

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHIỆP VÀ XÂY DỰNG



BÀI GIẢNG MÔN HỌC
VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG

Dùng cho hệ Cao đẳng chuyên nghiệp

(Lưu hành nội bộ)

Người biên soạn: **Nguyễn Ngọc Dung**

Uông Bí, năm 2011

CHƯƠNG 1: CƠ HỌC

1.1. ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

1.1.1. PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG VÀ PHƯƠNG TRÌNH QUỹ ĐẠO

I. Các khái niệm mở đầu

a. Chuyển động

Chuyển động của vật là sự dịch chuyển tương đối của vật thể này đối với các vật thể khác trong không gian theo thời gian.

b. Hệ quy chiếu

Để nghiên cứu chuyển động của vật thể, người ta chọn những vật thể khác nào đó làm mốc mà ta quy ước là đứng yên. Hệ tọa độ gắn liền với vật làm mốc để xác định vị trí của vật thể trong không gian và chiếc đồng hồ gắn với hệ này để chỉ thời gian gọi là hệ quy chiếu (hqc)

c. Tính tương đối của chuyển động

Một vật sẽ là chuyển động hay đứng yên tùy thuộc vào hqc mà ta chọn. Vật có thể chuyển động so với hqc này nhưng lại đứng yên so với hqc khác.

d. Chất điểm: Một vật thể được coi là chất điểm không phải do kích thước tuyệt đối của nó xác định mà do tỉ số giữa kích thước của vật và độ dài đặc trưng cho chuyển động của nó xác định,

e. Hệ chất điểm: Là tập hợp hai hay nhiều chất điểm mà khoảng cách giữa các chất điểm là không đổi hoặc chuyển động của chất điểm này phụ thuộc các chất điểm khác.

→ Lực tương tác giữa các chất điểm trong cùng một hệ là nội lực.

f. Không gian và thời gian trong cơ học cổ điển

- Thời điểm là một điểm trên trục thời gian.

- Khoảng thời gian là khoảng cách giữa hai thời điểm trên trục thời gian

* Xét chuyển động của vật từ vị trí $M_1 \rightarrow M_2$

- Đối với hqc k khoảng thời gian trôi qua: $t_2 - t_1$

- Đối với hqc k' khoảng thời gian trôi qua: $t'_2 - t'_1$

- Ta thừa nhận $t_2 - t_1 = t'_2 - t'_1$

Khi $t_1 = t'_1 = 0 \rightarrow t_2 = t'_2 = t$

+ M ở thời điểm t được xác định (x,y,z) trong hệ quy chiếu k bằng bán kính $\vec{r}$

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

+ M ở thời điểm t được xác định (x',y',z')

trong hệ quy chiếu k' bằng bán kính $\vec{r}'$

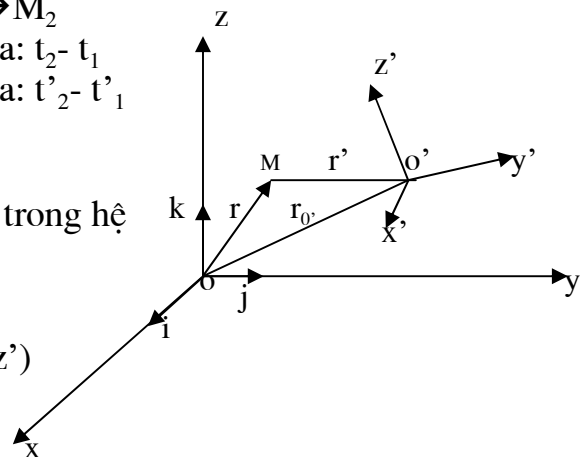
$$\vec{r}' = x'\vec{i}' + y'\vec{j}' + z'\vec{k}'$$

$$\vec{r}_o = \vec{oo'}$$

- Ta thừa nhận giữa các bán kính vecto của cùng 1 điểm trong các hqc k và k' khác nhau ở thời điểm t bất kì có hệ thức:

$$\vec{r} = \vec{r}_o + \vec{r}' \quad \text{hay} \quad \vec{r}' = \vec{r} - \vec{r}_o$$

- Xét chuyển động của 2 chất điểm bất kì M_1 và M_2 ở thời điểm t:



$$\vec{r}_1 = \vec{r}_{o'1} + \vec{r}'_1 ; \quad \vec{r}_2 = \vec{r}_{o'2} + \vec{r}'_2 \quad \Rightarrow \quad \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = \vec{r}'_2 - \vec{r}'_1$$

$$\text{Hay } |\vec{r}_2 - \vec{r}_1| = \{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2\}^{1/2} = |\vec{r}'_2 - \vec{r}'_1|$$

$$= \{(x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2 + (z'_2 - z'_1)^2\}^{1/2} \quad (1.1)$$

=> Nghĩa là khoảng cách giữa hai vị trí của hai chất điểm bất kì cùng thời điểm đã cho là như nhau trong tất cả mọi hqc.

- Khi 2 điểm M_1, M_2 rất gần nhau thì khoảng dr giữa hai chất điểm xác định:
 $dr = \{dx^2 + dy^2 + dz^2\}^{1/2}$

=> Như vậy cơ học cổ điển thừa nhận: Vị trí của chất điểm có tính chất tương đối, đối với những hqc khác nhau là khác nhau nhưng khoảng thời gian và khoảng không gian có tính chất tuyệt đối, là như nhau trong mọi hqc.

II. Phương trình chuyển động và phương trình quỹ đạo

a. Phương trình chuyển động

- Phương trình chuyển động là phương trình mô tả sự phụ thuộc của đại lượng cho ta xác định vị trí của vật với thời gian.

* Phương trình chuyển động dạng tự nhiên:

Giả sử chất điểm M chuyển động trên đường cong C

- Chọn điểm O làm hqc và chiều + trên đường cong khi đó vị trí M được xác định bởi cung $s = \overline{OM}$. Khi M chuyển động thì s thay đổi theo thời gian

* Phương trình chuyển động dạng toạ độ:

Gắn đường cong C vào hệ toạ độ Oxyz vị trí M được

xác định: $x = f_1(t)$; $y = f_2(t)$; $z = f_3(t)$

* Phương trình chuyển động dạng vectơ

Dựng vectơ $\vec{r} = \overline{OM}$ gọi là bán kính vectơ của M khi M chuyển động $\vec{r}$ thay đổi $r = f(t)$



b. Phương trình quỹ đạo

Biết được các phương trình chuyển động của chất điểm ta có thể tìm quỹ đạo của nó: Thật vậy khi thời gian t trong các phương trình chuyển động ta tìm được phương trình quỹ đạo.

1.1.2 VECTO VẬN TỐC. VECTO GIA TỐC

I. VECTO VẬN TỐC

1. Định nghĩa

Vận tốc là đại lượng đặc trưng cho sự chuyển động nhanh hay chậm của chuyển động.

