

CHƯƠNG II. CƠ HỌC

1. Động học chất điểm
2. Động lực học chất điểm
3. Chuyển động quay của vật rắn
4. Công và năng lượng
5. Cơ học chất lưu



§1. Động học chất điểm

Động học: Nghiên cứu các đặc trưng của chuyển động và những chuyển động khác nhau (Không tính đến lực tác dụng).

I. Một số khái niệm

1. Chuyển động cơ học và hệ quy chiếu (HQC)

Chuyển động cơ học: Sự thay đổi vị trí của vật này đối với vật khác hoặc sự thay đổi vị trí giữa các phần của một vật đối với nhau.

HQC: Vật (hệ vật) coi là đứng yên dùng làm mốc để xác định vị trí của các vật trong không gian.



§1. Động học chất điểm

2. Chất điểm

+ Những vật có khối lượng nhưng kích thước không đáng kể so với những khoảng cách khảo sát.





§1. Động học chất điểm

3. Vectơ tọa độ và phương trình chuyển động (PTCĐ)

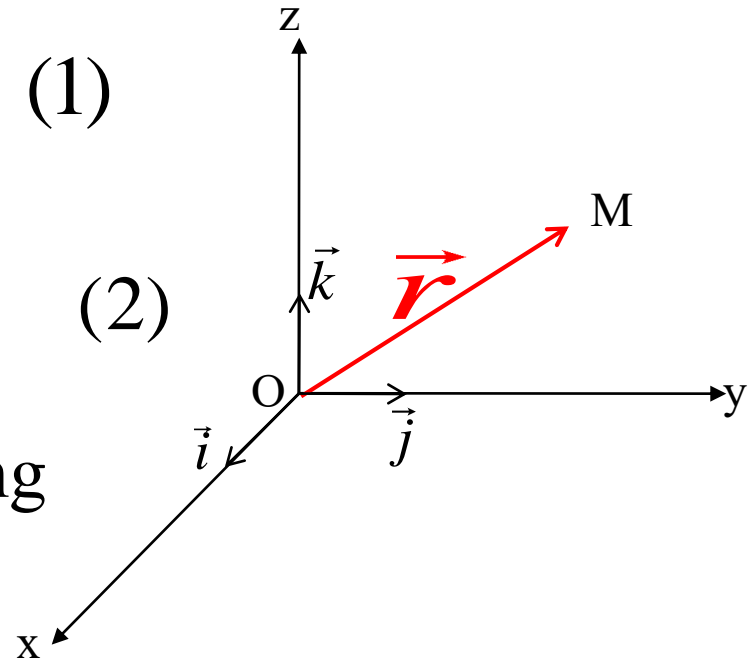
* Vectơ tọa độ (\vec{r}):

+ Biểu diễn vectơ tọa độ trong Hệ tọa độ Đêcác 3 chiều:

$$\vec{r} = x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k} \quad (1)$$

+ Độ lớn: $|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (2)$

Với $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$: 3 vectơ đơn vị hướng theo 3 trục Ox, Oy, Oz.

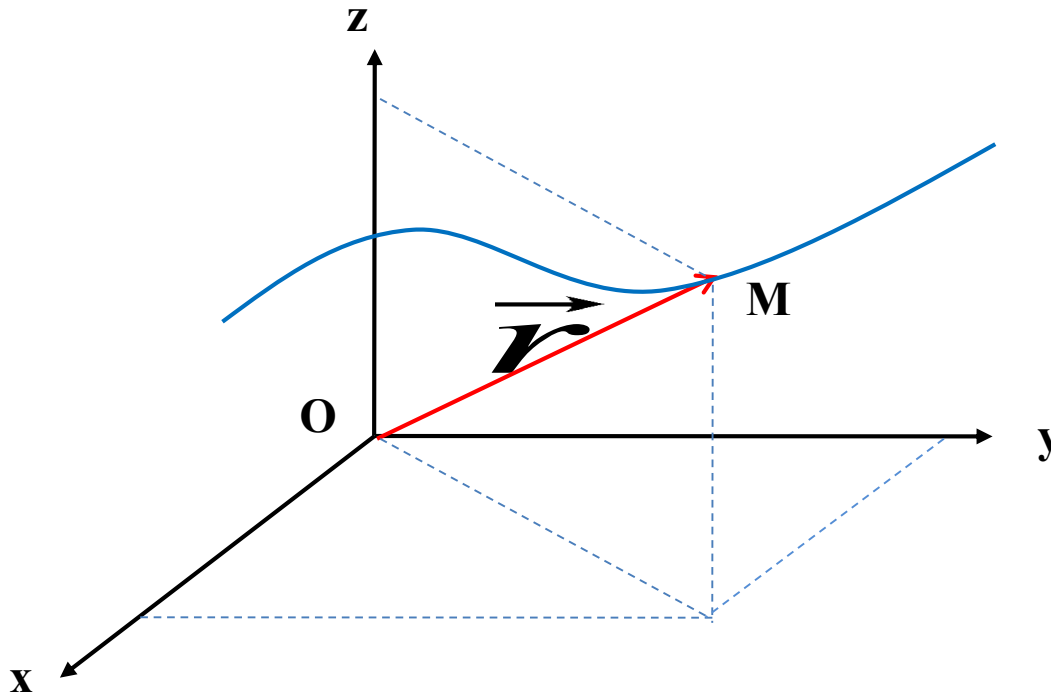




§1. Động học chất điểm

* Phương trình chuyển động (PTCĐ):

$$M \begin{cases} x = f_x(t) \\ y = f_y(t) \\ z = f_z(t) \end{cases} \quad (3) \quad \text{Hay} \quad \vec{r} = \vec{r}(t) \quad (4)$$





§1. Động học chất điểm

4. Quỹ đạo chuyển động và Phương trình quỹ đạo

* **Quỹ đạo chuyển động:** Đường cong mà chất điểm vạch ra trong không gian khi chuyển động.

* **Phương trình quỹ đạo:** Biểu diễn mối quan hệ giữa các tọa độ không gian của chất điểm.

Phương trình quỹ đạo Parapol:

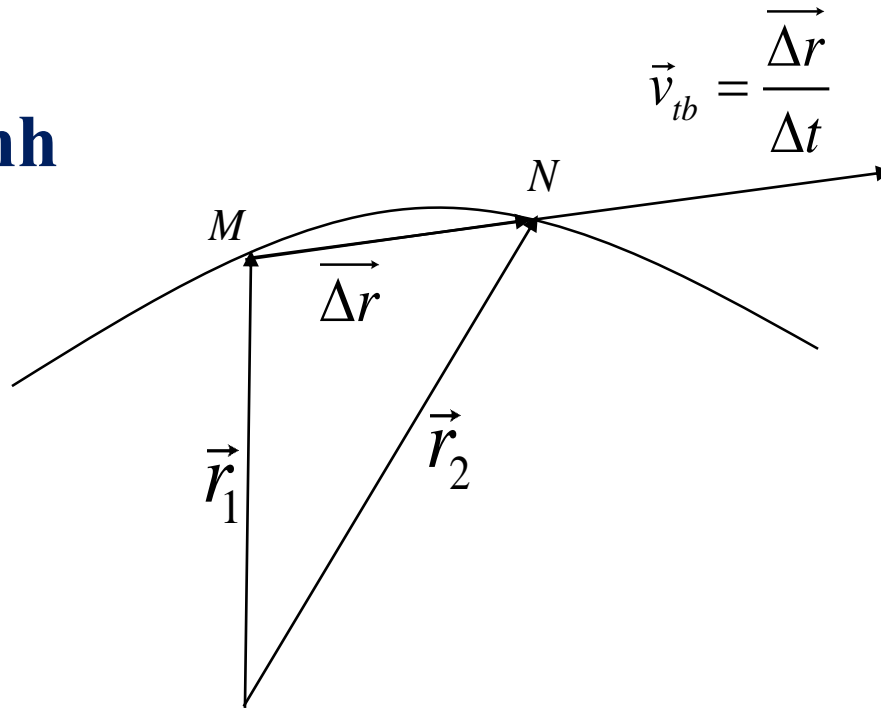
$$y = a.x^2 + b.x + c \quad (a \neq 0)$$



