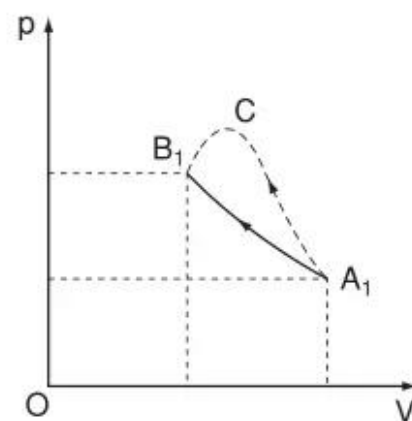
8.5\*.  $\Delta t = \frac{9v^2}{8c}$  ; trong đó c là nhiệt dung riêng của chì.

8.6. 0,11 K.

8.7. 8,15 K.

8.8. 357 m/s.

8.9\*. Theo cách a thì quá trình  $A_1B_1$  là quá trình đẳng nhiệt. Theo cách b thì do nén nhanh khí nóng lên (vì nhiệt toả ra không kịp), đường biểu diễn là đường  $A_1CB_1$  bên trên đường  $A_1B_1$  (Hình 8.1G). Theo cách b công nén lớn hơn vì đường biểu diễn quá trình này nằm trên đường đẳng nhiệt  $A_1B_1$ .



Hình 8.1G

8.10. Dây C.

8.11\*. Cách A.

*Hướng dẫn* : Dùng đồ thị  $p - V$  để biểu thị công của khí trong các cách đã nêu rồi so sánh công ở mỗi cách bằng cách so sánh các diện tích nằm dưới các đường biểu diễn.

**8.12.** Nhiệt lượng cung cấp cho khí trong quá trình đẳng áp, ngoài việc dùng để làm nóng khí còn dùng để khí sinh công khi nở.

**8.13.** 396 kJ. Tính theo công thức :  $A' = p\Delta V$  ;  $\Delta V$  là phân thể tích tăng thêm của không khí trong phòng khi được sưởi nóng đẳng áp. Không khí nóng thoát ra khỏi phòng qua các khe hở.

**8.14\*.**  $3,3 \cdot 10^6$  J ;  $6,1 \cdot 10^6$  J.

*Hướng dẫn :* Phương trình của nguyên lí thứ nhất đối với quá trình đẳng áp là  $Q = \Delta U - A$ . Trước hết, ta phải tính công  $A'$  của khí nở đẳng áp. Đối với trạng thái đầu và cuối của khí, ta viết  $pV_1 = \nu RT_1$  và  $pV_2 = \nu RT_2$ . Trừ hai phương trình cho nhau, ta có  $p(V_2 - V_1) = \nu R(T_2 - T_1)$ . Vế phải cho phép ta tính công của khí nở đẳng áp vì vế trái là biểu thức tính công.

Vậy :  $A' = 800 \cdot 8,31 \cdot 500 = 3\,324\,000$  J.

$A' \approx 3,3 \cdot 10^6$  J. Công này do khí sinh ra.

**8.15\*.** 49 J.

*Hướng dẫn :* Trước hết áp dụng định luật Sác-lơ đối với hai quá trình đẳng tích, ta tìm được  $T^2 = T_2 T_4$ , trong đó  $T$  là nhiệt độ của quá trình đẳng nhiệt.

Muốn tính công mà khí thực hiện trong chu trình, ta tính diện tích hình chữ nhật 1234.

Biểu thức tính công của chu trình là  $A' = R[ T_2 + T_4 - 2(T_2 T_4)^{1/2} ]$  .

Xem thêm hướng dẫn của bài 8.14.

**8.16.** 760 W.

**8.17.** Câu C.

**8.18.** 24% ; 42%.

**8.19.** 113,5 kJ ; 28,4 kJ.

**8.20.** 84 kJ ; 14,1 kJ.

**8.21.** Câu C : vật bằng chì, vì chì có nhiệt dung riêng bé nhất.

**8.22.** Câu C : vật bằng niken, vì niken có khối lượng riêng lớn nhất.

**8.23\*.** – Câu A sai vì nội năng của hệ khí lí tưởng không bao gồm thế năng tương tác giữa các hạt cấu tạo nên hệ.

- Câu B sai vì nhiệt lượng truyền cho hệ còn có thể làm tăng tương tác giữa các hạt cấu tạo nên hệ. Ví dụ ta cấp nhiệt để làm cho hệ chuyển trạng thái. Lúc đó nhiệt độ không tăng mà thế năng tăng vì có sự thay đổi cấu trúc bên trong hệ.
- Câu C đúng. Ví dụ ta nén khí thì ta vừa làm khí nóng lên vừa giảm thể tích khí.
- Câu D sai vì nếu cho khí lí tưởng dẫn vào chân không thì nội năng của hệ không đổi mà thể tích của hệ tăng lên.