2. Vận tốc trung bình và vận tốc tức thời

a. Vận tốc trung bình

Xét chuyển động của chất điểm trên đường cong C

Trên C chọn gốc O và một chiều (+)

$t_0=0$ tại vị trí M trùng O

Tại thời điểm t chất điểm ở M có $s=OM$

Tại thời điểm t' chất điểm ở M' có $s'=OM'$

Trong khoảng thời gian $\Delta t = t' - t$ chất điểm di chuyển được quãng đường $\Delta s = s' - s$

$$\Rightarrow \text{Vận tốc trung bình: } v_{tb} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1.2)$$

b. Vận tốc tức thời

$$\text{Theo (1.2) khi } M' \text{ càng gần } M \Rightarrow v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1.3)$$

$$\text{Hay } \vec{v} = \frac{ds}{dt} \quad (1.4)$$

Vậy vận tốc của chất điểm có giá trị bằng đạo hàm bậc nhất của quãng đường theo thời gian

- Nếu chất điểm dịch chuyển theo chiều (+) của quỹ đạo thì $v > 0$
- Nếu chất điểm dịch chuyển theo chiều (-) của quỹ đạo thì $v < 0$

c. Vecto vận tốc

- Đặc trưng đầy đủ phương, chiều chuyển động và độ nhanh chậm của chuyển động

- Tại một điểm trên quỹ đạo là một vectơ $\vec{v}$ có phương tiếp tuyến với quỹ đạo tại điểm đó, có chiều theo chiều chuyển động của chất điểm có trị số bằng giá trị tuyệt đối của vận tốc tại điểm đó.

d. Vecto vận tốc trong hệ toạ độ

- Giả thiết ở thời điểm t: M $\Rightarrow \vec{OM} = \vec{r}$

- Giả thiết ở thời điểm t+dt: M' $\Rightarrow \vec{OM'} = \vec{r} + d\vec{r}$

Khi $dt \ll \Rightarrow \vec{MM'} = \vec{OM'} - \vec{OM} = d\vec{r} = d\vec{s}$

$$\text{Nghĩa là (1.4) có thể viết thành } \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (1.5)$$

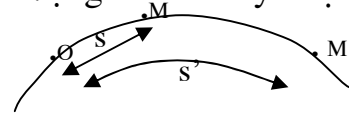
Vậy: $\vec{v}$ bằng đạo hàm của bán kính vecto đối với thời gian

$$\vec{v} \left\{ v_x = \frac{dx}{dt}; v_y = \frac{dy}{dt}; v_z = \frac{dz}{dt} \right\} \quad (1.6)$$

Độ lớn vận tốc được tính theo công thức:

$$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2} \quad (1.7)$$

II. GIA TỐC



1. Định nghĩa

Gia tốc là đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của vectơ vận tốc.

2. Biểu thức

Xét chất điểm M chuyển động trên quỹ đạo là đường cong (C) tại thời điểm t có vận tốc $\vec{v}$, tại thời điểm $t' = t + \Delta t$ nó có vận tốc $\vec{v}' = \vec{v} + \Delta \vec{v}$

Lượng biến thiên của vectơ vận tốc trong khoảng thời gian Δt là: $\Delta \vec{v} = \vec{v}' - \vec{v}$

=> Vectơ gia tốc trung bình bằng độ biến thiên trung bình của vectơ vận tốc trong một đơn vị thời gian: $\vec{a}_{tb} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

(1.8)

Khi $\Delta t \rightarrow 0$ thì $\vec{a}$ của chất điểm ở thời điểm t được xác định:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \quad (1.9)$$

=> + Gia tốc chuyển động của chất điểm là một vectơ bằng đạo hàm bậc nhất theo thời gian của vectơ vận tốc.

+ Hay bằng đạo hàm bậc 2 theo thời gian của bán kính vectơ $\vec{r}$

- Trong hệ tọa độ Đecac ta viết được:

$$\vec{a} = \frac{dv_x}{dt} \vec{i} + \frac{dv_y}{dt} \vec{j} + \frac{dv_z}{dt} \vec{k} = \frac{d^2 x}{dt^2} \vec{i} + \frac{d^2 y}{dt^2} \vec{j} + \frac{d^2 z}{dt^2} \vec{k} \quad (1.10)$$

- Các hình chiếu của $\vec{a}$ trên các trục x, y, z bằng:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}; \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2 y}{dt^2}; \quad a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2 z}{dt^2} \quad (1.11)$$

- Độ lớn của gia tốc được tính theo công thức:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = \sqrt{\left(\frac{d^2 x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2 y}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2 z}{dt^2}\right)^2} \quad (1.12)$$

3. Gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến

- Tại thời điểm t điểm M có vận tốc: $\vec{v}$

- Tại thời điểm $t' = t + \Delta t$ điểm M có vận tốc $\vec{v}' = \vec{v} + \Delta \vec{v}$

$$\vec{v}' = \vec{v} + \overrightarrow{BD} = \vec{v} + \Delta \vec{v} \Rightarrow \Delta \vec{v} = \vec{v}' - \vec{v}$$

Chiếu (1.9) nên trục τ và n ta được:

$$a_\tau = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_t}{\Delta t} \quad \text{và} \quad a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_n}{\Delta t}$$

a_τ : gia tốc tiếp tuyến

a_n : gia tốc pháp tuyến

a. Gia tốc tiếp tuyến: a_τ

$$\Delta v_t = BC = |\overrightarrow{MC} - \overrightarrow{MB}| = v' \cos \alpha - v = v' (1 - 2 \sin^2 \frac{\Delta \varphi}{2})$$

$$\Rightarrow a_\tau = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v' (1 - 2 \sin^2 \frac{\Delta \varphi}{2}) - v}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v' - v}{\Delta t} - \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{2 \sin^2 \frac{\Delta \varphi}{2}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} - 0 \quad (1.13)$$

$$\text{Theo định nghĩa đạo hàm: } a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2} \quad (1.14)$$

=> Kết luận: a_τ đặc trưng cho sự biến thiên của vectơ vận tốc về giá trị vectơ này.

- Có phương trùng với tiếp tuyến của quỹ đạo 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.

b. Gia tốc pháp tuyến: a_n

$$a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_n}{\Delta t} \quad (1.15)$$

Theo hình có $\Delta v_n = ME = v' \sin \Delta \varphi$

$$a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v' \sin \Delta \varphi}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v' \frac{\sin \Delta \varphi}{\Delta t} \frac{\Delta s}{\Delta \varphi} \frac{\Delta \varphi}{\Delta s} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\sin \Delta \varphi}{\Delta \varphi} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta s} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v' = 1 \cdot v \cdot \frac{1}{R} \cdot v = \frac{v^2}{R} \quad (1.16)$$

$\Rightarrow \vec{a}_n$ đặc trưng cho sự biến thiên về phương của vectơ vận tốc, $\vec{a}_n$ có:

+ Phương trùng với pháp tuyến của quỹ đạo tại M

+ Có chiều hướng về tâm của quỹ đạo

+ Có độ lớn $a_n = \frac{v^2}{R}$

c. Gia tốc toàn phần: $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n \quad (1.17)$

+ $a_n = 0$: $\vec{v}$ không thay đổi phương: chuyển động thẳng

+ $a_t = 0$: $\vec{v}$ không thay đổi chiều và giá trị: chuyển động cong đều.

+ $a = 0$: $\vec{v}$ không thay đổi phương chiều và giá trị: chuyển động thẳng đều.

1.1.3. MỘT SỐ DẠNG CHUYỂN ĐỘNG ĐẶC BIỆT.

I. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU.

