

Chương VI. CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC NỘI NĂNG VÀ SỰ BIẾN ĐỔI NỘI NĂNG

I. Nội năng.

1. Nội năng là gì ?

Nội năng của vật là tổng động năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật.

Nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật :

$$U = f(T, V)$$

2. Độ biến thiên nội năng.

Là phần nội năng tăng thêm hay giảm bớt đi trong một quá trình.

II. Hai cách làm thay đổi nội năng.

1. Thực hiện công.

Ví dụ: - Làm nóng miếng kim loại bằng ma sát

2. Truyền nhiệt.

a. Quá trình truyền nhiệt.

Quá trình làm thay đổi nội năng không có sự thực hiện công gọi là quá trình truyền nhiệt.

Ví dụ: làm nóng miếng kim loại bằng cách nhúng vào nước nóng

b. Nhiệt lượng.

Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình truyền nhiệt là nhiệt lượng.

$$\Delta U = Q$$

Nhiệt lượng mà một lượng chất rắn hoặc lỏng thu vào hay tỏa ra khi nhiệt độ thay đổi được tính theo công thức : $Q = mc\Delta t = mc(t_2 - t_1)$

III: Phương pháp giải bài tập

- Xác định nhiệt lượng tỏa ra

- Xác định nhiệt lượng thu vào

- Theo điều kiện cân bằng nhiệt $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$ Với $Q = mc\Delta t = mc(t_2 - t_1)$

Các Ví Dụ Minh Họa

Câu 1: Người ta thả miếng đồng $m = 0,5\text{kg}$ vào 500g nước. Miếng đồng nguội đi từ 80°C đến 20°C . Hỏi nước đã nhận được một nhiệt lượng bao nhiêu từ đồng và nóng lên thêm bao nhiêu độ? Lấy $C_{\text{cu}} = 380 \text{ J/kg.K}$, $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4190 \text{ J/kg.K}$.

Giải: Nhiệt lượng tỏa ra : $Q_{\text{cu}} = m_{\text{cu}} \cdot C_{\text{cu}} (t_1 - t) = 11400(\text{J})$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}} \Rightarrow Q_{\text{H}_2\text{O}} = 11400 \text{ J}$

Nước nóng lên thêm: $Q_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} \Delta t$

$$\Rightarrow 11400 = 0,5 \cdot 4190 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 5,4^\circ\text{C}$$

Câu 2: Để xác định nhiệt dung riêng của một chất lỏng, người ta đổ chất lỏng đó vào 20g nước ở 100°C . Khi có sự cân bằng nhiệt, nhiệt độ của hỗn hợp nước là $37,5^{\circ}\text{C}$, $m_{\text{hh}} = 140\text{g}$. Biết nhiệt độ ban đầu của nó là 20°C , $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4200 \text{ J/kg.K}$.

Giải: Nhiệt lượng tỏa ra : $Q_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} (t_2 - t) = 5250 \text{ (J)}$

Nhiệt lượng thu vào: $Q_{\text{CL}} = m_{\text{CL}} \cdot C_{\text{CL}}(t - t_1) = 2,1 \cdot C_{\text{CL}} \text{ (J)}$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}} \Rightarrow 5250 = 2,1 \cdot C_{\text{CL}}$
 $\Rightarrow C_{\text{CL}} = 2500 \text{ (J/Kg.K)}$

Câu 3: Một cốc nhôm $m = 100\text{g}$ chứa 300g nước ở nhiệt độ 20°C . Người ta thả vào cốc nước một thìa đồng khối lượng 75g vừa rút ra từ nồi nước sôi 100°C . Xác định nhiệt độ của nước trong cốc khi có sự cân bằng nhiệt. Bỏ qua các hao phí nhiệt ra ngoài. Lấy $C_{\text{Al}} = 880 \text{ J/kg.K}$, $C_{\text{cu}} = 380 \text{ J/kg.K}$, $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4190 \text{ J/kg.K}$.

Giải:

Nhiệt lượng tỏa ra : $Q_{\text{cu}} = m_{\text{cu}} \cdot C_{\text{cu}} (t_2 - t) = 2850 - 28,5t$

Nhiệt lượng thu vào: $Q_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}(t - t_1) = 1257 \cdot t - 25140$

$Q_{\text{Al}} = m_{\text{Al}} \cdot C_{\text{Al}}(t - t_1) = 88 \cdot t - 1760$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$

$\Rightarrow 2850 - 28,5t = 1257 \cdot t - 25140 + 88 \cdot t - 1760 \Rightarrow t = 21,7^{\circ}\text{C}$

Câu 4: Một ấm đun nước bằng nhôm có $m = 350\text{g}$, chứa 2,75kg nước được đun trên bếp. Khi nhận được nhiệt lượng 650KJ thì ấm đạt đến nhiệt độ 60°C . Hỏi nhiệt độ ban đầu của ấm, biết $C_{\text{Al}} = 880 \text{ J/kg.K}$, $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4190 \text{ J/kg.K}$.

