

Để nghiên cứu chuyển động nhiệt người ta dùng 2 phương pháp:

- Phương pháp thống kê: Ứng dụng trong vật lý phân tử dựa trên cấu tạo phân tử các chất dùng ff thống kê phân tích các quá trình xảy ra trong nó để tìm quy luật chung của cả tập hợp phân tử và giải thích các tính chất của vật, hiểu sâu sắc bản chất hiện tượng. (phức tạp)
- Phương pháp nhiệt động: Ứng dụng trong nhiệt động học nghiên cứu điều kiện chuyển hóa năng lượng về mặt định lượng. (đơn giản)

Chương I: Động học phân tử khí.

I.1. Khái niệm cơ bản:

1. Thông số trạng thái: 1 số đại lượng vật lý đặc trưng của trạng thái. Thông số trạng thái khí lý tưởng là p, V, T

2. Áp suất: $p = \frac{F}{\Delta S}$ (N/m²): Lực nén vuông góc lên 1 đơn vị diện tích thành bình.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2.$$

$$1 \text{ at} = 736 \text{ mmHg} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2.$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 10,13 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2.$$

3. Nhiệt độ: đặc trưng cho mức độ chuyển động hỗn loạn các phân tử của các vật.

$$t \text{ } ^\circ\text{C}, t \text{ } ^\circ\text{F}, T \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$T \text{ } ^\circ\text{K} = t \text{ } ^\circ\text{C} + 273.$$

4. Phương trình trạng thái khí lý tưởng: $pV = \frac{m}{\mu} RT$

$$p \text{ (N/m}^2\text{)}, V \text{ (m}^3\text{)}, m \text{ (Kg)}, \mu \text{ (Kg): khối lượng 1 Kmol, } m/\mu \text{: số Kmol, } T \text{ (} ^\circ\text{K)}, R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ (J/Kmol.} ^\circ\text{K)}$$

$$p \text{ (at)}, V \text{ (m}^3\text{)}, m \text{ (Kg)}, \mu \text{ (Kg): khối lượng 1 Kmol, } m/\mu \text{: số Kmol, } T \text{ (} ^\circ\text{K)}, R = 0,0848 \text{ (m}^3\text{.at/Kmol.} ^\circ\text{K)}$$

I.2. Động học phân tử khí và phương trình cơ bản của động học phân tử (P252, P130)

1. Thuyết động học phân tử khí lý tưởng: Dựa vào các điều kiện thực nghiệm, người ta đã xây dựng thuyết động học phân tử gồm các giả thuyết sau:

a/ Các chất khí có cấu tạo gián đoạn, gồm rất nhiều phân tử khí.

b/ Các phân tử chất khí chuyển động hỗn loạn không ngừng. Khi chuyển động chúng va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình.

c/ Cường độ chuyển động phân tử biểu hiện ở nhiệt độ. Khi nhiệt độ càng cao thì chuyển động của phân tử càng mạnh. Nhiệt độ tuyệt đối tỷ lệ với động năng trung bình của phân tử khí.

d/ Kích thước của các phân tử coi như rất nhỏ so với khoảng cách của chúng nên một số trường hợp ta bỏ qua kích thước của phân tử, coi như là 1 chất điểm.

e/ Các phân tử không tương tác với nhau, trừ lúc va chạm. Sự va chạm giữa các phân tử và phân tử với thành bình tuân theo qui luật va chạm hoàn toàn đàn hồi (động lượng và động năng được bảo toàn)