Là chuyển động có quỹ đạo là đường thẳng, $\vec{v}$ không đổi, $a = 0$

Phương trình chuyển động: $S = S_0 + vt$

S_0 : quãng đường ban đầu

II. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

Là chuyển động có quỹ đạo thẳng và gia tốc $\vec{a}$ không đổi: $a_n = 0$;

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \text{const}; \quad a = a_t = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow v = v_0 + at$$

+ Chuyển động chậm dần đều: $a \cdot v < 0$

+ Chuyển động nhanh dần đều: $a \cdot v > 0$

$$\text{- Phương trình quãng đường: } v = \frac{ds}{dt} \Rightarrow ds = vdt = (v_0 + at)dt \quad (1.18)$$

$$\text{Lấy tích phân hai vế ta có: } s = \frac{at^2}{2} + v_0 t \quad (1.19)$$

Khử thời gian t trong (1.19) ta được $v^2 - v_0^2 = 2as$

III. CHUYỂN ĐỘNG TRÒN

$$\text{+ Vận tốc góc: } \omega = \frac{d\theta}{dt} \quad (1.20)$$

$$\text{+ Vận tốc dài: } v = R \cdot \omega \quad (1.21)$$

$$+ \text{ Gia tốc pháp tuyến: } a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(R\omega)^2}{R} = R\omega^2 \quad (1.22)$$

$$+ \text{ Gia tốc góc: } \beta_{tb} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (1.23)$$

*** Bài tập: 1.1; 1.2; 1.12; 1.13; 1.14; 1.15; 1.24→1.27/19 sbt**

1.2. ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

1.2.1. CÁC ĐỊNH LUẬT NEWTON. CÁC LỰC LIÊN KẾT

I. 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 quán tính: Một chất điểm cô lập bảo toàn trạng thái chuyển động của nó.

II. ĐỊNH LUẬT II.

a) Chuyển động của một chất điểm chịu tác dụng của các lực có tổng hợp $F \neq 0$ là một chuyển động có gia tốc.

b) Gia tốc chuyển động của chất điểm tỉ lệ với tổng hợp lực tác dụng F và tỉ lệ nghịch với khối lượng của chất điểm ấy: $\vec{a} = k \frac{\vec{F}}{m}$

$$\text{Nếu } k=1 \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (1.24)$$

(1.24) là phương trình cơ bản của cơ học chất điểm

- Phương trình Newton: $\vec{F} = m\vec{a}$

+ Với định luật Newton I: $\vec{F} = \vec{0} \rightarrow \vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \vec{v} = \text{const}$

+ Với định luật Newton II: $\vec{F} \neq \vec{0} \rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \neq 0$

III. 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 $\vec{F}'$, 2 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 2 chất điểm = 0

$$\vec{F} + \vec{F}' = \vec{0} \quad (1.25)$$

- Chú ý: ở công thức (1.25) tổng 2 lực $\vec{F}$ và $\vec{F}'$ bằng không nhưng tác dụng của chúng không khử nhau vì điểm đặt của chúng khác nhau.

- Tổng các nội lực của một hệ chất điểm cô lập (hệ kín) = 0

1.2.2. ĐỘNG LƯỢNG

1. THIẾT LẬP CÁC ĐỊNH LÝ VỀ ĐỘNG LƯỢNG.

- Chất điểm khối lượng m chịu tác dụng của một lực F (hay nhiều lực).

$$- m\vec{a} = \vec{F} \Leftrightarrow m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F} \Leftrightarrow \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{F} \Leftrightarrow d(m\vec{v}) = \vec{F}dt \quad (1.26)$$

- Đặt $\vec{K} = m\vec{v}$: gọi là vectơ động lượng

$\Rightarrow$ Động lượng là đại lượng vectơ được xác định bằng tích số giữa khối lượng và vectơ vận tốc: $\vec{K} = m\vec{v}$ (1.27)

$$\text{Thay (1.27) vào (1.26) ta có } d\vec{K} = \vec{F}dt \quad (1.28)$$

$\Rightarrow$ Định lý 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.

$$\int d\vec{K} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt = F\Delta t \Rightarrow \Delta\vec{K} = \vec{F}\Delta t \quad (1.29)$$

$\Rightarrow$ Định lý 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 tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó.

$$(1.29) \Rightarrow \vec{F} = \frac{\Delta\vec{K}}{\Delta t} \quad (1.30)$$

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

2. Ý NGHĨA CỦA ĐỘNG LƯỢNG VÀ XUNG LƯỢNG CỦA LỰC.

- Ý nghĩa của động lượng: Khi khảo sát về mặt động lực học chất điểm ta không thể chỉ xét vận tốc mà phải đề cập đến khối lượng. Nghĩa là vận tốc không đặc trưng cho chuyển động về phương diện động lực học. Do đó mà động lượng mới đặc trưng cho chuyển động về phương diện động lực học. Khi hai vật va chạm đàn hồi với nhau thì kết quả va chạm được thể hiện bằng động lượng của các vật. Vậy động lượng đặc trưng cho khả năng truyền chuyển động.

- Ý nghĩa của xung lượng: Về mặt động lực học thì kết quả tác dụng của lực không những phụ thuộc cường độ lực tác dụng mà còn phụ thuộc thời gian tác dụng của lực. Nếu cùng một lực tác dụng nhưng thời gian tác dụng khác nhau thì kết quả tác dụng sẽ khác nhau.

3. CÁC ĐỊNH LÝ VỀ ĐỘNG LƯỢNG

$$- \text{Định lý 1: } \Delta\vec{K} = \vec{F}\Delta t \quad (1.31)$$

$$- \text{Định lý 2: } \frac{\Delta\vec{K}}{\Delta t} = \vec{F} \quad (1.32)$$

4. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

Xét một hệ vật cô lập gồm n chất điểm có khối lượng $m_1, m_2, \dots, m_n$ giả sử $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ là các ngoại lực và $\vec{F}'_1, \vec{F}'_2, \dots, \vec{F}'_n$ là các nội lực tác dụng lên mỗi chất điểm trong hệ vật. áp dụng định lý động lượng (1.28) đối với mỗi chất điểm $m_1, m_2, \dots, m_n$:

$$\frac{d\vec{K}_1}{dt} = \vec{F}_1 + \vec{F}'_1; \frac{d\vec{K}_2}{dt} = \vec{F}_2 + \vec{F}'_2; \dots \frac{d\vec{K}_n}{dt} = \vec{F}_n + \vec{F}'_n \quad (1.33)$$

Cộng vế với vế của các phương trình này với nhau:

$$\sum_{i=1}^n \frac{d\vec{K}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\sum_{i=1}^n \vec{K}_i \right) = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i + \sum_{i=1}^n \vec{F}'_i \quad (1.34)$$

- Nếu hệ cô lập $\rightarrow \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ và $\sum_{i=1}^n \vec{F}'_i = 0$

$$\rightarrow \frac{d}{dt} \left(\sum_{i=1}^n \vec{K}_i \right) = 0 \text{ hay } \sum_{i=1}^n \vec{K}_i = \vec{K}_1 + \vec{K}_2 + \dots + \vec{K}_n = \text{const} \quad (1.35)$$

