

Chương V
CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA
VẬT RẮN

§1. Khối tâm

I. Định nghĩa

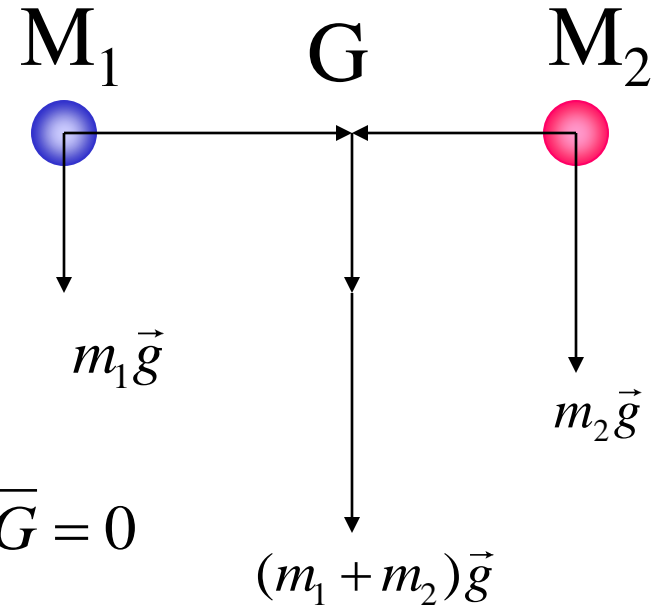
1. Khối tâm của hệ hai chất điểm

Hệ hai chất điểm khối lượng m_1, m_2

Điểm đặt của tổng hợp hai trọng lực là điểm G thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{\overrightarrow{M_1 G}}{\overrightarrow{M_2 G}} = -\frac{m_2 \vec{g}}{m_1 \vec{g}} = -\frac{m_2}{m_1} \rightarrow m_1 \overrightarrow{M_1 G} + m_2 \overrightarrow{M_2 G} = 0$$

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



2. Khối tâm của một hệ chất điểm

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

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

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

3. Toạ độ khối tâm

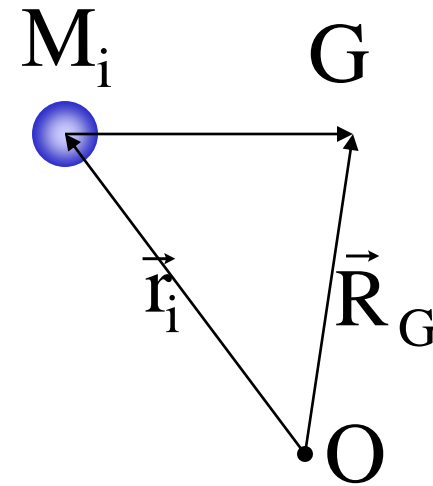
Xác định toạ độ khối tâm đối với một gốc O

$$\vec{OG} = \vec{OM}_i + \vec{M}_i\vec{G}$$

$$m_i \vec{OG} = m_i \vec{OM}_i + m_i \vec{M}_i\vec{G}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 \vec{OG} = m_1 \vec{OM}_1 + m_1 \vec{M}_1\vec{G} \\ m_2 \vec{OG} = m_2 \vec{OM}_2 + m_2 \vec{M}_2\vec{G} \\ \dots\dots\dots \\ m_n \vec{OG} = m_n \vec{OM}_n + m_n \vec{M}_n\vec{G} \end{array} \right.$$

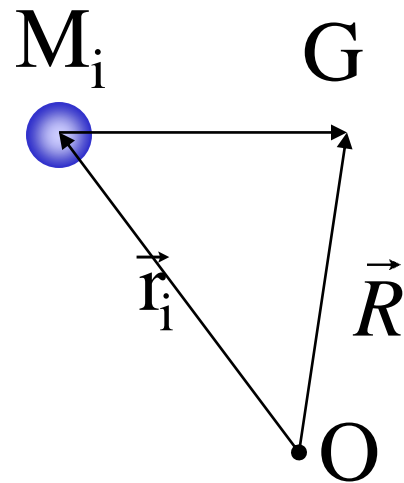
$$\left(\sum_{i=1}^n m_i \right) \vec{OG} = \sum_{i=1}^n (m_i \vec{OM}_i) + \sum_{i=1}^n m_i \vec{M}_i\vec{G}$$



$$\sum_{i=1}^n m_i \vec{M}_i\vec{G} = 0$$

$$\vec{OG} = \frac{\sum_{i=1}^n (m_i \vec{OM}_i)}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$\vec{OG} = \frac{\sum_{i=1}^n (m_i \vec{OM}_i)}{\sum_{i=1}^n m_i}$$



Đặt $\vec{OG} = \vec{R}$ với ba tọa độ là X, Y, Z

Đặt $\vec{OM}_i = \vec{r}_i$ với ba tọa độ là x_i, y_i, z_i

$$\vec{R} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \rightarrow X = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, Y = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, Z = \frac{\sum_{i=1}^n m_i z_i}{\sum_{i=1}^n m_i},$$

III. Vận tốc khối tâm

$$\vec{V} = \frac{d\vec{R}}{dt} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \frac{d\vec{r}_i}{dt}}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$\vec{V}_G = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$\sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = \vec{K} \quad \text{Tổng động lượng của cả hệ}$$

$$\Rightarrow \vec{K} = \left(\sum_{i=1}^n m_i \right) \cdot \vec{V}$$

Tổng động lượng của cả hệ bằng động lượng của một chất điểm đặt tại khối tâm, có khối lượng bằng tổng khối lượng cả hệ, có vận tốc bằng vận tốc của khối tâm của hệ

IV. Phương trình chuyển động của khối tâm

Hệ chất điểm M_1, M_2, \dots, M_n

Có khối lượng m_1, m_2, \dots, m_n

chịu tác dụng lực $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$

có gia tốc $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$

$$\vec{V} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Để tìm phương trình chuyển động của khối tâm, đạo hàm theo t hai vế của \vec{V}

$$\Rightarrow \vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \frac{d\vec{v}_i}{dt}}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{a}_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\vec{F}}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$\Rightarrow \vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \frac{d\vec{v}_i}{dt}}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{a}_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\vec{F}}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$\left(\sum_{i=1}^n m_i \right) \cdot \vec{a} = \vec{F}$$

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

§ 2. Chuyển động của vật rắn

Vật rắn là hệ chất điểm mà vị trí tương đối giữa các chất điểm đó không thay đổi

I. Chuyển động tịnh tiến của vật rắn

1. Tính chất

- ✓ Khi vật rắn chuyển động tịnh tiến, mọi chất điểm của nó chuyển động theo những quỹ đạo giống nhau
- ✓ Tại mỗi thời điểm tất cả các chất điểm của vật rắn có cùng véc tơ vận tốc và véc tơ gia tốc.