§1. Động học chất điểm

II. Vận tốc

1. Vận tốc trung bình



+ Thời điểm t_1 : Chất điểm ở vị trí M, \vec{r}_1

+ Thời điểm t_2 : Chất điểm ở vị trí N, \vec{r}_2

Sau $\Delta t = t_2 - t_1$ véctor tọa độ biến thiên lượng $\vec{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$



§1. Động học chất điểm

Khi đó: Tỷ số $\frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t}$ gọi là véc tơ vận tốc trung bình \overrightarrow{v}_{tb}

$$\vec{v}_{tb} = \frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t} \quad (1)$$



§1. Động học chất điểm

Khi đó: Tỷ số $\frac{\vec{\Delta r}}{\Delta t}$ gọi là véc tơ vận tốc trung bình \vec{v}_{tb}

$$\vec{v}_{tb} = \frac{\vec{\Delta r}}{\Delta t} \quad (1)$$

+ Ý nghĩa: \vec{v}_{tb} cho ta biết phương chiều và mức độ nhanh chậm trung bình của chuyển động trong cả khoảng thời gian



§1. Động học chất điểm

2. Vận tốc tức thời

+ Xét khoảng thời gian vô cùng nhỏ: $\Delta t \rightarrow 0$

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

+ Định nghĩa: *Vận tốc chuyển động của chất điểm là đại lượng được xác định bằng đạo hàm của véctơ tọa độ của chất điểm theo thời gian.*

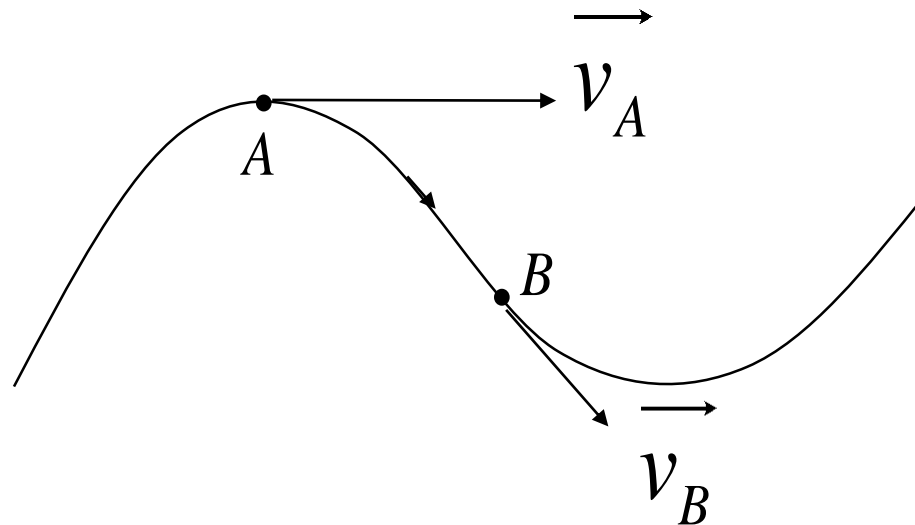
+ Đơn vị: mét/giây (m/s) [Trong hệ SI]



§1. Động học chất điểm

Véc tơ vận tốc có phương tiếp tuyến với quỹ đạo chuyển động và có chiều cùng chiều chuyển động của chất điểm.

+ Biểu diễn véc tơ vận tốc:





§1. Động học chất điểm

3. Vận tốc trong hệ tọa độ Đềcác

$$+ \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}) = \frac{dx}{dt} \cdot \vec{i} + \frac{dy}{dt} \cdot \vec{j} + \frac{dz}{dt} \cdot \vec{k}$$

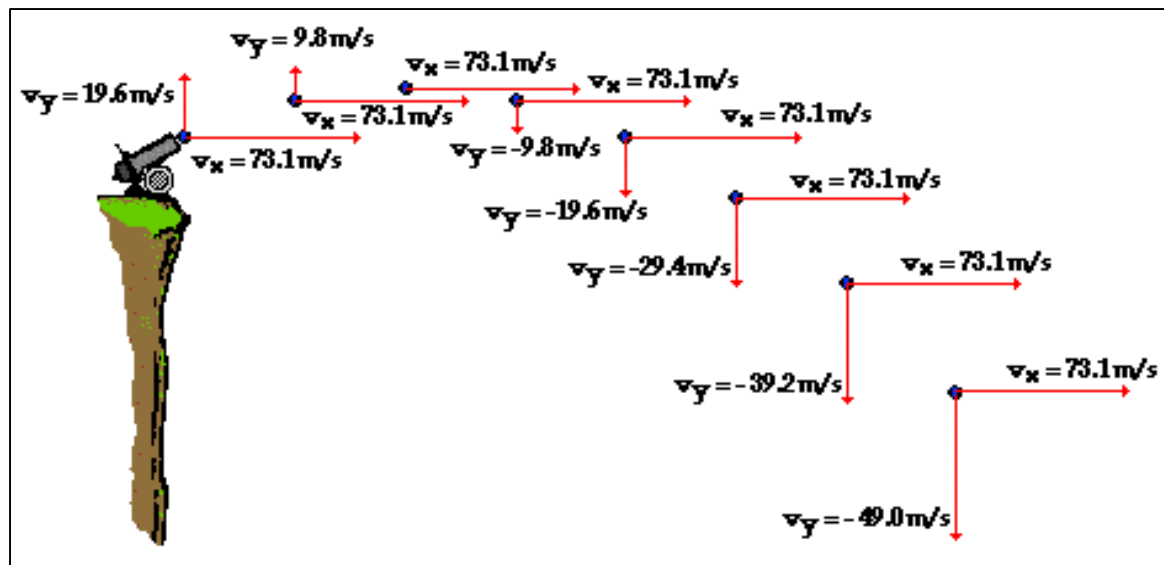
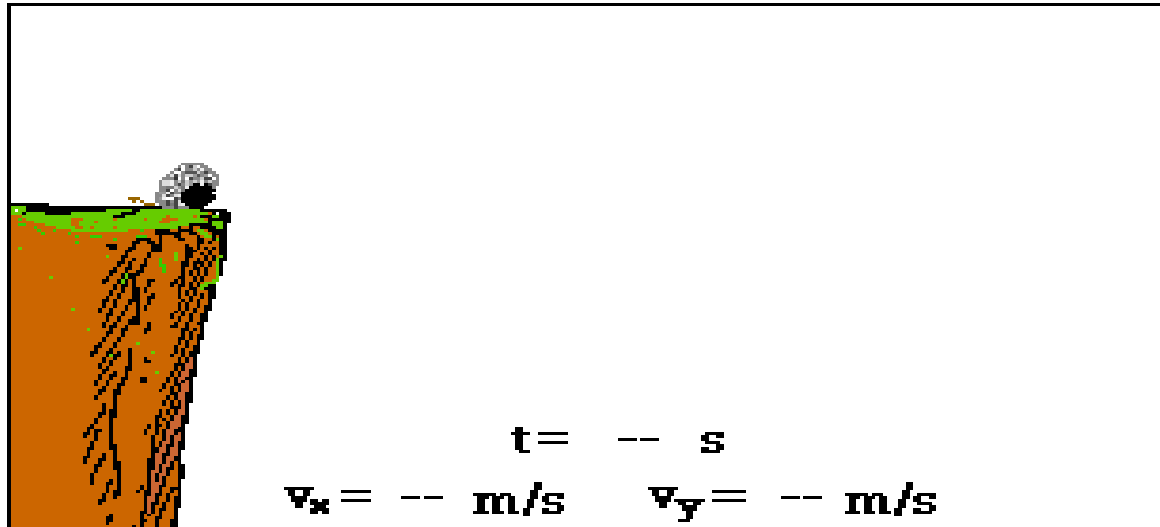
$$\rightarrow \vec{v} = v_x \cdot \vec{i} + v_y \cdot \vec{j} + v_z \cdot \vec{k}$$

$$+ \text{ Độ lớn: } \quad |\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

+ Đơn vị: mét/giây (m/s)