(1.35) biểu diễn định luật bảo toàn động lượng

- Thực tế không có hệ vật cô lập $\rightarrow$ hệ quả

* Nếu tổng các ngoại lực tác dụng lên hệ triệt tiêu ($\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$) thì tổng động lượng của hệ chất điểm không cô lập cũng được bảo toàn

$$\sum_{i=1}^n \vec{K}_i = \vec{K}_1 + \vec{K}_2 + \dots + \vec{K}_n = \text{const}.$$

* Nếu hình chiếu trên phương x nào đó của tổng các ngoại lực tác dụng lên hệ vật triệt tiêu $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0$, thì hình chiếu trên phương x của tổng động lượng của hệ

vật không cô lập cũng được bảo toàn $\sum_{i=1}^n \vec{K}_i = \vec{K}_{1x} + \vec{K}_{2x} + \dots + \vec{K}_{nx} = \text{const}.$

5. ỨNG DỤNG ĐỊNH LUẬT

a. Giải thích hiện tượng súng bị giật lùi khi bắn

$$\vec{V} = -\frac{m}{M} \vec{v} \quad \text{trong đó: } v: \text{ của đạn}$$

$V: \text{ của súng}$

b. Nguyên tắc của chuyển động phản lực

$$v = u \ln \frac{M_0}{M}$$

1.2.3. TRƯỜNG HẤP DẪN. NGUYÊN LÝ GALILE

1. ĐỊNH LUẬT HẤP DẪN

$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1.36)$$

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

2. TRƯỜNG HẤP DẪN

- Trường hấp dẫn đóng vai trò truyền lực hấp dẫn từ vật này đến vật khác.

3. NGUYÊN LÝ TƯƠNG ĐỐI GALILE

Không thể bằng các thực nghiệm cơ học thực hiện trong hệ quy chiếu quán tính mà ta có thể phát hiện được hệ quy chiếu đó đang đứng yên hoặc đang chuyển động thẳng đều.

4. PHÉP BIẾN ĐỔI GALILEO VÀ SỰ BẤT BIẾN CÁC PHƯƠNG TRÌNH CƠ HỌC

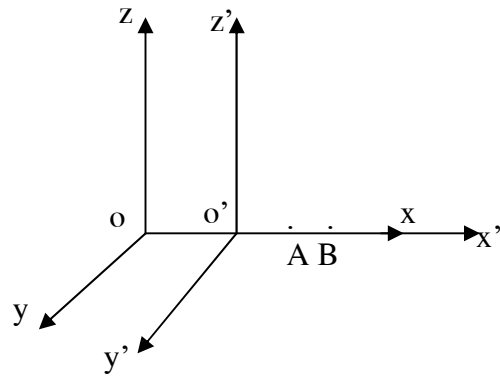
a. Không gian và thời gian trong cơ học cổ điển

- Xét 2 hqo $Oxyz$ và $O'x'y'z'$ - đứng yên và $O'x'y'z'$ chuyển động đối với $Oxyz$ dọc theo trục Ox , chọn gốc thời gian tại thời điểm O trùng O' .

- $t = t'$: thời gian có tính chất tuyệt đối, không phụ thuộc hqo

- Vị trí không gian có tính chất tương đối, phụ thuộc vào hqo.

$$x = x' + OO' \quad ; \quad y = y' \quad z = z'$$



b. Phép biến đổi Galileo

Nếu O' chuyển động thẳng đều với vận tốc V đối với hqo O thì : $OO' = V.t$

$$\text{Khi đó } t = t'; \quad x = x' + V.t \quad ; \quad y = y' \quad z = z' \quad (1.37)$$

$$\text{hoặc } t' = t; \quad x' = x - V.t \quad ; \quad y' = y \quad z' = z$$

(1.37) là phép biến đổi Galileo

* Hệ quả:

- Khoảng thời gian diễn biến của một quá trình có tính chất tuyệt đối, không phụ thuộc hqo. Thật vậy $\Delta t = t_2 - t_1$ trong O và $\Delta t' = t'_2 - t'_1$ trong hệ $O' \rightarrow \Delta t = \Delta t'$.

- Khoảng cách giữa hai điểm trong không gian có tính chất tuyệt đối, không phụ thuộc vào hqo. Thật vậy giả sử chiếc thước AB đặt dọc trục $O'x'$ trong hệ O' có độ dài là $l_0 = x'_B - x'_A$, trong hệ O độ dài của thước này là $l = x_B - x_A$

$$\text{vì } x_A = x'_A + V.t \text{ và } x_B = x'_B + V.t \rightarrow l = l_0$$

c. Sự bất biến của các phương trình cơ học

- Giả sử chất điểm M có khối lượng m chịu tác dụng của lực $\vec{F}$ chuyển động với gia tốc a trong hệ quán tính O .

$\Rightarrow$ Phương trình chuyển động trong O là : $\vec{F} = m\vec{a}$

Chiếu phương trình này xuống các trục tọa độ Ox, Oy, Oz :

$$ma_x = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad ; \quad ma_y = m \frac{d^2y}{dt^2} \quad ; \quad ma_z = m \frac{d^2z}{dt^2} \quad (1.38)$$

$$\text{Ta có thể viết: } dt = dt'; \quad \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d^2x'}{dt'^2} = a'_x \quad ; \quad \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d^2y'}{dt'^2} = a'_y \quad \frac{d^2z}{dt^2} = \frac{d^2z'}{dt'^2} = a'_z$$

(1.39)

Thay (1.39) vào (1.38) ta tìm được phương trình chuyển động trong hệ O' :

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

$\rightarrow$ Các phương trình cơ học bất biến qua phép biến đổi Galileo nghĩa là hệ quy chiếu O' chuyển động thẳng đều đối với hệ quy chiếu O cũng là hqo quán tính

$$\Rightarrow m\vec{a} = m\vec{a}' + m\vec{A}$$

$$\text{Nếu } O' \text{ chuyển động thẳng đều thì } \vec{A} = 0 \Rightarrow \vec{a} = \vec{a}' \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a}' \quad (1.40)$$

(1.40) là phương trình cơ bản của chất điểm chuyển động trong O'

$\Rightarrow$ Hay định luật Neeuton thoả mãn cả trong hệ $O' \rightarrow O'$ cũng là hệ quy chiếu quán tính.

- Nguyên lý: Các phương trình cơ học trong mọi hqc quán tính có dạng như nhau.
- Mọi định luật cơ học xảy ra trong các hệ qcqt là như nhau chiếu phương trình $\vec{F} = m\vec{a}$ lên các trục x', y', z' ta có:

$$\vec{F}_x = m\vec{a}_x; \quad \vec{F}_y = m\vec{a}_y; \quad \vec{F}_z = m\vec{a}_z \quad (1.41)$$

5. CHUYỂN ĐỘNG TRONG HỆ QUY CHIỀU CÓ GIA TỐC

a. Quy tắc tổng hợp vận tốc và gia tốc

Xét vận tốc và gia tốc của chất điểm chuyển động đối với hai hệ O và O'
O: là hqc quán tính đứng yên gọi là hqc tuyệt đối
O': là hqc tương đối

Vị trí của chất điểm đối với hai hệ O và O' xác định bởi vector bán kính $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$ và $\vec{r}' = \overrightarrow{OM'}$. Đặt $\vec{R} = \overrightarrow{OO'}$, ta có hệ thức: $\vec{r} = \vec{r}' + \vec{R}$ (1.42)

Lấy đạo hàm theo thời gian của (2.17)

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}'}{dt} + \frac{d\vec{R}}{dt} = \frac{d\vec{r}'}{dt'} + \frac{d\vec{R}}{dt} \quad \text{hay} \quad \vec{v} = \vec{v}' + \vec{V} \quad (1.43)$$

→ Vận tốc tuyệt đối của chất điểm bằng tổng vector của vận tốc tương đối của chất điểm đó và vận tốc theo.

