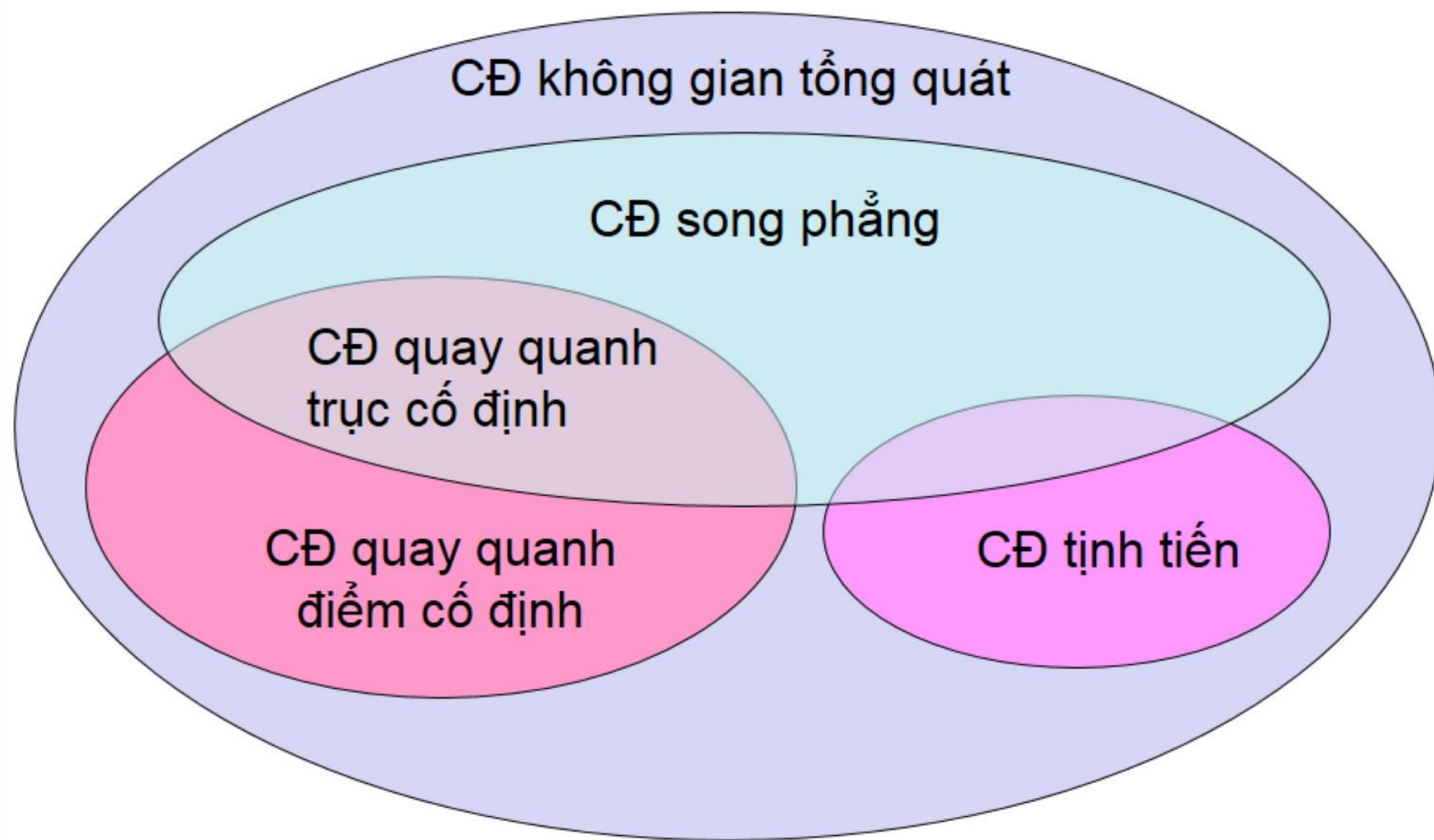


Lực – Gia tốc:
Chuyển động quay quanh trục cố định
và chuyển động song phẳng

Nguyễn Thái Minh Tuấn
Bộ môn Cơ học ứng dụng
C3-307, 307B, 308
Đại học Bách khoa Hà nội

