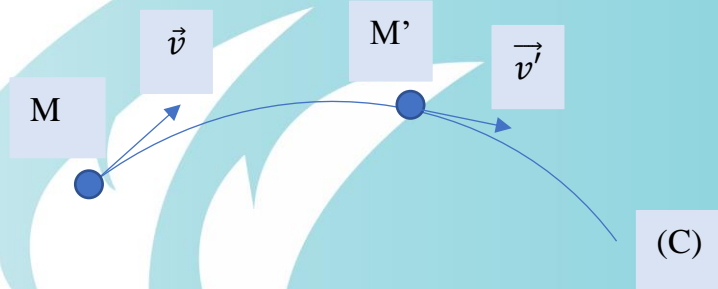


## NỘI DUNG ÔN TẬP TỰ LUẬN

Phần bài tập là các bài tập đi kèm với câu lý thuyết như trong file đã chia sẻ.

1. Định nghĩa vecto gia tốc. Nêu đặc điểm và ý nghĩa của các vecto gia tốc tiếp tuyến, gia tốc pháp tuyến.



- Định nghĩa gia tốc: Gia tốc là 1 đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của vecto vận tốc.
  - + Giả thiết tại thời điểm  $t$ , một vật  $M$  chuyển động với vận tốc  $\vec{v}$  trên quỹ đạo  $(C)$ .
  - + Tại thời điểm  $t' = t + \Delta t$ :  $M$  ở vị trí  $M'$  có vận tốc  $\vec{v}' = \vec{v} + \Delta \vec{v}$ 
$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$
- Đặc điểm của gia tốc tiếp tuyến:
  - + Có phương trùng với phương tiếp tuyến với quỹ đạo  $(C)$  tại  $M$ .
  - + Có chiều là chiều chuyển động khi  $v$  tăng và chiều ngược lại khi  $v$  giảm.
  - + Có độ lớn bằng đạo hàm độ lớn vận tốc theo thời gian  $\vec{a}_t = \frac{d\vec{v}}{dt}$Ý nghĩa: vecto gia tốc tiếp tuyến đặc trưng cho sự biến thiên của vecto vận tốc về giá trị.
- Đặc điểm của gia tốc pháp tuyến:
  - + Có phương trùng với phương pháp tuyến của quỹ đạo tại  $M$ .
  - + Có chiều hướng về phía lõm của quỹ đạo.
  - + Có độ lớn bằng  $a_n = \frac{v^2}{R}$ .

Ý nghĩa: vectơ gia tốc pháp tuyến đặc trưng cho sự biến thiên về phương của vectơ gia tốc này.

## 2. Trình bày các vấn đề sau:

a. Hệ quy chiếu quán tính và nguyên lý tương đối Galileo.

b. Hệ quy chiếu không quán tính và lực quán tính ly tâm.

a.

- Định nghĩa hệ quy chiếu quán tính: Là hệ quy chiếu mà trong đó chuyển động của vật tự do (không chịu tác dụng của lực nào) là chuyển động thẳng đều hay vật bị cô lập có gia tốc bằng 0.
- Nguyên lý tương đối Galileo:
  - + Mọi hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với hệ quy chiếu quán tính cũng là hệ quy chiếu quán tính hay các định luật Newton được nghiệm đúng trong hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với hệ quy chiếu quán tính.
  - + Điều đó có nghĩa là: các phương trình động lực học trong các hệ quy chiếu quán tính có dạng như nhau.
  - + Các phương trình cơ học bất biến đối với phép biến đổi Galileo.

b.

- Hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc so với một hệ quy chiếu quán tính là hệ quy chiếu phi quán tính.
- Lực quán tính ly tâm là lực quán tính xuất hiện trên một vật nằm yên trong hệ quy chiếu quay so với một hệ quy chiếu quán tính:

$$\vec{F} = -m \cdot \vec{a}_{ht}$$

Lực quán tính ly tâm là lực cùng phương, cùng độ lớn nhưng ngược chiều với lực hướng tâm.

## 3. a. Thiết lập định lý về động lượng của chất điểm, ý nghĩa của xung lượng của lực.

b. Trình bày định luật bảo toàn động lượng của hệ chất điểm cô lập và định luật bảo toàn động lượng theo một phương của hệ chất điểm.

a. Thiết lập các định lý về động lượng:

*Định lí 1. Đạo hàm động lượng của một chất điểm đối với thời gian có giá trị bằng lực (hay tổng hợp các lực) tác dụng lên chất điểm đó.*

Từ định luật II Newton, ta có:

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

ta có thể viết lại theo tính chất của gia tốc:

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}$$

$$\rightarrow \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{F} \text{ (vì } m \text{ là hằng số)}$$

Vecto  $\vec{K} = m\vec{v}$  gọi là vecto động lượng của chất điểm

$$\Rightarrow \frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F}$$

*Định lí 2. Độ biến thiên động lượng của một chất điểm trong một khoảng thời gian nào đó có giá trị bằng xung lượng của lực (hay tổng hợp lực) tác dụng lên chất điểm trong thời gian đó.*

Từ định lí 1, ta có:

$$d\vec{K} = \vec{F} \cdot dt$$

Giả sử khoảng thời gian biến thiên là từ  $t_1$  đến  $t_2$  và sự biến thiên động lượng là từ  $K_1$  đến  $K_2$ , ta được:

$$\Delta\vec{K} = \vec{K}_2 - \vec{K}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} \cdot dt$$

Với  $\vec{F}$  không đổi theo thời gian, ta được:

$$\Delta\vec{K} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

$$\text{hay } \frac{\Delta\vec{K}}{\Delta t} = \vec{F}$$

*Độ biến thiên động lượng của chất điểm trong đơn vị thời gian có giá trị bằng lực tác dụng lên chất điểm đó.*

- Ý nghĩa của xung lượng của lực: Xung lượng của một lực trong khoảng thời gian  $\Delta t$  đặc trưng cho tác dụng của lực trong khoảng thời gian đó.

b.