§1. Động học chất điểm



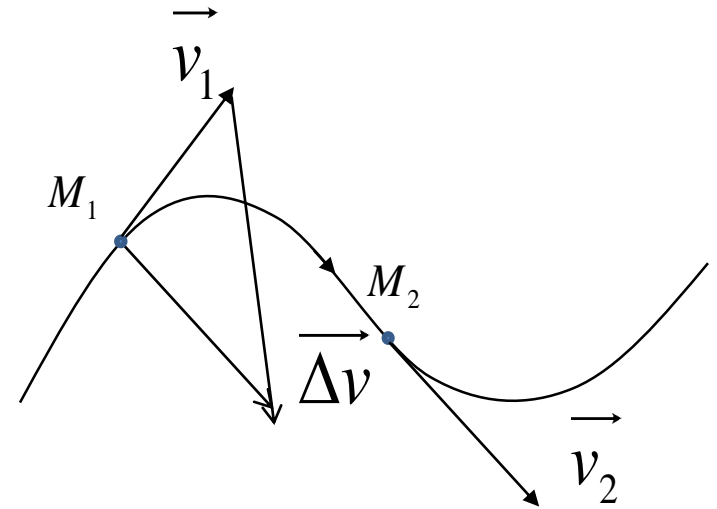


§1. Động học chất điểm

III. Gia tốc

1. Gia tốc trung bình

Xét chất điểm M chuyển động trên quỹ đạo cong



+ Tại t_1 : Chất điểm ở vị trí M_1 , \vec{v}_1

+ Tại t_2 : Chất điểm ở vị trí M_2 , \vec{v}_2



§1. Động học chất điểm

Khi đó: Tỷ số $\frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$ gọi là véc tơ gia tốc trung bình

$$\vec{a}_{tb} = \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t} \quad (1)$$

+ Ý nghĩa: Gia tốc trung bình đặc trưng cho sự biến thiên của véc tơ vận tốc trong cả khoảng thời gian



§1. Động học chất điểm

2. Gia tốc tức thời

+ Xét khoảng thời gian vô cùng nhỏ: $\Delta t \rightarrow 0$ khi đó:

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

+ Định nghĩa: *Gia tốc chuyển động của chất điểm là đại lượng được xác định bằng đạo hàm bậc nhất của vận tốc của chất điểm hoặc đạo hàm bậc hai của vectơ tọa độ theo thời gian.*

+ Đơn vị: mét /giây bình phương (m/s^2) [Trong hệ SI]



§1. Động học chất điểm

3. Gia tốc trong hệ tọa độ Đềcác

$$+ \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(v_x \cdot \vec{i} + v_y \cdot \vec{j} + v_z \cdot \vec{k}) = \frac{dv_x}{dt} \cdot \vec{i} + \frac{dv_y}{dt} \cdot \vec{j} + \frac{dv_z}{dt} \cdot \vec{k}$$

$$+ \text{Khi đó: } \vec{a} = a_x \cdot \vec{i} + a_y \cdot \vec{j} + a_z \cdot \vec{k}$$

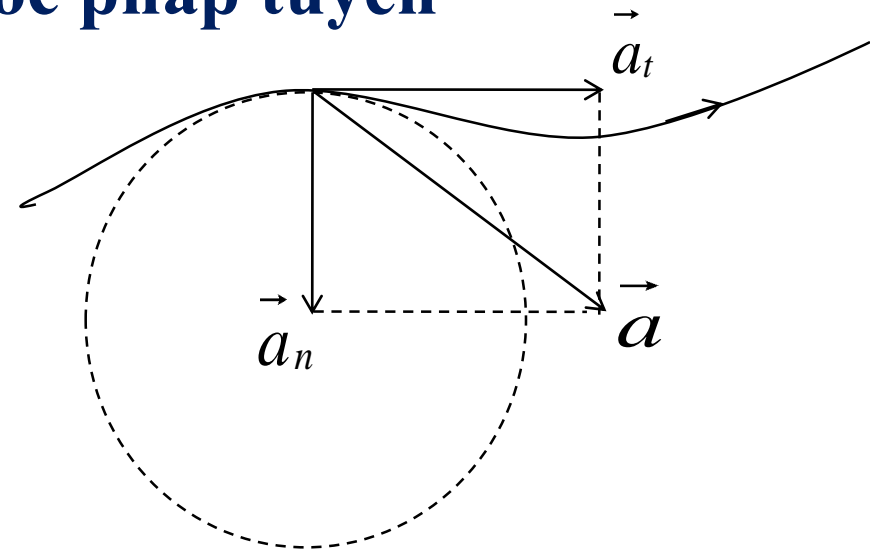
$$+ \text{Độ lớn: } |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2z}{dt^2}\right)^2}$$



§1. Động học chất điểm

4. Gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n \quad (3)$$



a. Gia tốc tiếp tuyến \vec{a}_t

+ Phương: Trùng với tiếp tuyến của quỹ đạo CĐ

+ Chiều: Cùng chiều chuyển động khi chuyển động là nhanh dần và ngược chiều chuyển động khi chuyển động là chậm dần.



§1. Động học chất điểm

+ Độ lớn:

$$a_t = \frac{dv}{dt} \quad (4)$$

+ Ý nghĩa: Gia tốc tiếp tuyến đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của vectơ vận tốc.



§1. Động học chất điểm

b. Gia tốc pháp tuyến \vec{a}_n

+ Phương: Vuông góc với tiếp tuyến của quỹ đạo chuyển động của chất điểm

+ Chiều: Hướng về phía lõm của quỹ đạo

+ Độ lớn: $a_n = \frac{v^2}{R}$ (5)

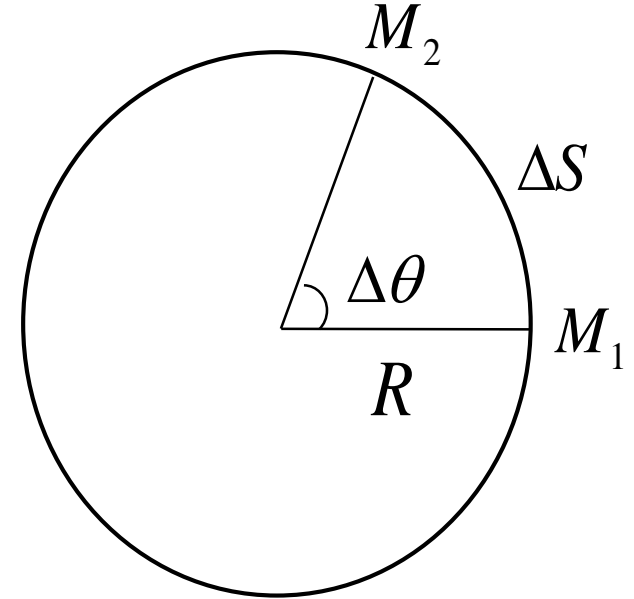
+ Ý nghĩa: Gia tốc pháp tuyến đặc trưng cho sự thay đổi về phương của vectơ vận tốc.



§1. Động học chất điểm

IV. Vận tốc góc và gia tốc góc

1. Vận tốc góc



Sau $\Delta t = t_2 - t_1$, bán kính R quét được góc $\Delta\theta$

Khi đó: Tỷ số: $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ được gọi là vận tốc góc trung bình:

$$\omega_{tb} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (1)$$



§1. Động học chất điểm

+ Xét khoảng thời gian vô cùng nhỏ: $\Delta t \rightarrow 0$ khi đó:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{\Delta \theta}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\theta}}{dt} = \vec{\omega} \quad (2)$$

+ Định nghĩa: *Vận tốc góc có giá trị bằng đạo hàm bậc nhất của góc quét theo thời gian.*

+ Đơn vị: Trong hệ SI: Radian/giây (rad/s)



§1. Động học chất điểm

+ Chu kỳ: Là thời gian mà chất điểm chuyển động được 1 vòng tròn

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ (s)}$$

+ Tần số: được xác định bằng số chu kỳ trong 1 đơn vị thời gian.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \text{ (Hz)}$$