Giải :

Nhiệt lượng thu vào: $Q_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}(t - t_1) = 691350 - 11522,5t_1$

$Q_{\text{Al}} = m_{\text{Al}} \cdot C_{\text{Al}}(t - t_1) = 19320 - 322t_1$

Nhiệt lượng ấm nhôm đun nước nhận được : $Q_{\text{H}_2\text{O}} + Q_{\text{Al}} = 650 \cdot 10^3$

$\Rightarrow t = 5,1^{\circ}\text{C}$

Câu 5: Một cái cốc đựng 200cc nước có tổng khối lượng 300g ở nhiệt độ 30°C . Một người đổ thêm vào cốc 100cc nước sôi. Sau khi cân bằng nhiệt thì có nhiệt độ 50°C . Xác định nhiệt dung riêng của chất làm cốc, biết $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4200 \text{ J/kg.K}$, khối lượng riêng của nước là 1kg/lít .

Giải: $1 \text{ cc} = 1\text{ml} = 10^{-6}\text{m}^3$

Khối lượng ban đầu của nước trong cốc: $m_1 = V_1 \cdot \rho_n = 200\text{g}$

Khối lượng cốc: $m = 300 - 200 = 100\text{g}$

Nhiệt lượng do lượng nước thêm vào tỏa ra khi từ 100° đến 50°

$Q_2 = m_2 \cdot C_n (100 - 50)$

Nhiệt lượng do lượng nước trong cốc thu vào để tăng từ 30° đến 50°

$Q' = m_1 \cdot C_n \cdot (50 - 30)$

Nhiệt lượng do cốc thu vào khi tăng từ 30^0 đến 50^0

$$Q_c = m.C_c. (50 - 30)$$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt: $Q_{tỏa} = Q_{thu} \Leftrightarrow Q' + Q_c = Q_2$

$$\Rightarrow m.C_c.(50 - 30) + m_1.C_n.(50 - 30) = m_2.C_n (100 - 50) \Rightarrow C = 2100 \text{ J/Kg.K}$$

Bài Tập Tự Luyện:

Câu 1: Người ta bỏ 1 miếng hợp kim chì và kẽm có khối lượng 50g ở $t = 136^0\text{C}$ vào 1 nhiệt lượng kế có nhiệt dung là 50 J/K chứa 100g nước ở 14^0C . Xác định khối lượng của kẽm và chì trong hợp kim trên, biết nhiệt độ khi cân bằng trong nhiệt lượng kế là 18^0C . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với mt nên ngoài, $C_{Zn} = 377 \text{ J/kg.K}$, $C_{Pb} = 126 \text{ J/Kg.K}$. $C_{H_2O} = 4180 \text{ J/kg}$

Câu 2: Để xác định nhiệt độ của 1 cái lò, người ta đưa vào một miếng sắt $m = 22,3\text{g}$. Khi miếng sắt có nhiệt độ bằng nhiệt độ của lò, người ta lấy ra và thả ngay vào nhiệt lượng kế chứa 450g nước ở 15^0C , nhiệt độ của nước tăng lên tới $22,5^0\text{C}$. Biết $C_{Fe} = 478 \text{ J/kg.K}$, $C_{H_2O} = 4180 \text{ J/kg.K}$, $C_{NLK} = 418 \text{ J/kg.K}$.

a. Xác định nhiệt độ của lò.

b. Trong câu trên người ta đã bỏ qua sự hấp thụ nhiệt lượng kế, thực ra nhiệt lượng kế có $m = 200\text{g}$.

Câu 3: Trộn 3 chất lỏng không tác dụng hoá học lẫn nhau. Biết $m_1 = 1\text{kg}$, $m_2 = 10\text{kg}$, $m_3 = 5\text{kg}$, $t_1 = 6^0\text{C}$, $t_2 = -40^0\text{C}$, $t_3 = 60^0\text{C}$, $C_1 = 2 \text{ KJ/kg.K}$, $C_2 = 4 \text{ KJ/kg.K}$, $C_3 = 2 \text{ KJ/kg.K}$. Tìm nhiệt độ khi cân bằng.

Câu 4: Thả một quả cầu nhôm $m = 0,15\text{kg}$ được đun nóng tới 100^0C vào một cốc nước ở 20^0C . Sau một thời gian nhiệt độ của quả cầu và của nước đều bằng 25^0C . Tính khối lượng nước, coi như chỉ có quả cầu và nước truyền nhiệt cho nhau, $C_{Al} = 880 \text{ J/kg.K}$, $C_{H_2O} = 4200 \text{ J/kg.K}$.

Câu 5: Để xác định nhiệt dung riêng của 1 kim loại, người ta bỏ vào nhiệt lượng kế chứa 500g nước ở nhiệt độ 15^0C một miếng kim loại có $m = 400\text{g}$ được đun nóng tới 100^0C . Nhiệt độ khi có sự cân bằng nhiệt là 20^0C . Tính nhiệt dung riêng của kim loại. Bỏ qua nhiệt lượng làm nóng nhiệt lượng kế và không khí. Lấy $C_{H_2O} = 4190 \text{ J/kg.K}$.