Lực – Gia tốc: CĐ quay quanh trục cố định và CĐ song phẳng

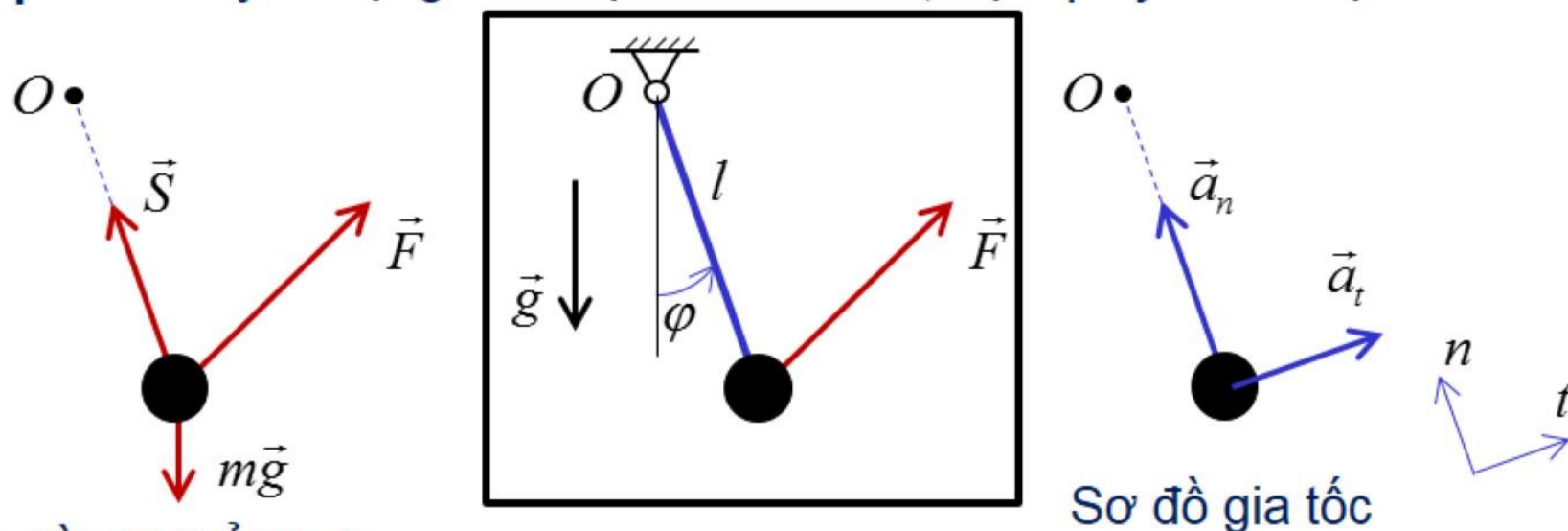
Nhắc lại: Phân loại chuyển động của vật rắn