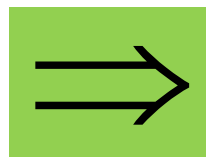
2. Phương trình chuyển động

Hệ chất điểm M_1, M_2, \dots, M_n

có khối lượng m_1, m_2, \dots, m_n

Chịu tác dụng lực $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$

Có gia tốc $\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \dots = \vec{a}_n = \vec{a}$



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

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

.....

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



Những ngoại lực tác dụng lên vật rắn song song cùng chiều

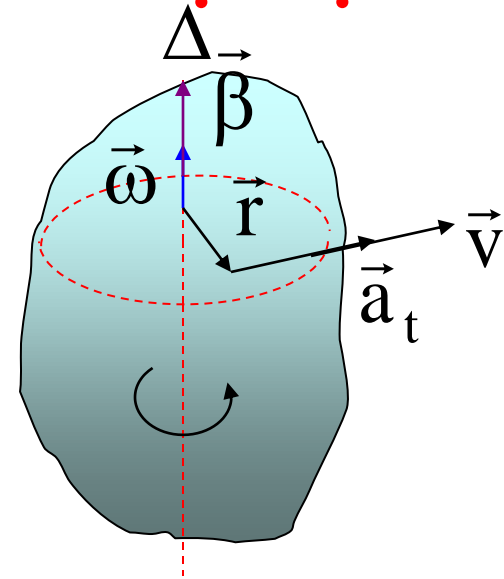
Cộng các phương trình trên ta có

$$\left(\sum_{i=1}^n m_i \right) \cdot \vec{a} = \vec{F} \quad (1)$$

(1) Là phương trình chuyển động của vật rắn chuyển động tịnh tiến. (1) cũng là phương trình chuyển động của khối tâm vật rắn

II. Chuyển động quay của vật rắn xung quanh một trục

- a) Mọi điểm của vật rắn có quỹ đạo tròn cùng trục Δ
- b) Trong cùng khoảng thời gian mọi điểm đều quay được cùng một góc θ .
- c) Tại cùng một thời điểm, mọi điểm có cùng vận tốc góc $\omega = d\theta/dt$ và gia tốc góc $\beta = d\omega/dt = d^2\theta/dt^2$
- d) Tại cùng một thời điểm \vec{v} và \vec{a}_t của một điểm được xác định



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

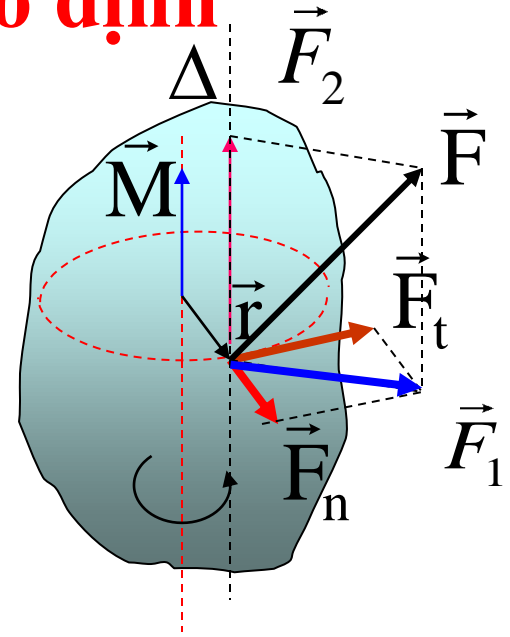
$$\vec{a}_t = \vec{\beta} \times \vec{r}$$

§ 3. Phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định

I. Mômen của lực

1. Tác dụng của lực trong chuyển động quay

$$\begin{aligned}\vec{F} &= \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \\ \vec{F}_1 &= \vec{F}_n + \vec{F}_t \Rightarrow \boxed{\vec{F} = \vec{F}_n + \vec{F}_t + \vec{F}_2}\end{aligned}$$



\vec{F}_n, \vec{F}_2 không gây ra chuyển động quay

Trong chuyển động quay của vật rắn quanh một trục chỉ có thành phần \vec{F}_t tiếp tuyến với quỹ đạo của điểm đặt mới có tác dụng thực sự.

2. Mômen của lực đối với trục quay

Xét tác dụng của lực tiếp tuyến \vec{F}_t đặt tại điểm M có $OM=r$

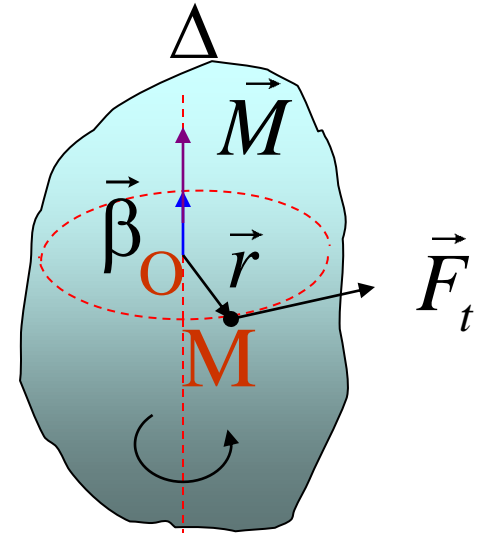
Mômen của lực \vec{F}_t đối với trục quay là một vectơ xác định bởi:

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

-*Phương*: là phương của trục quay

-*Chiều*: thuận chiều quay từ \vec{r} sang \vec{F}_t

- *Độ lớn*: $M = r.F_t.\sin \alpha = r.F_t$



- ✓ \vec{M} chính là mômen của lực \vec{F}_1 hay của \vec{F} đối với Δ
- ✓ Mômen của lực \vec{F} đối với Δ sẽ bằng không khi $\vec{F} = 0$ hoặc khi lực đó đồng phẳng với Δ
- ✓ Mômen của lực \vec{F}_t đối với trục Δ là Mômen của lực \vec{F}_t đối với điểm O

