

PHẦN I. CƠ

Câu 1. Định nghĩa hệ quy chiếu. Nêu cách xác định vị trí của chất điểm. Đặc điểm của vận tốc (dài), gia tốc (gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến), tọa độ góc, vận tốc góc, gia tốc góc. Nêu công thức liên hệ giữa các đại lượng dài và đại lượng góc.

Định nghĩa: Hệ quy chiếu là Hệ vật mà ta quy ước là đứng yên dùng làm mốc để xác định vị trí của vật khác trong không gian.

Xác định vị trí của chất điểm: ta gắn hệ trục Đề các gồm 3 trục Ox, Oy, Oz vào hệ quy chiếu. vị trí của chất điểm M trong không gian được xác định bởi 3 tọa độ x, y, z của nó trong hệ tọa độ. 3 tọa độ này cũng là 3 tọa độ của vector $\overrightarrow{OM} = \vec{r}$ trên 3 trục.

Khi M chuyển động, các tọa độ x, y, z thay đổi theo thời gian t.

$$M \begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \\ z = h(t) \end{cases}$$

Đặc điểm của vận tốc dài: vận tốc là một đại lượng đặc trưng cho phương, chiều và sự nhanh chậm của chuyển động.

Vận tốc của chất điểm có giá trị bằng đạo hàm quãng đường đi của chất điểm theo thời gian.

$$v = \frac{ds}{dt}$$

- Dấu của v xác định chiều chuyển động: $v > 0$, chất điểm chuyển động theo chiều dương của quỹ đạo: $v < 0$, chất điểm chuyển động theo chiều ngược lại.
- Trị tuyệt đối của v xác định độ nhanh chậm của chuyển động tại từng thời điểm.

Đặc điểm của gia tốc:

- Gia tốc là một đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của vector vận tốc.

Gia tốc tiếp tuyến:

+Đặc điểm:

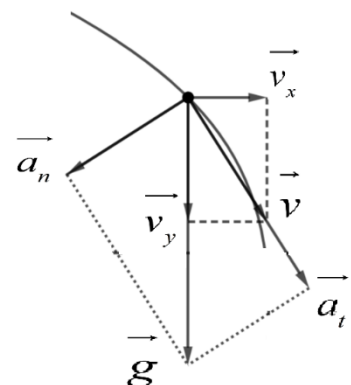
- Có phương trùng với tiếp tuyến của quỹ đạo tại M
- Có phương là chiều chuyển động khi v tăng và ngược lại khi v giảm
- Có độ lớn bằng đạo hàm vận tốc theo thời gian

$$a_t = \frac{dv}{dt}$$

+ ý nghĩa: Vector gia tốc tiếp tuyến đặc trưng cho sự biến thiên của vector vận tốc về giá trị

Gia tốc pháp tuyến:

+Đặc điểm:



- Có phương vuông góc với tiếp tuyến quỹ đạo tại M

- Có chiều hướng vào tâm

- Độ lớn bằng: $a_n = \frac{v^2}{R}$

+ ý nghĩa: Vector gia tốc pháp tuyến đặc trưng cho sự biến thiên về phương của vector vận tốc

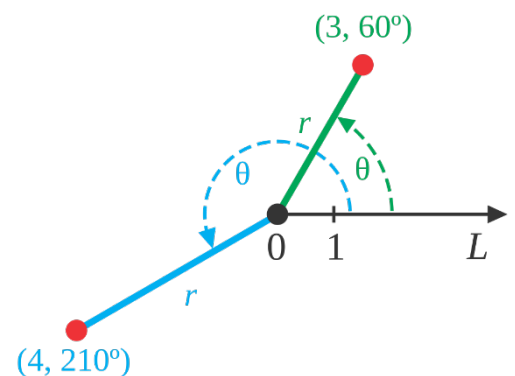
Tọa độ góc

Tọa độ góc hay còn gọi là tọa độ cực. Trong hệ tọa độ cực, vị trí của một điểm được xác định bằng khoảng cách từ điểm đó đến một điểm gốc (thường là điểm O) và góc được tạo bởi đường thẳng nối điểm đó với gốc và trục chuẩn.

Trong đó:

r : là khoảng cách từ điểm tới gốc tọa độ

θ : là góc giữa đường thẳng nối điểm đó với gốc tọa độ và trục dương



Vận tốc góc

Vận tốc góc có giá trị bằng đạo hàm của góc quay đối với thời gian.

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

Vận tốc góc đo bằng rad/s. đối với chuyển động tròn đều $\omega = \text{const.}$

Chu kì: $T = \frac{2\pi}{\omega}$;

Tần số: $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

Người ta biểu diễn vận tốc góc bằng một vector $\vec{\omega}$ gọi là vector vận tốc góc, nằm trên trục của vòng tròn quỹ đạo, thuận chiều đối với chiều quay của chuyển động và có giá trị bằng ω .

Gia tốc góc

Gia tốc góc có giá trị bằng đạo hàm của vận tốc góc đối với thời gian và bằng đạo hàm bậc hai của góc quay đối với thời gian.

$$\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

Gia tốc góc đo bằng radian trên giây bình phương (rad/s^2).

Khi $\beta > 0$, ω giảm, chuyển động tròn nhanh dần.

Khi $\beta = 0$, ω không đổi, chuyển động tròn đều.

Khi $\beta < 0$, ω giảm, chuyển động tròn chậm dần.

Trong trường hợp $\beta = \text{const}$, ta chứng minh được các hệ thức.

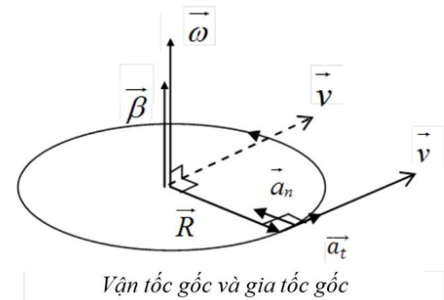
$$\omega = \beta t + \omega_0$$

$$\theta = \frac{1}{2}\beta t^2 + \omega_0 t$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta\theta$$

Người ta biểu diễn gia tốc góc bằng một vector gọi là vector gia tốc góc, vector này:

- Nằm trên trục của quỹ đạo tròn
- Cùng chiều với $\vec{\omega}$ khi $\beta > 0$ và ngược chiều với $\vec{\omega}$ khi $\beta < 0$.
- Có giá trị bằng β
- Như vậy có thể viết hệ thức sau: $\vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$



Công thức liên hệ giữa đại lượng dài và đại lượng góc:

$$s = \theta r \text{ (lưu ý } \theta \text{ để đơn vị là radian).}$$

$$v = \omega r$$

$$a_t = \beta r$$

$$a_n = \omega^2 r$$

Câu 2. Định nghĩa và viết các công thức của chuyển động thẳng đều, chuyển động thẳng biến đổi đều, chuyển động tròn đều, chuyển động tròn biến đổi đều.

Chuyển động thẳng đều:

Là chuyển động thẳng với gia tốc $a = 0$.

$$a = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = \text{const}$$

Trong khoảng thời gian từ 0 đến t chất điểm đi được quãng đường s:

$$s = vt$$

Chuyển động thẳng biến đổi đều:

Là chuyển động thẳng với vector gia tốc không đổi

$$\vec{a} = \overrightarrow{\text{const}}$$

$$a_n = 0 \Rightarrow a_t = a = \frac{dv}{dt} = \text{const}$$

Trong khoảng thời gian từ 0 đến t. vận tốc biến thiên từ v_0 đến v . Ta có:

$$v = at + v_0$$

Trong khoảng thời gian từ 0 đến t chất điểm đi được quãng đường s:

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

Hệ thức độc lập thời gian: $v^2 - v_0^2 = 2as$

Chuyển động tròn đều

Là chuyển động với gia tốc góc $\beta = 0$;

$$\beta = \frac{d\omega}{dt} = 0 \Rightarrow \omega = \text{const}$$

Trong thời gian từ 0 đến t, chất điểm quay được một góc quanh gốc tọa độ:

$$\theta = \omega t$$

Chuyển động tròn biến đổi đều

Là chuyển động với gia tốc góc $\beta = \text{const}$;

Trong khoảng thời gian từ 0 đến t, vận tốc góc biến thiên từ ω_0 đến ω

$$\omega = \beta t + \omega_0$$

Trong khoảng thời gian từ 0 đến t, chất điểm quay được một góc quanh gốc tọa độ:

$$\theta = \frac{1}{2}\beta t^2 + \omega_0 t$$

Hệ thức độc lập thời gian: $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta\theta$

Câu 3. Phát biểu các định luật Newton về chuyển động. Nêu đặc điểm của không gian và thời gian trong cơ học cổ điển. Trình bày phép biến đổi Galileo, tổng hợp vận tốc và gia tốc. Định nghĩa hệ quy chiếu quán tính và phát biểu nguyên lý tương đối Galileo.

Các định luật Newton về chuyển động:

Định luật I: khi một chất điểm cô lập (không chịu một tác động nào từ bên ngoài) nếu đang đứng yên, nó sẽ tiếp tục đứng yên, nếu đang chuyển động thì chuyển động của nó là thẳng đều.

Định luật II:

1. Chuyển động của một chất điểm chịu tác dụng của các lực có tổng hợp $\vec{F} \neq 0$ là một chuyển động có gia tốc.
2. Gia tốc chuyển động của chất điểm tỉ lệ với tổng hợp lực tác dụng \vec{F} và tỉ lệ nghịch với khối lượng của chất điểm ấy:

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

k là hệ số tỉ lệ phụ thuộc vào đơn vị sử dụng, trong hệ SI thì $k = 1$.

Định luật III:

khi chất điểm A tác dụng lên chất điểm B một lực \vec{F} thì chất điểm B cũng tác dụng lên chất điểm A một lực \vec{F}' : hai lực \vec{F} và \vec{F}' tồn tại đồng thời cùng phương, ngược chiều và cùng cường độ.

Nói cách khác, tổng hình học các lực tương tác giữa hai chất điểm bằng không:

$$\vec{F} + \vec{F}' = 0$$

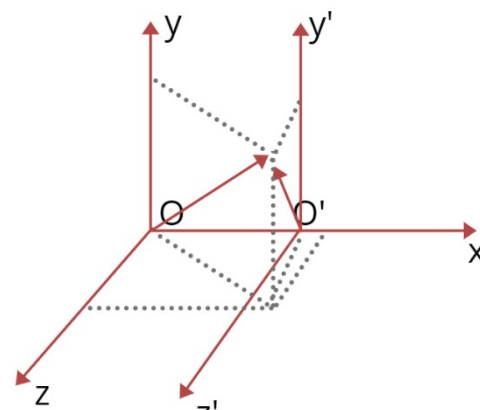
Đặc điểm của không gian và thời gian trong cơ học cổ điển và phép biến đổi Galile:

+) Xét hq O' chuyển động dọc theo Ox với vận tốc \vec{v}_0 ; $Oy \parallel O'y'$; $Oz \parallel O'z'$.