\* Định luật bảo toàn động lượng của một hệ chất điểm cô lập:

- Đối với một hệ chất điểm chuyển động:

$$\frac{d}{dt}(m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 + \dots + m_n \cdot \vec{v}_n) = \vec{F} \quad (1)$$

- Đối với hệ cô lập, nghĩa là  $\vec{F} = 0$ , ta có:

$$\frac{d}{dt}(m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 + \dots + m_n \cdot \vec{v}_n) = 0$$

Nghĩa là:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 + \dots + m_n \cdot \vec{v}_n = \text{const}$$

➔ Phát biểu: Tổng động lượng của một hệ cô lập là một đại lượng bảo toàn.

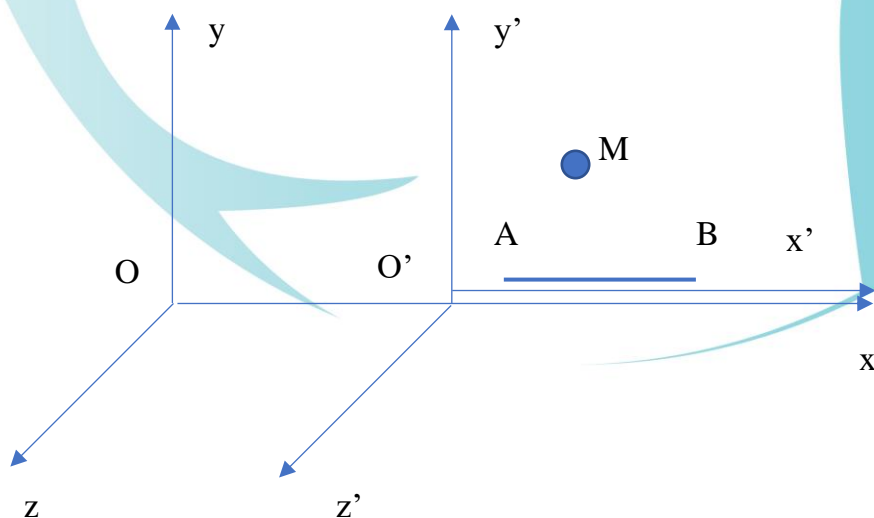
\* Định luật bảo toàn chất điểm của một hệ theo phương:

- Đối với trường hợp hệ chất điểm không cô lập, nhưng hình chiếu của lực  $\vec{F}$  lên một phương x nào đó luôn bằng 0 thì khi chiếu phương trình (1) lên phương x đó sẽ được:

$$m_1 \cdot \vec{v}_{1x} + m_2 \cdot \vec{v}_{2x} + \dots + m_n \cdot \vec{v}_{nx} = \text{const}$$

➔ Khi đó hình chiếu của tổng động lượng của hệ lên phương x là một đại lượng bảo toàn.

#### 4. Nêu quan niệm về không gian và thời gian trong cơ học Newton. Phép biến đổi Galileo. Phát biểu nguyên lý tương đối Galileo.



\* Quan niệm về không gian và thời gian:

+ Thời gian: Thời gian có tính tuyệt đối không phụ thuộc vào hệ quy chiếu.

Thời gian trong hai hệ quy chiếu O và O' là như nhau:  $t = t'$

+ Không gian: Vị trí không gian có tính chất tương đối phụ thuộc hệ quy chiếu -> Chuyển động có tính tương đối phụ thuộc hệ quy chiếu.

Tọa độ không gian của điểm M phụ thuộc hệ quy chiếu:

$$x = x' + OO', y = y', z = z'$$

- Phép biến đổi Galileo: Giả sử có một thước AB đặt dọc theo trục O'x', gắn trong hệ O'.

Chiều dài AB trong O':  $l_0 = x'_B - x'_A$

Chiều dài AB trong O:  $l = x_B - x_A$

$$x_A = OO' + x'_A$$

$$x_B = OO' + x'_B$$

$$\rightarrow x'_B - x'_A = x_B - x_A$$

$$\rightarrow l = l_0$$

→ *Phát biểu: Khoảng không gian có tính tuyệt đối, không phụ thuộc hệ quy chiếu.*

Từ đây ta có công thức của phép biến đổi Galileo trong trường hợp hệ quy chiếu O' chuyển động đều so với hệ quy chiếu O một vận tốc V:

$$OO' = Vt.$$

$\begin{aligned}x &= x' + Vt, y = y', z = z' \\x' &= x - Vt, y' = y, z' = z\end{aligned}$
---

- Nguyên lý tương đối Galileo:

- Mọi hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với một hệ quy chiếu quán tính cũng là một hệ quy chiếu quán tính; *hay là:* Các định luật Newton được nghiệm đúng trong hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với hệ quy chiếu quán tính.  
-> Các phương trình động lực học trong các hệ quy chiếu quán tính có dạng như nhau.



- Các phương trình cơ học bất biến đối với phép biến đổi Galileo.

## 5. Trình bày định lý về momen động lượng của một chất điểm đối với gốc tọa độ. Định luật bảo toàn momen động lượng của chất điểm và hệ chất điểm.

- Định lý về momen động lượng của một chất điểm đối với gốc tọa độ:

Xuất phát từ phương trình về động lượng:

$$\frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{F}$$

Nhân có hướng cho cả hai vế, ta được:

$$\vec{r} \wedge \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{r} \wedge \vec{F}$$

$$\rightarrow \frac{d}{dt}(\vec{r} \wedge m\vec{v}) = \vec{r} \wedge \vec{F}$$

Và có thể viết thành:

$$\frac{d}{dt}(\vec{r} \wedge \vec{K}) = \vec{r} \wedge \vec{F}$$

$$\text{vì: } \frac{d}{dt}(\vec{r} \wedge m\vec{v}) = \frac{d\vec{r}}{dt} \wedge m\vec{v} + \vec{r} \wedge \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \vec{r} \wedge \frac{d}{dt}(m\vec{v})$$

Từ phương trình trên ta có:

$\vec{L} = \vec{r} \wedge \vec{K}$ : là momen động lượng của chất điểm đối với O.