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

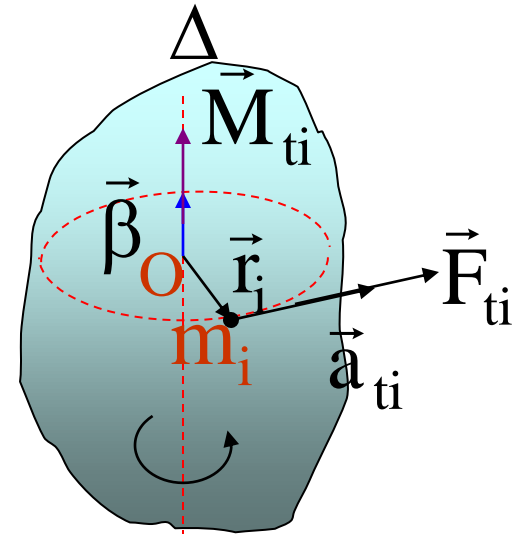
Chất điểm thứ i chịu tác dụng của ngoại lực tiếp tuyến \vec{F}_{ti} và chuyển động với gia tốc \vec{a}_{ti}

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

$$m_i \vec{r}_i \times \vec{a}_{ti} = \vec{r}_i \times \vec{F}_{ti}$$

$$\vec{r}_i \times \vec{F}_{ti} = \vec{M}_i$$

là mômen của lực \vec{F}_{ti} đối với trục quay



$$\vec{r}_i \times \vec{a}_{ti} = \vec{r}_i \times (\vec{\beta} \times \vec{r}_i) = \vec{\beta} \cdot (\vec{r}_i \cdot \vec{r}_i) - \underbrace{\vec{r}_i (\vec{r}_i \cdot \vec{\beta})}_0 = r_i^2 \vec{\beta}$$

$$m_i r_i^2 \vec{\beta} = \vec{M}_i$$

$$m_i r_i^2 \vec{\beta} = \vec{M}_i \quad (1)$$

Cộng các phương trình (1) vế với vế:

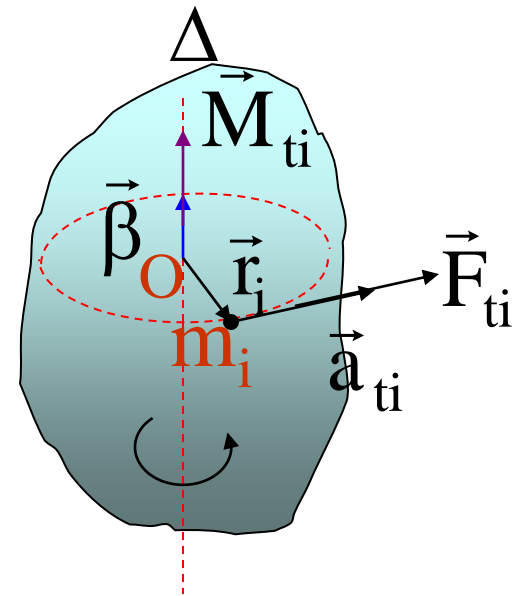
$$(\sum m_i r_i^2) \cdot \vec{\beta} = \sum \vec{M}_i$$

$\sum \vec{M}_i = \vec{M}$ là tổng hợp các mômen ngoại lực

$\sum m_i r_i^2 = I$ là mômen quán tính của vật rắn đối với trục quay

$$I \vec{\beta} = \vec{M} \quad (2)$$

(2) là phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn quanh 1 trục cố định



$$\vec{\beta} = \frac{\vec{M}}{I} \quad (2)$$

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

(2) Tương tự như phương trình Niuton

\vec{M} có ý nghĩa tương tự như \vec{F}
 $\vec{\beta}$ có ý nghĩa tương tự như \vec{a}
 I có ý nghĩa tương tự như m

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

Mômen quán tính I là đại lượng đặc trưng cho quán tính của vật rắn trong chuyển động quay.

Nhận xét: Từ $I = \sum m_i r_i^2$ ta thấy I không những phụ thuộc vào khối lượng mà còn phụ thuộc vào khoảng cách từ các chất điểm của vật rắn đến trục quay

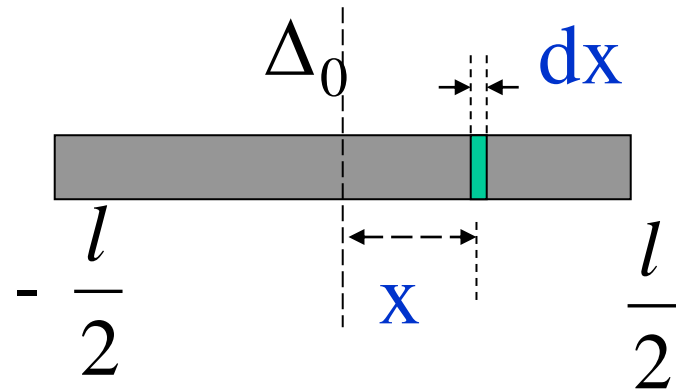
III. Tính mômen quán tính của vật đối với trục quay:

1. Tính mômen quán tính của thanh đồng chất khối lượng M , dài l đối với trục Δ_0

$$dI = x^2 dm$$

$$\frac{dm}{M} = \frac{dx}{l} \rightarrow dm = \frac{M}{l} dx$$

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



$$I_0 = \int dI = \int_{-l/2}^{l/2} x^2 \cdot \frac{M}{l} dx = \frac{M}{l} \int_{-l/2}^{l/2} x^2 \cdot dx = \frac{Ml^2}{12}$$