2. Phương trình cơ bản của động học phân tử khí lý tưởng (P164-166, P131-133)

Xét phân tử khí đơn nguyên tử va chạm vào thành bình:

$$m\vec{g} = m\vec{g}'$$

$$\Delta \vec{p} = m\vec{g}' - m\vec{g} \Rightarrow \text{Chiều lên phương x: } -m\vec{g} - m\vec{g} = -2m\vec{g} = F \cdot \Delta t \dots \Rightarrow$$

$$\text{Áp suất trên thành bình: } P = \frac{2}{3} n_0 \overline{W_d}$$

$$n_0 \text{: mật độ phân tử khí: } n_0 = \frac{n}{V} = \frac{N_0}{V} \text{ (số phân tử khí có trong 1 đơn vị thể tích)}$$

$$\overline{W_d} = \frac{1}{2} m\vec{g}^2 \text{: động năng tịnh tiến trung bình}$$

3. Hệ quả:

a/ Động năng tịnh tiến trung bình:

$$\overline{W_d} = \frac{1}{2} m\vec{g}^2 = \frac{3}{2} K_B \cdot T \quad K_B \text{: hằng số Boltzman} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/} ^\circ\text{K}, N_0 = 6,023 \cdot 10^{26} \text{ pt khí (Kmol)}$$

b/ Vận tốc trung bình căn quân phương: $\sqrt{g^2} = \sqrt{\frac{3R.T}{\mu}}$

c/ Mật độ phân tử khí: $n_0 = \frac{P}{K_B.T}$

1.3 Nội năng phân tử khí:

1. Bậc tự do của phân tử khí:

Bậc tự do của 1 hệ cơ học là số tọa độ độc lập và cần thiết để xác định vị trí của hệ trong không gian.

a/ Đối với phân tử khí đơn nguyên tử: 3 bậc tự do tịnh tiến $\Rightarrow i = 3$

b/ Phân tử lưỡng nguyên tử ($O_2, H_2 \dots$): 3 bậc tự do tịnh tiến, 2 bậc tự do quay $\Rightarrow i = 5$.

c/ Phân tử đa nguyên tử: 3 bậc tự do tịnh tiến, 3 bậc tự do quay $\Rightarrow i = 6$

2. Định luật phân bố đều năng lượng theo bậc tự do:

Do tính chất chuyển động hỗn loạn các phân tử khí nên không có 1 phương trình nào hoặc 1 dạng nào ưu tiên hơn. Maxwell phát biểu định luật sau:

“Động năng trung bình của phân tử khí được phân bố đều cho các bậc tự do của phân tử khí”

$$\overline{W_d} = \frac{3}{2} K_B.T$$

3. Nội năng:

Nội năng khí lý tưởng là phần năng lượng ứng với chuyển động bên trong của 1 vật. Nội năng khí lý tưởng là tổng động năng của các phân tử của hệ.

- Động năng 1 phân tử khí: $\overline{W_d} = \frac{i}{2} K_B.T$

- Nội năng của 1 Kmol khí lý tưởng: $U_0 = N_0 \overline{W_d} = N_0 \frac{i}{2} K_B.T = \frac{i}{2} R.T$

- Nội năng của m (Kg) hay m/μ (Kmol) khí

$$U = \frac{m}{\mu} U_0 = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R.T = \frac{i}{2} pV$$

Lưu ý: Nội năng là hàm của trạng thái và có mang tính chất cộng.

Chương II: Nguyên lý I nhiệt động học.

II.1. Công và nhiệt:

1. Công: là 1 hàm của quá trình (phụ thuộc vào quá trình giữa 2 trạng thái)

Công là dạng truyền năng lượng làm tăng mức độ chuyển động có trật tự của khối khí.

$$\partial A = -p.\partial V \quad \partial A = F.dS = pS.dl = p.\partial V$$

$$\Rightarrow A_{12} = \int_1^2 \partial A = - \int_1^2 p.dV$$

$A < 0$: cung cấp công. $A > 0$: nhận công.