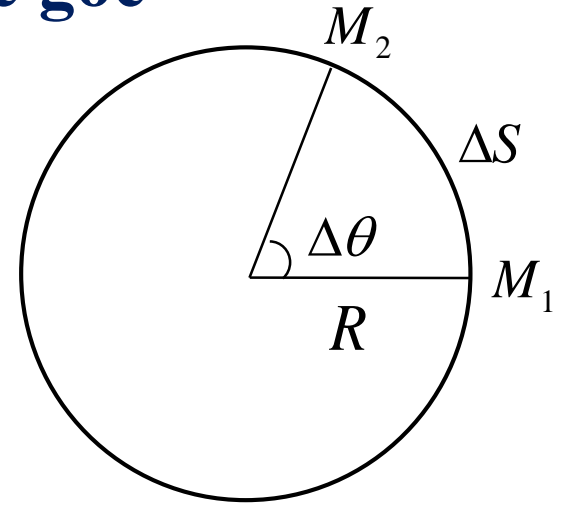


§1. Động học chất điểm

* Liên hệ giữa vận tốc dài và vận tốc góc

$$\frac{dS}{dt} = R \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

$$\rightarrow v = R \cdot \omega$$



+ Dạng véc tơ: $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{R}$



§1. Động học chất điểm

2. Gia tốc góc

+ Giả sử trong khoảng thời gian: $\Delta t = t_2 - t_1$ vận tốc góc biến thiên lượng: $\Delta \omega = \omega_2 - \omega_1$

→ Tỷ số: $\frac{\Delta \omega}{\Delta t}$ được gọi là gia tốc góc trung bình β_{tb}

+ Xét khoảng thời gian Δt vô cùng nhỏ ($\Delta t \rightarrow 0$). Khi đó:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{\Delta \omega}}{\Delta t} = \frac{d\overrightarrow{\omega}}{dt} = \overrightarrow{\beta} = \frac{d^2 \overrightarrow{\theta}}{dt^2} \quad (3)$$

+ Đơn vị: Radian/giây² (rad/s²)



§1. Động học chất điểm

*** Liên hệ giữa gia tốc góc và gia tốc tiếp tuyến**

+ Ta có:
$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d(\omega.R)}{dt} = \frac{d\omega}{dt} \cdot R = \beta.R$$

+ Dạng véctơ:
$$\vec{a}_t = \vec{\beta} \times \vec{R}$$



§1. Động học chất điểm

V. Một số dạng chuyển động cơ đặc biệt

1. Chuyển động thẳng biến đổi đều

$$+ \quad a = a_t = \frac{dv}{dt} = \text{const} \quad v_t^2 - v_0^2 = 2aS$$

$$+ \quad v_t = \frac{dS}{dt} = v_0 + a.t \quad S = S_0 + v_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$$

2. Chuyển động tròn biến đổi đều

$$+ \quad \beta = \text{const} \quad \omega = \omega_0 + \beta.t$$

$$+ \quad \omega_t^2 - \omega_0^2 = 2\beta\theta \quad \theta = \theta_0 + \omega_0.t + \frac{1}{2}\beta.t^2$$



§2. Động lực học chất điểm

Cơ sở của động lực học chất điểm là 3 định luật Newton.



Isaac Newton
(1643-1727)



§2. Động lực học chất điểm

I. Các định luật Newton

1. Định luật 1 – Định luật quán tính

* **Định luật 1:** “ Một chất điểm cô lập đứng yên thì sẽ tiếp tục đứng yên, nếu đang chuyển động sẽ chuyển động thẳng đều”.





§2. Động lực học chất điểm

2. Định luật 2

* **Khái niệm lực:** Là đại lượng vật lý đặc trưng cho tương tác giữa các vật.

Kết quả là làm cho vật bị biến dạng hoặc làm cho vật thay đổi trạng thái chuyển động.

* **Khối lượng:** Đặc trưng cho mức quán tính của chất điểm (vật).



§2. Động lực học chất điểm

* Nội dung định luật II

$$\vec{a} = k \cdot \frac{\vec{F}}{m} \quad (1)$$

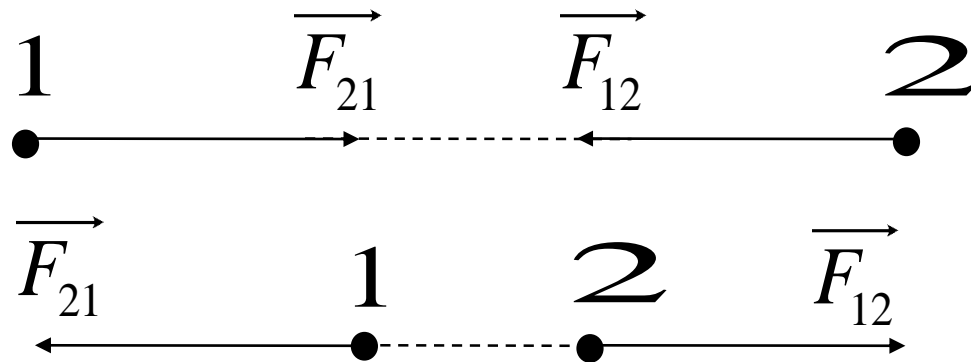
Trong hệ SI: $k = 1$ nên: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (2)$



§2. Động lực học chất điểm

3. Định luật III

Nội dung: “ Khi chất điểm 1 tác dụng lên chất điểm 2 một lực \vec{F}_{12} thì ngược lại chất điểm 2 sẽ tác dụng lên chất điểm 1 một lực \vec{F}_{21} cùng phương, ngược chiều và có cùng độ lớn với \vec{F}_{12} ”



Biểu thức: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \rightarrow \vec{F}_{12} + \vec{F}_{21} = \vec{0}$ (4)

\vec{F}_{12} và \vec{F}_{21} Là 2 lực trực đối



§2. Động lực học chất điểm





§2. Động lực học chất điểm

II. Động lượng. Định luật bảo toàn động lượng

1. Khái niệm động lượng

* **Khái niệm:** là đại lượng được xác định bằng tích số giữa khối lượng và vận tốc chuyển động của chất điểm.

* **Biểu thức:** $\vec{P} = m \cdot \vec{v}$ (1)

* **Ý nghĩa:**

+ Động lượng là đặc trưng cho chuyển động về mặt động lực học.

+ Động lượng là đặc trưng cho khả năng truyền chuyển động của vật.



§2. Động lực học chất điểm

2. Định lý động lượng

a. Định lý 1

Theo Định luật II Newton:

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

$$\rightarrow \vec{F} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (2)$$

Phát biểu: Đạo hàm của véc tơ động lượng của chất điểm theo thời gian bằng tổng hợp các lực tác dụng lên chất điểm.



§2. Động lực học chất điểm

2. Định luật bảo toàn động lượng

Nếu hệ cô lập gồm có n chất điểm. Mỗi chất điểm có động lượng lần lượt là: $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \dots, \vec{P}_n$

$$\rightarrow \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots + \vec{P}_n = \text{const} \quad (7)$$

+ Phát biểu: *Tổng động lượng của một hệ chất điểm cô lập được bảo toàn.*



§2. Động lực học chất điểm

Chuyển động của tên lửa





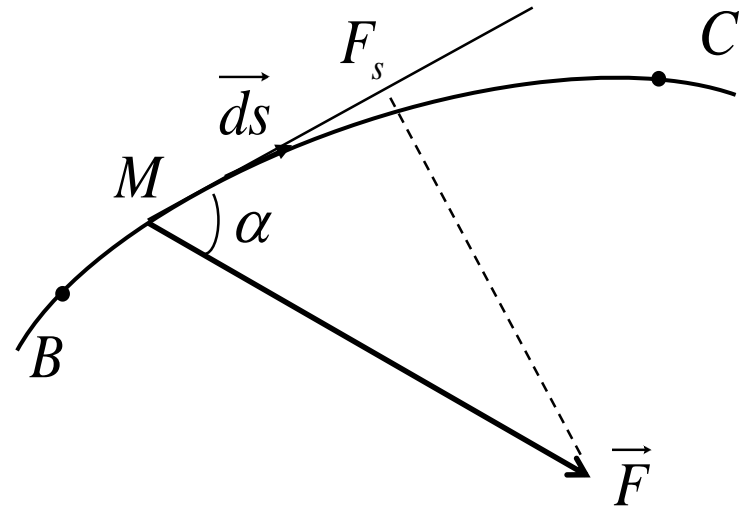
§4. Công và năng lượng

I. Công và công suất

1. Công

* **Khái niệm:** Khi có lực tác dụng lên chất điểm hay vật làm cho chúng chuyển dời.

Ta nói rằng lực tác dụng đã thực hiện công trong chuyển dời của chất điểm hay vật.