2. Tính mômen quán tính của đĩa đồng chất khối lượng M , bán kính R đối với trục Δ_0

Diện tích hình vành khăn bán kính x , bề rộng dx

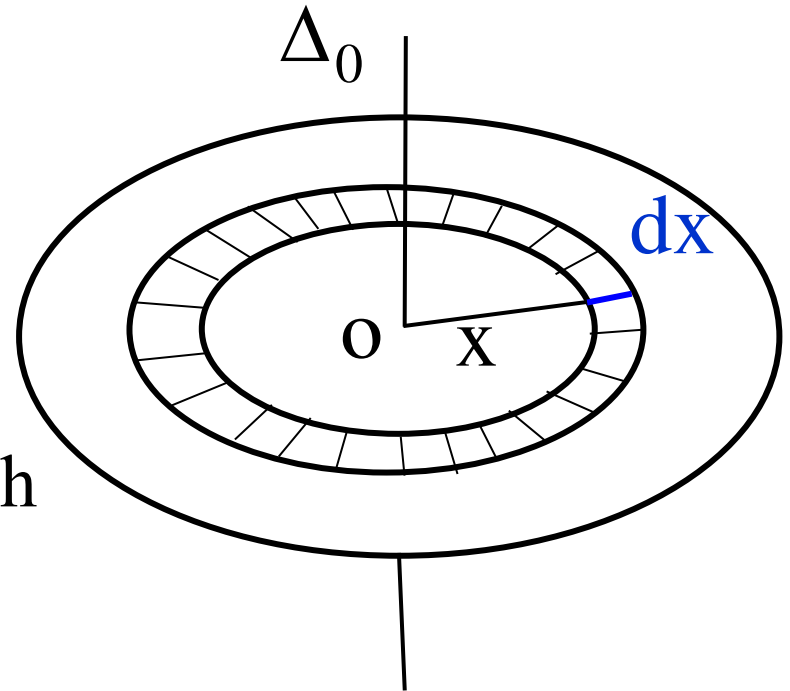
$$dS = 2\pi x dx$$

Gọi khối lượng phần tử hình vành khăn là dm , mômen quán tính:

$$dI = x^2 dm$$

Vì đĩa đồng chất:

$$\frac{dm}{M} = \frac{2\pi x dx}{\pi R^2} \rightarrow dm = \frac{2M}{R^2} x dx$$

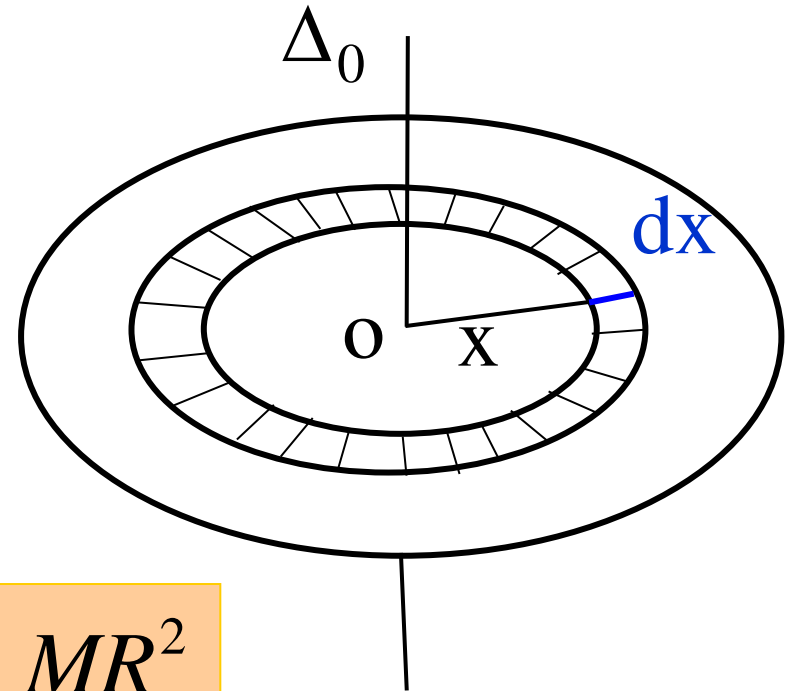


$$dI = x^2 dm \quad dm = \frac{2M}{R^2} x dx$$

$$dI = \frac{2M}{R^2} x^3 dx$$

$$I_0 = \int dI = \int_0^R \frac{2M}{R^2} x^3 dx = \frac{MR^2}{2}$$

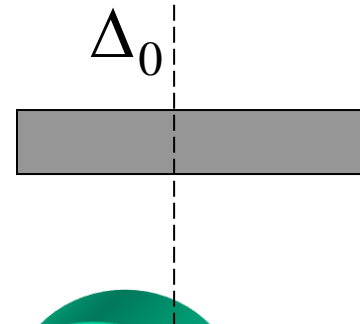
(1)



(1) Áp dụng được cho vật đồng chất hình trụ khối lượng M bán kính R

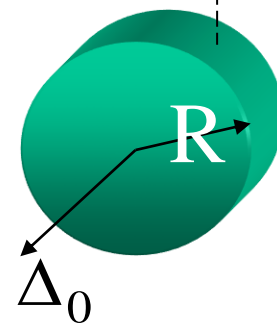
Mômen quán tính của thanh
đồng chất đối với trục đối xứng

$$I_0 = \frac{Ml^2}{12}$$



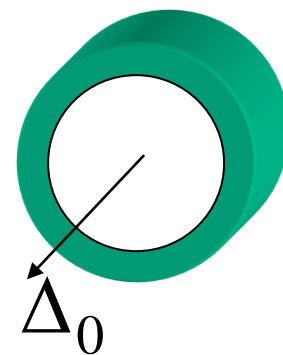
Mômen quán tính của đĩa đặc,
trụ đặc đối với trục đối xứng

$$I_0 = \frac{MR^2}{2}$$



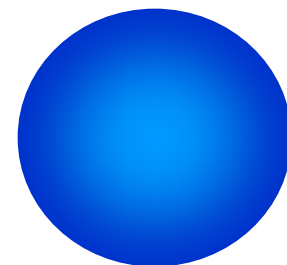
Mômen quán tính của vành
tròn, trụ rỗng đối với Δ_0