$\vec{M} = \vec{r} \wedge \vec{F}$ : là momen lực của chất điểm đối với O.

Ta có thể viết lại phương trình thành:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$$

*Phát biểu định lý về momen động lượng:* Đạo hàm theo thời gian của momen động lượng đối với O của một chất điểm chuyển động bằng tổng momen đối với O của các lực tác dụng lên chất điểm.

- Định luật bảo toàn momen động lượng của một chất điểm và hệ chất điểm:

Trường hợp chất điểm chuyển động luôn luôn chịu tác dụng của

một lực xuyên tâm (phương của lực tác dụng luôn đi qua O cố định) thì:

$$\vec{M} = 0$$

$$\text{thì } \frac{d\vec{L}}{dt} = 0 \rightarrow \vec{L} = \text{const}$$

6. Tính công của lực hấp dẫn khi một vật có khối lượng  $m$  chuyển động trong trường hấp dẫn gây bởi một vật có khối lượng  $M$  từ vị trí  $\vec{r}_1$  đến vị trí  $\vec{r}_2$  (xem các vật như chất điểm, có hình vẽ). Từ đó chứng minh trường hấp dẫn là trường thế.

Công thức tính công của vật chuyển động trong trường hấp dẫn:

$$A = \int_{(1)}^{(2)} dA = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{r_1}^{r_2} F dr = \int_{r_1}^{r_2} \left(-G \cdot \frac{Mm}{r^2}\right) dr$$

$$\Rightarrow A = \left(-G \cdot \frac{Mm}{r_1}\right) - \left(-G \cdot \frac{Mm}{r_2}\right) = -GMm \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

Công của lực hấp dẫn  $F$  không phụ thuộc vào đường đi mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối.

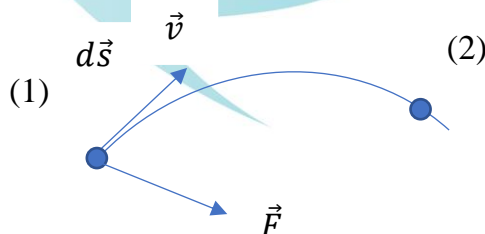
$\Rightarrow$  Trường hấp dẫn là trường thế.

## 7. Định lý về động năng của chất điểm. Nếu ý nghĩa của động năng.

- **Định nghĩa:** Động năng là phần cơ năng tương ứng với chuyển động của các vật. Là đại lượng thể hiện mối quan hệ phụ thuộc vào vận tốc chuyển động của vật thể do công của ngoại lực tác dụng.

- **Định lý về động năng:**

Xét một chất điểm khối lượng  $m$ , chịu tác dụng của một lực  $\vec{F}$ , và chuyển dời từ vị trí 1 sang vị trí 2. Công của lực  $F$  khi chuyển dời từ 1 sang 2 là:



$$A = \int_{(1)}^{(2)} \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

Thay  $\vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt}$  vào biểu thức trên:

$$A = \int_{(1)}^{(2)} m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{s} = \int_{(1)}^{(2)} m \cdot \frac{d\vec{s}}{dt} \cdot d\vec{v} = \int_{(1)}^{(2)} m \cdot \vec{v} \cdot d\vec{v}$$

$$\Rightarrow A = \frac{m \cdot v_2^2}{2} - \frac{m \cdot v_1^2}{2}$$

$$\frac{m \cdot v_1^2}{2} = \text{động năng của vật tại vị trí 1.}$$

$$\frac{m \cdot v_2^2}{2} = \text{động năng của vật tại vị trí 2.}$$

**Phát biểu định lý:** Độ biến thiên động năng của một chất điểm trong một quãng đường nào đó có giá trị bằng công của ngoại lực tác dụng lên chất điểm sinh ra trong quãng đường đó.

## 8. Nêu các đặc điểm động học của chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay quanh một trục cố định của vật rắn

a. Đặc điểm động học của chuyển động tịnh tiến:

- Khi vật rắn chuyển động tịnh tiến, mọi điểm của vật rắn vạch ra quỹ đạo giống nhau.
- Tại mỗi thời điểm, mọi điểm của vật rắn đều có cùng  $v$  và  $a$ .

Giả thiết  $\vec{a}$  là gia tốc chung cho tất cả các điểm của vật rắn

$M_1, M_2, \dots, M_n$  mang các khối lượng tương ứng  $m_1, m_2, \dots, m_n$  lần lượt chịu tác dụng của các ngoại lực  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ . Theo định luật II Newton ta có:

$$\vec{F}_1 = m_1 \cdot \vec{a}_1$$

$$\vec{F}_2 = m_2 \cdot \vec{a}_2$$

...

$$\vec{F}_n = m_n \cdot \vec{a}_n$$

$\Rightarrow$  Để khảo sát chuyển động tịnh tiến của 1 vật rắn, ta chỉ cần xét chuyển động của khối tâm của nó.

b. Đặc điểm động học của chuyển động của vật rắn quay quanh một trục cố định:



- Mọi điểm của vật rắn vạch những vòng tròn có cùng trục (những vòng trong mà mặt phẳng vuông góc với trục quay và có tâm nằm trên trục quay).
- Trong cùng một khoảng thời gian, mọi điểm của vật rắn đều quay được cùng một góc.
- Tại cùng một thời điểm, mọi điểm của vật rắn đều có cùng một vận tốc góc  $\omega$  và có cùng gia tốc góc  $\beta$ .
- Tại một thời điểm, vecto vận tốc thẳng và vecto gia tốc tiếp tuyến của một chất điểm bất kì của vật rắn cách trục quay một khoảng  $r$  được xác định bởi công thức:

$$\vec{v} = \vec{\omega} \wedge \vec{r}$$

$$\vec{a}_t = \vec{\beta} \wedge \vec{r}$$

## 9. Thiết lập phương trình cơ bản của vật rắn quay xung quanh một trục cố định. Nêu ý nghĩa của các đại lượng trong phương trình đó.

Chia vật rắn thành các chất điểm, mỗi chất điểm có khối lượng  $m_i$  chịu tác dụng một lực  $\vec{F}_{ti}$ .