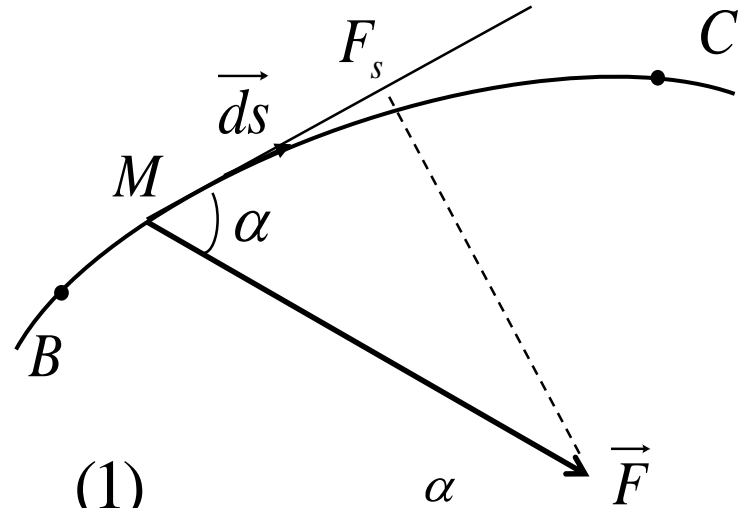


§4. Công và năng lượng

* Biểu thức

+ Công dA của lực \vec{F} trong chuyển dời \vec{ds} được ĐN:

$$dA = \vec{F} \cdot d\vec{s} = F \cdot ds \cdot \cos \alpha = F_s \cdot ds \quad (1)$$





§4. Công và năng lượng

Nhận xét: Công vi phân dA là 1 số đại số. Phụ thuộc α

$\alpha < \frac{\pi}{2}$: $dA > 0$: Lực F sinh công phát động.

$\alpha = \frac{\pi}{2}$: $dA = 0$: Lực F không sinh công.

$\alpha > \frac{\pi}{2}$: $dA < 0$: Lực F sinh công âm.



§4. Công và năng lượng

* Công tổng cộng do lực F thực hiện trên BC là:

$$A = \int_{BC} dA = \int_{BC} \vec{F} \cdot d\vec{S} = \int_{BC} F_s \cdot dS \quad (2)$$

* Đơn vị của công:

+ Jun (J); $1J = 1N \cdot 1m$

+ Trong kỹ thuật còn dùng đơn vị: kWh, $1kWh = 3600kJ$



§4. Công và năng lượng

2. Công suất

- * **Ý nghĩa:** Đặc trưng cho sức mạnh của vật sinh công
- * **Định nghĩa:** Công suất là công sinh ra trong một đơn vị thời gian

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{S}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (4)$$

- * Đơn vị của công suất:
 - + Oát (W): $1W = 1J/1s$
 - + Mã lực (HP): $1HP = 746 W$



§4. Công và năng lượng

II. Năng lượng. Định luật bảo toàn năng lượng

1. Năng lượng

* Khái niệm:

- + Năng lượng là đại lượng đặc trưng cho mức độ vận động của vật chất.
- + Năng lượng của một vật là thước đo khả năng sinh công của vật (hệ).



§4. Công và năng lượng



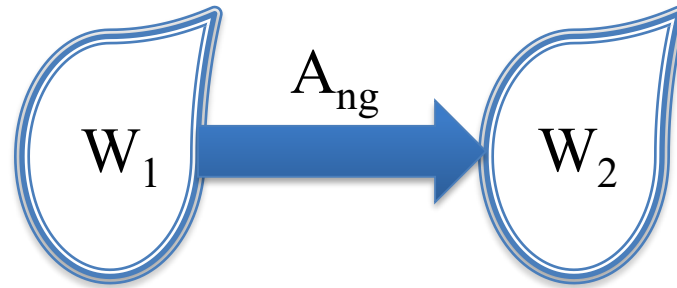


§4. Công và năng lượng

2. Định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng

+ Xét quá trình 1 hệ biến đổi từ trạng thái 1 (W_1) sang trạng thái 2 (W_2).

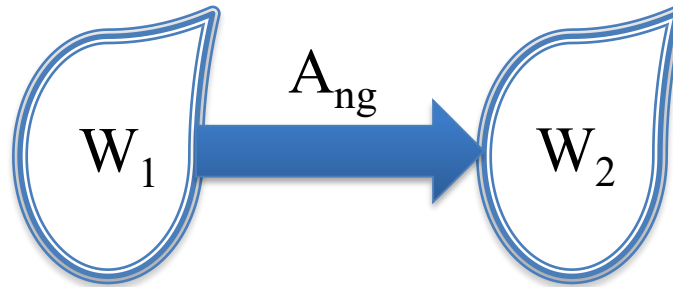
Trong quá trình này hệ nhận công A_{ng} từ bên ngoài.





§4. Công và năng lượng

2. Định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng



+Quy ước:

- + Hệ nhận công khi $A_{ng} > 0$
- + Hệ sinh công khi $A_{ng} < 0$

Thực nghiệm chứng tỏ:

$$\Delta W = W_2 - W_1 = A_{ng} \quad (1)$$



§4. Công và năng lượng

Định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng

“ Đối với 1 hệ cô lập, năng lượng của hệ được bảo toàn hay năng lượng không tự nhiên sinh ra, không tự nhiên mất đi mà chỉ chuyển từ dạng này sang dạng khác hay từ hệ này sang hệ khác”.

Đơn vị năng lượng: Jun (J), Oát – giờ (Wh), Kwh.



§4. Công và năng lượng

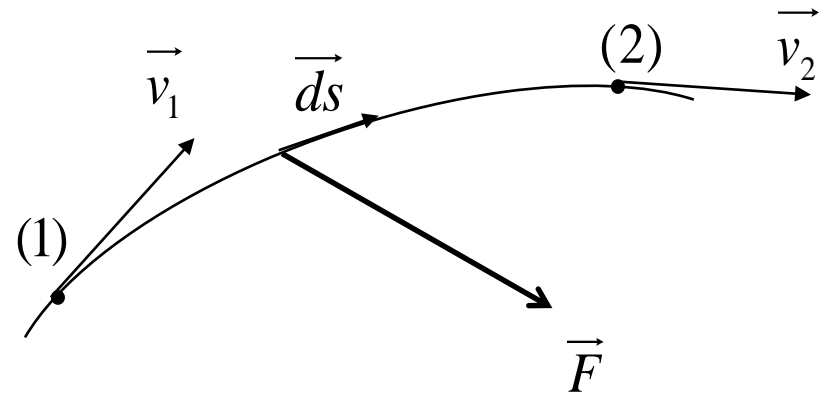
3. Động năng

Động năng của 1 vật là phần NL (cơ năng) gắn liền với chuyển động của vật và liên quan đến công của ngoại lực tác dụng.

Biểu thức động năng

Chất điểm có khối lượng m chuyển động với vận tốc v sẽ có động năng là:

$$W_d = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (6)$$



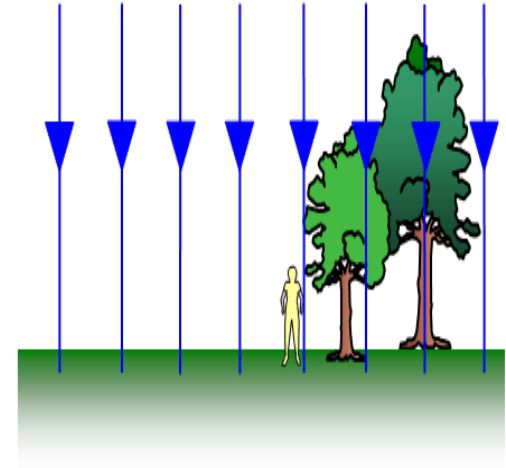


§4. Công và năng lượng

5. Thế năng

Trường lực thế

+ Trường lực thế: Là trường lực trong đó công của lực do trường đó tác dụng lên 1 chất điểm không phụ thuộc vào dạng đường chuyển động của chất điểm mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối



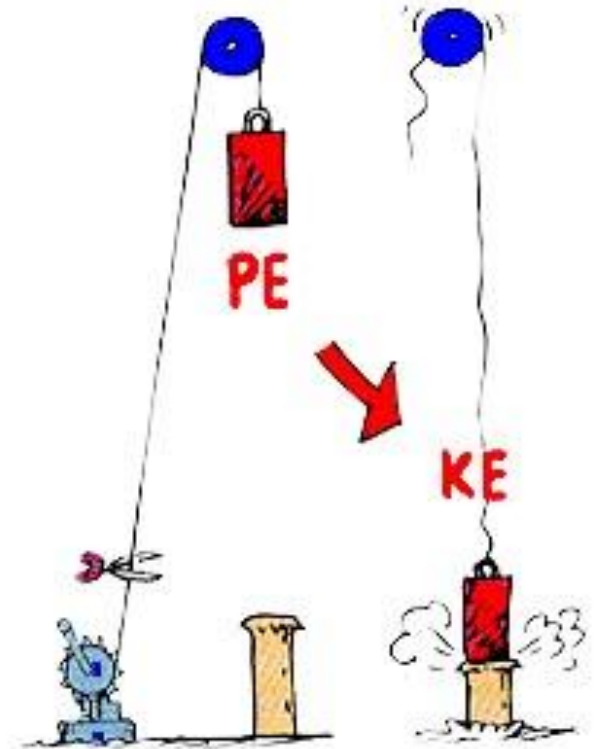


§4. Công và năng lượng

Thế năng

Định nghĩa: Thế năng của chất điểm trong trường lực thế là một hàm phụ thuộc vào vị trí của chất điểm sao cho độ giảm thế năng của chất điểm trong 1 quá trình bằng công của lực thế thực hiện trong quá trình đó:

$$A_{M \rightarrow N} = W_t(M) - W_t(N) \quad (7)$$





§3. Chuyển động quay của vật rắn

I. Vật rắn và chuyển động của vật rắn

1. Vật rắn

+ Vật rắn là một hệ chất điểm mà khoảng cách giữa các chất điểm của hệ luôn luôn không đổi.





§3. Chuyển động quay của vật rắn

2. Chuyển động của vật rắn

Chuyển động tịnh tiến

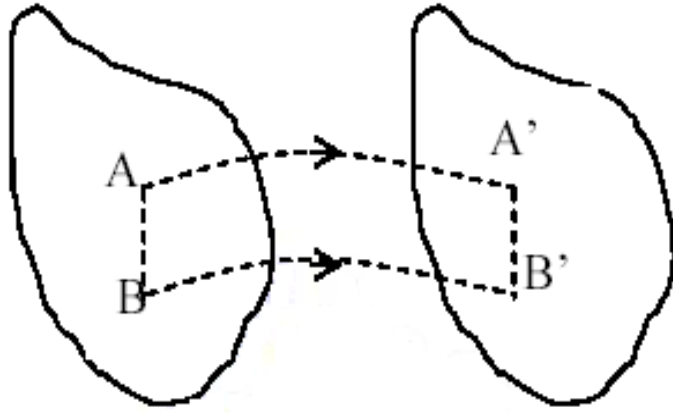
+ Khi vật rắn chuyển động tịnh tiến, mọi chất điểm của nó đều vạch ra những quỹ đạo giống nhau

Tại một thời điểm chúng có cùng vectơ vận tốc và vectơ gia tốc.

Vì vậy: Ta chỉ cần xét chuyển động của 1 chất điểm bất kỳ thuộc vật rắn (vì các chất điểm khác cũng chuyển động như thế).



§3. Chuyển động quay của vật rắn





§3. Chuyển động quay của vật rắn

Chuyển động quay của vật rắn

+ Xét vật rắn bất kỳ quay xung quanh trục cố định.

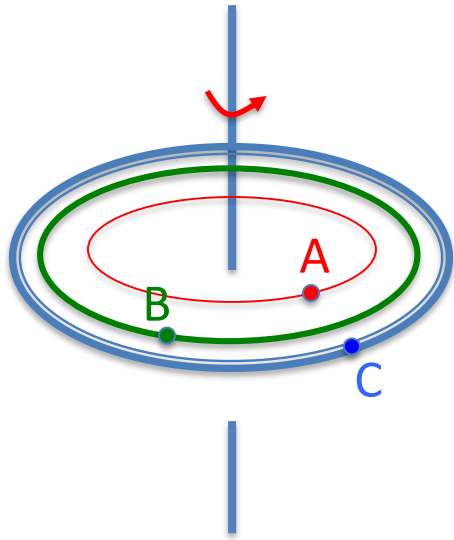
Trong cùng 1 khoảng thời gian, bán kính quỹ đạo của các chất điểm đều quay được cùng 1 góc.

Vì vậy: Tại 1 thời điểm các chất điểm thuộc vật rắn có cùng $\vec{\theta}, \vec{\omega}, \vec{\beta}$

Như vậy: Trong chuyển động quay của vật rắn. Ta sử dụng $\vec{\theta}, \vec{\omega}, \vec{\beta}$ là các đại lượng đặc trưng.



§3. Chuyển động quay của vật rắn





§3. Chuyển động quay của vật rắn

II. Phương trình cơ bản của CĐ quay của vật rắn

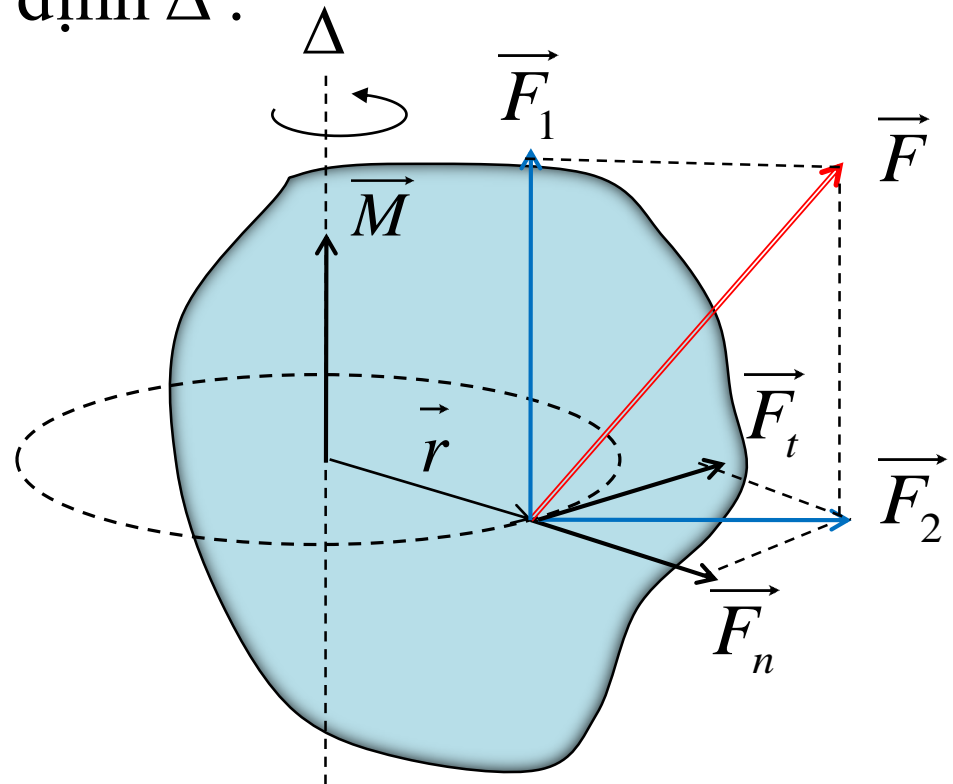
1. Mômen lực

+ Giả sử dưới tác dụng của lực F bất kỳ.

Vật rắn quay quanh trục cố định Δ .