Lấy đạo hàm theo thời gian của (1.43)

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{v}'}{dt} + \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d\vec{v}'}{dt'} + \frac{d\vec{V}}{dt} \quad \text{hay} \quad \vec{a} = \vec{a}' + \vec{A}$$

→ Gia tốc tuyệt đối của chất điểm bằng tổng vector của gia tốc tương đối của chất điểm đó và gia tốc theo.

b. Phương trình chuyển động trong hqc có gia tốc - Lực quán tính

$\vec{a}$: là gia tốc tuyệt đối của chất điểm đối với hệ tuyệt đối O,

$\vec{a}'$: là gia tốc tương đối của chất điểm đối với hệ tương đối O'

$\vec{A}$: là gia tốc theo của hệ tương đối O' đối với hệ tuyệt đối O.

Theo quy tắc tổng hợp gia tốc, ta có: $\vec{a}' = \vec{a} - \vec{A}$

Nhân 2 vế với m ta nhận được phương trình: $m\vec{a}' = \vec{F} + (-m\vec{A}) = \vec{F} + \vec{F}_{qt}$ (1.44)

F_{qt} : là lực quán tính, nó luôn cùng phương ngược chiều

→ Hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc đối với hệ quy chiếu quán tính sẽ không phải là hệ quy chiếu quán tính.

* Chú ý: Khi khảo sát chuyển động của chất điểm khối lượng m trong hqc không quán tính O', ngoài ngoại lực $\vec{F}$ tác dụng lên chất điểm ta phải kể đến lực quán tính $\vec{F} = -m\vec{A}$. Lực quán tính $\vec{F}_{qt}$ chỉ xuất hiện trong hqc không quán tính O' chuyển động với gia tốc theo $\vec{A} \neq 0$, nó luôn cùng phương và ngược chiều với gia tốc theo $\vec{A}$ của hqc không quán tính O'.

***Bài tập: 2.1; 2.8→2.16/ sbt**

1.2.4. THỰC HÀNH

KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG KHÔNG MA SÁT TRÊN ĐỆM KHÍ

KIỂM CHỨNG BA ĐỊNH LUẬT NIUTON

1.3. CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

ĐỊNH LUẬT BIẾN ĐỔI VÀ BẢO TOÀN CƠ NĂNG

1.3.1. CÔNG VÀ CÔNG SUẤT CỦA LỰC

1. CÔNG CỦA LỰC.

- Lực F tác dụng vào chất điểm làm chất điểm chuyển động được đoạn đường thẳng $S = \overline{MN}$: $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$

$$\Rightarrow dA = F ds \cdot \cos \alpha = \vec{F} \cdot \vec{ds}$$

$\Rightarrow$ Chất điểm chuyển động trên đường cong $CD \rightarrow$ Công của lực F thực hiện trên CD là: $A = \int_{CD} dA = \int_{CD} \vec{F} \cdot \vec{ds}$ (1.45)

+ $A > 0 \Rightarrow F$: Sinh công phát động.

+ $A < 0 \Rightarrow F$: Sinh công cản.

2. CÔNG SUẤT CỦA LỰC.

- Là đại lượng đặc trưng cho tốc độ sinh công, nó có giá trị bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian.

$$P_{tb} = \frac{\Delta A}{\Delta t} \rightarrow P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot \vec{ds}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} = Fv \cos \alpha \quad (1.46)$$

$\Rightarrow$ Công suất bằng tích vô hướng của lực tác dụng với vectơ vận tốc chuyển dời.

1.3.2. ĐỊNH LUẬT BIẾN ĐỔI VÀ BẢO TOÀN CƠ NĂNG

TRONG TRƯỜNG LỰC THỂ

I. CƠ NĂNG

$$W_2 - W_1 = A$$

$\Rightarrow$ Độ biến thiên năng lượng của một hệ trong quá trình nào đó có giá trị bằng công mà hệ nhận được từ bên ngoài trong quá trình nào đó.

+ $A > 0$: Năng lượng hệ tăng $\rightarrow$ Hệ nhận công

+ $A < 0$: Năng lượng hệ giảm $\rightarrow$ Hệ sinh công

+ $A = 0$: Năng lượng của hệ được bảo toàn (hệ cô lập).

$\Rightarrow$ KL: Năng lượng không tự mất đi mà cũng không tự sinh ra, năng lượng chỉ chuyển từ hệ này sang hệ khác,

* Phân biệt năng lượng và công:

- Với một trạng thái xác định thì vật có năng lượng xác định $\rightarrow$ Năng lượng là một hàm trạng thái.

- Công đặc trưng cho độ biến đổi năng lượng của vật, lượng công trao đổi bao giờ cũng tương ứng với một quá trình cụ thể. Vậy công là hàm của quá trình biến đổi trạng thái.

II. ĐỘNG NĂNG

- Là phần năng lượng xuất hiện do sự chuyển động của vật gọi là W_d phụ thuộc vận tốc của các vật chuyển động và liên quan đến công của ngoại lực tác dụng lên các vật trong hệ.

→ Định nghĩa: Động năng là phần năng lượng tồn tại do sự chuyển động của vật và nó có trị số bằng một nửa tích số giữa khối lượng của vật và bình phương vận tốc của nó là: $W_d = \frac{1}{2}mv^2$ (1.47)

- Định lý: Độ biến thiên động năng của chất điểm trên quãng đường nào đó bằng công của lực tổng hợp tác dụng lên chất điểm thực hiện trên quãng đường đó.

- Thật vậy: Xét chất điểm có khối lượng m chịu tác dụng của lực tổng hợp F làm nó chuyển động từ (1) → (2) trên quỹ đạo C . Vận tốc của vật thay đổi $V_1 \rightarrow V_2$.

- Công của F thực hiện trên quãng đường đó: $A = \int_{(1)}^{(2)} \vec{F} d\vec{s} = \int_{(1)}^{(2)} m \vec{a} d\vec{s}$

$$A = \int_{(1)}^{(2)} m \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{s} = \int_{(1)}^{(2)} m \vec{v} d\vec{v} = m v^2 \Big|_{(1)}^{(2)} = W_{d2} - W_{d1} \quad (1.48)$$

III. THẾ NĂNG.

- Thế năng là phần năng lượng được tạo thành do sự tương tác giữa các vật. Nó phụ thuộc vào vị trí tương đối của các vật trong hệ và liên quan đến nội lực tương tác giữa các vật trong hệ đó.