Lực – Gia tốc: CĐ quay quanh trục cố định và CĐ song phẳng

Ví dụ mở đầu: Phương trình quay quanh trục cố định

Ví dụ: Xét chuyển động của một con lắc đơn, trục quay Oz cố định



Sơ đồ vật thể tự do

Sơ đồ gia tốc

Phương trình định luật 2 Newton

Quan hệ động học

Chiếu lên phương t

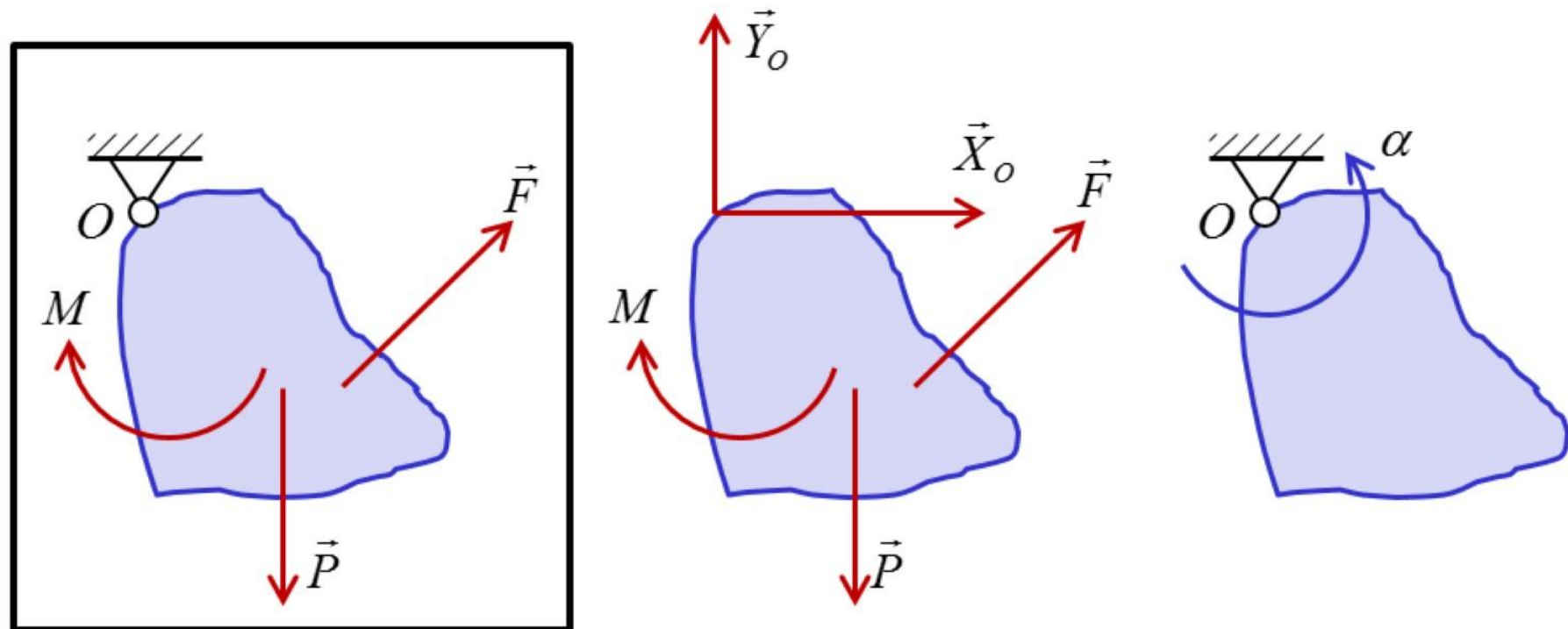
$$m\vec{a} = \sum \vec{F} \quad \Rightarrow \quad m\bar{a}_t = \sum \bar{F}_t \quad \bar{a}_t = l\ddot{\varphi}$$

$$ml\ddot{\varphi} = \sum \bar{F}_t \quad \text{Suy ra} \quad ml^2\ddot{\varphi} = (\sum \bar{F}_t)l \quad I_{Oz}\ddot{\varphi} = \sum \bar{m}_{Oz}(\vec{F})$$

Trong đó $I_{Oz} = ml^2$ là moment quán tính khối của con lắc đối với trục quay.

Lực – Gia tốc: CĐ quay quanh trục cố định và CĐ song phẳng

Phương trình vật rắn quay quanh trục cố định



Tổng quát, đối với vật rắn quay quanh trục cố định

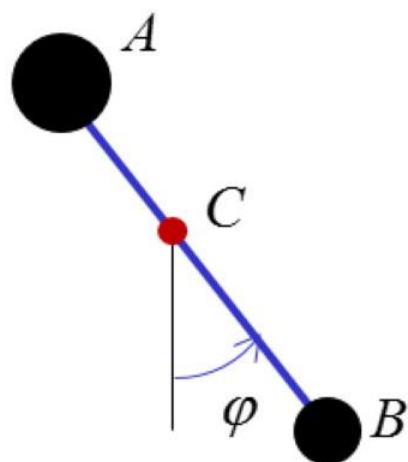
$$I_{Oz} \bar{\alpha} = \Sigma \bar{m}_{Oz}$$

trong đó I_{Oz} là moment quán tính khối của vật đối với trục quay.