2. Nhiệt: là dạng truyền năng lượng tương tác giữa các phân tử chuyển động hỗn loạn giữa các vật tiếp xúc.

$$\partial Q = m.c.dT = \frac{m}{\mu} C.dT$$

$Q > 0$: nhận nhiệt. $Q < 0$: sinh nhiệt (tỏa nhiệt)

c : nhiệt dung riêng

$C = \mu.c$: nhiệt dung riêng của phân tử khí

Đối với quá trình đẳng tích và đẳng áp (C_V, C_p) là hằng số, còn đối với quá trình khác C thay đổi theo T.

II.2. Nguyên lý I nhiệt động học:

1. Phát biểu: “Trong 1 quá trình biến đổi: độ biến thiên nội năng của hệ có giá trị bằng tổng công và nhiệt của hệ nhận vào trong quá trình đó”

$$\Delta U = A + Q$$

$A, Q > 0$: nhận vào

$A, Q < 0$: cung cấp, tỏa ra

2. Hệ quả nguyên lý I nhiệt động học:

a/ Đối với hệ cô lập: (không trao đổi nhiệt và công đối với bên ngoài): Nội năng của hệ được bảo toàn.

$$\Delta U = A + Q = 0$$

Nếu hệ cô lập chỉ có 2 vật A và B trao đổi nhiệt với nhau:

$$Q = Q_A + Q_B = 0 \Rightarrow Q_B = -Q_A$$

Nhiệt lượng vật này tỏa ra thì bằng nhiệt lượng vật kia thu vào.

b/ Hệ là 1 máy làm việc tuần hoàn theo chu trình (quá trình kín)

$$\Delta U = 0 = A + Q \Rightarrow A = -Q$$

Kết luận: Hệ nhận công thì tỏa nhiệt bằng với công đã nhận và ngược lại.

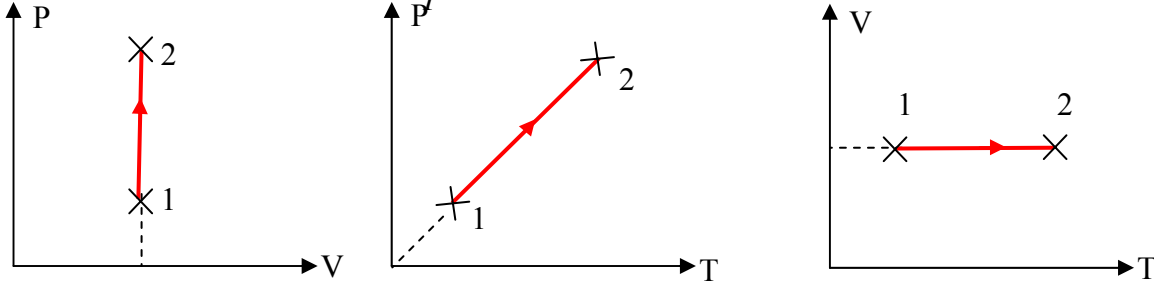
II.3. Ứng dụng nguyên lý I để khảo sát các quá trình đặc biệt.

1. Trạng thái cân bằng và quá trình cân bằng:

a/ Trạng thái cân bằng của hệ là trạng thái không biến đổi theo thời gian và tính bất biến đó không phụ thuộc vào quá trình của ngoại vật.

b/ Quá trình cân bằng là 1 chuỗi các trạng thái cân bằng liên tiếp nhau.

2. Quá trình đẳng tích: $V = hs \Rightarrow \frac{P}{T} = hs$ (tỷ lệ thuận) (phương trình của quá trình): p tỷ lệ thuận với T



$$A_{12} = \int_1^2 \partial A = \int_1^2 -p.dV = 0$$

$$Q_{12} = \int_1^2 \partial Q = \frac{m}{\mu} C_V \int_1^2 dT = \frac{m}{\mu} C_V (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = \int_{U_1}^{U_2} dU = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R \int_1^2 dT = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R (T_2 - T_1)$$