Áp dụng phương trình định luật II Newton cho chất điểm  $m_i$ :

$$m_i \cdot \vec{a}_{ti} = \vec{F}_{ti}$$

$\Leftrightarrow$

$$m_i \cdot \vec{r}_i \wedge \vec{a}_{ti} = \vec{r}_i \wedge \vec{F}_{ti} \quad (\text{nhân hữu hướng cả 2 vế với vecto } \vec{r}_i)$$

Mà ta có ở vế bên trái:

$$\begin{aligned} \vec{r}_i \wedge \vec{a}_{ti} &= \vec{r}_i \wedge (\vec{\beta} \wedge \vec{r}_i) \\ &= \vec{\beta} \cdot (\vec{r}_i \cdot \vec{r}_i) - \vec{r}_i \cdot (\vec{r}_i \cdot \vec{\beta}) \\ &= \vec{\beta} \cdot r_i^2 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow m_i \cdot r_i^2 \cdot \vec{\beta} = \vec{\mu}_i$$

$$\Rightarrow \sum m_i \cdot r_i^2 \cdot \vec{\beta} = \sum \vec{\mu}_i$$

Trong đó:  $\sum m_i \cdot r_i^2 = I$  gọi là momen quán tính của vật rắn đối với trục quay của nó.

$\sum \vec{\mu}_i$  là tổng hợp các momen lực tác dụng lên vật rắn.

Từ đó ta có thể viết được:

$$I\vec{\beta} = \vec{\mu}_i$$

Phương trình có bản của chuyển động quay của vật rắn xung quanh một trục. Ta có thể phát biểu thành: *Gia tốc góc trong chuyển động quay của vật rắn xung quanh một trục tỷ lệ với tổng hợp momen các loại lực và tỷ lệ nghịch với momen quán tính của vật rắn đối với trục.*

**10. Thiết lập biểu thức tính công của ngoại lực trong chuyển động quay của vật rắn xung quanh một trục cố định. Suy ra định lý về động năng của vật rắn trong chuyển động quay.**

\* Thiết lập biểu thức tính công của ngoại lực:

Trong chuyển động quay xung quanh một trục của vật rắn, biểu thức của công vi phân:

$$dA = \vec{F} \cdot \vec{ds} = \vec{\mu} \cdot \vec{\omega} dt$$

Từ phương trình cơ bản của chuyển động quay:

$$I \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{\mu}_i$$

$$\Rightarrow dA = I \frac{d\vec{\omega}}{dt} \vec{\omega} dt$$

Công toàn phần từ vị trí 1 đến vị trí 2 là:

$$A = \int_1^2 dA = \int_1^2 I \frac{d\vec{\omega}}{dt} d\theta = \int_1^2 I \cdot \omega \cdot d\omega = \frac{I \cdot \omega_1^2}{2} - \frac{I \cdot \omega_2^2}{2}$$

Phát biểu định lý: *Độ biến thiên động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định bằng công của các ngoại lực tác dụng theo phương tiếp tuyến với chuyển động.*

**11. Thiết lập phương trình dao động tắt dần của con lắc lò xo dưới tác dụng của lực cản có độ lớn tỷ lệ với tốc độ. Tìm công thức tính giảm lượng loga của dao động tắt dần.**

\* Thiết lập phương trình dao động tắt dần của con lắc lò xo:

- Các lực thành phần tác dụng lên vật: 
$$\begin{cases} \vec{F}_k = -k\vec{x} \\ \vec{F}_c = -r\vec{v} \end{cases}$$

Phương trình định luật II Newton với quả cầu:  $\vec{F}_k + \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}$

$$\Rightarrow m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = -kx - r \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{r}{m} \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0$$

Đặt  $\frac{k}{m} = \omega_0^2$  và  $\frac{r}{m} = \beta$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \cdot \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

Phương trình trên có nghiệm dạng;  $x = A_0 \cdot e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$  đó là phương trình dao động tắt dần với  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$

Giảm lượng loga: loga cơ số tự nhiên của số 2 biên độ dao động liên tiếp cách nhau 1 chu kỳ T.

Đặt  $A = A_0 \cdot e^{-\beta t}$

$\Rightarrow$  Giảm lượng loga:  $\delta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \ln \frac{A_0 \cdot e^{-\beta t}}{A_0 \cdot e^{-\beta(t+T)}} = \ln e^{\beta T}$

$\Rightarrow \delta = \beta T$

## 12. Trình bày

a. Khái niệm hệ nhiệt động và khí lí tưởng.

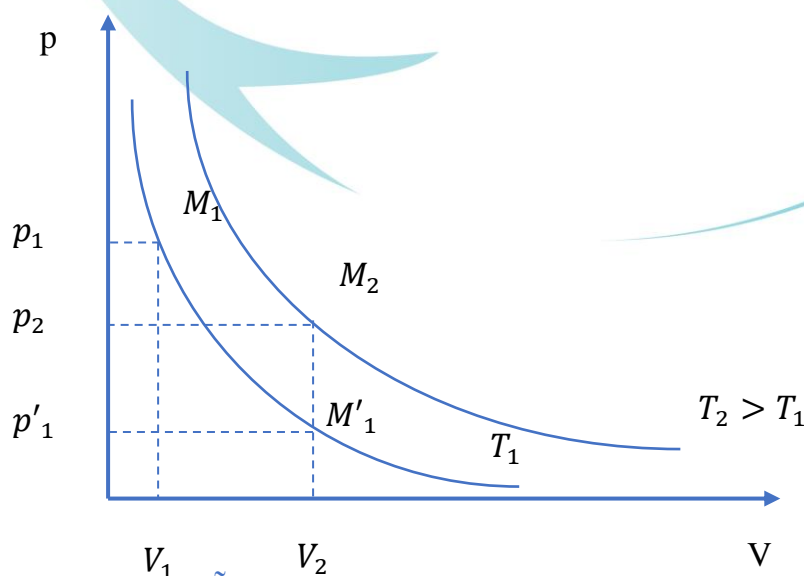
b. Thiết lập phương trình trạng thái khí lí tưởng cho 1 mol khí và một khối khí có khối lượng bất kì. (có vẽ hình minh họa)

a.