+) Thời gian là tuyệt đối: $t' = t$

+) Không gian là tương đối:

$$\begin{cases} x = x' + v_0 t' = x' + v_0 t \\ y = y' \\ z = z' \end{cases} \Rightarrow \text{chuyển động là tương đối.}$$



+) Khoảng không gian là tuyệt đối: $\begin{cases} x_1 = x'_1 + v_0 t' \\ x_2 = x'_2 + v_0 t' \end{cases} \Rightarrow x_2 - x_1 = x'_2 - x'_1 \Leftrightarrow l = l'.$

Tổng hợp vận tốc, gia tốc:

Giả sử xét một chất điểm M bất kì

\vec{v} : là vector vận tốc của điểm M so với hệ O.

\vec{v}' : là vector vận tốc của điểm M so với hệ O'

\vec{v}_0 : là vector vận tốc tịnh tiến của hệ O' so với hệ O

Ta có:

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{v}_0$$

Đạo hàm biểu thức trên ta được:

$$\vec{a} = \vec{a}' + \vec{a}_0$$

\vec{a} : là vector gia tốc của điểm M so với hệ O.

\vec{a}' : là vector gia tốc của điểm M so với hệ O'

\vec{a}_0 : là vector gia tốc tịnh tiến của hệ O' so với hệ O

Định nghĩa hệ quy chiếu quán tính và phát biểu nguyên lý tương đối Galileo.

Hệ quy chiếu quán tính: Là hệ quy chiếu mà trên hệ quy chiếu đó, các định luật quán tính của Newton được nghiệm đúng.

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.

Câu 4. Trình bày về lực ma sát, lực căng dây, lực hướng tâm.

Lực ma sát: Khi một vật chuyển động trên một mặt thì vật tác dụng lên bề mặt một lực nén, đồng thời bề mặt cũng tác dụng một phản lực \vec{R} ngược lại vật. \vec{R} có thể được phân tích thành 2 thành phần bao gồm phản lực pháp tuyến \vec{N} và lực ma sát \vec{f}_{ms} ngược chiều vận tốc.

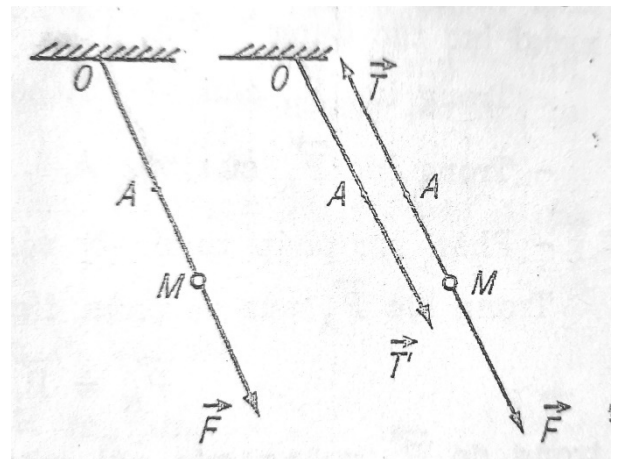
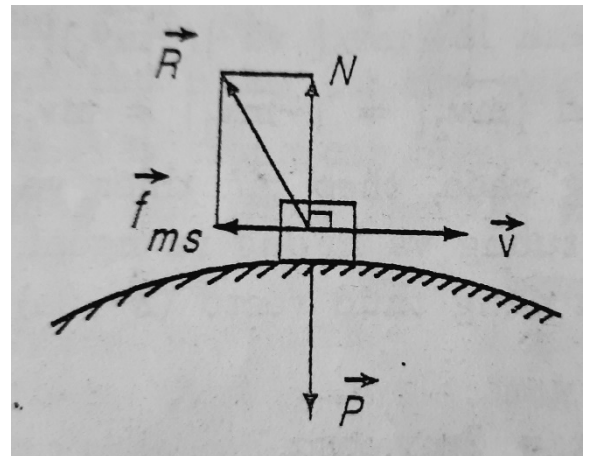
$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{f}_{ms}$$

Lực ma sát biểu hiện sự cản trở của mặt với chuyển động trên mặt. Thực nghiệm chứng tỏ nếu v quá quá lớn thì ta có hệ thức: $f_{ms} = kN$.

Trong đó k là hệ số ma sát trượt; hệ số ma sát phụ thuộc vào bản chất của vật chuyển động và mặt, đồng thời phụ thuộc vào tính chất tiếp xúc giữa chúng

Lực căng

Giả sử buộc vật M vào sợi dây, dưới tác dụng của lực \vec{F} , vật M có một trạng thái động lực nào đó. Khi dây căng, tại những điểm trên dây sẽ xuất hiện lực căng. Lực căng tại điểm A bất kỳ trên dây là lực tương tác giữa hai nhánh dây hai bên điểm A. Muốn xác định lực căng tại điểm A ta tưởng tượng dây bị tách ra tại A; để giữ cho 2 nhánh dây AO và AM vẫn căng, M vẫn giữ trạng thái cũ. Phải tác dụng lên nhánh AM và AO những lực \vec{T} và \vec{T}' cùng phương, ngược chiều, cùng độ lớn. Đó chính là lực căng tại A. Thông thường lực căng có cường độ không đổi dọc theo sợi dây



Lực hướng tâm: là một loại lực cần để làm cho một vật đi theo một quỹ đạo cong.

Lực này gây ra gia tốc hướng tâm, nghĩa là làm cho vận tốc đổi hướng.

Kí hiệu: \vec{F}_{ht}

- Có chiều hướng vào tâm quay tức thời

- Độ lớn $F_{ht} = ma_n = \frac{mv^2}{R}$ (R là bán kính cong tức thời)

Bài toán thông thường, lực hướng tâm xuất hiện khi quỹ đạo của chất điểm là tròn, nên lực có chiều hướng vào tâm, R là bán kính quỹ đạo.

Câu 5. Hệ quy chiếu phi quán tính là gì? Lấy ví dụ về hệ quy chiếu phi quán tính. Biểu thức của lực quán tính.

Trong 1 hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc so với 1 hệ quy chiếu quán tính, các định luật Newton không được nghiệm đúng nữa. ta gọi hệ quy chiếu đó là hệ quy chiếu phi quán tính.

Ví dụ: Khi xe ô tô đang tăng tốc, nó có gia tốc $a > 0$. Lúc này hệ quy chiếu gắn với xe ô tô chính là một hệ quy chiếu phi quán tính khi so với trái đất (hệ quy chiếu quán tính). Lúc này người trong xe cảm giác bị ngã về phía sau, chính là do các thêm tác động của lực quán tính.

Biểu thức: $\vec{F}_{qt} = -m \cdot \vec{A}$

- Với \vec{A} là gia tốc của hệ quy chiếu phi quán tính so với hệ quy chiếu quán tính
- \vec{F}_{qt} luôn luôn cùng phương, ngược chiều với \vec{A}

Câu 6. Định nghĩa, ý nghĩa của động lượng. Trình bày các định lý về động lượng. Nội dung của định luật bảo toàn động lượng. Lấy ví dụ về định luật bảo toàn động lượng.

Định nghĩa: Động lượng của một chất điểm là đại lượng vật lý được xác định bằng tích số giữa khối lượng và vận tốc của chất điểm đó.

Vector động lượng: $\vec{K} = m\vec{v}$

Ý nghĩa:

- + Động lượng đặc trưng cho chuyển động về mặt động lực học và vận tốc cũng đặc trưng cho chuyển động về mặt động học.
- + Động lượng đặc trưng cho khả năng truyền chuyển động.

Định lý 1: Theo định luật II Newton, ta có: $\vec{F} = m\vec{a}$.

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

Vậy: Đạo hàm động lượng của 1 chất điểm đối với thời gian có giá trị bằng lực (hay tổng hợp lực) tác dụng lên chất điểm đó.

Định lý 2: Theo định lý 1:

$$\frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F} \Leftrightarrow d\vec{K} = \vec{F}dt \Leftrightarrow \int_{K_1}^{K_2} d\vec{K} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$$

$$\Leftrightarrow \Delta\vec{K} = \vec{K}_2 - \vec{K}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt \quad (= F \cdot \Delta t \text{ nếu } \vec{F} \text{ không đổi}).$$

$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$ gọi là xung lượng của lực \vec{F} trong khoảng thời gian $t_1 \rightarrow t_2$.

Định luật bảo toàn động lượng

Với hệ chất điểm (chuyển động)

Theo định lý 2 về động lượng ta có

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

\vec{F} - tổng hợp các ngoại lực tác dụng lên hệ.

- Xét hệ cô lập thì: $\vec{F} = \vec{0}$, tức là $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n = \text{const}$.

→ tổng động lượng của 1 hệ cô lập là đại lượng không đổi – được bảo toàn

- Theo 1 phương của hệ chất điểm

$$m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} + \dots + m_n v_{nx} = \text{const}.$$

Khi đó: Hình chiếu của tổng động lượng của một hệ lên phương x đó là một đại lượng được bảo toàn.

Ví dụ: một viên bi nặng m_1 có vận tốc v_1 di chuyển dọc phương Ox, va chạm với viên bi nặng m_2 đang đứng yên, sau va chạm 2 viên bi tiếp tục di chuyển theo phương Ox. Với vận tốc v_1' và v_2' .

Nếu coi như bỏ qua ma sát. Suy ra tổng hợp ngoại lực lên hệ 2 bi bị triệt tiêu, vậy động lượng của hệ được bảo toàn.

Ta có biểu thức: $m_1 \vec{v}_1 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$

Theo phương Ox: $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

Câu 7. Định nghĩa mômen động lượng của chất điểm; mômen động lượng của chất điểm chuyển động tròn và của một vật rắn quay quanh một trục cố định. Trình bày các định lý về mômen động lượng của chất điểm và của một hệ chất điểm. Nội dung định luật bảo toàn mômen động lượng. Lấy ví dụ.

