



HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM
VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

Chương 3

Động lực học

Nguyễn Tiến Hiến - Bộ môn Vật lý

Email: nguyentienhien@vnua.edu.vn

Webpage: <http://fita.vnua.edu.vn/nthien/>

LỰC VÀ KHỐI LƯỢNG

- ❖ Lực và khối lượng là hai yếu tố quan trọng nhất trong các định luật của Newton và trong vật lý.
- ❖ Lực:
 - Là đại lượng vật lý đặc trưng cho sự tương tác giữa các vật. Kết quả là làm cho vật bị biến dạng hoặc làm cho vật thay đổi trạng thái chuyển động.
 - Đặc trưng của lực:
 - Là một đại lượng véc tơ
 - Véc tơ lực có gốc là điểm đặt của lực
 - Véc tơ lực có phương, chiều là phương và chiều của tương tác
 - Độ lớn là cường độ của lực
 - Trong cơ học người ta chia lực ra làm hai loại: lực tương tác trực tiếp (gây ra do các vật tiếp xúc trực tiếp với nhau như áp lực, lực ma sát..) và lực tương tác gián tiếp (gây ra do vật tác dụng lên vật khác thông qua trường của nó).

LỰC VÀ KHỐI LƯỢNG

- ❖ Lực và khối lượng là hai yếu tố quan trọng nhất trong các định luật của Newton và trong vật lý.
- ❖ Khối lượng
 - Là thước đo về số lượng vật chất chứa trong vật thể.
 - Đặc trưng cho mức độ vật đó hấp dẫn các vật thể khác.
 - Là một đại lượng vật lý đặc trưng cho mức quán tính của vật đó.
 - Thực nghiệm cũng chứng tỏ rằng, mỗi vật đều chống lại bất kỳ một cố gắng nào làm thay đổi trạng thái chuyển động của nó, tức làm thay đổi vectơ vận tốc của nó về độ lớn hoặc phương chiều hoặc cả hai. Tính chất bảo tồn trạng thái chuyển động của vật được gọi là quán tính của vật. **Đại lượng đặc trưng cho quán tính của vật gọi là khối lượng quán tính** (hay khối lượng) của vật. Vật có khối lượng càng lớn thì quán tính càng lớn nghĩa là càng khó thay đổi trạng thái chuyển động

CÁC ĐỊNH LUẬT NIU TƠN

❖ Định luật 1

- “Một chất điểm đang đứng yên hay chuyển động thẳng đều sẽ tiếp tục đứng yên hay chuyển động thẳng đều mãi mãi nếu không có lực nào tác động lên nó”
- HOẶC “Chất điểm cô lập bảo toàn trạng thái chuyển động của nó trong hệ quy chiếu quán tính”
- Tính chất bảo toàn trạng thái chuyển động của vật gọi là “quán tính”
==> “Định luật quán tính”
- Hệ quy chiếu quán tính là hệ quy chiếu mà trong đó chuyển động của vật tự do (vật không chịu tác động của lực nào) là chuyển động thẳng đều

CÁC ĐỊNH LUẬT NIU TƠN

❖ Định luật 2

- Phát biểu định luật: “Trong một hệ quy chiếu quán tính, véc tơ gia tốc của 1 chất điểm chuyển động tỷ lệ thuận với lực tác dụng và tỷ lệ nghịch với khối lượng của chất điểm”