- Hệ nhiệt động: là mọi tập hợp các vật được xác định hoàn toàn bởi một số các thông số vĩ mô, độc lập đối với nhau.

- Khí lí tưởng: là khí tuân theo hoàn toàn chính xác hai định luật Boilo-Mariot và Gay-Luysac.

b.



Giả sử có 1 mol khí ở trạng thái  $p_1, V_1, T_1$ ; sau đó biến đổi sang trạng thái  $p_2, V_2, T_2$ .

Trong đồ thị  $OpV$  trên, 2 điểm  $M_1$  và  $M_2$  biểu thị cho 2 trạng thái 1 và 2 nằm trên 2 đường đẳng nhiệt  $T_1$  và  $T_2$

- Giai đoạn 1: Khí biến đổi đẳng nhiệt từ trạng thái  $M_1$  sang trạng thái  $M'_1$ . Theo định luật Boilo-Mariot:

$$p_1 \cdot V_1 = p'_1 \cdot V_2$$

- Giai đoạn 2: Khí biến đổi đẳng tích từ trạng thái  $M'_1$  sang trạng thái  $M_2$ . Theo định luật Gay-Luyxac:

$$\frac{p'_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Thay các giá trị của  $p'_1$  từ giai đoạn 1 vào giai đoạn 2:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Từ đó, ta suy ra đối với 1 mol khí đã cho,  $\frac{pV}{T}$  là một hằng số không đổi

$$\frac{pV}{T} = R \Rightarrow pV = RT$$

\* Đối với một khối khí bất kì có khối lượng  $m$  và khối lượng mol là  $\mu$ :

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

### 13. Trình bày

a. Nội dung cơ bản của thuyết động học phân tử khí lý tưởng.

b. Viết phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử và phương trình trạng thái của khí lý tưởng.

a.

1. Các chất khí có cấu tạo gián đoạn và gồm một số rất lớn phân tử.

2. Các phân tử chuyển động hỗn loạn không ngừng. Khi chuyển động, chúng va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình.

3. Cường độ chuyển động phân tử biểu hiện ở nhiệt độ của khối khí.

Chuyển động phân tử càng mạnh thì nhiệt độ càng cao. Nhiệt độ tuyệt đối tỉ lệ với động năng trung bình của phân tử.

4. Kích thước của các phân tử rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng.

5. Các phân tử không tương tác với nhau trừ lúc va chạm. Sự va chạm giữa các phân tử và giữa phân tử với thành bình tuân theo những quy luật của va chạm đàn hồi.

b.

- Phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử:

$$p = \frac{2}{3} n_0 \cdot \overline{W_d}$$

Trong đó:  $n_0$  là mật độ của khí,  $\overline{W_d}$  là động năng trung bình của chất khí.

- Phương trình trạng thái khí lý tưởng:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

14. a. Từ phương trình thuyết động học phân tử chất khí hãy dẫn ra biểu thức động năng chuyển động nhiệt và suy ra công thức tính vận tốc căn quân phương của các phân tử khí.

b. Nêu khái niệm bậc tự do, nội dung định luật phân bố đều theo các bậc tự do, từ đó suy ra biểu thức nội năng cho một khối khí có khối lượng bất kì.

**Giải:**

a.

- Từ phương trình thuyết động học phân tử chất khí có

$$p = \frac{2}{3} n_0 \cdot \overline{W_d}$$

$$\overline{W_d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{p}{n_0}$$

- Áp dụng phương trình trạng thái của 1 mol khí lý tưởng ta có:

$$\overline{W_d} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

- Từ công thức tính động năng trung bình:



$$\overline{W_d} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow v_c = \sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$$

b.

- Khái niệm bậc tự do: là một hệ số độc lập phụ thuộc vào cấu tạo của chất.

- Đối với từng phần tử khí chia theo cấu tạo ta có:

+ Khí đơn nguyên tử  $i = 3$ .

+ Khí lưỡng nguyên tử  $i = 5$ .

+ Khí có cấu tạo từ 3 nguyên tử trở lên  $i = 6$ .

- Xét 1 mol khí lý tưởng có  $N$  phân tử: mỗi phân tử sẽ có động năng trung bình là

$$\overline{W_d} = \frac{i}{2} k_B \cdot T$$

Từ đây suy ra công thức tính nội năng của 1 mol khí lý tưởng:

$$U_{mol} = N \cdot \overline{W_d} = N \cdot \frac{i}{2} k_B \cdot T = \frac{i}{2} \cdot RT$$

$\Rightarrow$  Đối với một khối lượng khí bất kì:

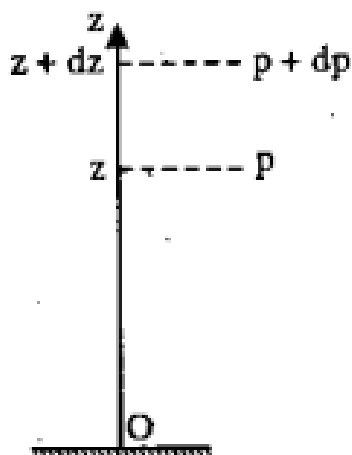
$$U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} \cdot RT$$

*Nội năng của khí lý tưởng chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của khối khí ấy.*

## 15. Thiết lập

a. Công thức khí áp cho một cột khí lý tưởng ở độ cao  $h$  so với mặt đất (có hình vẽ minh họa).

b. Biểu thức của định luật phân bố theo thế năng.



a. Xét khí lý tưởng đặt trong môi trường trọng trường đều.

Chọn trục tọa độ như hình vẽ và xét hai điểm có độ cao  $z$  và  $z+dz$ .

Chênh lệch áp suất giữa hai điểm này là  $dp$ .

$$dp = -\rho g dz$$

$\rho$  là khối lượng riêng của chất khí; dấu  $-$  biểu thị rằng khi  $z$  tăng thì  $p$  giảm.