Momen động lượng của chất điểm

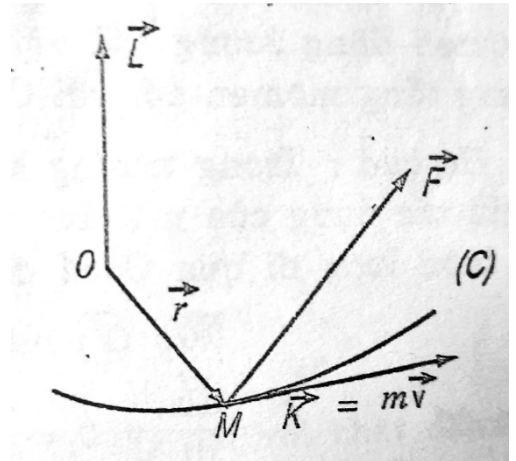
Xét chất điểm M chuyển động trên quỹ đạo C dưới tác dụng của lực \vec{F} . Mômen động lượng của một chất điểm là 1 đại lượng vector xác định bằng tích có hướng giữa vector bán kính quỹ đạo và vector động lượng của chất điểm đó.

$$\vec{L} = \vec{r} \wedge \vec{K}$$

Đối với chất điểm chuyển động tròn

Vector momen động lượng của chất điểm chuyển động tròn bằng tích của momen quán tính của chất điểm với vector vận tốc góc của chất điểm ấy

$$\vec{L} = I\vec{\omega}$$



Đối với vật rắn quay quanh một trục cố định Δ

Khi đó mọi chất điểm của vật rắn quay đều có cùng vận tốc góc

$$\vec{\omega}_1 = \vec{\omega}_2 = \vec{\omega}_3 = \dots = \vec{\omega}_i = \vec{\omega}$$

Vậy:

$$\vec{L} = \sum_i I_i \cdot \vec{\omega}$$

$$\vec{L} = I \cdot \vec{\omega}$$

Trong đó:

$$I = \sum_i I_i = \sum_i m_i r_i^2$$

Là momen quán tính của vật rắn đối với trục quay Δ

Định lý về momen động lượng

- Định lý về mômen động lượng:

+ Theo định lý về động lượng ta có:

$$\frac{d\vec{k}}{dt} = \vec{F} \Leftrightarrow \vec{r} \wedge \frac{d\vec{k}}{dt} = \vec{r} \wedge \vec{F}$$

$$\Leftrightarrow \frac{d}{dt}(\vec{r} \wedge \vec{k}) = \vec{r} \wedge \vec{F} \Leftrightarrow \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$$

Vậy: Đạo hàm theo thời gian của mômen động lượng đối với gốc O của 1 chất điểm chuyển động bằng tổng mômen đối với O của các lực tác dụng lên chất điểm.

Đối với hệ chất điểm:

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

Vậy: Đạo hàm theo thời gian của momen động lượng đối với gốc O của một hệ bằng tổng momen đối với gốc O của các ngoại lực tác dụng lên hệ

$$\text{Từ } \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} \Rightarrow d\vec{L} = \vec{M}dt \Rightarrow \int_{L_1}^{L_2} d\vec{L} = \vec{L}_2 + \vec{L}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{M}dt$$

$$\Leftrightarrow \Delta\vec{L} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{M}dt. \text{ Nếu } M \text{ không đổi} \Rightarrow \Delta\vec{L} = \vec{M} \cdot \Delta t.$$

Vậy: Độ biến thiên mômen động lượng trong 1 khoảng thời gian bằng xung lượng của mômen lực tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó.

Tương tự đối với hệ chất điểm: Độ biến thiên mômen động lượng trong 1 khoảng thời gian bằng xung lượng của mômen lực tác dụng lên hệ chất điểm trong khoảng thời gian đó.

Định luật bảo toàn Mômen động lượng

$$\text{Từ: } \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} \text{ nếu } \vec{M} = \vec{O} \text{ thì } \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{O} \Rightarrow \vec{L} = \text{const}.$$

Vậy: Đối với 1 hệ chất điểm cô lập, hoặc chịu tác dụng của các ngoại lực nhưng tổng mômen của các ngoại lực ấy đối với gốc O bằng 0, thì tổng mômen động lượng của 1 hệ là 1 đại lượng bảo toàn.

Với hệ chất điểm quay xung quanh 1 trục cố định:

$$\text{Nếu: } \frac{d}{dt} (I_1\vec{\omega}_1 + I_2\vec{\omega}_2 + \dots + I_n\vec{\omega}_n) = \vec{M} = \vec{O} \Rightarrow I_1\vec{\omega}_1 + I_2\vec{\omega}_2 + \dots + I_n\vec{\omega}_n = \text{const}$$

$$\Rightarrow \text{Vật rắn quay quanh 1 trục cố định } \vec{M} = \vec{O} \Rightarrow I\vec{\omega} = \text{const}.$$

Ví dụ: một người đứng thẳng trên chiếc bàn xoay (tương tự như ghế Giucopxki) 2 tay cầm tạ đơn. Ban đầu người đó dang 2 tay, hệ người và bàn quay với vận tốc góc ω_1 . Sau đó người ấy thu tay về ôm trước ngực (tay vẫn cầm tạ) thì hệ người và bàn quay với vận tốc ω_2 . Ta nhận thấy $\omega_2 > \omega_1$. Do theo định luật bảo toàn $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$ mà $I_2 < I_1$ do khi người thu tay lại, khoảng cách giữa trọng tâm của cánh tay người và của tạ đơn so với trục quay giảm.

Câu 8. Trình bày về công, công suất, định lý động năng (công - động năng). Định nghĩa động năng. Nêu các tính chất của động năng.

Công:

Giả thiết có một lực \vec{F} không đổi, điểm đặt của nó chuyển dời một đoạn $\overline{MM'} = \vec{s}$. Theo định nghĩa, công A do lực \vec{F} sinh ra trong chuyển dời $\overline{MM'}$ là đại lượng có trị số cho bởi:

$$A = F \cdot \overline{MM'} \cos(\vec{F}, \overline{MM'})$$

$$A = Fs \cdot \cos\alpha = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

Theo đó, công do lực \vec{F} sinh ra là một đại lượng vô hướng. khi α nhọn, $A > 0$ ta nói lực sinh công phát động. khi α tù, $A < 0$ ta nói lực sinh công cản. Khi $\alpha = \frac{\pi}{2}$, $A = 0$.

Trong trường hợp tổng quát, chuyển dời là một đường cong, ta chia đường cong thành các đoạn \vec{ds} rất nhỏ và coi là thẳng. Công vi phân do lực \vec{F} sinh ra trên các đoạn đó là:

$$dA = \vec{F} \cdot \vec{ds}$$

Tổng công trên cả quãng đường sẽ là:

$$A = \int_{CD} \vec{F} \cdot \vec{ds}$$

Công suất:

Công suất đặc trưng cho sức mạnh của máy.

Giả thiết trong khoảng thời gian Δt , một lực sinh ra công ΔA . Tỷ số

$$P_{tb} = \frac{\Delta A}{\Delta t}$$

Được gọi là công suất trung bình của lực đó trong khoảng thời gian Δt . Về ý nghĩa, công suất trung bình có giá trị bằng công trung bình của lực sinh ra trong đơn vị thời gian.

Công suất tức thời: có giá trị bằng đạo hàm của công theo thời gian.

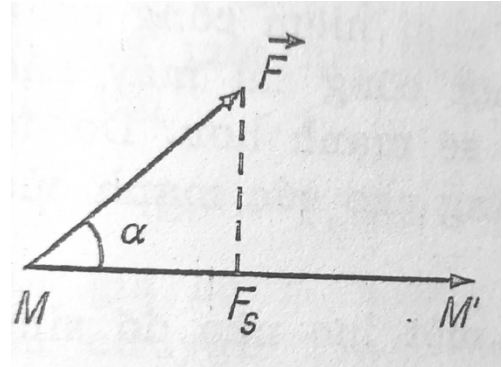
$$P = \frac{dA}{dt}$$

Công suất bằng tích vô hướng của lực tác dụng với vector vận tốc của chuyển dời.

$$dA = \vec{F} \cdot \vec{ds}$$

$$P = \vec{F} \cdot \frac{\vec{ds}}{dt}$$

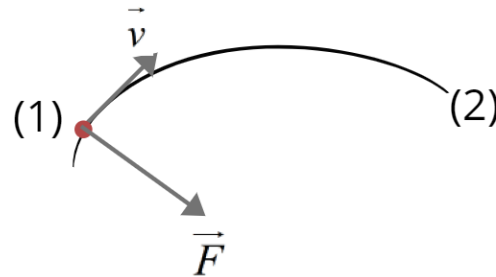
$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$



Định lí động năng:

+ Xét 1 chất điểm khối lượng m , chịu tác dụng của một lực \vec{F} , chuyển rời từ vị trí (1) tới vị trí (2). Công của lực \vec{F} thực hiện là:

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



Lại có: $\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$ thay vào (1) ta có:

$$A = \int_{(1)}^{(2)} m \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{s} = \int_{(1)}^{(2)} m \frac{d\vec{s}}{dt} d\vec{v} = \int_{(1)}^{(2)} m \vec{v} d\vec{v} = \int_1^2 md \left(\frac{v^2}{2} \right)$$

$$\Leftrightarrow A = \int_{(1)}^{(2)} d \left(\frac{mv^2}{2} \right) = \int_{(v_1)}^{(v_2)} d \left(\frac{mv^2}{2} \right) = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (2).$$

$\frac{mv_2^2}{2}$: động năng của chất điểm ở vị trí (2).

$\frac{mv_1^2}{2}$: động năng của chất điểm ở vị trí (1).

Từ (2) ta có: Độ biến thiên động năng của 1 chất điểm trong 1 quãng đường nào đó có giá trị bằng công của ngoại lực tác dụng lên chất điểm sinh ra từ quãng đường đó.

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

Tính chất:

- Động năng là một đại lượng vô hướng, có giá trị dương.
- Có giá trị phụ thuộc vào độ lớn của vận tốc, không phụ thuộc vào hướng.
- Là một đại lượng mang tính tương đối do vận tốc có tính tương đối tùy thuộc vào chọn hệ quy chiếu
- Có thể chuyển đổi thành các dạng năng lượng khác: thế năng, điện năng, nhiệt năng...
- Biến thiên động năng bằng tổng công của ngoại lực.

Câu 9. Trình bày về thế năng của một chất điểm trong trọng trường. Nội dung của định lý thế năng. Nêu các tính chất của thế năng.