Hướng dẫn giải:

Câu 1: Theo bài ra ta có : $m_{Zn} + m_{Pb} = 50 \text{ g}$

Nhiệt lượng toả ra: $Q_{Zn} = m_{Zn}.C_{Zn}(t_1 - t) = 44486m_{Zn}$

$$Q_{Pb} = m_{Pb}.C_{Pb}(t_1 - t) = 14868m_{Pb}$$

Nhiệt lượng thu vào: $Q_{H_2O} = m_{H_2O}.C_{H_2O}(t - t_2) = 1672 \text{ J}$

$$Q_{NLK} = C' (t - t_2) = 200 \text{ J}$$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{toả} = Q_{thu}$

$$\Rightarrow 39766m_{Zn} + 14868m_{Pb} = 1672 + 200 \Rightarrow m_{Zn} = 0,038\text{kg}, m_{Pb} = 0,012\text{kg}$$

Câu 2:

a. Nhiệt lượng tỏa ra : $Q_{\text{Fe}} = m_{\text{Fe}} \cdot C_{\text{Fe}} (t_2 - t) = 10,7t_2 - 239,8 \text{ (J)}$

Nhiệt lượng thu vào: $Q_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}(t - t_1) = 14107,5 \text{ J}$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$

$$\Rightarrow 10,7t_2 - 239,8 = 14107,5 \Rightarrow t_2 = 1340,9^\circ\text{C}$$

b. Nhiệt lượng do lượng kế thu vào. $Q_{\text{NLK}} = m_{\text{NLK}} \cdot C_{\text{NLK}}(t - t_1) = 627 \text{ J}$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$

$$\Rightarrow t_2 = 1404,8^\circ\text{C}$$

Câu 3:

$$Q_1 = m_1 \cdot C_1 \cdot (t - t_1) = 1.2 \cdot 10^3 (t - 6) = 2.10^3 t - 12.10^3$$

$$Q_2 = m_2 \cdot C_2 \cdot (t - t_2) = 10.4 \cdot 10^3 (t + 40) = 40.10^3 t + 160.10^4$$

$$Q_3 = m_3 \cdot C_3 \cdot (t - t_3) = 5.2 \cdot 10^3 (t - 60) = 10.10^3 t - 60.10^4$$

$$Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$$

$$\Rightarrow 2.10^3 t - 12.10^3 + 40.10^3 t + 160.10^4 + 10.10^3 t - 60.10^4 = 0 \Rightarrow t = -19^\circ\text{C}$$

Câu 4: Nhiệt lượng tỏa ra : $Q_{\text{Al}} = m_{\text{Al}} \cdot C_{\text{Al}} (t_1 - t) = 9900 \text{ J}$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}} \Rightarrow Q_{\text{H}_2\text{O}} = Q_{\text{tỏa}} = 9900 \text{ J}$

$$\Rightarrow 9900 = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}(t - t_2) \Rightarrow 9900 = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 4200 (25 - 20)$$

$$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,47 \text{ kg}$$

Câu 5:

Nhiệt lượng tỏa ra : $Q_{\text{Kl}} = m_{\text{Kl}} \cdot C_{\text{Kl}} (t_2 - t) = 0,4 \cdot C_{\text{Kl}} \cdot (100 - 20) = 32 \cdot C_{\text{Kl}}$

Nhiệt lượng thu vào: $Q_{\text{thu}} = Q_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}(t - t_1) = 10475 \text{ J}$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}} \Rightarrow 32 \cdot C_{\text{Kl}} = 10475$

$$\Rightarrow C_{\text{Kl}} = 327,34 \text{ J/Kg.K}$$

Trắc Nghiệm

Câu 1. Chọn phát biểu đúng?

A. Nội năng của 1 hệ nhất định phải có thể năng tương tác giữa các hạt cấu tạo nên hệ

B. Nhiệt lượng truyền cho hệ chỉ làm tăng tổng động năng của chuyển động nhiệt của các hạt cấu tạo nên hệ

C. Công tác động lên hệ có thể làm thay đổi cả tổng động năng chuyển động nhiệt của các hạt cấu tạo nên hệ và thế năng tương tác giữa chúng

D. Nói chung, nhiệt năng là hàm nhiệt độ và thể tích, vậy trong mọi trường hợp nếu thể tích của hệ đã thay đổi thì nội năng của hệ phải thay đổi

Câu 2. Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về nhiệt lượng?

A. Một vật lúc nào cũng có nội năng do đó lúc nào cũng có nhiệt lượng

B. Đơn vị của nhiệt lượng cũng là đơn vị của nội năng.

C. Nhiệt lượng không phải là nội năng.

D. Nhiệt lượng là phần nội năng vật tăng thêm khi nhận được nội năng từ vật khác.

Câu 3. Nhiệt độ của vật nào tăng lên nhiều nhất khi ta thả rơi từ cùng 1 độ cao xuống đất 4 vật có cùng khối lượng sau:

- A. Vật bằng chì, có nhiệt dung riêng là 120J/kg.K
- B. Vật bằng đồng, có nhiệt dung riêng là 380J/kg.K
- C. Vật bằng gang, có nhiệt dung riêng là 550J/kg.K
- D. Vật bằng nhôm, có nhiệt dung riêng là 880J/kg.K

Câu 4. Phát biểu nào là không đúng khi nói về nội năng?

- A. Nội năng là 1 dạng của năng lượng nên có thể chuyển hóa thành các dạng năng lượng khác.
- B. Nội năng của 1 vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật.
- C. Nội năng chính là nhiệt lượng của vật.
- D. Nội năng của vật có thể tăng lên hoặc giảm xuống.

Câu 5. Nội năng của vật nào tăng lên nhiều nhất khi ta thả rơi từ cùng 1 độ cao xuống đất 4 vật cùng thể tích:

- A. Vật bằng sắt
- B. Vật bằng thiếc
- C. Vật bằng nhôm
- D. Vật bằng niken

Câu 6. Các câu sau đây, câu nào đúng?