- Thế năng trọng trường: $W_t = mgh + \text{const}$ (1.49)

- Thế năng lực đàn hồi: $W_t = \frac{kx^2}{2}$ (1.50)

- Độ giảm thế năng giữa 2 điểm trong trường thế của chất điểm bằng công của lực thế tác dụng vào chất điểm thực hiện ứng với sự dịch chuyển của chất điểm giữa hai điểm đó. $W_{t(M)} - W_{t(N)} = A_{MN} = \int_{NM} \vec{F} d\vec{s}$ (1.51)

IV. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG TRONG TRƯỜNG THẾ.

- Khi chất điểm chuyển động trong trường lực thế (mà không chịu tác dụng của một lực nào khác thì cơ năng của chất điểm được bảo toàn.

$$W = W_d + W_t = \frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const} \quad (1.52)$$

- Cơ năng của chất điểm m chuyển động trong trọng trường được bảo toàn, còn động năng và thế năng của chất điểm có thể chuyển hóa lẫn nhau: động năng tăng thì thế năng giảm và ngược lại.

Hay Năng lượng của một hệ vật không tự sinh ra và không tự mất đi, nó chỉ truyền từ hệ vật này sang hệ vật khác hoặc biến đổi từ dạng này sang dạng khác.

1.3.3. SỰ VA CHẠM GIỮA CÁC VẬT

1. VA CHẠM ĐÀN HỒI

- Sau va chạm 2 vật chuyển động với vận tốc v_1' và v_2'

Động lượng của hệ được bảo toàn

$$m_1 v_1' + m_2 v_2' = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (1.53)$$

Tổng động năng của hệ được bảo toàn:

$$\frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_1 v_2'^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_1 v_2^2}{2} \quad (1.54)$$

$$\rightarrow v_1' = \frac{(m_1 - m_2).v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad (1.55)$$

$$\rightarrow v_2' = \frac{(m_2 - m_1).v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2} \quad (1.56)$$

2. VA CHẠM MỀM

Sau va chạm hai quả cầu gắn chặt với nhau và cùng chuyển động với cùng vận tốc:

$$\vec{v} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad (1.57)$$

Nhưng tổng động năng của hệ vật sau va chạm bị giảm một lượng bằng:

$$-\Delta W_d = \left(\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_1 v_2^2}{2} \right) - \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} \text{ hay } -\Delta W_d = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (v_1 - v_2)^2$$

Độ giảm động năng của hệ vật này chuyển một phần thành công làm biến dạng các vật và một phần chuyển thành nhiệt làm nóng các vật va chạm.

* Bài tập: 2.23; 2.24; 2.25; 2.26;

1.4. ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN.

1.4.1. CHUYỂN ĐỘNG TỊNH TIẾN

- Khi vật rắn chuyển động tịnh tiến mọi chất điểm của nó đều vạch những quỹ đạo giống nhau, vì vậy mọi chất điểm của vật rắn chuyển động tịnh tiến đều có cùng đường đi s, cùng vận tốc $\vec{v}$, và cùng gia tốc $\vec{a}$

- Gọi $\delta m_1, \delta m_2, \dots, \delta m_i, \dots$ là các phần tử khối lượng trong vật rắn.

- $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_i, \dots$ là tổng các ngoại lực.

- $\vec{F}_1', \vec{F}_2', \dots, \vec{F}_i', \dots$ là tổng các nội lực tác dụng lên các phần tử khối lượng tương ứng.

$$\delta m_1 \vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_1'; \delta m_2 \vec{a} = \vec{F}_2 + \vec{F}_2'; \dots \delta m_i \vec{a} = \vec{F}_i + \vec{F}_i'$$

$$\text{Cộng vế với vế của các phương trình này, ta được: } \left(\sum_i \delta m_i \right) \vec{a} = \sum_i \vec{F}_i + \sum_i \vec{F}_i'$$

$$\text{Vì } \sum_i \vec{F}_i' = 0 \text{ nên } m \vec{a} = \vec{F}$$

1.4.2. CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

Khi một vật rắn chuyển động quay chung quanh một đường thẳng cố định Δ thì:

+ Mọi điểm của vật rắn vạch những vòng tròn có cùng trục Δ

+ Trong cùng một khoảng thời gian, mọi điểm của vật rắn đều quay được cùng một góc θ

+ Tại cùng một thời điểm, mọi điểm của vật rắn đều có cùng vận tốc góc

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \text{ và gia tốc góc } \beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (1.58)$$

+ 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 1 khoảng xác định r được xác định bởi các công thức: $\vec{v} = \vec{\omega} \wedge \vec{r}$; (1.59)

$$\vec{a}_t = \vec{\beta} \wedge \vec{r} \quad (1.60)$$

a. Mômen lực đối với trục quay

* Tác dụng của lực trong chuyển động quay:

- Giả sử lực $\vec{F}$ tác dụng lên vật rắn quay xung quanh trục Δ đặt tại điểm M:

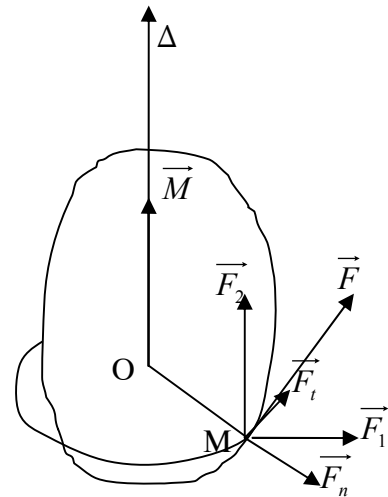
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_t + \vec{F}_r + \vec{F}_n \quad (3.16)$$

$\vec{F}_t \perp OM$ nghĩa là nằm theo tiếp tuyến của vòng tròn tâm O bán kính OM.

+ $\vec{F}_2$: không gây ra chuyển động quay chỉ có tác dụng làm cho vật rắn trượt dọc theo trục $\Delta \rightarrow$ không xảy ra vì giả thiết vật rắn chỉ quay xung quanh Δ .

+ $\vec{F}_n$: không gây ra chuyển động quay, chỉ có tác dụng làm vật rắn dời khỏi trục $\Delta \rightarrow$ không xảy ra

+ $\vec{F}_t$: tác dụng làm vật quay quanh $\Delta \rightarrow \vec{F} = \vec{F}_t$



$\rightarrow$ Kết luận: Trong chuyển động quay của một vật rắn xung quanh một trục chỉ những thành phần lực tiếp tuyến với quỹ đạo của điểm đặt mới có tác dụng thực sự.

* Mômen lực:

- Thực nghiệm chứng tỏ tác dụng của $\vec{F}_t$ không những phụ thuộc vào cường độ của nó mà còn phụ thuộc khoảng cách r , khoảng cách càng lớn thì tác dụng của lực càng mạnh.

- Định nghĩa: Mômen của lực $\vec{F}_t$ đối với trục quay Δ là một vecto $\vec{M}$ xác định bởi

$$\vec{M} = \vec{r} \wedge \vec{F}_t = rF_t \sin(\vec{r}, \vec{F}_t) = rF_t \quad (1.61)$$

- Dễ dàng chứng minh rằng:

+ Mômen của một lực $\vec{F}$ đối với trục quay Δ sẽ bằng không khi lực đó bằng không hoặc khi lực đó đồng phẳng với Δ .