Xét chất điểm m chuyển động trong trường hấp dẫn của chất điểm M theo quỹ đạo AB .

Công của lực hấp dẫn \vec{F} trong chuyển dời của m trên quỹ đạo AB là:

$$A_{AB} = \left(-\frac{GMm}{r_A} \right) - \left(-\frac{GMm}{r_B} \right)$$

Công của lực hấp dẫn \vec{F} không phụ thuộc vào đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối. Vậy, trường hấp dẫn của điểm M là trường lực thế.

Ta định nghĩa thế năng của chất điểm m trong trường hấp dẫn của chất điểm M . thế năng tại vị trí A :

$$W_t(A) = -\frac{GMm}{r_A} + C$$

Tại vị trí B :

$$W_t(B) = -\frac{GMm}{r_B} + C$$

Thỏa mãn hệ thức $A_{AB} = W_t(A) - W_t(B)$

Tổng quát: thế năng của m tại vị trí cách O một khoảng r .

$$W_t(r) = -\frac{GMm}{r} + C$$

C là một hằng số tùy ý, có giá trị bằng thế năng tại điểm vô cùng, để đơn giản ta chọn $C = 0$;

Định lý thế năng: Công của lực thế khi một vật di chuyển từ điểm A đến điểm B trong một trường thế là bằng độ giảm thế năng của vật khi di chuyển từ điểm A đến điểm B .

$$A_{AB} = W_t(A) - W_t(B)$$

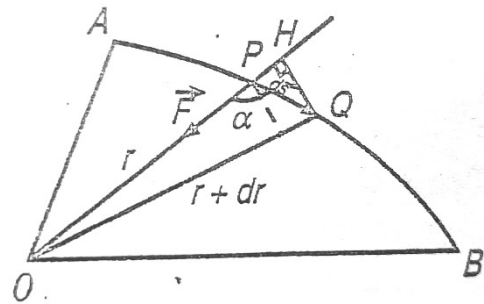
Tính chất của thế năng:

- Thế năng tại một vị trí được xác định xác định sai khác một hằng số cộng (C) nhưng hiệu thế năng giữa hai vị trí thì hoàn toàn xác định.
- Giữa trường lực và thế năng có hệ thức sau:

$$A_{AB} = \int_{AB} \vec{F} \cdot d\vec{s} = W_t(A) - W_t(B)$$

Nếu cho chất điểm dịch chuyển theo một vòng kín thì hệ thức trở thành:

$$\oint \vec{F} \cdot d\vec{s} = 0$$



Câu 10. Định nghĩa cơ năng. Nội dung của định luật bảo toàn cơ năng. Định nghĩa năng lượng, các dạng năng lượng. Phát biểu định luật bảo toàn năng lượng.

Định nghĩa cơ năng: cơ năng là tổng động năng và thế năng.

Định luật bảo toàn cơ năng: khi chất điểm/vật chuyển động trong một trường lực thế mà không chịu tác dụng một lực nào khác thì cơ năng của chất điểm/vật được bảo toàn

Định nghĩa năng lượng: Tất cả các dạng cụ thể của vật chất vận động đều có năng lượng. Năng lượng là một đại lượng đặc trưng cho mức độ vận động của vật chất.

Các dạng năng lượng: cơ năng, nhiệt năng, điện năng, năng lượng điện từ, Quang năng....

Định luật bảo toàn năng lượng: Năng lượng không tự mất đi mà cũng không tự sinh ra, năng lượng chỉ chuyển từ hệ này sang hệ khác.

Câu 11. Va chạm là gì? Áp dụng các định luật bảo toàn cho va chạm mềm và va chạm đàn hồi xuyên tâm (một chiều và 2 chiều).

Va chạm là 2 hay nhiều vật thể tác động lực lên nhau trong khoảng thời gian ngắn.

Áp dụng các định luật bảo toàn (cho cả 1 và 2 chiều)

Xét 2 quả cầu lần lượt có khối lượng là m_1, m_2 , có vector vận tốc trước và sau va chạm lần lượt là $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_1', \vec{v}_2'$. Va chạm xuyên tâm.

Va chạm mềm:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

Sau va chạm, 2 quả cầu dính vào nhau chuyển động cùng vận tốc:

$$v_1' = v_2' = v$$

Suy ra:

$$(m_1 + m_2)v = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

Trong va chạm mềm, động năng không bảo toàn mà bị giảm đi một lượng bằng công làm biến dạng 2 quả cầu:

$$-\Delta W_d = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (v_1 - v_2)^2$$

Va chạm đàn hồi:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

Động năng của hệ trước và sau va chạm được bảo toàn:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2}$$

Từ 2 phương trình bảo toàn trên ta rút ra được:

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

Vậy nếu $m_1 = m_2$, ta có $v_1' = v_2, v_2' = v_1$

Nếu $v_2 = 0$

$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$$

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$$

Câu 12. Nội dung và ứng dụng của định luật vạn vật hấp dẫn. Chứng minh tính chất thế của trường hấp dẫn. Tính các tốc độ vũ trụ.

Định luật vạn vật hấp dẫn: Hai chất điểm khối lượng m và m' đặt cách nhau một khoảng cách r sẽ hút nhau bằng những lực có phương là đường thẳng nối hai chất điểm đó, có cường độ tỉ lệ thuận với hai khối lượng m và m' và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách r :

$$F = F' = \frac{Gmm'}{r^2}$$

- Công thức áp dụng được cho quả cầu đồng chất với r là khoảng cách tâm giữa 2 quả cầu.
- Nếu tính lực hấp dẫn giữa các vật có kích thước lớn, ta cần dùng phương pháp tích phân

G là hệ số tỉ lệ, gọi là hằng số hấp dẫn vũ trụ. Trong hệ SI.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

Ứng dụng:

Thay đổi trọng trường theo độ cao:

Xét chất điểm m trên mặt đất, lực hấp dẫn do trái đất tác dụng lên chất điểm là:

$$P_o = \frac{GMm}{R^2}$$

Với M là khối lượng trái đất, R là bán kính trái đất.

Mặc khác ta có $P_o = mg_o$ với g_o là gia tốc trọng trường tại mặt đất. Suy ra

$$g_o = \frac{GM}{R^2}$$

Tại điểm có độ cao h so với mặt đất.

$$P = \frac{GMm}{(R+h)^2} = mg \Rightarrow g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$\text{Vậy: } g = g_o \left(\frac{R}{R+h} \right)^2 = g_o \left(1 + \frac{h}{R} \right)^{-2} \approx g_o \left(1 - \frac{2h}{R} \right) \quad \text{do } h \ll R$$

Chứng minh tính chất thế của trường hấp dẫn

Xét chất điểm m chuyển động trong trường hấp dẫn của chất điểm M theo quỹ đạo AB .

Công của lực hấp dẫn \vec{F} trong chuyển dời của m trên quỹ đạo AB là:

$$A = \int_{(A)}^{(B)} dA = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{r_A}^{r_B} F dr = \int_{r_A}^{r_B} \left(-G \cdot \frac{Mm}{r^2} \right) dr$$

$$\Rightarrow A = \left(-G \frac{Mm}{r_A} \right) - \left(-G \frac{Mm}{r_B} \right) = -GMm \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right) = W_{t_A} - W_{t_B}$$

Công của lực F không phụ thuộc vào dạng đường đi mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu, điểm cuối.

\Rightarrow Trường hấp dẫn là trường thế.

Các vận tốc vũ trụ

Vận tốc vận tốc vũ trụ cấp 1: Trị số vận tốc ban đầu v_I cần thiết để bắn viên đạn bay quanh trái đất theo một quỹ đạo tròn là vận tốc vũ trụ cấp I.

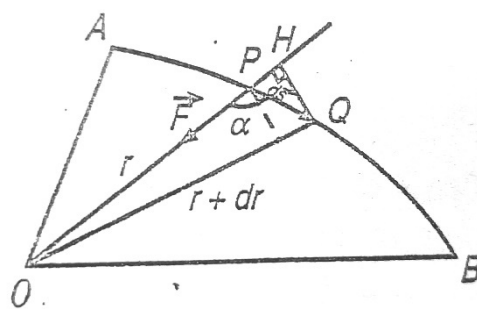
Coi quỹ đạo xấp xỉ bán kính R của trái đất. Ta có gia tốc hướng tâm:

$$a_o = g_o = \frac{v_I^2}{R} \Rightarrow v_I = \sqrt{g_o R}$$

Vận tốc vũ trụ cấp 2:

Bắn viên đạn từ mặt đất với vận tốc v_o và bay ngày càng xa trái đất tới vô cùng, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{mv_o^2}{2} + \left(-\frac{GMm}{R} \right) = \frac{mv_\infty^2}{2} + \underbrace{\left(-\frac{GMm}{\infty} \right)}_0$$



$$\text{Vì: } \frac{mv_{\infty}^2}{2} \geq 0 \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} > \frac{GMm}{R}$$

$$\text{Vậy: } v \geq \sqrt{GM \cdot \frac{2}{R}} \Rightarrow v_0 \geq \sqrt{2g_0 R}$$

Giá trị tối thiểu v_0 chính là vận tốc vũ trụ cấp II.

$$v_{II} = \sqrt{2g_0 R}$$

Câu 13. Định nghĩa khối tâm và trình bày về chuyển động của khối tâm.

Định nghĩa: khối tâm của một hệ chất điểm M_1, M_2, \dots, M_n lần lượt có khối lượng m_1, m_2, \dots, m_n là một điểm G xác định bởi đẳng thức:

$$m_1 \overrightarrow{M_1 G} + m_2 \overrightarrow{M_2 G} + \dots + m_n \overrightarrow{M_n G} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n m_i \overrightarrow{M_i G} = 0$$

Tọa độ khối tâm G đối với một gốc tọa độ O: $\overrightarrow{OG} = \overrightarrow{OM_i} + \overrightarrow{M_i G}$

Tọa độ khối tâm G theo 3 trục tọa độ gắn với gốc tọa độ O.

$$X = \frac{\sum_1^n m_i x_i}{m_i}; Y = \frac{\sum_1^n m_i y_i}{m_i}; Z = \frac{\sum_1^n m_i z_i}{m_i}$$

Chuyển động khối tâm:

Giả sử các chất điểm M_1, M_2, \dots, M_n lần lượt chịu những lực $\overrightarrow{F_1}, \overrightarrow{F_2}, \dots, \overrightarrow{F_n}$ và chuyển động với các gia tốc $\overrightarrow{a_1}, \overrightarrow{a_2}, \dots, \overrightarrow{a_n}$. Thỏa mãn các phương trình:

$$m_1 \overrightarrow{a_1} = \overrightarrow{F_1}, m_2 \overrightarrow{a_2} = \overrightarrow{F_2}, \dots, m_n \overrightarrow{a_n} = \overrightarrow{F_n}$$

Đạo hàm vecto vận tốc của khối tâm theo thời gian:

$$\frac{d\overrightarrow{V}}{dt} = \frac{\sum_i m_i \frac{d\overrightarrow{v_i}}{dt}}{\sum_i m_i}$$

Hay:

$$\left(\sum_i m_i \right) \frac{d\overrightarrow{V}}{dt} = \sum_i m_i \overrightarrow{a_i} = \sum_i \overrightarrow{F_i}$$

$$\left(\sum_i m_i \right) \vec{a} = \sum_i \vec{F_i}$$

Vậy: khối tâm của một hệ chuyển động như một chất điểm có khối lượng bằng tổng khối lượng của hệ và chịu tác dụng của một lực bằng tổng hợp ngoại lực tác dụng lên hệ.