+ Phân tích lực F thành 3 thành phần như hình vẽ:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_n + \vec{F}_t \quad (1)$$





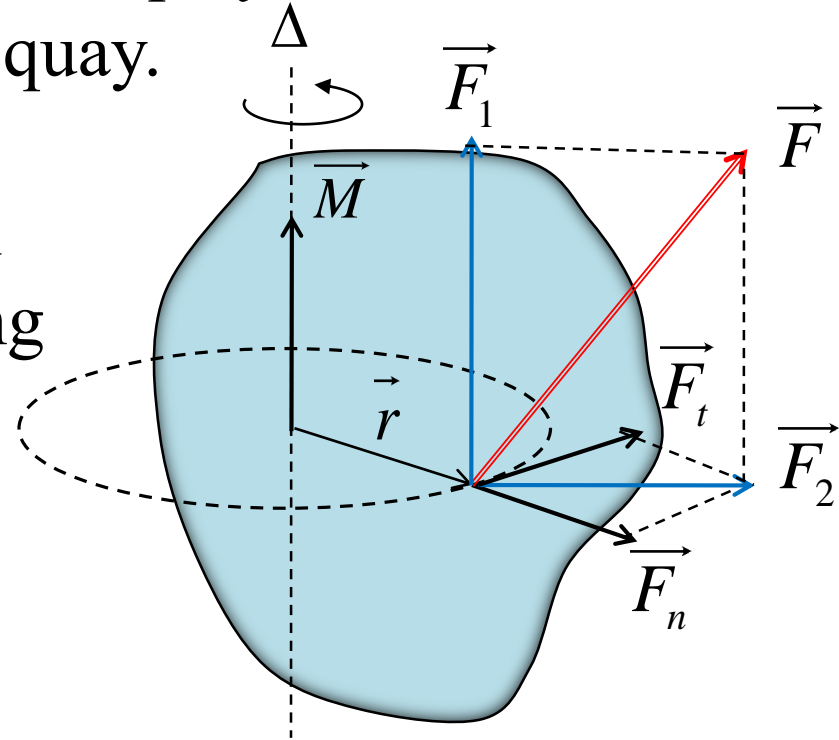
§3. Chuyển động quay của vật rắn

Nhận xét:

+ \vec{F}_1 có phương song song với trục quay
→ chỉ làm vật rắn CĐ dọc trục quay.

+ \vec{F}_n có phương pháp tuyến với quỹ đạo và nằm trong mặt phẳng quỹ đạo → chỉ kéo vật rắn dời xa trục quay.

+ \vec{F}_t có phương tiếp tuyến với quỹ đạo và nằm trong mặt phẳng quỹ đạo → làm vật rắn quay quanh trục Δ .





§3. Chuyển động quay của vật rắn

Nhận xét

Dưới tác dụng của cùng lực tiếp tuyến \vec{F}_t nhưng đặt tại các điểm khác nhau thuộc vật rắn thì sẽ gây ra tác dụng chuyển động quay khác nhau.



§3. Chuyển động quay của vật rắn

Ý nghĩa của Momen lực

Momen của lực tiếp tuyến \vec{F}_t đối với trục quay là đại lượng vật lý đặc trưng cho tác dụng của lực đối với chuyển động quay.

Định nghĩa:

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}_t \quad (2)$$

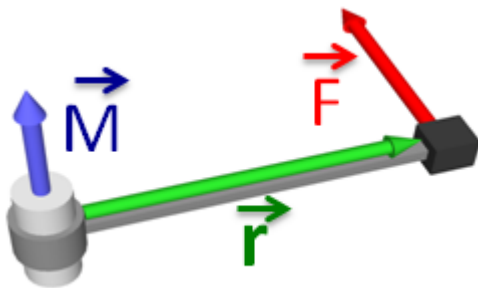
Trong đó: \vec{r} là véc tơ khoảng cách từ trục quay tới điểm đặt của lực.



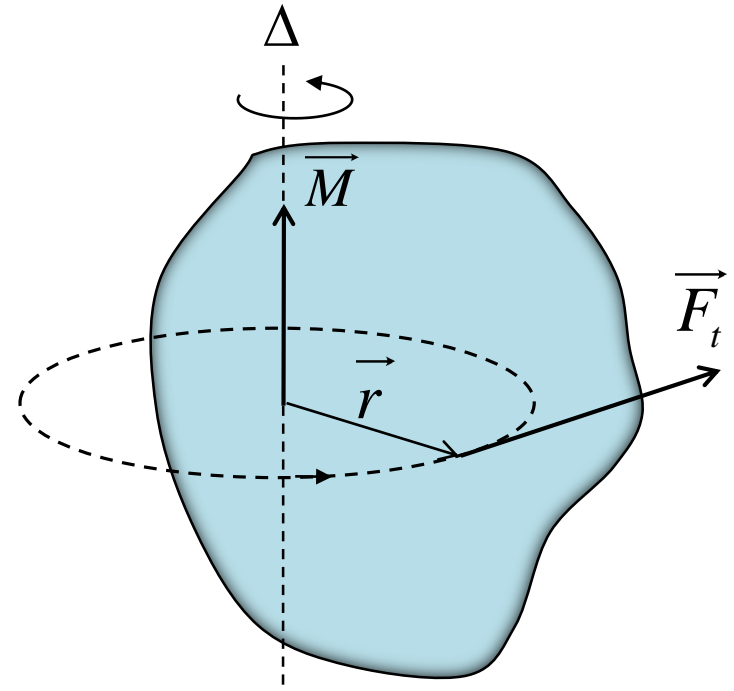
§3. Chuyển động quay của vật rắn

Xác định véctơ momen lực \vec{M}

- + Góc đặt tại tâm quỹ đạo chuyển động quay.
- + Phương nằm trên trục quay.
- + Chiều thuận chiều quay từ ngọn \vec{r} sang ngọn \vec{F}_t
- + Độ lớn: $M = r.F_t$ (3)
- + Dạng véctơ: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}_t$ (4)



$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$



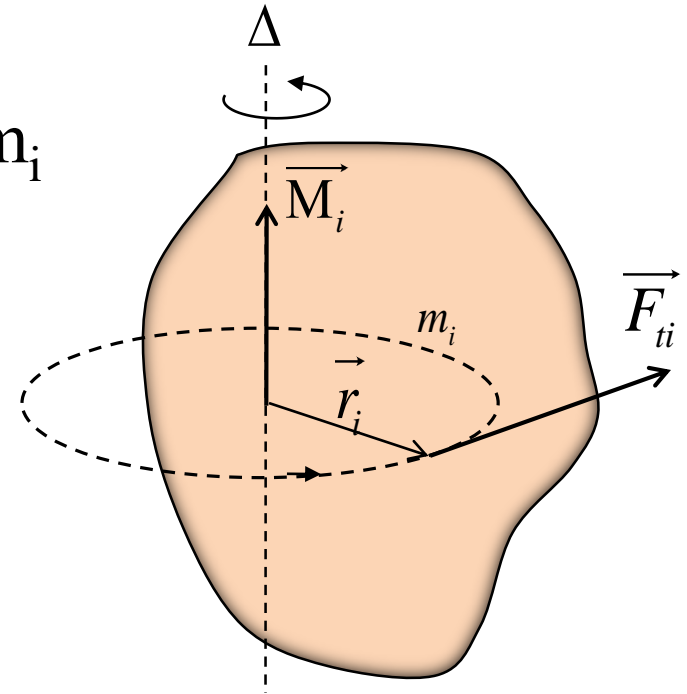


§3. Chuyển động quay của vật rắn

2. Phương trình chuyển động quay của vật rắn

+ Xét chất điểm thứ i , khối lượng m_i thuộc vật rắn và cách trục quay Δ một khoảng r_i .

+ Giả sử có lực tiếp tuyến \vec{F}_{ti} tác dụng lên chất điểm thứ i và thu được gia tốc a_{ti}





§3. Chuyển động quay của vật rắn

+ Theo định luật II Newton:

$$F_{ti} = m_i \cdot a_{ti} \quad (5)$$

Nhân 2 vế của (5) với r_i ta được:

$$r_i \cdot F_{ti} = r_i \cdot m_i \cdot a_{ti}$$

Mà: $a_{ti} = \beta \cdot r_i, M_i = r_i \cdot F_{ti}$

(M_i gọi là momen của lực F_{ti} với chất điểm i)

$$\rightarrow M_i = m_i \cdot r_i^2 \cdot \beta \quad (6)$$

+ Đối với cả vật rắn gồm n chất điểm ta có:

$$\sum_{i=1}^n M_i = \left(\sum_{i=1}^n m_i \cdot r_i^2 \right) \cdot \beta \quad (7)$$



§3. Chuyển động quay của vật rắn

Đặt:

+ $M = \sum M_i$ gọi là momen tổng hợp các ngoại lực tác dụng lên vật rắn.