$$I_0 = MR^2$$



Mômen quán tính của quả cầu
đồng chất

$$I_0 = \frac{2}{5}MR^2$$



IV. Định lý Stenen-Huyghen

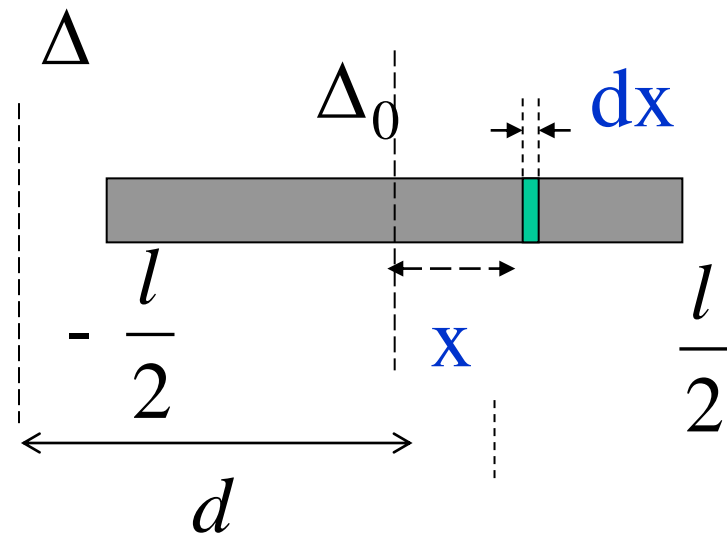
“Mômen quán tính của một vật rắn đối với một trục Δ bất kỳ bằng mômen quán tính của vật đối với trục Δ_0 song song với Δ đi qua khối tâm G của vật cộng với tích của khối lượng M của vật với bình phương khoảng cách d giữa hai trục”

$$I = I_0 + Md^2$$

Chứng minh Định lý Steiner-Huyghen trong trường hợp thanh đồng chất khối lượng M , dài l

Thanh đồng chất khối lượng M , dài l , Mômen quán tính của thanh đối với Δ là

$$dI = (d+x)^2 dm$$



$$I = \int dI = \int (d+x)^2 dm = \underbrace{\int x^2 dm}_{I_0} + \underbrace{2d \int x dm}_0 + d^2 \int dm_M$$



$$I = I_0 + Md^2$$

Mômen quán tính của thanh đồng chất khối lượng M , dài l , đối với Δ đi qua đầu thanh và vuông góc với thanh là

$$\frac{Ml^2}{3}$$

§ 4. Mômen động lượng của hệ chất điểm

I. Mômen động lượng của hệ chất điểm đối với gốc O

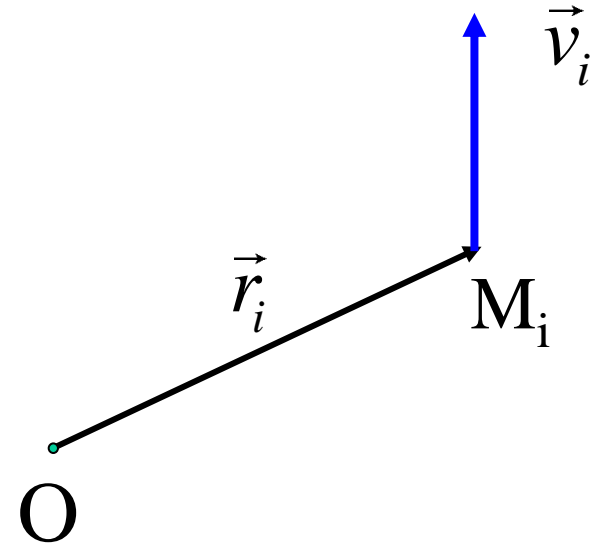
1. Định nghĩa

Hệ chất điểm M_1, M_2, \dots, M_n

Có khối lượng m_1, m_2, \dots, m_n

Vị trí đối với gốc O: $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n$

Có vận tốc $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \dots, \vec{v}_n$



Mômen động lượng của hệ đối với O bằng tổng các mômen động lượng của các chất điểm trong hệ đối với O

$$\vec{L} = \sum \vec{L}_i = \sum \vec{r}_i \times m_i \vec{v}_i$$

2. Xét các trường hợp riêng

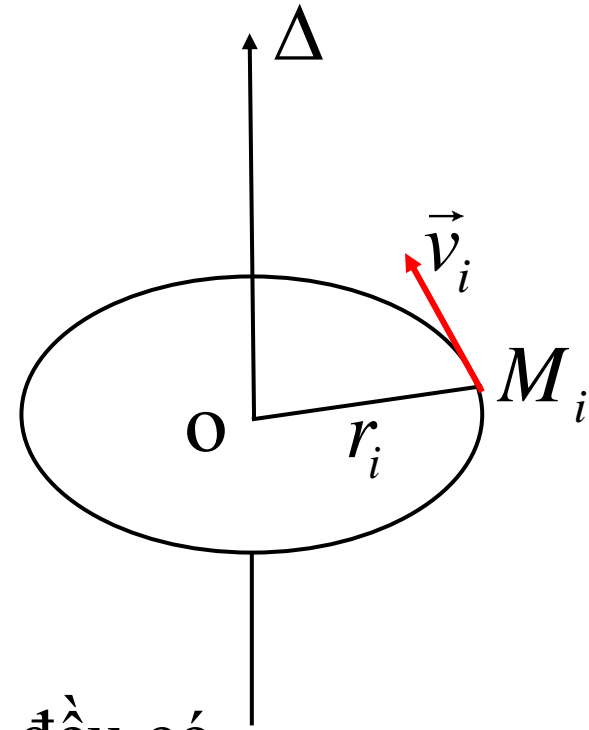
a. Hệ chất điểm quay quanh trục cố định

Mômen động lượng của chất điểm

$$\vec{L}_i = I_i \vec{\omega}_i \quad I_i = m_i r_i^2$$

Mômen động lượng của hệ chất điểm

$$\vec{L} = \sum \vec{L}_i = \sum_i I_i \vec{\omega}_i$$



b. Vật rắn quay quanh trục cố định Δ

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

$$\vec{\omega}_1 = \vec{\omega}_2 = \dots = \vec{\omega}_n = \vec{\omega}$$

$$\rightarrow \vec{L} = \left(\sum_i I_i \right) \cdot \vec{\omega} = I \vec{\omega}$$

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

II. Định lý về mômen động lượng của hệ chất điểm

1. Định lý về mômen động lượng của hệ chất điểm

Xét chất điểm thứ i của hệ:

$$\frac{d\vec{L}_i}{dt} = \vec{\mu}_{/0}(\vec{F}_i) \quad (1)$$

Cộng các phương trình (1) theo i :

$$\sum_i \frac{d\vec{L}_i}{dt} = \sum_i \vec{\mu}_{/0}(\vec{F}_i)$$

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

Là đạo hàm theo thời gian của tổng mômen động lượng của hệ

$$\sum_i \vec{\mu}_{/0}(\vec{F}_i) = \vec{M} \quad \text{Là tổng mômen đối với O của các ngoại lực tác dụng lên hệ}$$