- A. Nhiệt lượng là 1 dạng năng lượng có đơn vị là Jun
- B. Một vật có nhiệt độ càng cao thì càng chứa nhiều nhiệt lượng
- C. Trong quá trình chuyển nhiệt và thực hiện công nội năng của vật được bảo toàn.
- D. Trong sự truyền nhiệt không có sự chuyển hóa năng lượng từ dạng này sang dạng khác

Câu 7: Người ta thả miếng đồng có khối lượng 2kg vào 1 lít nước. Miếng đồng nguội đi từ 80°C đến 10°C . Hỏi nước đã nhận được một nhiệt lượng bao nhiêu từ đồng và nóng lên thêm bao nhiêu độ? Lấy $C_{\text{cu}} = 380\text{ J/kg.K}$, $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4200\text{ J/kg.K}$.

- A. $6,333^{\circ}\text{C}$
- B. $6,333\text{K}$
- C. $9,4^{\circ}\text{C}$
- D. $9,4\text{K}$

Câu 8. Một ấm đun nước bằng nhôm có khối lượng 400g , chứa 3 lít nước được đun trên bếp. Khi nhận được nhiệt lượng 740KJ thì ấm đạt đến nhiệt độ 80°C . Hỏi nhiệt độ ban đầu của ấm, biết $C_{\text{Al}} = 880\text{ J/kg.K}$, $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4190\text{ J/kg.K}$.

- A. $8,15^{\circ}\text{C}$
- B. $8,15\text{ K}$
- C. $22,7^{\circ}\text{C}$
- D. $22,7\text{ K}$

Câu 9. Thả một quả cầu nhôm có khối lượng $0,5\text{kg}$ được đun nóng tới 100°C vào một cốc nước ở 20°C . Sau một thời gian nhiệt độ của quả cầu và

của nước đều bằng 35°C . Tính khối lượng nước, coi như chỉ có quả cầu và nước truyền nhiệt cho nhau, $C_{\text{Al}} = 880 \text{ J/kg.K}$, $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4200 \text{ J/kg.K}$.

A. 4,54 kg

B. 5,63kg

C. 0,563kg

D. 0,454 kg

Câu 10. Câu nào sau đây nói về sự truyền nhiệt là không đúng?

A. Nhiệt có thể tự truyền giữa 2 vật có cùng nhiệt độ

B. Nhiệt vẫn có thể truyền từ vật lạnh hơn sang vật nóng hơn

C. Nhiệt không thể tự truyền từ vật lạnh hơn sang vật nóng hơn

D. Nhiệt có thể tự truyền từ vật nóng hơn sang vật lạnh hơn

Câu 11. Nhiệt độ của vật không phụ thuộc vào yếu tố nào sau đây?

A. Khối lượng của vật

B. Vận tốc của các phân tử cấu tạo nên vật

C. Khối lượng của từng phân tử cấu tạo nên vật

D. Cả 3 yếu tố trên

Câu 12. Câu nào sau đây nói về nội năng là đúng?

A. Nội năng là nhiệt lượng

B. Nội năng là 1 dạng năng lượng

C. Nội năng của A lớn hơn nội năng của B thì nhiệt độ của A cũng lớn hơn nhiệt độ của B

D. Nội năng của vật chỉ thay đổi trong quá trình truyền nhiệt, không thay đổi trong quá trình thực hiện công

Đáp án trắc nghiệm

Câu 1. Đáp án C

Câu 2. Đáp án A

Câu 3. Đáp án A

Câu 4. Đáp án C

Câu 5. Đáp án D

Câu 6. Đáp án D

Câu 7. Đáp án A

Nhiệt lượng tỏa ra : $Q_{\text{cu}} = m_{\text{cu}} \cdot C_{\text{cu}} (t_1 - t) = 53200 \text{ (J)}$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{\text{toả}} = Q_{\text{thu}} \Rightarrow Q_{\text{H}_2\text{O}} = 53200 \text{ J}$

Nước nóng lên thêm: $Q_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} \Delta t$

$\Rightarrow 53200 = 2.4200 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 6,333^{\circ}\text{C}$

Câu 8. Đáp án C

Nhiệt lượng thu vào: $Q_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} (t - t_1) = 1005600 - 12570t_1$

$Q_{\text{Al}} = m_{\text{Al}} \cdot C_{\text{Al}} (t - t_1) = 28160 - 352t_1$

Nhiệt lượng ấm nhôm đựng nước nhận được : $Q_{\text{H}_2\text{O}} + Q_{\text{Al}} = 740.10^3$

$\Rightarrow t = 22,7^{\circ}\text{C}$

Câu 9. Đáp án D

Nhiệt lượng tỏa ra : $Q_{Al} = m_{Al} \cdot C_{Al} (t_1 - t) = 28600 \text{ J}$

Theo điều kiện cân bằng nhiệt : $Q_{tỏa} = Q_{thu} \Rightarrow Q_{H_2O} = Q_{tỏa} = 28600 \text{ J}$

$$\Rightarrow 28600 = m_{H_2O} \cdot C_{H_2O} (t - t_2) \Rightarrow 28600 = m_{H_2O} \cdot 4200 (35 - 20)$$

$$\Rightarrow m_{H_2O} = 0,454 \text{ kg}$$

Câu 10. Đáp án A

Câu 11. Đáp án D

Câu 12. Đáp án B

CÁC NGUYÊN LÝ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

I. Nguyên lý I nhiệt động lực học.

1. Nguyên lý

- Cách phát biểu 1: Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng đại số nhiệt lượng và công mà hệ nhận được $\Delta U = Q + A$

- Cách phát biểu 2: Nhiệt lượng truyền cho hệ làm tăng nội năng của hệ và biến thành công mà hệ sinh ra

Vậy $\Delta U = A + Q$

Quy ước dấu :

$\Delta U > 0$: nội năng tăng; $\Delta U < 0$: nội năng giảm.