**8.24\*.** – Kí hiệu bình có nước ban đầu là X, bình kia là Y.

- Đặt X vào nước nóng, Y vào nước lạnh, nước sẽ chảy từ X sang Y (do khí bị nở ra khi nóng và co lại khi lạnh).
- Chờ đến khi ngừng chảy, đổi chỗ X vào nước lạnh, Y vào nước nóng. Do ống thuỷ tinh ở Y ngắn nên nước không chảy ngược lên được mà chỉ có không khí tràn từ bình Y sang bình X.
- Lại đổi chỗ hai bình, nước lại chảy thêm từ X sang Y.
- Có thể lặp lại nhiều lần để tăng hiệu quả.

# MỘT SỐ BÀI TẬP TỔNG HỢP VỀ CƠ VÀ NHIỆT

1. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$\frac{mv^2}{2} = mgh$$

trong đó  $v$  là vận tốc của quả cầu ở điểm thấp nhất B.

$$h = HB = l - l\cos\alpha$$

$$\text{Từ đó : } v^2 = 2gl(1 - \cos\alpha) \quad (1)$$

Tại vị trí thấp nhất của quả cầu (Hình 1G) :

$$\begin{aligned} T - P &= F_{ht} \\ T &= m\left(g + \frac{v^2}{l}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) ta được :

$$T = mg(3 - 2\cos\alpha) = 2,49 \text{ N}$$

Độ lớn của  $T$  không phụ thuộc giá trị của chiều dài  $l$  của dây.

2. Vì  $m_A = m_B$  và lực ma sát không đáng kể, nên chắc chắn là vật B đi xuống, kéo vật A đi lên. Áp dụng định luật II Niu-ton cho mỗi vật :

$$\text{Vật B : } mg - T = ma$$

$$\text{Vật A : } T - mg\sin\alpha = ma$$

Giải hệ này ta được :

$$a = \frac{1}{2}g(1 - \sin\alpha) \quad (1)$$

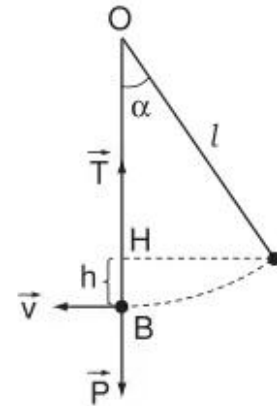
$$T = \frac{1}{2}mg(1 + \sin\alpha) \quad (2)$$

Vậy công suất tức thời của lực căng  $T$  tại thời điểm  $t$  là :

$$\mathcal{P} = Tv = Tat \quad (3)$$

Thay (1) và (2) vào (3) ta được :

$$\mathcal{P} = \frac{1}{4}mg^2t\cos^2\alpha \approx 72 \text{ W}$$



Hình 1G

3. a) Giải bằng phương pháp động lực học

Dựa vào phép phân tích lực và áp dụng định luật II Niu-ơn, ta tính được gia tốc của vật lúc đi lên (chiều dương lấy theo chiều chuyển động) :

$$a_1 = -g(\sin\alpha + \mu_t \cos\alpha)$$

Quãng đường vật đi lên :

$$s = \frac{0 - v_1^2}{2a_1} = \frac{v_1^2}{2g(\sin\alpha + \mu_t \cos\alpha)} \quad (1)$$

Gia tốc của vật lúc đi xuống :

$$a_2 = g(\sin\alpha - \mu_t \cos\alpha)$$

Quãng đường vật đi xuống :

$$s = \frac{v_2^2 - 0}{2a_2} = \frac{v_2^2}{2g(\sin\alpha - \mu_t \cos\alpha)} \quad (2)$$

Giải hệ phương trình (1), (2) với các ẩn  $\mu_t$  và  $s$ , ta được :

$$\mu_t = \frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1^2 + v_2^2} \tan\alpha = 0,28 \quad (3)$$

$$s = \frac{v_1^2 + v_2^2}{4g \sin\alpha}$$

$$\text{Do đó } h = s \cdot \sin\alpha = \frac{v_1^2 + v_2^2}{4g} \approx 0,64 \text{ m.} \quad (4)$$

b) Giải bằng phương pháp năng lượng

Chọn mốc tính thế năng ở A.

Khi vật đi lên, công của lực ma sát bằng độ biến thiên cơ năng :

$$A_{ms} = W_B - W_A, \text{ hay : } -s\mu_t mg \cos\alpha = mgh - \frac{mv_1^2}{2} \quad (5)$$

Khi vật đi xuống, công của lực ma sát cũng bằng độ biến thiên cơ năng :

$$A_{ms} = W'_A - W'_B, \text{ hay : } -s\mu_t mg \cos\alpha = \frac{mv_2^2}{2} - mgh \quad (6)$$

Giải hệ (5), (6), ta cũng đạt được các kết quả như (3), (4).