Câu 14. Định nghĩa, đặc điểm, phương trình của vật rắn 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 vận tốc và gia tốc.

Gọi \vec{a} là gia tốc chung cho các điểm của vật rắn m_1, m_2, \dots, m_n chịu sự tác dụng của $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$. Khi đó ta có:

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

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

$$\dots \quad m_n \vec{a} = \vec{F}_n$$

Các phương trình chứng tỏ các lực là song song cùng chiều, đó là điều kiện để một vật rắn chuyển động tịnh tiến.

Phương trình của vật rắn chuyển động tịnh tiến:

$$(\sum_i m_i) \cdot \vec{a} = \sum_i \vec{F}_i$$

\Rightarrow Để nghiên cứu chuyển động tịnh tiến của 1 vật rắn, ta chỉ cần nghiên cứu chất điểm bất kì là đủ, người ta thường chọn khối tâm.

Câu 15. Nêu đặc điểm và thành lập phương trình cơ bản của vật rắn quanh một trục cố định.

Đặc điểm

- Mọi điểm của vật rắn vạch ra quỹ đạo là 1 đường tròn, nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay có tâm nằm trên trục quay.
- Trong cùng 1 khoảng thời gian, mọi điểm trên vật rắn cùng quay được 1 góc.
- Tại thời điểm, 1 điểm của vật rắn có cùng ω, β :

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}; \quad \beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

- Tại thời điểm t , vector vận tốc dài \vec{v} và \vec{a}_t của chất điểm cách trục quay 1 khoảng r , được xác định bởi công thức:

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

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

Thành lập phương trình cơ bản của vật rắn quay quanh một trục cố định:

M_i là chất điểm bất kì cách trục quay một khoảng r_i , có khối lượng m_i . Chịu ngoại lực tiếp tuyến \vec{F}_{ti} (tổng hợp nội lực bằng 0). Gia tốc tiếp tuyến \vec{a}_{ti} .

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

Nhân 2 vế với \vec{r}_i :

$$\begin{aligned} m\vec{r}_i \wedge \vec{a}_{ti} &= \vec{r}_i \wedge \vec{F}_{ti} \\ \Rightarrow m(\vec{r}_i \wedge (\vec{\beta} \wedge \vec{r}_i)) &= \vec{M}_i \\ \Rightarrow mr_i^2 \vec{\beta} &= \vec{M}_i \end{aligned}$$

Tính cho tất cả chất điểm của vật rắn:

$$\left(\sum_i m_i r_i^2\right) \vec{\beta} = \sum_i \vec{M}_i$$

$\sum_i \vec{M}_i$ là tổng momen ngoại lực tác dụng lên vật rắn.

$\sum_i m_i r_i^2$ là momen quán tính của vật rắn đối với trục quay.

Vậy phương trình trên trở thành:

$$I\vec{\beta} = \vec{M}$$

Đây là phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn xung quanh một trục.

Câu 16. Nêu định nghĩa, ý nghĩa và cách tính momen quán tính. Lấy các ví dụ.

Định nghĩa: Mô men quán tính là một đại lượng vật lý đặc trưng cho mức quán tính của các vật thể trong chuyển động quay, tương tự như khối lượng trong chuyển động thẳng.

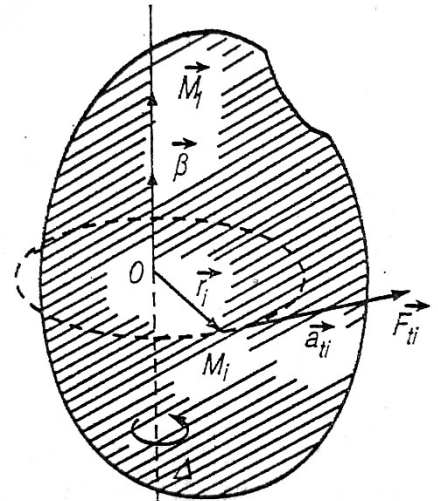
ý nghĩa: tương tự như khối lượng trong chuyển động thẳng. momen quán tính thể hiện khả năng chống lại sự thay đổi chuyển động quay.

Cách tính momen quán tính:

Momen quán tính I của vật rắn đối với trục Δ được tính theo công thức:

$$I = \sum_i m_i r_i^2$$

Trong đó $m_i r_i^2$ là momen quán tính của chất điểm M_i của vật.



Nếu khối lượng của vật rắn phân bố một cách liên tục. Ta có thể sử dụng phương pháp tích phân để tính I .

$$I = \int r^2 dm$$

Ví dụ: đối với thanh đồng chất chiều dài l , khối lượng M , trục quay Δ_0 đi qua trung điểm G và vuông góc với thanh.

Xét một phần tử của thanh khối lượng dm chiều dài dx cách G một đoạn x . Momen quán tính của dm đối với trục Δ_0 là:

$$dI = x^2 dm$$

Thanh đồng chất nên khối lượng trên cá đoạn tỉ lệ với chiều dài của đoạn đó:

$$\frac{dm}{M} = \frac{dx}{l} \text{ hay } dm = \frac{M}{l} dx$$

Vậy:

$$dI = \frac{M}{l} x^2 dx$$

Vậy momen quán tính của thanh đối với trục Δ_0 là:

$$I = \int dI = \int_{-l/2}^{l/2} \frac{M}{l} x^2 dx = \frac{Ml^2}{12}$$

- Nếu còn thời gian các em có thể tham khảo thêm cách tính momen quán tính của đĩa trong giáo trình VLDC 1 – chương 3.

Định lý Steiner – Huyghen: momen quán tính của một vật rắn đối với một trục Δ bất kì bằng momen quán tính của vật đối với trục Δ_0 song song với Δ đi qua tâm G của vật cộng với tích của khối lượng M của vật với khoảng cách d giữa hai trục.

$$I = I_0 + Md^2$$

Câu 17. Trình bày về công và động năng của vật rắn trong chuyển động quay.

Biểu thức công vi phân:

$$dA = \vec{M} \cdot \vec{\omega} d\theta = \vec{M} \cdot d\vec{\theta} = Md\theta$$

+ Công toàn phần của vật rắn quay từ vị trí 1 đến 2

$$A = \int_1^2 dA = \int_1^2 Md\theta = \int_1^2 I \cdot \frac{d\omega}{dt} d\theta = \int_1^2 I \cdot \omega d\omega = \int_1^2 I \cdot d\frac{\omega^2}{2}$$

$$\Rightarrow A = \frac{1}{2} I \omega_2^2 - \frac{1}{2} I \omega_1^2 = W_{d2} - W_{d1}$$

+ Định lý động năng của vật rắn quay:

Độ biến thiên động năng của vật rắn quay trong 1 khoảng thời gian có giá trị bằng công của ngoại lực tác dụng lên chất điểm trong thời gian đó.

Trường hợp tổng quát vật vừa chuyển động tịnh tiến vừa chuyển động quay. Ta có động năng của vật rắn:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

Câu 18. Nêu điều kiện để một hệ có thể dao động. Chứng tỏ rằng dao động nhỏ, trong điều kiện không có ma sát và lực cản của con lắc vật lý là dao động điều hoà. Trình bày về dao động tắt dần và dao động cưỡng bức.

Điều kiện để hệ có thể dao động:

- Hệ chuyển động có giới hạn trong không gian và lặp đi lặp lại nhiều lần quanh vị trí cân bằng.
- Có biến thiên liên tục giữa 2 năng lượng động năng và thế năng.
- Tồn tại lực phục hồi đưa hệ về vị trí cân bằng.
- Cung cấp cho hệ năng lượng ban đầu để rời khỏi vị trí cân bằng.

Con lắc vật lý là dao động điều hoà.

phân tích \vec{P} thành 2 lực thành phần như hình vẽ.

xét chuyển động quay của con lắc quanh điểm O. *Bỏ qua ma sát và lực cản.*

phương trình chuyển động quay:

$$-P_2 l = I\beta \quad (1)$$

$$\Leftrightarrow -mgl \sin(\alpha) = I\alpha'' \quad (l = OG)$$

Nếu coi góc α là nhỏ ta có: $\sin(\alpha) \approx \alpha$

Vậy phương trình trên trở thành:

$$\alpha'' + \frac{mgl}{I}\alpha = 0 \quad (2)$$

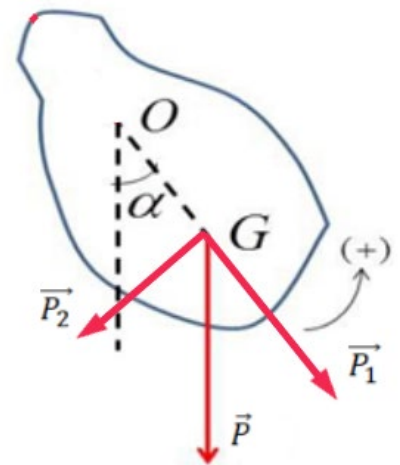
Đặt: $\sqrt{\frac{mgl}{I}} = \omega_0$ ta có:

$$\alpha'' + \omega^2 \alpha = 0$$

Phương trình vi phân bậc 2 trên có nghiệm: $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \theta_0)$. Với α_0 là biên độ của dao động, θ_0 là góc quay ban đầu.

Vậy con lắc dao động điều hoà.