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

Đạo hàm theo thời gian của mômen động lượng của một hệ bằng tổng mômen các ngoại lực tác dụng lên hệ (đối với một điểm gốc O bất kỳ)

2. Định lý về mômen động lượng của vật rắn quay quanh trục Δ cố định

Vì $\vec{L} = I\vec{\omega} \Rightarrow$ định lý về mômen động lượng có thể viết

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d(I\vec{\omega})}{dt} = \vec{M}$$

\vec{M} Là tổng mômen các ngoại lực tác dụng lên vật rắn

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

$\int_{t_1}^{t_2} \vec{M}dt$ là xung lượng của mômen lực trong khoảng thời gian Δt

Nếu $\vec{M} = \overrightarrow{\text{const}} \Rightarrow \Delta\vec{L} = \vec{M}\Delta t$

$$\frac{\Delta\vec{L}}{\Delta t} = \vec{M}$$

Chú ý:

Đối với vật rắn quay quanh một trục cố định thì $I = \text{const}$

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

Ta lại thu được phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn quanh một trục

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

§ 5. Định luật bảo toàn mômen động lượng

- I. Thiết lập:** Hệ chất điểm cô lập hoặc chịu tác dụng ngoại lực nhưng tổng mômen đối với gốc O bằng 0. Khi đó theo định lý về mômen động lượng:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} = 0$$

$$\Rightarrow \vec{L} = \overrightarrow{\text{const}}$$

Định luật

Đối với một hệ chất điểm

- a) Cô lập*
- b) Chịu tác dụng của các ngoại lực sao cho tổng momen các ngoại lực ấy đối với điểm gốc O bằng không thì tổng momen động lượng của hệ là một đại lượng bảo toàn*

II. Trường hợp hệ quay quanh một trục cố định

Khi $\vec{M} = 0$ thì

$$\frac{d}{dt} (I_1 \vec{\omega}_1 + I_2 \vec{\omega}_2 + \dots + I_n \vec{\omega}_n) = \vec{M} = 0$$

$$\vec{L} = I_1 \vec{\omega}_1 + I_2 \vec{\omega}_2 + \dots + I_n \vec{\omega}_n = \overrightarrow{const}$$

Các vectơ vận tốc góc $\vec{\omega}_i$ đều nằm trên trục quay

III. Một số ứng dụng

Hệ quay quanh một trục cố định với vận tốc góc $\vec{\omega}$.
Nếu tổng mômen các ngoại lực tác dụng bằng không thì

$$\vec{L} = \overrightarrow{const}$$

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

Nếu I tăng thì ω giảm; nếu I giảm thì ω tăng

Ví dụ: Diễn viên múa:

Dang tay ra: r tăng nên I tăng \rightarrow quay chậm;

Hạ tay xuống: r giảm nên I giảm \rightarrow quay nhanh

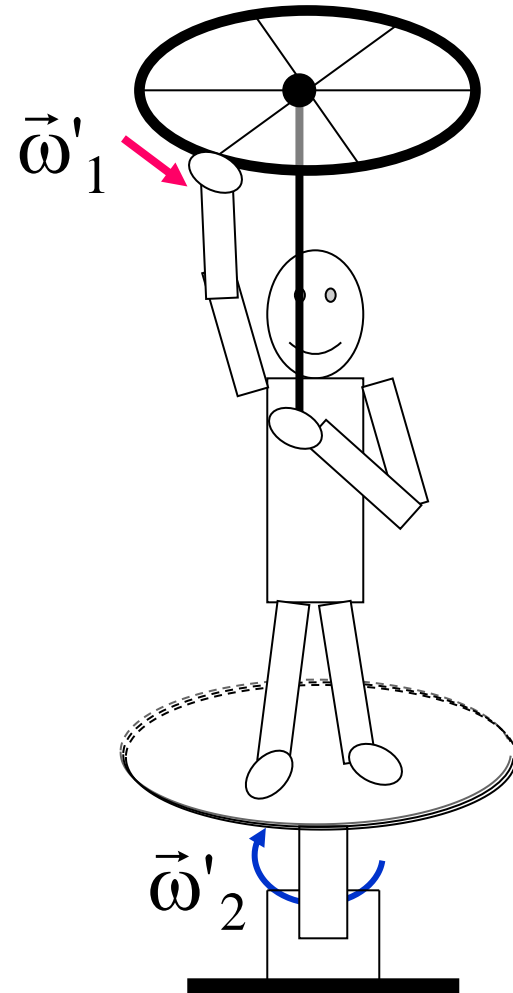
Ghế Giukôpxki quay quanh một trục cố định.
Ban đầu người, bánh xe và ghế đứng yên:

$$\vec{L}_1 = 0$$

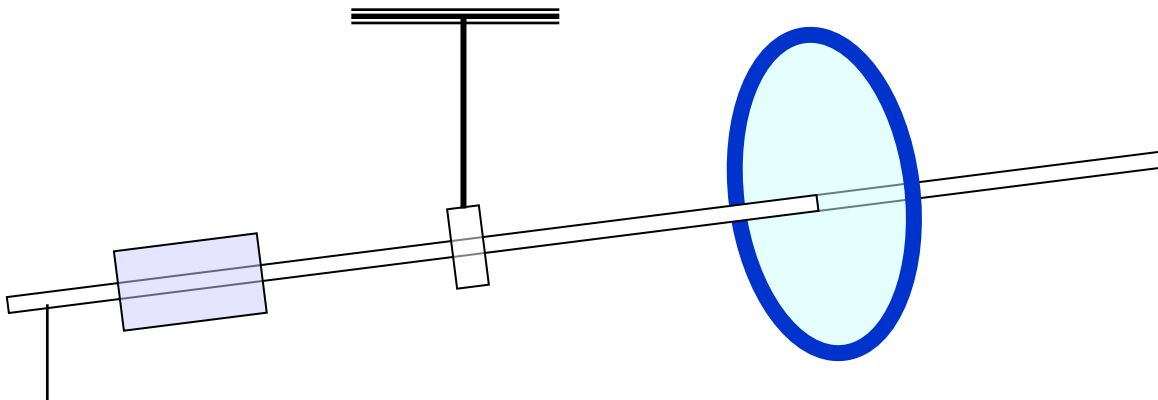
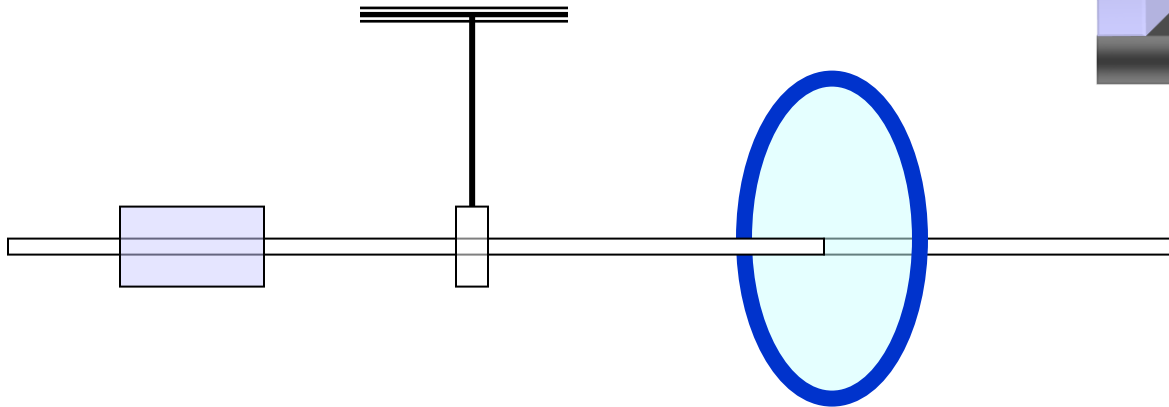
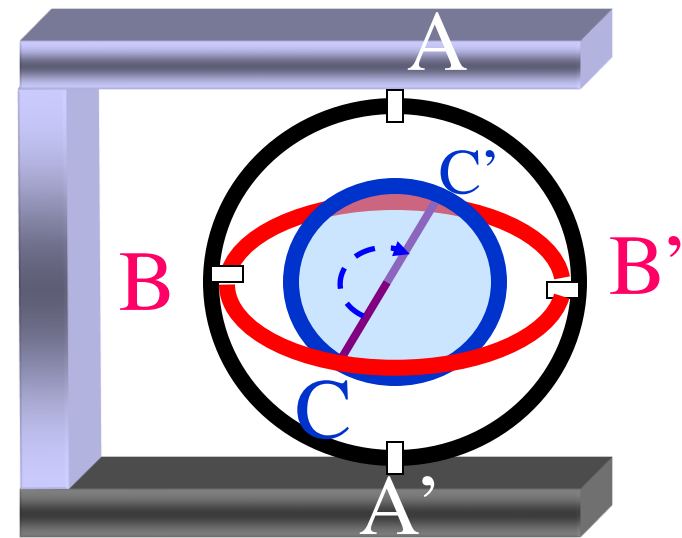
Nếu người cho bánh xe quay với $\vec{\omega}'$
Thì ghế sẽ quay theo chiều ngược lại
với $\vec{\omega}'$

$$\vec{L}_2 = I_1 \vec{\omega}'_1 + I_2 \vec{\omega}'_2 = \vec{L}_1 = 0$$

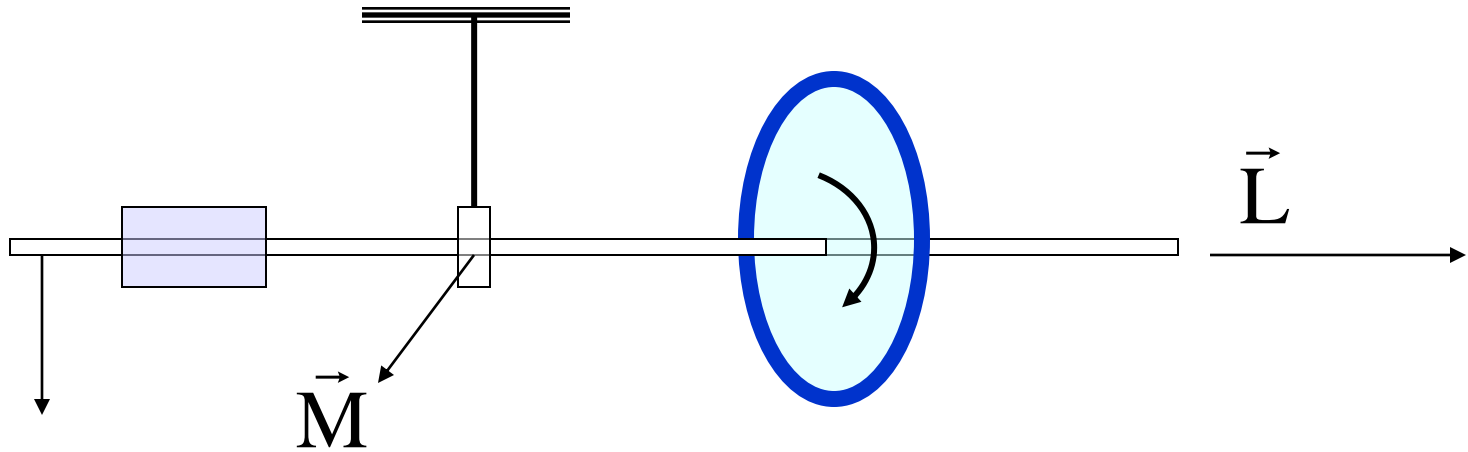
$$\vec{\omega}'_2 = -\frac{I_1 \vec{\omega}'_1}{I_2}$$