4\*. Vật chịu tác dụng của trọng lực  $\vec{P}$  và phản lực pháp tuyến  $\vec{N}$  của bán cầu :

$$\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}$$

Khi vật rời bề mặt bán cầu thì  $\vec{N} = \vec{0}$ , do đó

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

Chiếu xuống phương của bán kính BO :

$$mg \cos \alpha = \frac{mv^2}{r}$$

Hình chiếu của  $\vec{a}$  trên phương bán kính là gia tốc hướng tâm. Do đó :

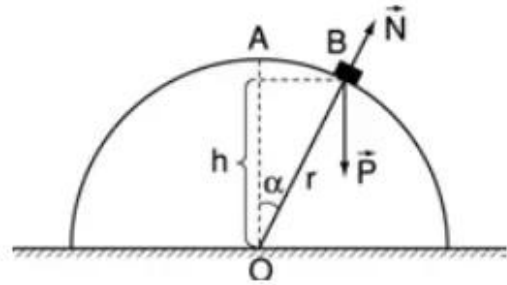
$$v^2 = gr \cos \alpha = gh \quad (1)$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$mgr = mgh + \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

Thay (1) vào (2), ta thu được :

$$h = \frac{2}{3}r$$



Hình 2G

5. Lúc đầu các khí trong bong bóng xà phòng có nhiệt độ cao hơn không khí (hơi thở ra của người có nhiệt độ  $37^{\circ}\text{C}$ ) và lúc đó lực đẩy Ác-si-mét của không khí lớn hơn trọng lượng của bong bóng xà phòng, làm cho bong bóng bay lên.

Sau đó, bong bóng xà phòng giảm nhiệt độ do toả nhiệt lượng ra không khí và thu nhỏ thể tích bong bóng lại nên lực đẩy Ác-si-mét nhỏ dần đi, còn trọng lượng của bong bóng xà phòng thì không đổi. Đến một lúc nào đó thì trọng lượng của bong bóng xà phòng lớn hơn lực đẩy Ác-si-mét, kết quả là vận tốc đi lên của bong bóng giảm dần rồi từ từ rơi xuống.

6. Ở trạng thái không trọng lượng, khối thuỷ ngân (không dính ướt thuỷ tinh) co lại thành dạng hình cầu ; còn khối nước (dính ướt thuỷ tinh) loang ra trên toàn bộ mặt trong của bình chứa.

7. Mỗi giây bếp điện cung cấp cho nước trong ấm một nhiệt lượng là :

$$Q = 0,8.1\ 000 = 800 \text{ J}$$

Nhiệt lượng này làm hoá hơi một lượng nước bằng :

$$m = \frac{Q}{L} = \frac{800}{2,26.10^6} \approx 0,354 \text{ g}$$

Thể tích của lượng hơi nước được tạo ra trong 1 giây là :

$$V = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{p} = \frac{0,354}{18} \cdot \frac{8,31.373}{1,013.10^5} = 0,000595 \text{ m}^3 \approx 0,0006 \text{ m}^3$$

Tốc độ hơi phụt ra là :

$$v = \frac{V}{S} = \frac{0,000595}{0,0001} = 5,95 \text{ m/s}$$

Hơi nước sôi thoát ra ngoài không khí trong quá trình đẳng áp nên ta có thể tính công của hơi nước (tạo ra từ 1g nước) chiếm thể tích V theo công thức :

$$A = p\Delta V = pV = \frac{m}{\mu} RT = \frac{1,8.31.373}{18} \approx 172,2 \text{ J}$$

8\*. Ta tính lực đẩy Ác-si-mét  $F_A$  lên khí cầu. Lực này bằng trọng lượng của thể tích không khí ẩm bị chiếm chỗ.

Bây giờ ta tính khối lượng riêng của không khí ẩm  $\rho'$ , nó bằng khối lượng riêng của không khí khô  $\rho$  cộng với lượng hơi nước có trong 1 m<sup>3</sup> không khí.

Theo công thức  $f = \frac{a}{A} = 0,8$ , vậy  $a = 0,8 A$ .

Theo *Bảng áp suất và khối lượng riêng của hơi nước bão hoà ở nhiệt độ khác nhau* (xem SGK, bài 56) thì  $A = 17,3 \text{ g/m}^3$ .

Vậy :  $a = 0,8.17,3 = 13,84 \text{ g/m}^3$ .