$A > 0$: hệ nhận công; $A < 0$: hệ thực hiện công.

$Q > 0$: hệ nhận nhiệt; $Q < 0$: hệ truyền nhiệt.

2. Áp dụng nguyên lý 1 nhiệt động lực học cho khí lý tưởng

a. Nội năng của khí lý tưởng: Chỉ bao gồm tổng động năng của chuyển động hỗn loạn của phần tử có trong khí đó $U = f(T)$

b. Công của khí

+ Công khi biến thiên ΔV : $A = P \cdot \Delta V$

+ Công được biểu diễn bằng diện tích hình thang cong

II. Nguyên lý II nhiệt động lực học.

1. Nguyên lý 2:

- Nhiệt không tự động truyền từ một vật sang một vật nóng hơn

- Không thể thực hiện được một động cơ vĩnh cửu loại hai

2. Động cơ nhiệt: Thiết bị biến đổi nhiệt thành công

- Động cơ nhiệt gồm ba bộ phận chính: Ngồn nóng, nguồn lạnh và tác nhân sinh công

- Tác nhân nhận nhiệt lượng Q_1 từ ngồn nóng biến một phần thành công A và toàn nhiệt còn lại Q_2 cho ngồn lạnh: $A = Q_1 - Q_2$

$$\text{- Hiệu suất: } H = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

3. Máy lạnh: Máy lạnh là thiết bị lấy nhiệt từ một vật truyền sang một vật khác nóng hơn nhờ thực hiện công

$$\text{Hiệu suất: } H = \frac{Q_2}{A} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

Ví Dụ Minh Họa

Câu 1: Một động cơ nhiệt mỗi giây nhận từ nguồn nóng nhiệt lượng $3,2 \cdot 10^4 \text{ J}$ đồng thời nhường cho nguồn lạnh $2,8 \cdot 10^4 \text{ J}$. Tính hiệu suất của động cơ.

Giải:

Hiệu suất động cơ:

$$H = \frac{|A|}{Q} = \frac{|Q_1 - Q_2|}{Q} = \frac{3,2 \cdot 10^4 - 2,8 \cdot 10^4}{3,2 \cdot 10^4} = \frac{1}{8} \Rightarrow H = 12,5\%$$

Câu 2: Cho một bình kín có dung tích coi như không đổi chứa 14g N_2 ở áp suất 1atm và $t = 27^\circ\text{C}$. Khí được đun nóng, áp suất tăng gấp 5 lần. Nội năng của khí biến thiên lượng là bao nhiêu?, lấy $C_N = 0,75 \text{ KJ/kg.K}$.

Giải:

Vì dung tích khối đổi nên V không đổi $\Rightarrow A = 0 \Rightarrow \Delta U = Q$

Vì quá trình đẳng tích ta có: $T_2 = 1500\text{K} \Rightarrow Q = m \cdot C \cdot \Delta T = 12432\text{J}$

Câu 3: Khí khi bị nung nóng đã tăng thể tích $0,02\text{m}^3$ và nội năng biến thiên lượng 1280J. Nhiệt lượng đã truyền cho khí là bao nhiêu? Biết quá trình là quá trình đẳng áp ở áp suất $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Giải:

Ta có: $A = p \cdot \Delta V = 2 \cdot 10^5 \cdot 0,02 = 4000 \text{ (J)}$

$$\Rightarrow \Delta U = Q + A \Rightarrow Q = 1280 + 4000 = 5280 \text{ (J)}$$

Câu 4: Diện tích mặt pittông là 150cm^2 nằm cách đáy của xilanh đoạn 30cm, khối lượng khí ở thiết độ 25°C có áp suất 10^5 Pa . Khi nhận được năng lượng do 5g xăng bị đốt cháy tỏa ra, khí giãn nở ở áp suất không đổi, nhiệt độ của nó tăng thêm 50°C .

a. Xác định công do khí thực hiện.

b. Hiệu suất của quá trình giãn khí là bao nhiêu? Biết rằng chỉ có 10% năng lượng của xăng là có ích, năng suất tỏa nhiệt của xăng là $q = 4,4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$.

Coi khí là lý tưởng.

Giải:

$$a. V_1 = S \cdot h = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{Vì quá trình đẳng áp} \Rightarrow V_2 = 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$A = p \cdot (V_2 - V_1) = 10^5 \cdot (5,3 \cdot 10^{-3} - 4,5 \cdot 10^{-3}) = 80 \text{ J}$$

$$b. Q_1 = 10\% \cdot Q = 10\% \cdot q \cdot m = 0,1 \cdot 4,4 \cdot 10^7 \cdot 0,005 = 22 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Hiệu suất của quá trình giãn khí là

$$H = \frac{A}{Q} = \frac{80}{22 \cdot 10^3} = 3,64 \cdot 10^{-3} \Rightarrow H = 0,364\%$$

Câu 5: Người ta cung cấp nhiệt lượng 1,5J cho chất khí đựng trong 1 xilanh đặt nằm ngang. Chất khí nở ra, đẩy pittông đi một đoạn 5cm. Tính độ biến

thiên nội năng của chất khí. Biết lực ma sát giữa pittông và xilanh có độ lớn là 20N.