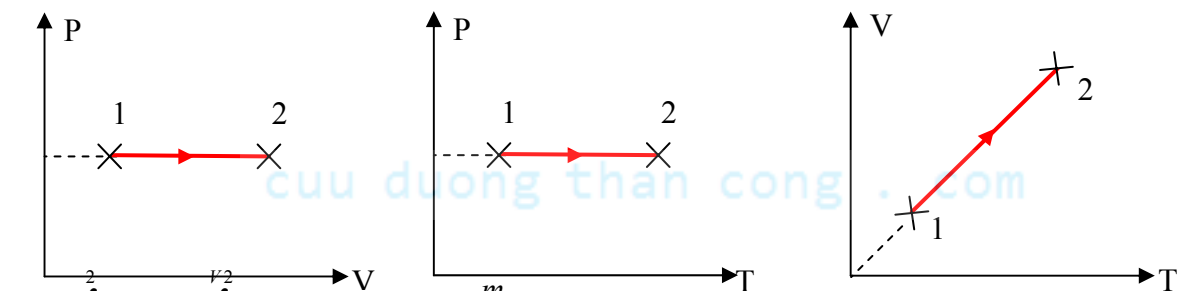
$$\Delta U = A_{12} + Q_{12} = Q_{12} \Rightarrow C_V = \frac{i}{2} R$$

Kết luận:

nhận nhiệt và nội năng tăng $\Rightarrow$ đây là quá trình hơ nóng đẳng tích.

- Nếu chiều mũi tên ngược lại: tỏa nhiệt, nội năng giảm $\Rightarrow$ quá trình làm lạnh đẳng tích.

3. Quá trình đẳng áp: $p = hs \Rightarrow \frac{V}{T} = hs$ (V, T tỷ lệ thuận)



$$A_{12} = \int_1^2 \partial A = -p \int_{V_1}^{V_2} dV = p(V_2 - V_1) = \frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{12} = \int_1^2 \partial Q = \frac{m}{\mu} C_p \int_1^2 dT = \frac{m}{\mu} C_p (T_2 - T_1)$$

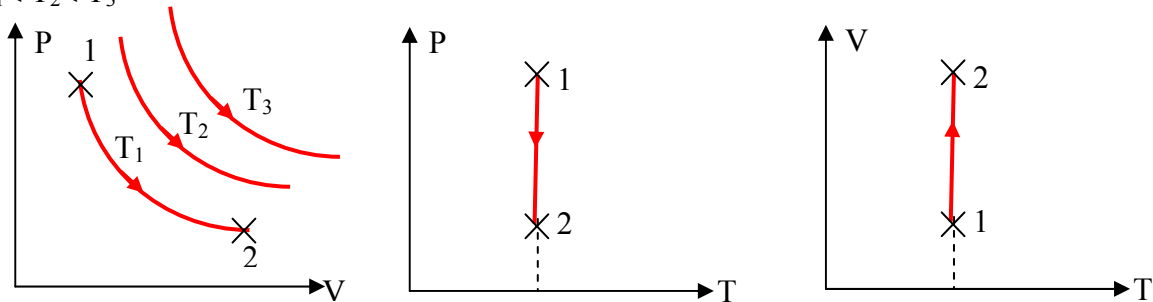
$$\Delta U = \int_{U_1}^{U_2} dU = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R \int_1^2 dT = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = A_{12} + Q_{12} \Rightarrow C_p = \frac{i+2}{2} R$$

Kết luận: nhận nhiệt, sinh công và nội năng của hệ tăng $V \uparrow$: giãn đẳng áp
 $A_{12} < 0$