Ta có thể thấy nếu xét tới cả ma sát, lực cản và góc α là lớn ($\sin(\alpha) \neq \alpha$) thì phương trình (1) và (2) sẽ biến đổi khác và nghiệm thu được sẽ không có dạng tuần hoàn như trên. Con lắc sẽ không dao động điều hoà.



Dao động tắt dần:

Là dao động có biên độ giảm dần vì mất mát năng lượng do ma sát hoặc lực cản môi trường.

Xét trường hợp con lắc lò xo chịu lực cản tỉ lệ với vận tốc.

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

Phương trình định luật II Newton: $\vec{F}_{kv} + \vec{F}_c = m\vec{a}$

$$\Leftrightarrow -kx - rv = ma \Leftrightarrow mx'' + kx + rv = 0$$

$$\Leftrightarrow x'' + \omega_0^2 x + \frac{r}{m}x' = 0$$

Đặt $\beta = \frac{r}{2m} \Rightarrow x'' + 2\beta x' + \omega_0^2 x = 0$

Giải PT trên ta được nghiệm hay chính là li độ của dao động tắt dần:

$$x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi) \text{ với } \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}.$$

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

Đặt $A = A_0 \cdot e^{-\beta t}$

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

Dao động cưỡng bức:

Là dao động dưới tác dụng của ngoại lực F biến thiên tuần hoàn theo thời gian. Dao động của vật trong giai đoạn đã ổn định gọi là giao động cưỡng bức.

Trong dao động tắt dần, muốn duy trì dao động ta tác dụng một ngoại lực biến thiên tuần hoàn $F_{cb} = H \cos(\Omega t)$

Phương trình định luật 2 Newton:

$$\vec{F} + \vec{F}_c + \vec{F}_{cb} = m\vec{a}$$

Chiếu theo chiều dương của gia tốc:

$$-F - F_c + F_{cb} = ma$$

$$\Leftrightarrow mx'' + F_c + F = F_{cb}$$

$$\Leftrightarrow x'' + \frac{r}{m}x' + \frac{k}{m}x = \frac{H}{m} \cos \Omega t$$

Li độ trong dao động tắt dần : $x = A \cos(\Omega t + \varphi)$

$$A = \frac{H}{m[(\Omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4\beta^2\Omega^2]^{0.5}}$$

$$\tan\beta = \frac{-2\beta\Omega}{\Omega^2 - \omega_0^2}$$

A_{MAX} khi $\Omega = \omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$ (trường hợp cộng hưởng)

Nếu lực cản không đáng kể, hệ số $r \approx 0 \Rightarrow \beta \approx 0 \Rightarrow$ cộng hưởng khi $\Omega = \omega_0$

Câu 19. Trình bày về sự hình thành của sóng cơ trong môi trường vật chất đàn hồi. Nêu các đặc trưng của sóng, hàm sóng, năng lượng và năng thông sóng.

Sóng cơ được tạo thành nhờ lực liên kết đàn hồi giữa các phần tử môi trường gây ra khi nguồn sóng dao động. Phần tử càng xa nguồn dao động càng trễ pha hơn.

Khi sóng cơ truyền đi chỉ có pha dao động của các phần tử vật chất lan truyền còn phần tử của môi trường thì chỉ dao động tại chỗ quanh vị trí cân bằng

Đặc Trưng của sóng:

Chu kỳ T và tần số f là chu kì và tần số của các phần tử của môi trường khi sóng truyền qua: $T = \frac{1}{f}$

Tốc độ truyền sóng: là tốc độ lan truyền dao động trong môi trường. Trong một môi trường, tốc độ truyền sóng không đổi. $v = \frac{s}{t}$

Bước sóng:

- Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng phương truyền sóng và dao động cùng pha với nhau.
- Bước sóng cũng là quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kì sóng

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

Biên độ sóng A : Biên độ sóng tại một điểm là biên độ dao động của một phần tử vật chất tại điểm đó khi có sóng truyền qua.

Có 2 loại sóng cơ:

+ Sóng ngang: là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng. Sóng ngang chỉ truyền được trong chất rắn và trên bề mặt chất lỏng (môi trường có biến dạng lệch)

+ Sóng dọc: là sóng trong đó các phần tử môi trường có phương dao động trùng với phương truyền sóng. Sóng dọc truyền được cả trong chất khí, chất lỏng và chất rắn (môi trường có biến dạng nén - dãn)

Hàm sóng:

Tại nguồn sóng: $u_0 = A\cos(\omega t)$

Tại M: $u_M = A\cos\omega(t - \Delta t)$

$$= A\cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{xT}{\lambda}\right)$$

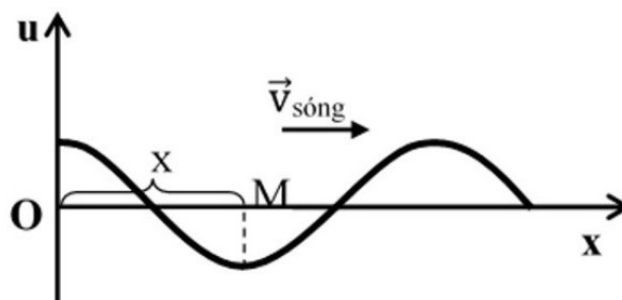
$$= A\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

Độ lệch pha giữa 2 điểm trên phương truyền sóng: $\Delta\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda}$

2 điểm giao động cùng pha: $\Delta\varphi = 2k\pi$

2 điểm giao động ngược pha: $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$

2 điểm giao động vuông pha: $\Delta\varphi = \frac{(2k+1)\pi}{2}$

**Năng lượng sóng:**

Năng lượng của một phần tử dao động:

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m\omega_0^2x^2$$

Năng thông:

Năng thông của sóng cơ mô tả lượng năng lượng mà một sóng cơ học truyền qua một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian. Năng thông của sóng cơ thường được đo bằng đơn vị W/m^2

$$I = \frac{1}{2}\rho g A v \quad (\text{công thức tham khảo})$$

ρ là khối lượng riêng của chất lỏng

g là gia tốc trọng trường

A là biên độ sóng

v là vận tốc sóng truyền trong môi trường chất lỏng

PHẦN II. NHIỆT

Câu 20. Nêu các đặc trưng cơ bản của chất khí. Nội dung của phương trình trạng thái khí lý tưởng.

Tính nén được: Chất khí có thể bị nén lại khi áp suất tăng và ngược lại khi áp suất giảm. Điều này là do các phân tử khí nằm cách xa nhau và có không gian để di chuyển gần lại khi bị nén.

Áp suất: là một đại lượng vật lý có giá trị bằng lực nén vuông góc lên một đơn vị diện tích. Chất khí tạo ra áp suất lên thành bình chứa do sự va chạm của các phân tử khí vào thành bình. Áp suất này phụ thuộc vào số lượng phân tử, nhiệt độ và thể tích của khí.

Nhiệt độ: là đại lượng vật lý đặc trưng cho mức độ chuyển động hỗn loạn của phân tử.

Mật độ chất khí: số mol hoặc số phân tử chất khí trong một đơn vị thể tích.

Nội dung phương trình trạng thái khí lý tưởng.

Khí lý tưởng là khí tuân theo hoàn toàn chính xác hai định luật Bôilơ-Mariôt và Gay-Luytxắc nhiều chất khí ở áp suất và nhiệt độ phòng có thể coi là khí lý tưởng.

Phương trình trạng thái khí lý tưởng.

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

P, V, T là áp suất, thể tích và nhiệt độ của chất khí.

R là hằng số khí lý tưởng và có giá trị $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$

$\frac{m}{\mu}$ là số mol chất khí.

Câu 21. Nêu nội dung của thuyết động học phân tử, phương trình quan hệ giữa nhiệt độ và áp suất.

* Nội dung:

- +) Các chất cấu tạo gián đoạn và gồm 1 số lớn các phân tử.
- +) Các phân tử chuyển động liên hoàn không ngừng. Cường độ chuyển động biểu hiện nhiệt độ của hệ.
- +) Kích thước phân tử rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng, có thể coi là chất điểm.
- +) Các phân tử không tương tác, chỉ va chạm theo cơ học Newton.

* Phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử chất khí.

Xét phân tử khí đơn nguyên tử

+) $n = n_0 \cdot v \Delta t \cdot \Delta s \rightarrow$ Số phân tử va với đáy trục $\Delta n = \frac{n}{6} = \frac{1}{6} n_0 v \Delta t \cdot \Delta s$

+) Xung lượng do 1 phân tử: $f \Delta t = \left| m_0 \vec{v}_2 - m_0 \vec{v}_1 \right| = 2m_0 v$

$$\Rightarrow f = \frac{2m_0 v}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{2m_0 v}{\Delta t} \Delta n = \frac{2mv}{\Delta t} \cdot \frac{1}{6} n_0 v \Delta t \Delta s = \frac{1}{3} n_0 m_0 v^2 \Delta s$$

$$\Rightarrow P = \frac{F}{\Delta s} = \frac{1}{3} n_0 m_0 v^2.$$

$$* \text{ Hệ quả: } P = \frac{2}{3} n_0 \overline{w_d} \frac{nRT}{v} \Leftrightarrow \overline{w} = \frac{3}{2} \frac{nRT}{n_0 v} = \frac{3}{2} \frac{nRT}{N}$$

$$\text{Mà } N = n \cdot N_A \Rightarrow \overline{w} = \frac{3}{2} \frac{RT}{N_A} = \frac{3}{2} kT$$

Với $N_A = 6.023.10^{23}$: số phân tử trong 1 mol.

$$k = \frac{R}{N_A} = 1,38.10^{-23} : \text{Hằng số Boltzman.}$$

$\overline{w_d} = \frac{3}{2} kT$ là động năng trung bình của phân tử

$$\text{Thay vào: } P = \frac{2}{3} n_0 \overline{w_d} = n_0 kT.$$

CÂU 22. Trình bày về định luật phân bố hạt theo vận tốc của Maxwell. Công thức các giá trị trung bình của vận tốc và động năng phân tử.

Định luật phân bố phân tử theo vận tốc của Maxwell

+) Thực nghiệm chứng tỏ rằng các phân tử khí có vận tốc rất lớn $0 < v < \infty$. Giả sử khí có n phân tử, dn là số phân tử có vận tốc trong khoảng $v + dv$

$\Rightarrow \frac{dn}{n} (\%)$ là số phần trăm phân tử có vận tốc nằm trong khoảng này hay $\frac{dn}{n}$ là xác suất

tim thấy phân tử có vận tốc nằm trong khoảng $v + dv$.