Ta có công thức tính khối lượng riêng của chất khí từ phương trình trạng thái:

$$\rho = \frac{p\mu}{RT}$$
$$\Rightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{\mu g}{RT} \cdot dz$$

Tích phân hai vế từ chiều cao 0 đến chiều cao  $z$  tương ứng với các áp suất  $p(0)$  và  $p(z)$  ta được

$$\int_{p(0)}^{p(z)} \frac{dp}{p} = -\frac{\mu g}{RT} \cdot z$$
$$\Rightarrow p(z) = p(0) \cdot e^{-\frac{\mu g z}{RT}}$$

b. Định luật Boltzman phân bố theo thế năng:

$$n_0(z) = n_0(0) \cdot e^{-\frac{mgz}{kT}}$$

## 16. Trình bày

a. Khái niệm công và nhiệt trong một quá trình cân bằng.

b. Nội dung, biểu thức và hệ quả của nguyên lý 1 nhiệt động lực học.

a.

- Công trong một quá trình cân bằng: Đại lượng đặc trưng cho mức độ trao đổi năng lượng thông qua chuyển động có hướng của hệ.

- Nhiệt trong một quá trình cân bằng: Đại lượng đặc trưng cho mức độ trao đổi năng lượng thông qua chuyển động hỗn loạn của các phân tử.

b.

\* Nội dung của nguyên lý 1 nhiệt động lực học:

- Trong một quá trình biến đổi, độ biến thiên nội năng của hệ có giá trị bằng tổng của công và nhiệt mà hệ nhận được trong quá trình đó.

$$\Delta U = A + Q$$

\* Hệ quả của nguyên lý 1 của nhiệt động lực học:

- Nội năng của hệ cô lập bằng 0

$$A = Q = 0$$

$$\Rightarrow \Delta U = 0$$

- Trong một hệ cô lập gồm hai vật chỉ trao đổi nhiệt. nhiệt lượng do vật này tỏa ra bằng nhiệt lượng mà vật kia thu vào.

$$Q = Q_1 + Q_2 = 0$$

$$Q_1 = -Q_2$$

- Trong một chu trình, công mà hệ nhận được có giá trị bằng nhiệt mà hệ tỏa ra bên ngoài hay công do hệ sinh ra có giá trị bằng nhiệt mà hệ nhận vào từ bên ngoài.

$$A = -Q$$

17. Xét một khối khí lý tưởng biến đổi theo quá trình cân bằng đẳng áp:

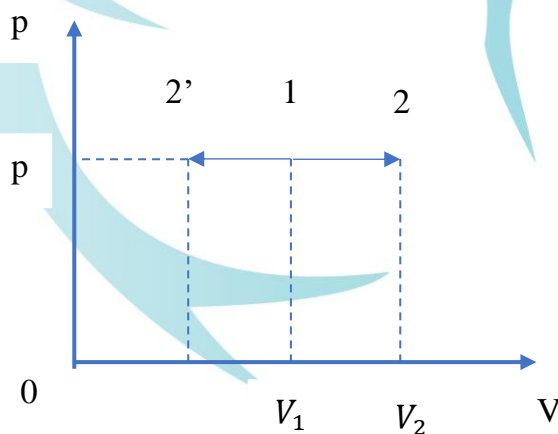
a. Viết phương trình và vẽ đồ thị của quá trình trong đồ thị  $OpV$ .

b. Thiết lập biểu thức tính công và nhiệt trong quá trình biến đổi đó.

a.

- Đẳng áp là quá trình trong đó áp suất của khối khí không thay đổi:

$$p = \text{const.}$$



- Đoạn 1-2 tương ứng quá trình giãn đẳng áp.

- Đoạn 1-2' tương ứng quá trình nén đẳng áp.

- Trong quá trình đẳng áp, tuân theo định luật Gay-Luysac ta có:  $\frac{V}{T} = \text{const}$

- Công của khối khí nhận được trong quá trình đẳng áp:

$$A = - \int_{V_1}^{V_2} p dV = p(V_1 - V_2)$$

- Nhiệt khối khí nhận được trong quá trình đẳng áp:

$$Q = \int \delta Q = \frac{m}{\mu} C_p \int_{T_1}^{T_2} dT = \frac{m}{\mu} C_p \Delta T$$

trong đó  $C_p$  là nhiệt dung mol đẳng áp của khí.

18. Xét một khối khí lý tưởng biến đổi theo quá trình đoạn nhiệt:

a. Định nghĩa và thiết lập phương trình liên hệ giữa áp suất và thể tích của khối khí trong quá trình biến đổi đó.

b. Vẽ dạng đồ thị của quá trình trên trục tọa độ  $OpV$ . Vì sao trên đồ thị  $OpV$  đường đoạn nhiệt dốc hơn đường đẳng nhiệt.

a.

- Định nghĩa: là quá trình hệ không trao đổi nhiệt với môi trường bên ngoài.

$$Q = 0$$

- Thiết lập phương trình liên hệ:

Sự biến thiên nội năng và công thực hiện trong quá trình là:

$$\Delta U = A = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} \cdot R \Delta T$$

ta được:

$$dU = \delta A = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} \cdot R dT$$