+ Mômen $\vec{M}$ của $\vec{F}$ đối với trục quay Δ là mômen của $\vec{F}_t$ đối với điểm O (giao điểm của Δ và mặt phẳng chứa $\vec{F}_t \perp \Delta$).

b. Thiết lập phương trình cơ bản của chuyển động quay

- Giả sử có vật rắn quay quanh trục cố định z, xét chất điểm thứ i có khối lượng cách trục r_i chịu tác dụng của ngoại lực tiếp tuyến $\vec{F}_{ti}$:

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

nhân có hướng 2 vế với bán kính vecto:

$$\vec{r}_i = \vec{OM}_i$$

$$\rightarrow \vec{F}_{ti} \wedge \vec{r}_i = m_i \vec{a}_{ti} \wedge \vec{r}_i \text{ mà } \vec{F}_{ti} \wedge \vec{r}_i = \vec{M}_i$$

mặt khác

$$\vec{a}_{ti} \wedge \vec{r}_i = \vec{r}_i \wedge (\vec{\beta} \wedge \vec{r}_i) = (\vec{r}_i, \vec{r}_i) \vec{\beta} - (\vec{r}_i \vec{\beta}) \vec{r}_i = r_i^2 \vec{\beta} - 0$$

$$\rightarrow m_i r_i^2 \vec{\beta} = \vec{M}_i \quad (1.62)$$

$$\text{hay } \left(\sum_{i=1}^n m_i r_i^2 \right) \vec{\beta} = \sum \vec{M}_i \quad (1.63)$$

đặt $\sum \vec{M}_i = \vec{M}$: Tổng hợp mômen các ngoại lực tác dụng lên vật rắn

$\sum m_i r_i^2 = I$: Gọi là mômen quán tính

$$\Rightarrow I \vec{\beta} = \vec{M} \quad (1.64)$$

(1.64) là phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn

$$\Rightarrow \vec{\beta} = \frac{\vec{M}}{I} \quad (1.65)$$

$\Rightarrow$ Nhận xét:

- Gia tốc góc trong chuyển động quay của vật rắn xung quanh một trục tỉ lệ với tổng hợp mômen các ngoại lực đối với trục và tỉ lệ nghịch với mômen quán tính của vật rắn đối với trục.

- Phương trình (1.65) có dạng tương tự phương trình cơ bản của động lực học vật rắn tịnh tiến.

- Mômen lực M (giống F) đặc trưng cho tác dụng của ngoại lực lên vật rắn chuyển động quay.

- Gia tốc góc β (giống a) đặc trưng cho biến thiên trạng thái của chuyển động quay.

- Mômen quán tính I (giống m) đặc trưng cho quán tính của vật rắn chuyển động quay.

- Thật vậy cùng mômen lực M tác dụng. Nếu mômen quán tính I càng lớn thì gia tốc góc β càng nhỏ và vận tốc góc ω biến thiên càng ít, nghĩa là trạng thái chuyển động quay của vật rắn thay đổi càng ít. Nghĩa là trạng thái chuyển động quay của vật rắn thay đổi càng ít.

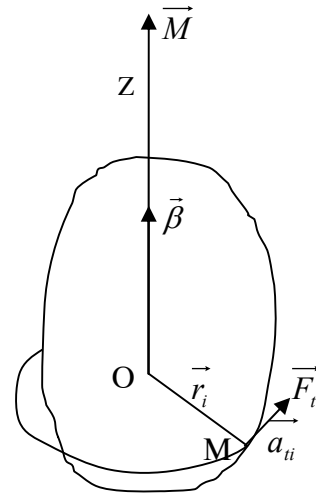
c. Mômen quán tính của một số vật rắn có dạng đối xứng.

- Thanh đồng chất đối với trục quay Δ : $I_0 = \frac{ml^2}{12}$

- Khối trụ đặc đồng chất: $I_0 = \frac{mR^2}{2}$

- Vành trụ rỗng: $I_0 = mR^2$

- Khối cầu: $I_0 = \frac{2}{5} mR^2$



- Bản phẳng chữ nhật: $I_0 = \frac{1}{12} m.(a^2 + b^2)$

d. Định lý Steiner- Huyghens

Muốn tính mômen quán tính của vật rắn đối với trục Δ song song với trục Δ_0 thì phải sử dụng định lý Steiner- Huyghen

- Định lý: Mômen quán tính I của vật rắn đối với trục Δ bất kỳ bằng mômen quán tính I_0 của vật rắn đối với trục Δ_0 (đi qua khối tâm G) song song với Δ cộng với tích số giữa khối lượng m của vật với bình phương khoảng cách a giữa hai trục đó.

$$I = I_0 + m. a^2$$

1.4.3. CÁC ĐỊNH LÝ MÔMEN ĐỘNG LƯỢNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MÔMEN ĐỘNG LƯỢNG

I. MÔMEN ĐỘNG LƯỢNG CỦA VẬT RẮN

- Giả sử vật rắn quay quanh trục cố định z với vận tốc góc ω

- Xét chất điểm thứ i cách trục quay r_i , có khối lượng m_i , $v_i = r_i \omega$; động lượng $\vec{K}_i = m_i \vec{v}_i$

- Mômen động lượng của chất điểm đối với trục z là

$$\vec{L}_i = \vec{r}_i \wedge \vec{K}_i \text{ vì } \vec{r}_i \perp \vec{K}_i \text{ nên } L_i = r_i K_i = r_i m_i v$$

$$\Rightarrow L_i = m_i r_i^2 \omega$$

Vật rắn là hệ chất điểm nên mômen động lượng của vật đối với trục z sẽ là $\vec{L}_z = \sum \vec{L}_i$ vì các mômen động lượng cùng hướng nên: $L_z = \sum L_i = \sum m_i r_i^2 \omega$

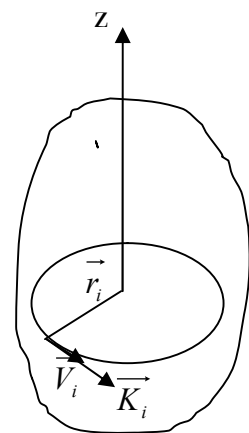
Theo định nghĩa về mômen quán tính đối với trục z thì:

$$\sum m_i r_i^2 = I_z \text{ vậy } L_z = I_z \omega \text{ hay } \vec{L}_z = I_z \vec{\omega} \quad (1.66)$$

$\Rightarrow$ Vậy mômen động lượng của vật rắn quay quanh trục cố định bằng tích giữa mômen quán tính của vật đối với trục quay và vận tốc của nó.

Vecto mômen động lượng có phương nằm trên trục quay của vật và có hướng trùng với hướng của véc tơ vận tốc góc.