+) $F(v)$ là một hàm phụ thuộc vào v , gọi là hàm phân bố.

+) $F(v) dv$ là xác suất phân tử có vận tốc trong khoảng $(v, v + dv) \Rightarrow F(v) dv = \frac{dn}{n}$

$$\Rightarrow \int_0^\infty \frac{dn}{n} = \int_0^\infty F(v) dv \Rightarrow n = n \int_0^\infty F(v) dv$$

$$\Rightarrow \int_0^\infty F(v) dv = 1 \text{ là điều kiện chuẩn hóa của hàm phân bố.}$$

Từ đó Maxwell tìm được: $F(v) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m_0}{2kT} \right)^{\frac{3}{2}} v^2 \cdot e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}$

+) Xét $\frac{dF(v)}{dv} = 0 \Rightarrow F(v)$ đạt max tại $v = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}} = v_{xs}$ (xác suất phân tử có

v_{xs} là cao nhất).

→ Vận tốc trung bình: $\bar{v} = \int_0^\infty F(v) v dv = \sqrt{\frac{8kT}{m_0 \pi}} = \sqrt{\frac{8RT}{\mu}}$

→ Vận tốc căn quân phương: $v_c^2 = \overline{v^2} = \int_0^\infty F(v) v^2 dv = \frac{3kT}{m_0} \Rightarrow v_c = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$

+) $v_{xs} < \bar{v} < v_c$.

Động năng trung bình của phân tử: $\overline{W_d} = \frac{i}{2} kT$

Câu 23. Định nghĩa và biểu thức nội năng của khí lí tưởng.

Định nghĩa: nội năng là phần năng lượng ứng với vận động bên trong của hệ. vì khí lí tưởng không tương tác với nhau nên nội năng khí lí tưởng bằng tổng động năng của các phân tử.

Biểu thức: $U = N \overline{W_d} = \frac{i}{2} N kT = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT$

Câu 24. Thành lập công thức khí áp. Nội dung định luật phân bố Boltzmann.

Xét cột không khí cao dh , diện tích đáy $1m^2$, ở độ cao h . Áp suất đáy dưới p .

⇒ Áp suất đáy trên: $p + dp$ ($dp < 0$, do lên cao áp suất giảm) và $dp = -dP$ (do $S = 1m^2$) (trọng lượng cột không khí).

⇒ Số phân tử nằm trong cột dh : $d_n = n_0 S dh = n_0 dh$.

⇒ Trọng lượng cột dh :

$$dP = dn \cdot mg = mgn_0 dh \text{ hay } dp = -mgn_0 dh$$

$$\Rightarrow dp = -\frac{mg}{kT} p dh \Leftrightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{mg}{kT} dh.$$

$$\Rightarrow \int_{\text{mat dat}}^h \frac{dp}{p} = \int_0^h -\frac{mg}{kT} dd \Rightarrow \ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = -\frac{mg}{kT} h.$$

$$\Rightarrow p = p_0 \cdot e^{\frac{-mg}{kT} h} \Rightarrow \text{Áp suất giảm khi độ cao tăng.}$$

$$* \text{ Định luật phân bố của Boltzman: } n_{0h} = n_{0.\text{mat dat}} \cdot e^{\frac{-mg}{kT} h} = n_{0.\text{mat dat}} \cdot e^{\frac{-wI}{kT}}.$$

Câu 25. Định nghĩa hệ nhiệt động, nội năng của hệ nhiệt động. Trình bày về công và nhiệt trong quá trình nhiệt động.

Hệ nhiệt động: mọi tập hợp các vật được xác định hoàn toàn bởi một số các thông số vĩ mô, độc lập với nhau, được gọi là hệ vĩ mô hay hệ nhiệt động (hay vắn tắt hơn còn được gọi là hệ).

Nội Năng: là phần năng lượng ứng với vận động bên trong của hệ.

Nội năng nói riêng và năng lượng nói chung là các hàm trạng thái.

Công là dạng truyền năng lượng làm tăng mức độ chuyển động có trật tự của vật. Điều này xảy ra khi có tương tác giữa các vật vĩ mô.

Nhiệt là năng lượng trao đổi trực tiếp giữa các phân tử chuyển động hỗn loạn của những vật tương tác với nhau.

Công và nhiệt có thể chuyển hóa lẫn nhau. Công và nhiệt đều là những đại lượng đo mức độ trao đổi năng lượng và là những hàm của quá trình (không phải hàm trạng thái như năng lượng).

Câu 26. Phát biểu, biểu thức, hệ quả, ý nghĩa của nguyên lý 1 nhiệt động lực học. Ứng dụng nguyên lý 1 để khảo sát các quá trình cân bằng của khí lý tưởng.

Độ biến thiên năng lượng của hệ trong quá trình biến đổi bằng tổng công và nhiệt hệ nhận được trong quá trình đó.

$$\Delta W = A + Q$$

$$\text{Đặt } A = -A', \quad Q = -Q'.$$

$$\text{- Hệ đứng yên } W = U$$

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

$$\text{Đối với quá trình biến đổi vô cùng nhỏ } dU = dA + dQ.$$

2. Ý nghĩa:

$$\text{- Nếu } A > 0, \quad Q > 0 \Rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 > 0$$

→ Nội năng tăng, hệ nhận công và nhiệt.

- Nếu $A < 0$, $Q < 0 \rightarrow \Delta U < 0 \rightarrow$ Nội năng giảm.

\rightarrow Hệ sinh công A' , tỏa ra nhiệt Q' .

* Định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng.

Năng lượng không tự sinh ra cũng không tự mất đi, nó chỉ chuyển hóa từ dạng này sang dạng khác, truyền từ hệ này sang hệ khác.

- Không tồn tại động cơ vĩnh cửu của loại I.

3. Hệ quả

Trong 1 hệ cô lập gồm 2 vật trao đổi nhiệt, nhiệt lượng do vật này tỏa ra bằng nhiệt lượng vật kia thu vào.

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q_1 = -Q_2.$$

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

$$A = -Q$$

Ứng dụng nguyên lý 1 để khảo sát các quá trình cân bằng của khí lý tưởng

xét khối khí biến đổi từ trạng thái 1 (P_1, V_1, T_1) sang trạng thái 2 (P_2, V_2, T_2)

Quá trình đẳng tích:

$$V = \text{const} \Leftrightarrow \frac{P}{T} = \text{const}$$

Công khối khí nhận được: $A = 0$;

$$\text{Nhiệt khối khí nhận được: } Q = \int_{T_1}^{T_2} \frac{m}{\mu} C_v dT = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T$$

$$\text{Biến thiên nội năng của khối khí: } \Delta U = A + Q = Q = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T$$

Quá trình đẳng áp:

$$P = \text{const} \Leftrightarrow \frac{V}{T} = \text{const}$$

Công khối khí nhận được: $A = P(V_1 - V_2)$.

$$\text{Nhiệt khối khí nhận được: } Q = \int_{T_1}^{T_2} \frac{m}{\mu} C_p dT = \frac{m}{\mu} C_p \Delta T$$

$$\text{Biến thiên nội năng của khối khí: } \Delta U = P(V_1 - V_2) + \frac{m}{\mu} C_p \Delta T$$

$$\text{Hoặc áp dụng trực tiếp công thức nội năng} \Rightarrow \Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R \Delta T$$

Quá trình đẳng nhiệt

$$T = \text{const} \Rightarrow PV = \text{const}$$

Công khối khí nhận được: $A = \int_{V_1}^{V_2} -PdV = -\frac{m}{\mu}RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \frac{m}{\mu}RT \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$

Biến thiên nội năng của khối khí: $\Delta U = 0$ do nhiệt độ T không đổi

Nhiệt nhận được trong quá trình $Q = -A = \frac{m}{\mu}RT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \frac{m}{\mu}RT \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$

Quá trình đoạn nhiệt

$$Q = 0$$

Biến thiên nội năng: $\Delta U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} R \Delta T$

Các phương trình liên hệ:

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

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

$$TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const}$$

Công khí nhận được trong quá trình: $A = \Delta U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} R \Delta T$

Hoặc:

$$A = \frac{P_1 V_1}{\gamma - 1} \left[\left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{1-\gamma} - 1 \right] = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1}$$

Câu 27. Định nghĩa, đặc điểm của quá trình thuận nghịch và quá trình không thuận nghịch. Lấy ví dụ để chứng tỏ rằng các quá trình thực diễn biến trong tự nhiên đều là không thuận nghịch.

Quá trình thuận nghịch

Định nghĩa: một quá trình biến đổi từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 được gọi là thuận nghịch, khi nó có thể tiến hành theo chiều ngược lại và trong quá trình ngược đó, hệ đi qua các trạng thái trung gian như trong quá trình thuận-

Đặc điểm:

- quá trình thuận nghịch cũng là quá trình cân bằng
- sau khi thực hiện quá trình thuận và nghịch, hệ trở về trạng thái ban đầu và môi trường xung quanh không xảy ra một biến đổi nào

Quá trình không thuận nghịch

Định nghĩa: quá trình không thuận nghịch là quá trình mà khi tiến hành theo chiều ngược lại, hệ không qua đầy đủ các trạng thái trung gian như trong quá trình thuận

Đặc điểm (ngược lại quá trình thuận nghịch)

- Quá trình thuận nghịch không phải là quá trình cân bằng
- Sau khi thực hiện quá trình thuận và nghịch, hệ trở về trạng thái ban đầu và môi trường xung quanh bị biến đổi.

ví dụ thực tiễn

Trong các quá trình có ma sát, tuy vật trở về trạng thái ban đầu nhưng một phần công đã biến thành nhiệt. Nhiệt này chỉ làm nóng các vật khác chứ không biến lại thành công được. vậy trong các quá trình có ma sát, môi trường xung quanh bị biến đổi. Mà trong thực tiễn, đa phần các quá trình sẽ có ma sát, thành phần cản.... nên các quá trình trong thực tiễn sẽ là không thuận nghịch

Câu 28. Phát biểu nguyên lý 2 về truyền nhiệt và động cơ vĩnh cửu loại 2. Chứng tỏ rằng hai cách phát biểu này là tương đương.