Từ đây ta thay  $\delta A = -p dV$  và  $C_V = \frac{i}{2} \cdot R$  vào biểu thức vi phân trên ta có:

$$-RT \frac{dV}{V} = C_V dT$$

$\Leftrightarrow$

$$\frac{dT}{T} + \frac{R}{C_V} \cdot \frac{dV}{V} = 0$$

mà  $\frac{R}{C_V} = \frac{C_p - C_V}{C_V} = \gamma - 1$ . Tích phân cả phương trình ta có:

$$\ln T + (\gamma - 1) \ln V = \text{const}$$

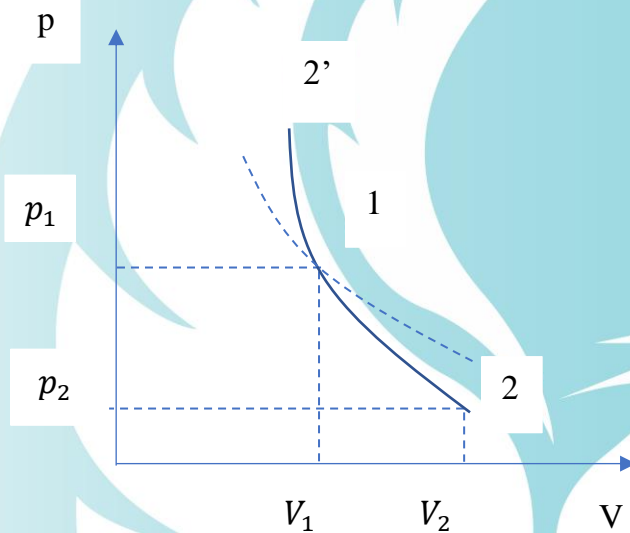
$$\Rightarrow TV^{\gamma-1} = \text{const}$$

Từ phương trình trạng thái:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

thay vào ta được:

$$pV^\gamma = \text{const}$$



19. a. Phát biểu nguyên lý 2 nhiệt động lực học dưới dạng cổ điển Clausius và Thompdon và nêu ý nghĩa của nguyên lý.

b. Thiết lập biểu thức định lượng của nguyên lý 2.

a.

- Phát biểu của Clausius: Nhiệt không thể tự động truyền từ vật lạnh cho vật nóng.

- Phát biểu của Thompson: Không thể chế tạo được một máy làm việc tuần hoàn biến đổi liên tục nhiệt thành công nhờ làm lạnh một vật và xung quanh không chịu một sự thay đổi đồng thời nào.

- Ý nghĩa của nguyên lý 2: Khắc phục sự hạn chế của nguyên lý 1.

Không có máy nhiệt nào có thể hoàn toàn chuyển nhiệt thành công và ngược lại. Chiều truyền nhiệt tự nhiên chỉ từ vật nóng sang vật lạnh



hơn.

b. Từ biểu thức hiệu suất của định lý Carnot và định nghĩa về hiệu suất ta có:

$$\frac{Q_1 - Q'_2}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow \frac{Q'_2}{Q_1} \geq \frac{T_2}{T_1}$$

Từ đây chuyển vế và thay giá trị  $Q'_2 = -Q_2$ , ta được:

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \leq 0$$

Đối với trường hợp tổng quát hơn ta có:

$$\sum_i \frac{Q_i}{T_i} \leq 0$$

Nếu trong một chu trình hệ biến thiên liên tục, ta có thể coi hệ tiếp xúc với vô số nguồn nhiệt  $T$ , lúc này phép công bên trên sẽ biến thành một phép tích phân:

$$\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$$

⇒ Biểu thức định lượng tổng quát của nguyên lý thứ 2.

**20.      Nêu các hạn chế của nguyên lý I. Phát biểu nguyên lý I nhiệt động học dưới dạng cổ điển của Clausius và Thompson.**

**a. Những hạn chế của nguyên lý 1:**

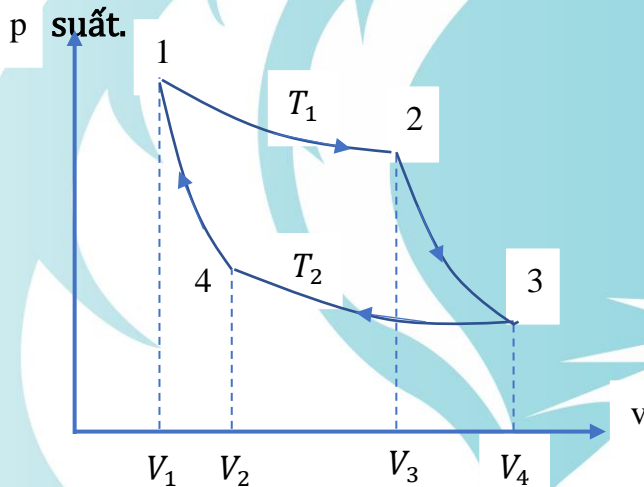
- Không xác định chiều truyền tự nhiên của nhiệt. Nhiệt truyền từ vật nóng hơn sang vật lạnh hơn, không có quá trình tự nhiên ngược lại.
- Không xác định chiều truyền chuyển hóa tự nhiên của năng lượng: Thế năng tự nhiên biến thành động năng rồi thành nhiệt tỏa ra, không có quá trình tự nhiên ngược lại: Nhiệt → động năng → thế năng.
- Các quá trình ngược lại đều thỏa mãn nguyên lý 1 nhiệt động lực học.
- Không đánh giá được chất lượng nhiệt.
- Không phân biệt được sự khác nhau qua quá trình chuyển hóa giữa công và nhiệt.

**b.**

- Phát biểu của Clausius: Nhiệt không thể tự động truyền từ vật lạnh hơn sang vật nóng hơn.
- Phát biểu của Thompson: Một động cơ không thể sinh công, nếu nó chỉ trao đổi nhiệt với 1 nguồn duy nhất.

**21. Xét chu trình Carnot thuận nghịch:**

- Vẽ đồ thị chu trình trên trục tọa độ  $OpV$  và gọi tên các quá trình trong chu trình, chỉ rõ quá trình nào hệ nhiệt động nhận nhiệt từ nguồn nóng và quá trình nào hệ nhả nhiệt cho nguồn lạnh.
- Thiết lập biểu thức tính và nêu kết luận về hiệu suất động cơ nhiệt hoạt động theo chu trình. Phát biểu định lý Carnot và cách tăng hiệu



- 1-2: Quá trình giãn nở đẳng nhiệt, tác nhân thu nhiệt.
  - 2-3: Quá trình giãn nở đoạn nhiệt, nhiệt độ giảm từ  $T_1$  xuống  $T_2$ .
  - 3-4: Quá trình nén đẳng nhiệt, tác nhân tỏa nhiệt.
  - 4-1: Quá trình nén đoạn nhiệt, nhiệt độ tăng từ  $T_2$  lên  $T_1$ .
- Công thức tính hiệu suất:

$$\eta = 1 - \frac{Q'_2}{Q_1}$$

- Nhiệt trong 2 quá trình đẳng nhiệt:

$$Q_1 = \frac{m}{\mu} \cdot RT_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$Q'_2 = -Q_2 = \frac{m}{\mu} \cdot RT_2 \cdot \ln \frac{V_3}{V_4}$$