Giải:

Ta có: $A = -F.s = -20.0,05 = -1J$.

Độ biến thiên nội năng của chất khí: $\Delta U = Q + A = 1,5 - 1 = 0,5 (J)$

Câu 6: Khi truyền nhiệt lượng $6.10^6 J$ cho khí trong một xi lanh hình trụ, khí nở ra đẩy pittông lên làm thể tích tăng thêm $0,50m^3$. Tính độ biến thiên nội năng khí. Biết áp suất khí là $8.10^6 N/m^2$, coi áp suất không đổi trong quá trình thực hiện công.

Giải:

Công chất khí thực hiện: $A = P.\Delta V = 8.10^6.0,5 = 4.10^6 (J)$

Áp dụng nguyên lí I nhiệt động lực học ta có:

$$\Delta U = Q + A = 6.10^6 - 4.10^6 = 2.10^6 (J)$$

Câu 7: Nhiệt độ của nguồn nóng một động cơ là $520^{\circ}C$, của nguồn lạnh là $20^{\circ}C$. Hỏi công mà động cơ thực hiện được khi nhận từ nguồn nóng nhiệt lượng $10^7 J$. Coi động cơ là lí tưởng.

Giải:

Do động cơ là lí tưởng nên hiệu suất là: $H_0 = \frac{A}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

$$\Rightarrow A = Q_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = 10^7 \left(1 - \frac{293}{793} \right) \approx 6,3.10^6 J$$

Câu 8: Nhò truyền nhiệt mà 10g H_2 ở $27^{\circ}C$ giãn nở đẳng áp. Nhiệt độ sau khi giãn là $57^{\circ}C$. Tính công mà khí thực hiện khi giãn.

Giải:

Trạng thái 1: $PV_1 = \frac{m}{M}RT_1$ Trạng thái 2: $PV_2 = \frac{m}{M}RT_2$

Vĩ giãn đẳng áp, công của khí: $A = P(V_2 - V_1) = \frac{m}{M}R(T_2 - T_1)$

$$\Rightarrow A = \frac{10}{2}.8,31(330 - 300) = 1246,5J$$

Bài Tập Tự Luyện:

Câu 1: Một lượng khí ở áp suất $3.10^5 Pa$ có thể tích 8 lít. Sau khi đun nóng đẳng áp khí nở ra và có thể tích 10 lít.

a. Tính công khí thực hiện được.

b. Tính độ biến thiên nội năng của khí, biết trong khi đun nóng khí nhận được nhiệt lượng 1000J.

Câu 2: Một động cơ của xe máy có hiệu suất là 20%. Sau một giờ hoạt động tiêu thụ hết 1kg xăng có năng suất tỏa nhiệt là $46 \cdot 10^6 \text{J/kg}$. Công suất của động cơ xe máy là bao nhiêu?

Câu 3: Người ta cung cấp nhiệt lượng 1,5J cho chất khí đựng trong xilanh đặt nằm ngang. Chất khí nở ra, đẩy pittông đi đoạn 5cm. Tính độ biến thiên nội năng của chất khí. Biết lực ma sát giữa pittông và xilanh có độ lớn 20N.

Câu 4: Một lượng khí ở áp suất $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ và thể tích $V_1 = 8\text{l}$. Sau khi đun nóng đẳng áp, khối khí nở ra và có thể tích $V_2 = 10\text{l}$.

a, Tính công mà khối khí thực hiện được.

b, Tính độ biến thiên nội năng của khối khí. Biết rằng trong khi đun nóng, khối khí nhận được nhiệt lượng 1000J.

Câu 5: Người ta cung cấp một nhiệt lượng $Q = 10\text{J}$ cho một chất khí ở trong một xi lanh đặt nằm ngang. Khối khí giãn nở đẩy pittông đi 0,1m và lực ma sát giữa pittông và xi lanh có độ lớn bằng $F_{\text{ms}} = 20\text{N}$. Bỏ qua áp suất bên ngoài.

a. Tính công mà chất khí thực hiện để thắng lực ma sát.

b. Nội năng của chất khí tăng hay giảm bao nhiêu?

Câu 6: Xác định hiệu suất của động cơ nhiệt biến động cơ thực hiện công 350J khi nhận được từ nguồn nhiệt 1kJ. Nếu nguồn nóng có nhiệt độ 227°C thì nguồn lạnh có nhiệt độ cao nhất là bao nhiêu?

Câu 7: Để giữ nhiệt độ trong phòng ở 20°C , người ta dùng một máy máy điều hòa không khí mỗi giờ tiêu thụ công bằng $5 \cdot 10^6 \text{J}$. Tính nhiệt lượng lấy đi từ không khí trong phòng trong mỗi giờ, biết rằng hiệu suất của máy lạnh là $\varepsilon = 4$.

Câu 8 : Tính hiệu suất lí tưởng của một động cơ nhiệt biết rằng nhiệt độ của luồng khí nóng khi vào tua bin của động cơ là 500°C , và khi ra khỏi tua bin là 50°C .

Câu 9: Xác định hiệu suất của một động cơ thực hiện công 500J khi nhận được từ nguồn nóng nhiệt lượng là 1000J. Nếu nguồn nóng có nhiệt độ 300°C thì nguồn lạnh có nhiệt độ cao nhất bao nhiêu?