+ $I = \sum_{i=1}^n m_i \cdot r_i^2$ gọi là momen quán tính của vật rắn với trục quay

$$\rightarrow M = I \cdot \beta \quad (8)$$

+ Do $\vec{M} \uparrow\uparrow \vec{\beta}$ nên ta có thể viết dưới dạng véctơ:

$$\vec{M} = I \cdot \vec{\beta} \quad (9)$$



§3. Chuyển động quay của vật rắn

Biểu thức (8), (9) là phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định.

+ **Phát biểu:** *Trong chuyển động quay của vật rắn quanh một trục. Gia tốc góc mà vật thu được tỷ lệ thuận với momen tổng hợp các ngoại lực tác dụng lên vật rắn và tỷ lệ nghịch với momen quán tính của vật rắn đối với trục quay.*



§3. Chuyển động quay của vật rắn

3. Ý nghĩa của momen quán tính

Từ biểu thức: $\vec{M} = I \cdot \vec{\beta} \rightarrow \vec{\beta} = \frac{\vec{M}}{I}$

Khi chịu tác dụng của cùng M , I càng lớn $\vec{\beta}$ càng nhỏ \rightarrow trạng thái chuyển động quay càng ít thay đổi.

Hay tính bảo toàn trạng thái chuyển động quay càng lớn

$\rightarrow I$ đặc trưng cho quán tính trong chuyển động quay của vật rắn quanh trục cố định.



§3. Chuyển động quay của vật rắn

Momen quán tính của một số vật rắn

+ Momen quán tính của thanh có trục đi qua đầu thanh

$$I = \frac{1}{3} ml^2$$

+ Momen quán tính của hình xuyến

$$I = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2)$$

+ Momen quán tính của hình trụ đặc

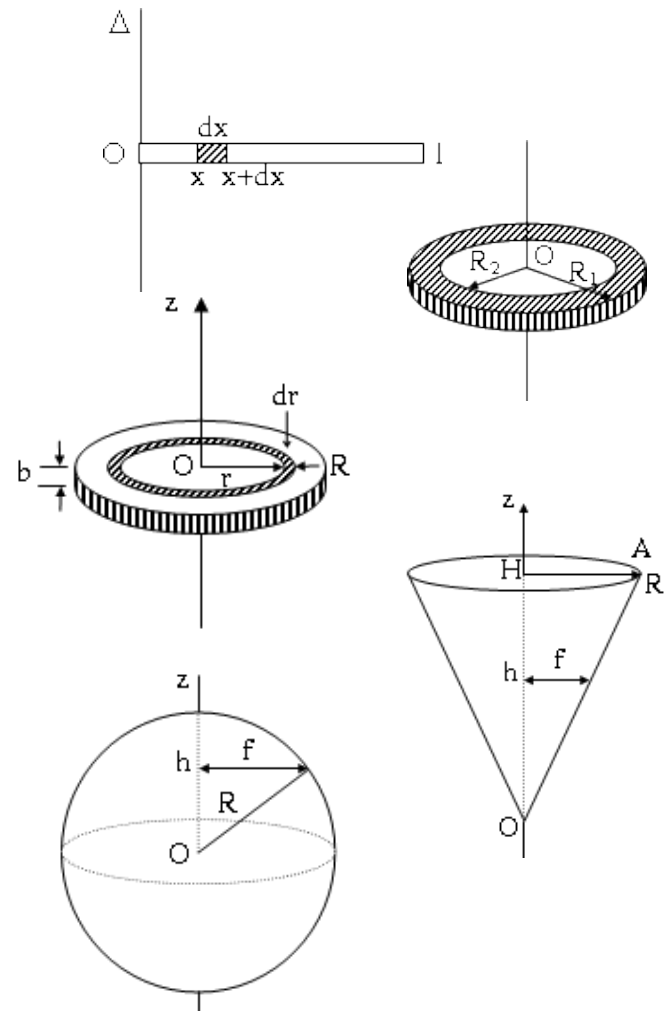
$$I = \frac{1}{2} mR^2$$

+ Momen quán tính của hình trụ
rỗng

$$I = mR^2$$

+ Momen quán tính của quả cầu đặc

$$I = \frac{2}{5} mR^2$$





§3. Chuyển động quay của vật rắn

III. Định luật bảo toàn momen động lượng

1. Momen động lượng (\vec{L})

Ý nghĩa: Đặc trưng cho trạng thái chuyển động về mặt động lực học của vật rắn quay xung quanh một trục.

Định nghĩa: Momen động lượng của vật rắn với trục quay là đại lượng có trị số bằng tích của vận tốc góc với momen quán tính của vật rắn đối với trục quay.

$$\vec{L} = I \cdot \vec{\omega} \quad (1)$$



§3. Chuyển động quay của vật rắn

2. Định luật bảo toàn momen động lượng

+ Từ $\vec{M} = I \cdot \vec{\beta} \rightarrow \vec{M} = I \cdot \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d(I \cdot \vec{\omega})}{dt} = \frac{d\vec{L}}{dt}$ Hay $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$ (2)

+ Khi momen tổng hợp các ngoại lực tác dụng lên vật rắn bằng không thì:

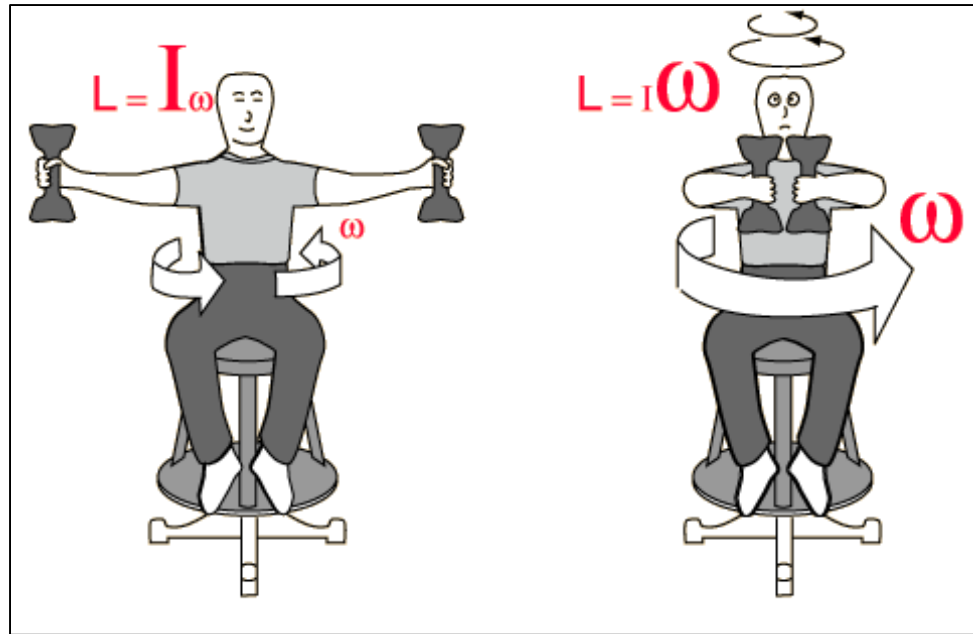
$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = 0 \rightarrow \vec{L} = \text{const} \quad (3)$$

Phát biểu:

“ Nếu momen tổng hợp các ngoại lực tác dụng lên vật rắn bằng không thì momen động lượng được bảo toàn”.



§3. Chuyển động quay của vật rắn





§3. Chuyển động quay của vật rắn

IV. Sự ly tâm và ứng dụng

1. Lực quán tính ly tâm

+ Xét chất điểm M có khối lượng m nằm trong hệ chất điểm chuyển động tròn với vận tốc góc (ω) \rightarrow M thu được gia tốc hướng tâm $a_n = \omega^2 R$

+ Chất điểm M sẽ chịu lực quán tính ly tâm: $\vec{F}_{qt} = -m \cdot \vec{a}_n$

Đặc điểm

+ Cùng phương, ngược chiều với lực hướng tâm

+ Lực này làm chất điểm CĐ ra xa tâm của quỹ đạo

+ Độ lớn: $F = m \cdot \omega^2 R$

2. Ứng dụng

+ Máy ly tâm để tách các thành phần có khối lượng khác nhau trong 1 dung dịch, bộ điều tốc ly tâm giữ cho vận tốc động cơ ổn định... Vắt khô, làm khô sản phẩm...