- Trong hai quá trình đoạn nhiệt:

$$T_1 \cdot V_2^{\gamma-1} = T_2 \cdot V_3^{\gamma-1}$$

$$T_1 \cdot V_1^{\gamma-1} = T_2 \cdot V_4^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$$

- Từ đây công thức hiệu suất là:

$$\eta = 1 - \frac{T_2 \cdot \ln \frac{V_3}{V_4}}{T_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

**\* Nhận xét:** Hiệu suất của chu trình Carnot thuận nghịch đối với khí lí tưởng chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn nóng và nguồn lạnh.

**\* Định lý:** Hiệu suất của tất cả các động cơ thuận nghịch chạy theo chu trình Carnot với cùng nguồn nóng và nguồn lạnh đều bằng nhau, không phụ thuộc vào tác nhân cũng như cách chế tạo máy. Hiệu suất của động cơ không thuận nghịch thì nhỏ hơn hiệu suất của động cơ thuận nghịch.

**\* Cách tăng hiệu suất:** Tăng nhiệt nguồn nóng, giảm nhiệt nguồn lạnh và chế tạo gần đúng động cơ thuận nghịch nhất có thể.

## 22. Trình bày:

a. Khái niệm và các tính chất hàm Entropi của một hệ nhiệt động .

b. Biểu thức định lượng của nguyên lý 2 viết dưới dạng hàm Entropi.

c. Nội dung nguyên lý tăng Entropi.

a.

- Hàm Entropi: là một hàm trạng thái của hệ (kí hiệu là S) sao cho biến thiên từ trạng thái (1) đến trạng thái (2) bằng tích phân Clausius  $\int \frac{\delta Q}{T}$  từ (1) đến (2) theo một quá trình thuận nghịch.

- Tính chất hàm Entropi:

+ S là một hàm trạng thái nghĩa là ở mỗi trạng thái của hệ có một giá trị xác định và nó không phụ thuộc vào quá trình của hệ từ trạng thái này qua trạng thái khác.

- + S là một đại lượng có tính cộng được nghĩa là Entropi của một hệ cân bằng bằng tổng các Entropi của từng phần riêng biệt
- + Entropi được phép sai kém một hằng số cộng:

$$S = S_0 + \int \frac{\delta Q}{T}$$

trong đó  $S_0$  là giá trị Entropi tại gốc tính toán, người ta thường quy ước  $S_0 = 0$  ở trạng thái có  $T=0K$ .

**b.** Biểu thức định lượng nguyên lý 2 dưới dạng hàm Entropi:  $\Delta S \geq$

$$\int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$$

+ Dấu = với quá trình thuận nghịch.

+ Dấu > với quá trình không thuận nghịch với hệ số cô lập  $\Delta S \geq 0$ .

**c.** Nguyên lý tăng Entropi.

- Phát biểu: *Với quá trình nhiệt động thực tế xảy ra trong một hệ cô lập, Entropi của hệ luôn luôn tăng.*

$$\Delta S \geq 0$$

Quá trình diễn biến nếu là thuận nghịch thì Entropi không đổi ( $\Delta S = 0$ )

Nếu quá trình không thuận nghịch thì Entropi tăng lên.

### 23. Trình bày:

**a.** Những sự khác biệt trong mô hình khí lý tưởng và khí thực.

**b.** Khái niệm cộng tích, nội áp và thiết lập phương trình trạng thái cho khí thực trên cơ sở phương trình trạng thái khí lý tưởng.

**a.**

- Khí lý tưởng: Phân tử khí có kích thước không đáng kể và thể tích khối khí chính là thể tích dành cho chuyển động nhiệt tự do của các phân tử khí; Chỉ xét va chạm (đàn hồi), bỏ qua tương tác hút đẩy (lực tĩnh điện) giữa các phân tử khí nên áp suất trong khối khí gây bởi tổng hợp lực va chạm của các phân tử khí lên thành bình.

- Khí thực: Khí nén hoặc hạ nhiệt độ, thể tích khối khí giảm; lúc đó các phân tử lại gần nhau và không thể bỏ qua lực tương tác giữa chúng. Thể tích riêng của các phân tử khí cũng chiếm một phần đáng kể so với thể tích toàn bộ và không thể bỏ qua. Các phân tử khí có tương tác

với nhau nên áp suất thực của khối khí giảm đi do tương tác tĩnh điện làm giảm lực tác dụng lên thành bình.

**b.**

- Cộng tích: Nếu gọi  $V_t$  là thể tích của một kilomole khí thực, thì thể tích dành cho chuyển động tự do của các phân tử sẽ nhỏ hơn  $V_t$  và bằng:

$$V = V_t - b$$

trong đó  $b$  là số hiệu chỉnh về thể tích được gọi là cộng tích. Đơn vị là  $m^3/kilomol$ .

- Nội áp: Nếu gọi  $p_t$  là áp suất khí thực thì:

$$p = p_t + p_i$$

trong đó  $p_i$  là số hạng hiệu chỉnh về áp suất gọi là nội áp.

$$p_i = \frac{a}{V_t^2}$$

$a$  là hệ số tỷ lệ phụ thuộc vào loại khí (bảng XI trong sách bài tập).

- Thiết lập phương trình Vandecvan:

Từ phương trình  $pV=RT$  thay các biểu thức của cộng tích và nội áp ta có:

$$\left(p_t + \frac{a}{V_t^2}\right)(V_t - b) = RT$$

Bỏ các chỉ số  $t$  nhưng hiểu  $p, V$  là áp suất và thể tích của khí thực, ta được trạng thái sau:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \text{ (phương trình Vandecvan)}$$