Hướng dẫn giải:

Câu 1:

a. Ta có $V_1 = 8(1) = 8 \cdot 10^{-3} (\text{m}^{-3})$; $V_2 = 10(1) = 10 \cdot 10^{-3} (\text{m}^{-3})$

Công khí thực hiện được $A = p \cdot \Delta V = 3 \cdot 10^5 \cdot (10 \cdot 10^{-3} - 8 \cdot 10^{-3}) = 600 (\text{J})$

b. Độ biến thiên nội năng của khí : $\Delta U = Q + A = 1000 - 600 = 400 (\text{J})$

Câu 2: Khi 1 kg xăng cháy hết sẽ tỏa ra nhiệt lượng: $Q = m \cdot q = 46 \cdot 10^6 (\text{J})$.

$$H = \frac{|A|}{Q} = 0,2 \Rightarrow |A| = 0,2.Q = 0,2.46.10^6 = 92.10^5 (J)$$

Công suất của động cơ xe máy là: $P = \frac{A}{t} = \frac{92.10^5}{3600} = 2555,556 (W)$

Câu 3:

$$A = -F_c \cdot s = -20.0,05 = -1 (J) \Rightarrow \Delta U = Q + A = 1,5 - 1 = 0,5 (J)$$

Câu 4:

a. Áp dụng công thức: $A = p(V_2 - V_1) = 3.10^5(10 - 8).10^{-3} = 600J$

b. Áp dụng công thức: $\Delta U = Q - A = 1000 - 600 = 400J$

Nội năng của chất khí tăng thêm 400J.

Câu 5:

a. Áp dụng công thức: $A = F_{ms} \cdot l = 20.01 = 2J$

b. Áp dụng công thức: $\Delta U = Q - A = 10 - 2 = 8J$

Nội năng của chất khí tăng thêm 8J.

Câu 6: Hiệu suất $H = \frac{A}{Q_1} = \frac{350}{1000} = 0,35 = 35\%$

Nhiệt độ của nguồn lạnh: $H \leq 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 \leq T_1(1 - H)$

$$\Rightarrow T_2 \leq 500(1 - 0,35) \Rightarrow T_2 \leq 325^0 K$$

Vậy nhiệt độ cao nhất của nguồn lạnh là $325^0 K$ hay $t = 52^0 C$.

Câu 7: Hiệu suất của một máy làm lạnh: $\varepsilon = \frac{Q_2}{A} = 4$

Vậy nhiệt lượng lấy đi trong phòng 1 giờ là: $Q_2 = \varepsilon \cdot A = 4 \cdot A = 4.5.10^6 J$
 $\Rightarrow Q_2 = 20.10^6 (J)$

Câu 8:

Hiệu suất lí tưởng của động cơ nhiệt:

$$H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{323}{773} \approx 0,58 = 58\%$$

Câu 9:

Hiệu suất của động cơ nhiệt: $H = \frac{A}{Q} = \frac{500}{1000} = 0,5 = 50\%$

Nhiệt độ của nguồn lạnh: $H = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

$$\Rightarrow T_2 \leq T_1 - H.T_1 = 573 - 286,5 = 286,5 K$$

Nhiệt độ cao nhất của nguồn lạnh: $T_{2\max} = 286,5 K = 13,5^0 C$

Trắc Nghiệm

Câu 1. Ta có $\Delta U = Q + A$, Với ΔU là độ tăng nội năng, Q là nhiệt lượng vật nhận được, A là công vật nhận được. Hỏi khi vật thực hiện 1 quá trình đẳng áp thì điều nào sau đây là không đúng?

- A. Q phải bằng 0
- B. A phải bằng 0
- C. ΔU phải bằng 0
- D. Cả Q, A và ΔU đều phải khác 0

Câu 2. Biểu thức nào sau đây diễn tả quá trình nung nóng khí trong bình kín?

- A. $\Delta U = Q$
- B. $\Delta U = A$
- C. $\Delta U = A + Q$
- D. $\Delta U = 0$

Câu 3. Khí bị nung nóng đã tăng thể tích $0,02m^3$ và nội năng biến thiên là 1280J. Nhiệt lượng đã truyền cho khí là bao nhiêu? Biết quá trình đẳng áp ở áp suất $2.10^5 Pa$.

- A. 4000J
- B. 5280J
- C. 2720J
- D. 4630J

Câu 4. Biểu thức nào sau đây phù hợp với quá trình làm lạnh khí đẳng tích:

- A. $\Delta U = Q$ với $Q < 0$
- B. $\Delta U = Q$ với $Q > 0$
- C. $\Delta U = A$ với $A < 0$
- D. $\Delta U = A$ với $A > 0$

Câu 5. Khí thực hiện công trong quá trình nào sau đây?

- A. Nhiệt lượng mà khí nhận được lớn hơn độ tăng nội năng của khí
- B. Nhiệt lượng mà khí nhận được nhỏ hơn độ tăng nội năng của khí
- C. Nhiệt lượng mà khí nhận được bằng độ tăng nội năng của khí
- D. Nhiệt lượng mà khí nhận được có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn nhưng không thể bằng độ tăng nội năng của khí

Câu 6. Khi cung cấp nhiệt lượng 1J cho khí trong xilanh đặt nằm ngang, khí nở ra đẩy pitong di chuyển 2cm. Cho hệ ma sát giữa pitong và xilanh là 20N. Độ biến thiên nội năng của khí là?