II. CÁC ĐỊNH LÝ MÔMEN ĐỘNG LƯỢNG



Trong phương trình cơ bản của động lực học vật rắn quay quanh trục cố định

$$I.\vec{\beta} = \vec{M} \Rightarrow I.\frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{M} \Rightarrow \frac{d(I.\vec{\omega})}{dt} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} \quad (1.67)$$

⇒ Vậy: Đạo hàm theo thời gian của vectơ mômen động lượng của vật rắn quay quanh một trục cố định có giá trị bằng tổng mômen các ngoại lực tác dụng lên vật rắn đó.

$$\text{Từ (1.67)} \rightarrow d\vec{L} = \vec{M}.dt \quad (1.68)$$

Lấy tích phân 2 vế của (1.68) ta có:

$$\Delta\vec{L} = \vec{L}_2 - \vec{L}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{M} dt \quad (1.69)$$

⇒ Độ biến thiên vectơ mômen động lượng của vật rắn quay quanh một trục cố định có giá trị bằng xung lượng của tổng vectơ mômen ngoại lực tác dụng lên vật rắn trong cùng khoảng thời gian tương ứng.

III. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MÔMEN ĐỘNG LƯỢNG

- Mômen động lượng của vật rắn cô lập được bảo toàn

$$\vec{L} = I.\vec{\omega} = \text{const}$$

1.4.4. CÔNG CỦA LỰC VÀ ĐỘNG NĂNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

I. Công của lực trong chuyển động quay của vật rắn

Xét một vật rắn quay quanh trục cố định do tác dụng của lực tiếp tuyến.

$$dA = F_t.ds = F_t.r.d\alpha = M.d\alpha \quad (1.70)$$

lấy tích phân 2 vế của (1.70) $A = M.\Delta\alpha$

II. Động năng của vật rắn quay quanh trục cố định

$$W_d = \frac{I\omega^2}{2} \quad (1.71)$$

$$\Delta W_d = A \quad (1.72)$$

→ Độ biến thiên động năng của vật rắn quay quanh trục cố định Δ bằng công của ngoại lực tác dụng lên vật rắn đối với cùng trục quay đó.

III. Động năng của vật rắn vừa quay vừa tịnh tiến

$$W_d = \frac{I\omega^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \quad (1.73)$$

* Bài tập: 3.7→3.23/ sbt

*THỰC HÀNH

* KIỂM TRA HỌC TRÌNH

CHƯƠNG 2. NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

2.1. THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ KHÍ VÀ CÁC ĐỊNH LUẬT PHÂN BỐ

2.1.1. NHỮNG ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA KHÍ LÝ TƯỞNG PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ

I. NHỮNG ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA KHÍ LÝ TƯỞNG

1. Hệ nhiệt động

Là một hệ vật lý bao gồm một số lớn các hạt nguyên tử phân tử, các hạt này luôn chuyển động nhiệt hỗn loạn và trao đổi năng lượng cho nhau khi tương tác.

- Nếu hệ không trao đổi nhiệt với môi trường bên ngoài thì được gọi là hệ cô lập nhiệt .

- Nếu hệ không trao đổi công với môi trường bên ngoài thì được gọi là hệ cô lập cơ.

2. Thông số trạng thái

Trạng thái của hệ được xác định bởi một tập hợp các đại lượng vật lý (V,T,P,m...) các đại lượng vật lý này gọi là các thông số trạng thái.

3. Áp suất

Là một đại lượng vật lý có độ lớn bằng lực nén vuông góc lên một đơn vị diện tích $p = \frac{F_n}{S}$

4. Nhiệt độ

Là đại lượng đặc trưng cho mức độ nóng lạnh

II. CÁC ĐỊNH LUẬT THỰC NGHIỆM VỀ KHÍ LÝ TƯỞNG

1. Định luật Boilo- Mariot

- $T = \text{const} \Rightarrow P \cdot V = \text{const}$

$\Rightarrow$ Định luật: Trong quá trình biến đổi đẳng nhiệt, thể tích và áp suất của khối lượng khí xác định tỉ lệ nghịch với nhau.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad (2.1)$$

2. Định luật Saclo

- Định luật: Khi thể tích không đổi thì áp suất của một khối lượng khí xác định tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối của nó:

$$\frac{P}{T} = \text{const}; \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (V = \text{const}) \quad (2.2)$$

3. Định luật Gay- Luyxac

- Định luật: Khi áp suất không đổi thì thể tích khối lượng khí xác định tỉ lệ thuận với T^0 tuyệt đối của nó: $P = \text{const}$

$$\text{thì } \frac{V}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (2.3)$$

4. Phương trình trạng thái

- ở trạng thái (1) chất khí có áp suất P_1 , thể tích V_1 , nhiệt độ T_1
 - ở trạng thái (2) chất khí có áp suất P_2 , thể tích V_2 , nhiệt độ T_2
- $$\Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \text{ hay } \frac{PV}{T} = \text{const} \quad (2.4)$$

* Xác định hằng số:

xét 1 mol khí ở đđktc có $P_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 1,033 \text{ at}$

$1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$, $V_{0\mu} = 22,41 \text{ dm}^3$; $T_0 = 273,16 \text{ }^\circ\text{K}$

$$\text{Vậy } \frac{P_0 V_{0\mu}}{T_0} = R \Rightarrow R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}^\circ\text{K}} = 0,084 \frac{\text{dm}^3 \text{ at}}{\text{mol}^\circ\text{K}} = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{cal}}{\text{Kmol}^\circ\text{K}}$$

$$\Rightarrow \text{Phương trình trạng thái cho 1 mol: } \frac{PV_\mu}{T} = R$$

Phương trình trạng thái của khối khí có khối lượng m , μ là khối lượng của 1 mol thì số mol: $\frac{m}{\mu}$

$$\Rightarrow \text{Phương trình trạng thái của } m \text{ là: } PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (2.5)$$

* Bài tập: 0.1 $\rightarrow$ 0.10/ sbt

2.1.2. THỰC HÀNH

2.2 NGUYÊN LÝ THỨ NHẤT CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC VÀ ỨNG DỤNG

I. KHÁI NIỆM VỀ HỆ NHIỆT ĐỘNG VÀ THÔNG SỐ TRẠNG THÁI.

Khi khảo sát sự vận động của các hạt rất nhỏ: phân tử, nguyên tử ta khảo sát một tập hợp các hoạt động giống nhau, mà sự vận động của nó được thể hiện bằng một số thông số độc lập với nhau. Hệ các phần tử đó là hệ nhiệt động, các thông số đó là thông số trạng thái.

II. KHÁI NIỆM NỘI NĂNG - CÔNG - NHIỆT

1) Khái niệm nội năng

- Năng lượng của hệ: $W = W_d + W_t + U$

+ W_d : động năng của hệ, là phần năng lượng được tạo ra do sự chuyển động của hệ

+ W_t : Là phần năng lượng được tạo thành do sự tương tác giữa hệ với bên ngoài

+ U : Là phần năng lượng đặc trưng cho mức độ vận động bên trong của hệ

Nếu hệ không chuyển động, không tương tác thì $W_d = 0$, $W_t = 0 \Rightarrow W = U$

$\Rightarrow$ Nội năng là đại lượng đặc trưng cho mức độ vận động bên trong của hệ.

- ở trạng thái xác định hệ có nội năng xác định nên nội năng là một hàm số trạng thái.

- Lượng biến thiên nội năng: $\Delta U = |U_2 - U_1| \quad (2.6)$

2) Nội năng của khí lý tưởng

- Với một lượng khí đã cho và ở một nhiệt độ xác định thì $P.V = \text{const} \Rightarrow$ Khí lý tưởng.