Lực – Gia tốc: CĐ quay quanh trục cố định và CĐ song phẳng

Ví dụ mở đầu: Phương trình quay của chuyển động song phẳng (1)

Ví dụ: Xét hai chất điểm nối với nhau bởi một thanh cứng khối lượng không đáng kể.



Khối tâm của hệ ở C:

$$(m_A + m_B)\vec{r}_C = m_A\vec{r}_A + m_B\vec{r}_B$$

Chọn C làm gốc, suy ra:

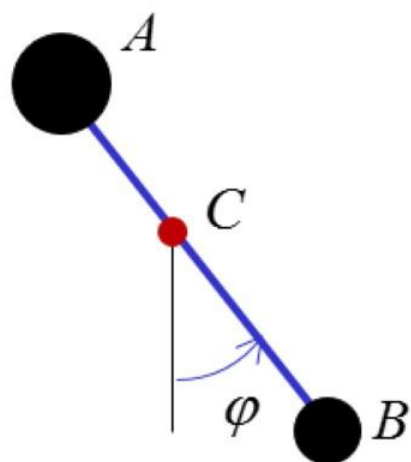
$$m_A\vec{CA} + m_B\vec{CB} = \vec{0}$$

hay

$$m_A l_A = m_B l_B$$

Lực – Gia tốc: CĐ quay quanh trục cố định và CĐ song phẳng

Ví dụ mở đầu: Phương trình quay của chuyển động song phẳng (2)



Quan hệ động học

Công thức liên hệ gia tốc:

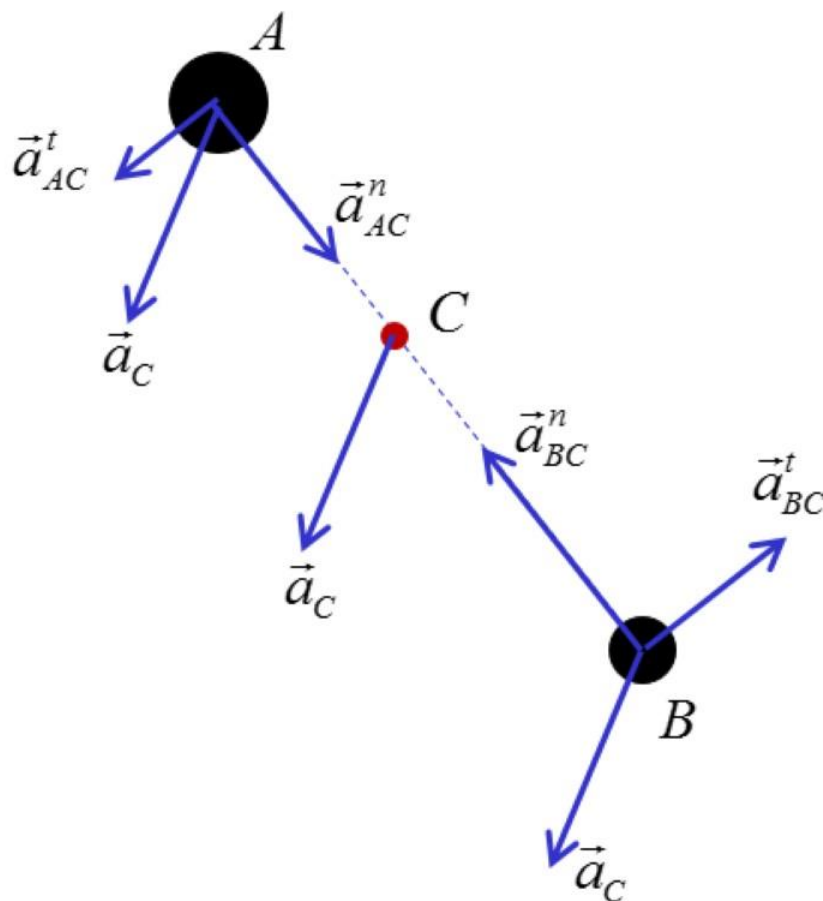
$$\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}_{AC}^n + \vec{a}_{AC}^t$$

$$\vec{a}_B = \vec{a}_C + \vec{a}_{BC}^n + \vec{a}_{BC}^t$$

trong đó:

$$a_{AC}^t = \ddot{\varphi} l_A$$

$$a_{BC}^t = \ddot{\varphi} l_B$$



Lực – Gia tốc: CĐ quay quanh trục cố định và CĐ song phẳng (3)