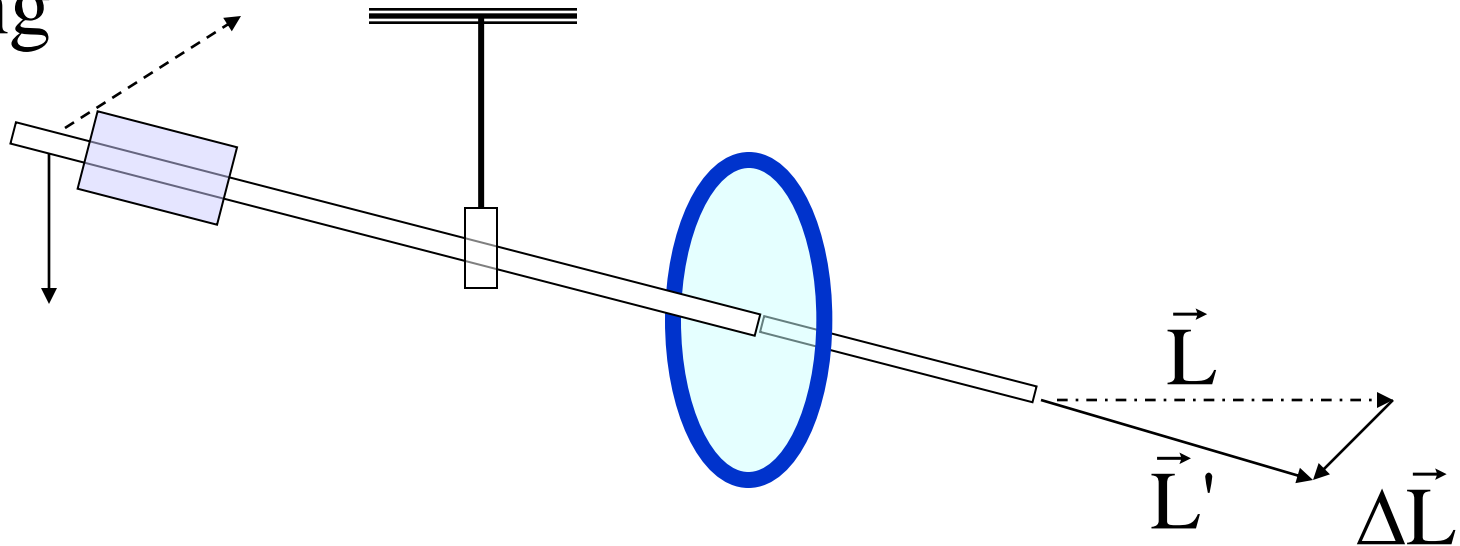
- Con quay trục quay tự do
Con quay các đẳng



Con quay đang quay



Quay ngang



§ 6. Công của lực tác dụng và động năng của vật rắn trong chuyển động quay

I. Công của lực tác dụng trong chuyển động quay

Công của lực tiếp tuyến tác dụng lên vật rắn quay quanh trục Δ

$$dA = \vec{F}_t d\vec{s} = F_t ds = F_t r d\theta$$

$$dA = M d\theta$$

$M = rF_t$ Là mômen của lực tiếp tuyến đối với Δ

Quy ước:

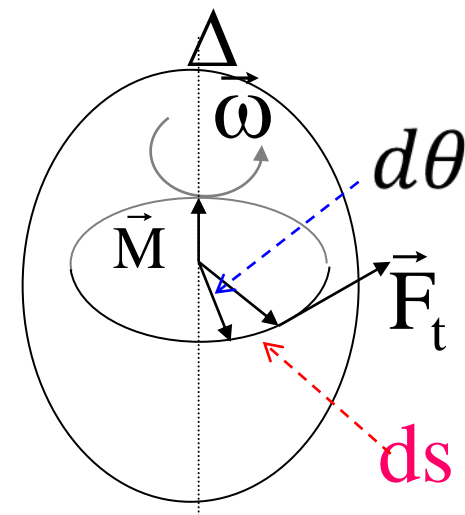
$M > 0$ nếu \vec{F}_t thuận chiều theo chiều quay

$M < 0$: ngược lại

Công suất:

$$P = \frac{dA}{dt} = M \frac{d\theta}{dt} = M \omega$$

$$P = \vec{M} \vec{\omega}$$



II. Động năng của vật rắn quay

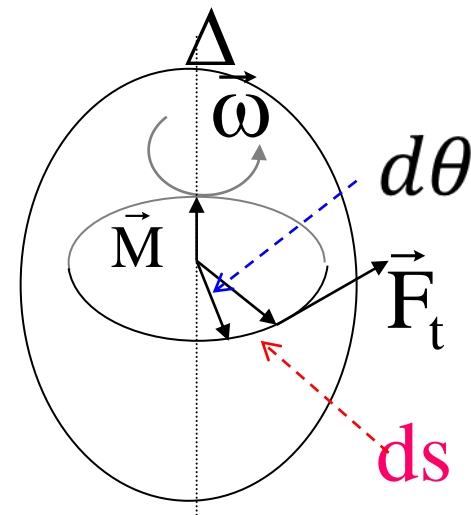
Xét chuyển động quay của vật rắn quanh trục cố định

$$dA = Md\theta = I\beta d\theta = I \frac{d\omega}{dt} d\theta = I\omega d\omega = d\left(\frac{I\omega^2}{2}\right)$$

Với chuyển dời bất kỳ, công của ngoại lực tác dụng:

$$A_{1,2} = \int_1^2 d\left(\frac{I\omega^2}{2}\right) = \frac{I\omega_2^2}{2} - \frac{I\omega_1^2}{2} = \Delta W_d$$

$$W_d = \frac{I\omega^2}{2}$$



II. Động năng toàn phần

Tổng quát: vật rắn vừa quay vừa chuyển động tịnh tiến

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

Vật rắn đối xứng tròn xoay lăn không trượt

$$v = R\omega \quad \Rightarrow \quad W_d = \frac{mv^2}{2} + \frac{1}{2} I \frac{v^2}{R^2} = \frac{v^2}{2} \left(m + \frac{I}{R^2} \right)$$

Sinh viên làm bài tập và chụp ảnh vở bài tập gửi cho GV qua email trước 12h00 thứ năm hàng tuần:

hang.phothinguyet@gmail.com

Thống nhất viết tiêu đề email:

*STT...mã lớp ...Nhóm....Họ và tên SVMã số SVBT
VLĐC tuần.....*

Ví dụ:

*STT 09 Mã lớp 123231 Nhóm 1 Bùi Trọng Đức 20200157
BT VLDC tuần 4*

Hòm thư gmail này GV chỉ dùng để thu bài tập.

**Mọi trao đổi của SV với giáo viên, đề nghị SV gửi vào
hòm thư: [**hang.phothinguyet@hust.edu.vn**](mailto:hang.phothinguyet@hust.edu.vn)**