4. Quá trình đẳng nhiệt: $T = \text{const} \Rightarrow pV = \text{const} : (P, V \text{ tỉ lệ nghịch})$

$$T_1 < T_2 < T_3$$



$$A_{12} = \int_1^2 \partial A = \int_1^2 -p.dV = -\frac{m}{\mu} RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \frac{m}{\mu} RT \cdot \ln \frac{V_1}{V_2}$$

$$Q_{12} = -A_{12}$$

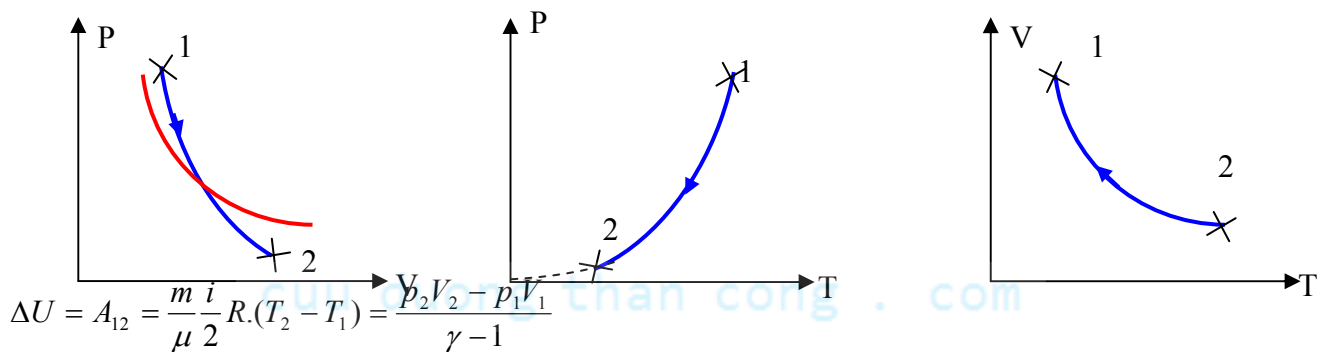
$$\Delta U = A_{12} + Q_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = -Q_{12}$$

Kết luận:

$$\left. \begin{array}{l} A < 0 \\ Q > 0 \\ \Delta U = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{nhận nhiệt, sinh công bằng với nhiệt nhận vào và nội năng của hệ không đổi}$$

5. Quá trình đoạn nhiệt (cách ly nhiệt với bên ngoài, không trao đổi nhiệt) $\Rightarrow Q_{12} = 0$

$pV^\gamma = \text{const} : (P, V \text{ tỉ lệ nghịch})$, $TV^{\gamma-1} = \text{const} : (T, V \text{ tỉ lệ nghịch})$, $Tp^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const} : (P, T \text{ tỉ lệ thuận})$



$$\Delta U = A_{12} = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R (T_2 - T_1) = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\gamma - 1}$$

với $\gamma = \frac{i+2}{i}$: chỉ số đoạn nhiệt (chỉ số Poisson).

Bảng tóm tắt

Quá trình	Phương trình của quá trình	Công (A_{12})	Nhiệt (Q_{12})	ΔU	Ghi chú

Đẳng tích $V = hs$	$\frac{p}{T} = hs$	$A_{12} = 0$	$Q_{12} = \frac{m}{\mu} C_v (T_2 - T_1)$	$\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R (T_2 - T_1)$	$C_v = \frac{i}{2} R$
Đẳng áp $p = hs$	$\frac{V}{T} = hs$	$A_{12} = p(V_1 - V_2)$ $A_{12} = \frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1)$	$Q_{12} = \frac{m}{\mu} C_p (T_2 - T_1)$	$\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R (T_2 - T_1)$	$C_p = \frac{i+2}{2} R$
Đẳng nhiệt $T = hs$	$pV = hs$	$A_{12} = \frac{m}{\mu} RT \cdot \ln \frac{V_1}{V_2}$	$Q_{12} = -A_{12}$	$\Delta U = 0$	$Q_{12} = -A_{12}$
Đoạn nhiệt $Q = 0$	$pV^\gamma = hs$ $TV^{\gamma-1} = hs$ $Tp^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = hs$	$A_{12} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1}$	$Q_{12} = 0$	$\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R (T_2 - T_1)$	$\gamma = \frac{i+2}{i}$

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com