Ví dụ mở đầu: Phương trình quay của chuyển động song phẳng (3)

$$m_A l_A = m_B l_B \quad (1)$$

$$a_{AC}^t = \ddot{\phi} l_A \quad (2)$$

$$a_{BC}^t = \ddot{\phi} l_B \quad (3)$$

Từ định luật 2 Newton, chiếu lên phương t:

$$m_A (a_{AC}^t + \bar{a}_{Ct}) = \bar{F}_{At} \quad (4)$$

$$m_B (-a_{BC}^t + \bar{a}_{Ct}) = \bar{F}_{Bt} \quad (5)$$

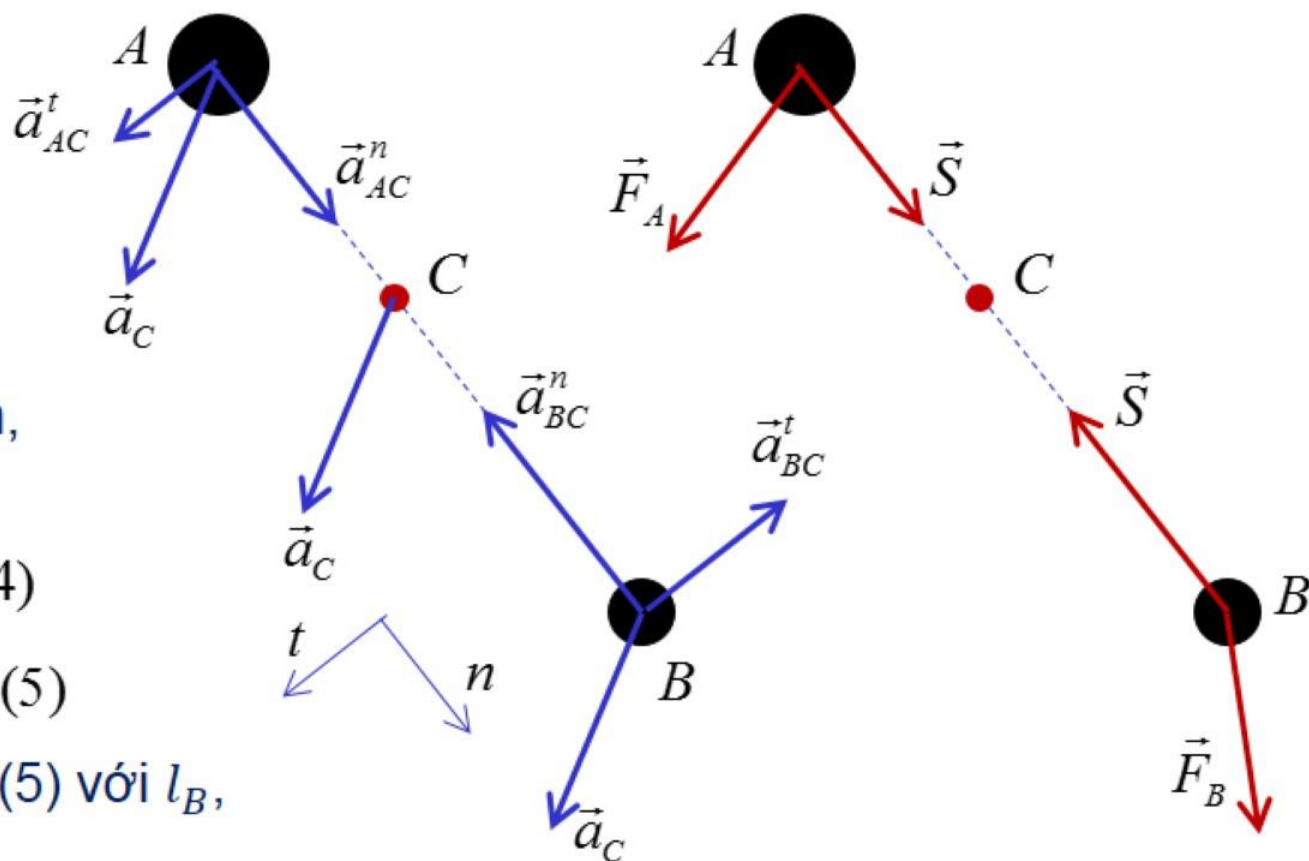
Nhân (4) với l_A , nhân (5) với l_B , rồi trừ cho nhau:

$$m_A l_A a_{AC}^t + m_B l_B a_{BC}^t + m_A l_A \bar{a}_{Ct} - m_B l_B \bar{a}_{Ct} = \bar{F}_{At} l_A - \bar{F}_{Bt} l_B$$

Chú ý đến (1), (2), (3), suy ra

$$(m_A l_A^2 + m_B l_B^2) \ddot{\phi} = \Sigma \bar{m}_{Cz} (\vec{F}^e) \quad \text{hay}$$

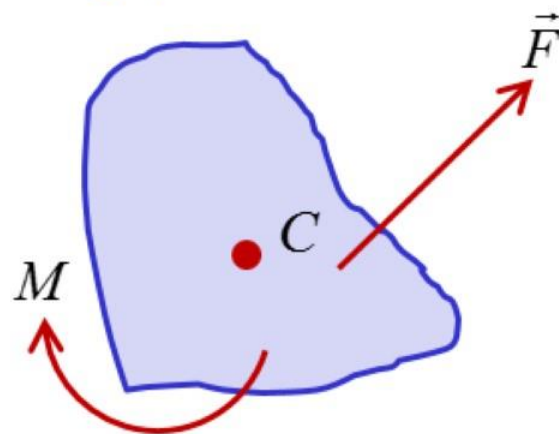
$$I_{Cz} \ddot{\phi} = \Sigma \bar{m}_{Cz} (\vec{F}^e)$$



Lực – Gia tốc: CĐ quay quanh trục cố định và CĐ song phẳng

Phương trình vi phân chuyển động của vật rắn phẳng

Tổng quát



$$\begin{aligned} m\vec{a}_C &= \Sigma \vec{F} \\ I_{Cz} \ddot{\varphi} &= \Sigma \bar{m}_{Cz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m\ddot{x}_C &= \Sigma \bar{F}_x \\ m\ddot{y}_C &= \Sigma \bar{F}_y \\ I_{Cz} \ddot{\varphi} &= \Sigma \bar{m}_{Cz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m\bar{a}_n &= \Sigma \bar{F}_n \\ m\bar{a}_t &= \Sigma \bar{F}_t \\ I_{Cz} \ddot{\varphi} &= \Sigma \bar{m}_{Cz} \end{aligned}$$

Vật rắn phẳng chuyển động tịnh tiến

$$\begin{aligned} m\vec{a}_C &= \Sigma \vec{F} \\ 0 &= \Sigma \bar{m}_{Cz} \end{aligned}$$

Vật rắn quay quanh trục Oz cố định

$$\begin{aligned} m\vec{a}_C &= \Sigma \vec{F} \\ I_{Cz} \ddot{\varphi} &= \Sigma \bar{m}_{Cz} \end{aligned}$$

hoặc

$$\begin{aligned} m\vec{a}_C &= \Sigma \vec{F} \\ I_{Oz} \ddot{\varphi} &= \Sigma \bar{m}_{Oz} \end{aligned}$$

Lực – Gia tốc: CĐ quay quanh trục cố định và CĐ song phẳng

Các nội dung đã trình bày

- Slide 2: Nhắc lại: Phân loại chuyển động của vật rắn
- Slide 3: Ví dụ mở đầu: Phương trình quay quanh trục cố định
- Slide 4: Phương trình vật rắn quay quanh trục cố định
- Slide 5-7: Ví dụ mở đầu: Phương trình quay của chuyển động song phẳng
- Slide 8: Phương trình vi phân chuyển động của vật rắn phẳng