Bây giờ ta tính khối lượng riêng của không khí khô. Từ phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép, ta rút ra :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT} = \frac{10^5.29}{8,31.293} = 1191 \text{ g/m}^3$$

Từ đó  $\rho' = \rho + a = 1191 + 13,84 = 1204,84 \text{ g/m}^3$

$$F_A = (\rho'.64)g = 77,110.9,8 = 755,678 \text{ N}$$

Lực nâng khí cầu là :  $F = (77,110 - 55).9,8 \approx 216,6 \text{ N}$

Độ dãn của dây thép được tính theo công thức của định luật Húc

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta l}{l_0}, \text{ suy ra : } \Delta l = l_0 \frac{1}{E} \frac{F}{S} = 50. \frac{1}{2,1.10^{11}} \cdot \frac{216,6}{2.10^{-6}} \approx 0,025 \text{ m}$$

Vậy  $\Delta l \approx 2,5 \text{ cm}$ .

9. Gọi  $m_1$  và  $m_2$  là khối lượng cục nước đá và lượng hơi nước sôi đưa vào nhiệt lượng kế.

Ta có :  $m_1 + m_2 = 500 \text{ g}$ . Suy ra :  $m_2 = 500 - m_1$

Ta thiết lập phương trình cân bằng nhiệt lượng :

– Nhiệt lượng mà cục nước đá và nước trong nhiệt lượng kế nhận vào là :

$$Q_1 = m_1 c_1' [0 - (-5)] + m_1 \lambda + m_1 c_1'' (25 - 0) + 300 c_2 [25 - (-5)]$$

– Nhiệt lượng mà lượng hơi nước toả ra là :

$$Q_2 = (500 - m_1)L + (500 - m_1) c_1'' (100 - 25)$$

Vì các độ lớn của  $Q_1$  và  $Q_2$  phải bằng nhau, ta có :

$$5m_1 c_1' + m_1 \lambda + 25m_1 c_1'' + 30.300 c_2 = (500 - m_1)L + 75(500 - m_1) c_1''$$

trong đó  $c_1'$  và  $c_1''$  là nhiệt dung riêng của nước đá và nước, còn  $c_2$  là nhiệt dung riêng của nhôm.

Thay các giá trị đã biết vào phương trình trên và giải ra, ta được :

Khối lượng cục nước đá  $m_1 = 423,1$  g.

Khối lượng hơi nước  $m_2 = 500 - 423,1 = 76,9$  g.

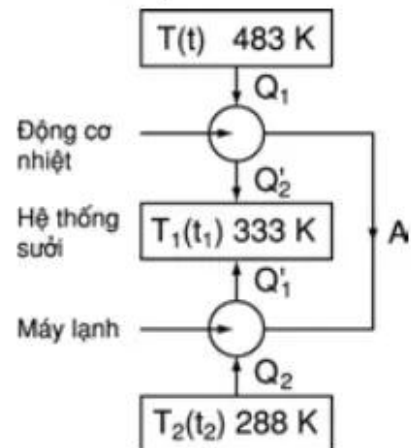
10. Nguyên tắc sưởi ấm động lực được biểu thị ở sơ đồ dưới đây :

$$H_{\max} = \frac{A'}{Q_1} = \frac{T - T_1}{T} \rightarrow A' = Q_1 \frac{T - T_1}{T}$$

$$Q_2' = Q_1 - A' = Q_1 \left( 1 - \frac{T - T_1}{T} \right) = Q_1 \frac{T_1}{T}$$

$$\varepsilon_{\max} = \frac{Q_2}{A} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}, \text{ suy ra :}$$

$$Q_2 = A \left( \frac{T_2}{T_1 - T_2} \right) = Q_1 \frac{(T - T_1) T_2}{T(T_1 - T_2)}$$



Ta viết được như trên là vì  $|A| = |A'| = Q_1 \frac{T - T_1}{T}$  (với  $T > T_1$ ) Hình 3G

Hệ thống sưởi nhận nhiệt lượng :  $Q = Q_2' + Q_1'$

$$Q_1' = A + Q_2 = Q_1 \frac{T - T_1}{T} + Q_1 \frac{(T - T_1) T_2}{T(T_1 - T_2)} = Q_1 \frac{T_1 (T - T_1)}{T(T_1 - T_2)}$$

$$\text{Tóm lại : } Q = Q_2' + Q_1' = Q_1 \frac{T_1}{T} \left( \frac{T - T_2}{T_1 - T_2} \right)$$

$$\text{Áp dụng số : } Q_1 = 6000 \text{ kcal thì } Q = Q_1 \frac{333}{483} \left( \frac{483 - 288}{333 - 288} \right)$$

$$Q \approx 2,98.6000 \approx 18000 \text{ kcal.}$$

Như vậy sưởi ấm động lực lợi hơn nhiều (gấp gần ba lần).