- A. 0,4J
- B. -0,4
- C. 0,6
- D. -0,6J

** Một mol khí lí tưởng ở 300K được nung nóng đẳng áp đến nhiệt độ 350K, nhiệt lượng đã cung cấp cho quá trình này là 1000J. Sau đó khí được làm lạnh đẳng tích đến nhiệt độ ban đầu và cuối cùng nén đẳng nhiệt để đưa về trạng thái đầu. Dùng các thông tin này để trả lời câu 7; 8; 9; 10*

Câu 7. Công khí thực hiện trong quá trình đẳng áp là?

- A. 415,5J
- B. 41,55J
- C. 249,3J
- D. 290J

Câu 8. Độ biến thiên nội năng trong quá trình đẳng áp?

- A. -584,5J
- B. 1415,5J

C.584,5J

D.58,45J

Câu 9. Độ biến thiên nội năng trong quá trình đẳng tích là?

A.-584,5J

B.-58,45J

C.584,5J

D.58,45J

Câu 10. . Quá trình đẳng tích nhận hay tỏa ra 1 nhiệt lượng bao nhiêu?

A. Tỏa ra 584,5J

B. Tỏa ra 58,45J

C. Nhận vào 584,5J

D.Nhận vào 58,45J

Câu 11. Không khí nén đẳng áp từ 25lít đến 17 lít. Áp suất ban đầu là $8,5.10^5 N / m^2$.Tính công trong quá trình này.

A.6,8J

B.68J

C.6800J

D. 68.10^5 J

Câu 12. Biểu thức nào sau đây phù hợp với quá trình nén khí đẳng nhiệt?

A. $0=Q+A$ với $A>0$

B. $Q+A=0$ với $A<0$

C. $\Delta U = Q + A$ Với $\Delta U > 0; Q < 0; A > 0$

D. $\Delta U = A + Q$ với $A>0; Q<0$

**Động cơ nhiệt lí tưởng làm việc giữa 2 nguồn nhiệt $27^0 C$ và $127^0 C$. Nhiệt lượng nhận được của nguồn nóng trong 1 chu trình là 2400J. Dùng thông tin này để trả lời câu hỏi 13; 14; 15.*

Câu 13. Hiệu suất của động cơ nhiệt này là?

A. 25%

B.28%

C. 35%

D. 40%.

Câu 14. Công thực hiện trong 1 chu trình là?

A. 792J

B.600J

C.396J

D.317,5J

Câu 15. Nhiệt lượng động cơ truyền cho nguồn lạnh trong 1 chu trình là?

A. 1800J

B. 792J

C.600J

D.396J

Câu 16.Hệ thức nào sau đây phù hợp với quá trình làm lạnh đẳng tích?

A. $\Delta U = Q$ với $Q>0$

B. $\Delta U = A$ với $A<0$

C. $\Delta U = A$ với $A<0$

D. $\Delta U = Q$ với $Q<0$

Câu 17. Hệ thức $\Delta U = Q$ là hệ thức của nguyên lí I NĐLN

A. Áp dụng cho quá trình đẳng nhiệt

B. Áp dụng cho quá trình đẳng áp

C. Áp dụng cho quá trình đẳng tích

D. Áp dụng cho cả 3 quá trình trên

Câu 18. Hệ thức nào sau đây phù hợp với quá trình nén khí đẳng nhiệt

A. $Q+A=0$ với $A<0$

B. $\Delta U = Q + A$ với $\Delta U > 0$; $Q<0$; $A>0$

C. $Q+A=0$ Với $A>0$

D. $\Delta U = A + Q$ Với $A>0$; $Q<0$

Đáp án trắc nghiệm

Câu 1. Đáp án D

Câu 2. Đáp án A

Câu 3. Đáp án B.

Công của khí thực hiện: $A = p.\Delta V = 4000J$; $Q = A + \Delta U = 5280J$

Câu 4. Đáp án A

Câu 5. Đáp án A

Câu 6. Đáp án C.

Công khí thực hiện: $A=F.l=0,4J$; Nguyên lí I: $\Delta U = Q - A = 1 - 0,4 = 0,6(J)$

Câu 7. Đáp án A.

$$A = p.\Delta V = R \Delta T = R(T_2 - T_1) = 415,5J$$

Câu 8. Đáp án C.

$$\Delta U = Q - A = 584,5J$$

Câu 9. Đáp án A.

Do $T_3 = T_1$ nên độ biến thiên nội năng của quá trình đẳng tích bằng đẳng áp nhưng trái dấu: $\Delta U' = -\Delta U = -584,5J$

Câu 10. Đáp án A.

Quá trình đẳng tích: $Q = \Delta U = -584,5J < 0$: Tỏa ra

Câu 11. Đáp án C

$$|A| = p|V_2 - V_1| = 8,5|17 - 25|.10^{-3} = 6800$$

Câu 12. Đáp án A

Câu 13. Đáp án A.

$$\text{Ta có. } H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 0,25$$

Câu 14. Đáp án B.

$$\text{Ta có } A = H.Q_1 = 600J$$

Câu 15. Đáp án A :

$$Q_2 = Q_1 - A = 1800J$$

Câu 16. Đáp án D

Câu 17. Đáp án C

Câu 18. Đáp án C