Phát biểu của Claodiu: nhiệt không thể tự động truyền từ vật lạnh sang vật nóng hơn

Phát biểu của Tô-m-xơn: không thể chế tạo được một máy hoạt động 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

Chứng minh 2 phát biểu trên là tương đương: giả sử một vật thu nhiệt từ nguồn có nhiệt độ $T_2 < T_1$ và sinh ra một công A' (vi phạm phát biểu của Tô-m-xơn). Thông qua quá trình ma sát. Công A' này biến hoàn toàn thành nhiệt Q và truyền cho nguồn T_1 . Vậy là vật đã truyền nhiệt từ vật lạnh hơn sang vật nóng hơn, điều này vi phạm phát biểu của Claodiu. Vậy chứng tỏ 2 phát biểu là tương đương nhau.

Câu 29. Mô tả chu trình Carnot. Phát biểu định lý Carnot. Dẫn ra biểu thức toán học của nguyên lý 2.

a) Định nghĩa: là chu trình gồm 2 quá trình đẳng nhiệt thuận nghịch và 2 quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch.

1-2: giãn đẳng nhiệt ở T_1 thu nhiệt ở Q_1

2-3: giãn đoạn nhiệt, nhiệt độ giảm

$$T_1 \rightarrow T_2 : T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

3-4: nén đẳng nhiệt ở T_2 , tỏa nhiệt ở Q_2 .

4-1: nén đoạn nhiệt, nhiệt độ tăng từ T_2 lên T_1 .

Chu trình Cacno thuận: $T_4 V_4^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1}$

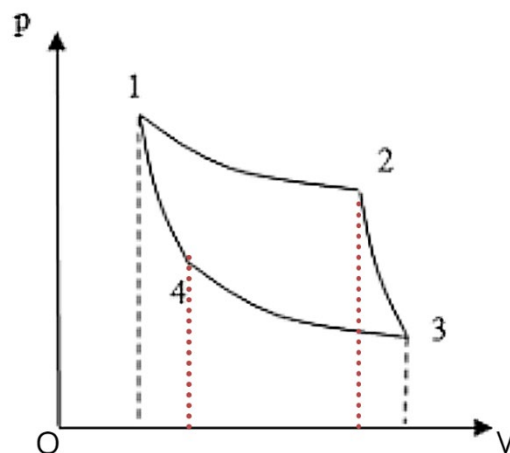
b) Tính hiệu suất:

Trường hợp tác nhân là khí lí tưởng:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Hiệu suất của chu trình cacno đối với khí lí tưởng chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn nóng và nguồn lạnh

Phát biểu định luật Cacno: Hiệu suất của tất cả các động cơ thuận nghịch chạy theo chu trình Cacno 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.

- Đề hỏi biểu thức toán học tức là hỏi biểu thức định lượng.

Từ biểu thức hiệu suất của động cơ nhiệt thuận nghịch chạy theo chu trình Các-nô ta có:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{Q_2'}{Q_1}$$

Định lí Các-nô là một hệ quả của nguyên lí thứ hai. Nhờ đó ta đã giải quyết những vấn đề về sự hạn chế của nguyên lí thứ nhất.

Từ biểu thức của hiệu suất của chu trình các-nô và định nghĩa của hiệu suất, ta suy ra được biểu thức định lượng của nguyên lí thứ 2.

$$\frac{Q_1 - Q_2'}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Câu 30. Nêu định nghĩa, tính chất, ý nghĩa của entropy. Nội dung của nguyên lý tăng entropy. Entropy và nguyên lý 2 (dẫn ra biểu thức định lượng của nguyên lý 2). Công thức biến thiên entropy cho khí lý tưởng.

Trả lời:

Hàm entropi.

- Là đại lượng vật lý (kí hiệu S) mà đó biến thiên của nó có giá trị bằng tích phân Clausus từ trạng thái (1) đến trạng thái (2) theo một quá trình tự nhiên.

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \oint_{(1)}^{(2)} \frac{\delta Q}{T} \quad (*)$$

+ S_1, S_2 : giá trị tích phân Clausus tại các TT (1), (2).

+ S : Hàm entropi. (J/k)

Tính chất.

- S là một hàm trạng thái.

- S của hệ bằng tổng các S của các thành phần riêng biệt trong hệ.

- $S = S_0 + \int \frac{\delta Q}{T}$, S_0 là entropi tại gốc tính toán, thông thường lấy $S_0 = 0$ tại $T=0K$ **Ý nghĩa:**

Entropy là thước đo mức độ hỗn loạn của các phân tử trong hệ

Nguyên lý tăng entropy:

Với quá trình nhiệt động thực tế xảy ra trong một hệ cô lập, entropy của hệ luôn tăng.

Entropy và nguyên lý 2

cho hệ biến đổi theo một chu trình gồm một quá trình thuận nghịch và một quá trình không thuận nghịch (nét đứt). Như vậy chu trình là không thuận nghịch, do đó.

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

$$\oint_{1a2} \frac{\delta Q}{T} + \oint_{2b1} \frac{\delta Q}{T} < 0$$

Vì 2b1 là quá trình thuận nghịch, 1a2 là quá trình không thuận nghịch:

$$\oint_{1a2} \frac{\delta Q}{T} < -\oint_{2b1} \frac{\delta Q}{T} = \oint_{1b2} \frac{\delta Q}{T} = \Delta S$$

Tổng quát ta có:

$$\Delta S \geq \int \frac{\delta Q}{T}$$

Dấu = ứng với quá trình thuận nghịch, dấu > ứng với quá trình không thuận nghịch.

Viết dưới dạng vi phân: $dS \geq \frac{\delta Q}{T}$

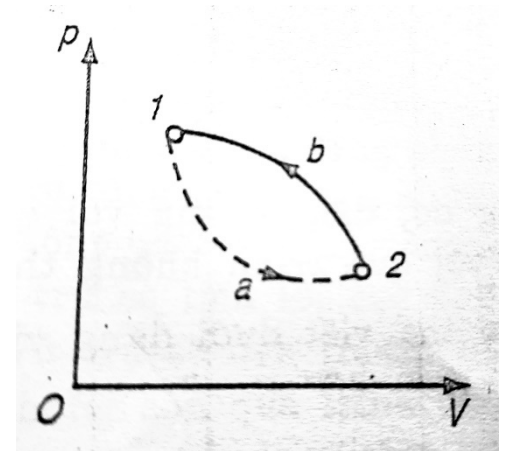
Biểu thức trên cũng là biểu thức định lượng của nguyên lý II.

Công thức biến thiên entropy cho khí lý tưởng.

Quá trình đoạn nhiệt: $\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = 0$

Quá trình đẳng nhiệt: $\Delta S = \frac{Q}{T}$

Quá trình bất kì: $\Delta S = \frac{m}{\mu} C_v \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right) + \frac{m}{\mu} C_p \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$



Câu 31. Phân biệt khí thực và khí lý tưởng. Thiết lập phương trình Van der Waals.

Khí lý tưởng là khí mà các phân tử không tương tác (trừ lúc va chạm) và kích thước phân tử không đáng kể, tuân theo phương trình trạng thái: $PV = RT$

Khí thực là khí có kể đến tương tác giữa các phân tử và tính đến kích thước của chúng, khí thực không thể áp dụng PT trạng thái của khí lý tưởng.

Thiết lập phương trình Van der Waals**Cộng tích và nội áp:**

Đối với khí lý tưởng, thể tích chuyển động tự do của phân tử chính là thể tích khối khí. đối với khí thực, gọi V_t là thể tích khối khí thực, thì thể tích chuyển động tự do sẽ là $V = V_t - b$

b là số hiệu chỉnh về thể tích, gọi là cộng tích, đơn vị $m^3/kilomol$.

$$b = 4N_A\left(\frac{1}{6}\pi d^3\right)$$

N_A là số Avogadro; d là đường kính phân tử

Do các phân tử thành bình bị lực tương tác các phân tử bên trong kéo lại, nên áp suất của khí thực (P_t) sẽ nhỏ hơn áp suất của khí lý tưởng.

$$P = P_t + P_i$$

P_i gọi là nội áp. $P_i = \frac{a}{V_t^2}$; a là hệ số phụ thuộc loại khí, có đơn vị trong hệ SI là $N \cdot m^4/kmol^2$

Thay P và V vào phương trình $PV = RT$ ta được.

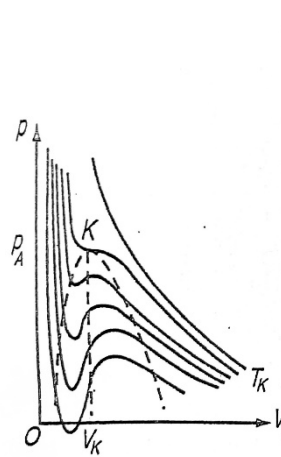
$$\left(P_t + \frac{a}{V_t^2}\right)(V_t - b) = RT$$

Đây là Phương trình Van der Waals cho 1kmol khí thực. đối với khối khí bất kì.

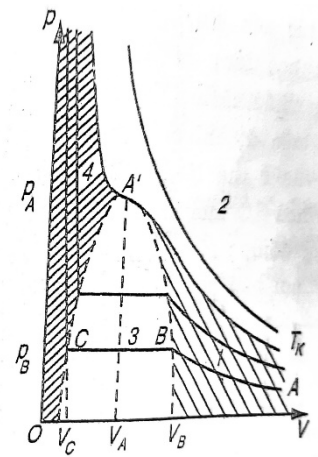
$$\left(P_t + \frac{m^2}{\mu^2} \cdot \frac{a}{V_t^2}\right)\left(V_t - \frac{m}{\mu} \cdot b\right) = \frac{m}{\mu} RT$$

Câu 32. So sánh đường đẳng nhiệt Van der Waals và đường đẳng nhiệt thực nghiệm Andrews.

Ở nhiệt độ $T > T_k$ đường đẳng nhiệt thực nghiệm giống như đường đẳng nhiệt lí thuyết. Thực nghiệm cũng chứng tỏ mỗi chất khí có một nhiệt độ tới hạn T_k ứng với nhiệt độ đó, đồ thị có một điểm uốn. Ở nhiệt độ $T < T_k$ đồ thị lí thuyết có đoạn lồi lõm, còn thực nghiệm lại có đoạn nằm ngang (đó là những đoạn mà khí đang ở áp suất bão hòa và khí bắt đầu hóa lỏng, kết thúc quá trình này tại điểm C là khí đã hóa lỏng hoàn toàn, lúc này thể tích giảm rất ít nên đồ thị là đường gần thẳng đứng). Tuy nhiên ứng với một số điểm lồi lõm có thể quan sát được trong thực nghiệm.



Hình 10-3
Họ đường đẳng nhiệt Vandecevan.



Hình 10-4
Họ đường đẳng nhiệt thực nghiệm.