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

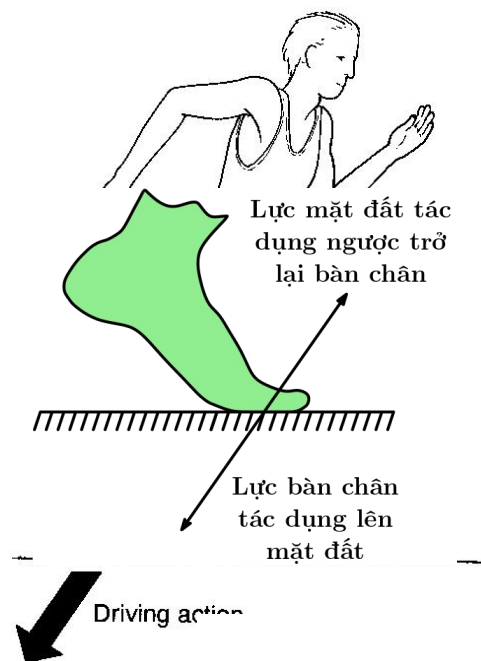
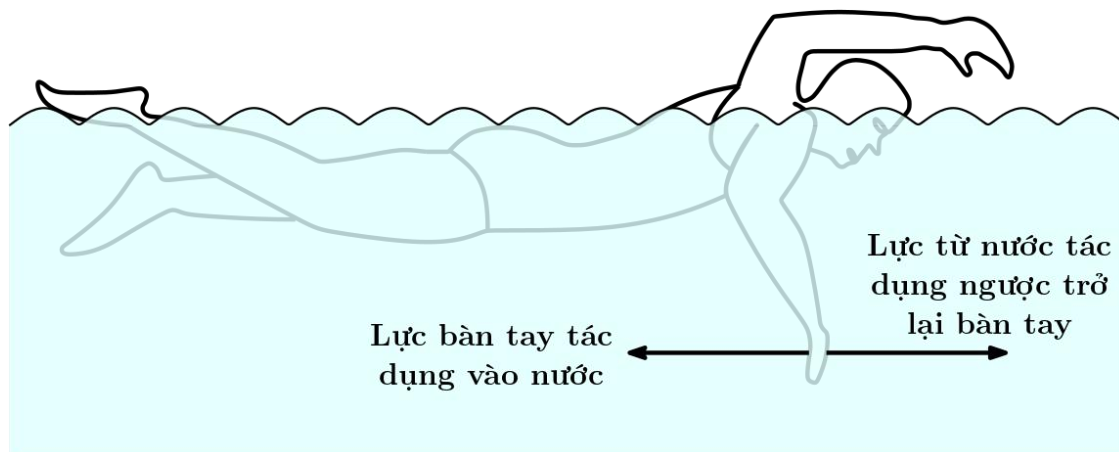
- Phương trình cơ bản của động lực học

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

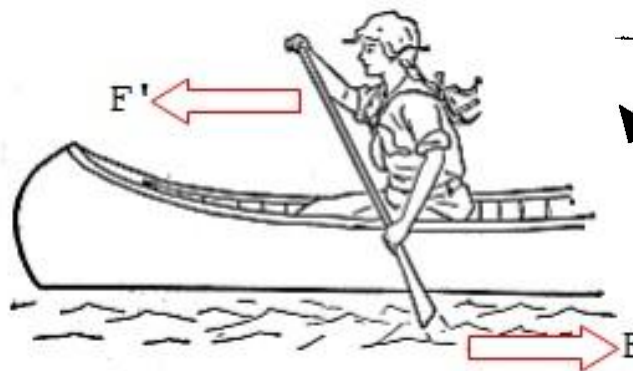
CÁC ĐỊNH LUẬT NIU TƠN

❖ Định luật 3

- “Trong mọi trường hợp, khi vật A tác dụng lên vật B một lực, thì vật B cũng tác dụng lại vật A một lực. Hai lực này có cùng giá trị, cùng độ lớn, nhưng ngược chiều gọi là cặp lực trực đối.”



$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{21} = 0$$



ĐỘNG LƯỢNG

❖ Động lượng

- “Là một đại lượng véc tơ được xác định bằng tích của khối lượng và véc tơ vận tốc của vật”.

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

❖ Định lý về động lượng

- Định lý 1: “Đạo hàm của véc tơ động lượng theo thời gian có giá trị bằng tổng hợp lực tác dụng lên vật”

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

- Định lý 2: “Độ biến thiên động lượng của 1 chất điểm trong khoảng thời gian nào đó bằng xung lượng của tổng hợp các ngoại lực tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó”

$$\Delta \vec{p} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$$

ĐỘNG LƯỢNG

❖ Định lý bảo toàn động lượng

- Hệ cô lập gồm hai vật tương tác với nhau

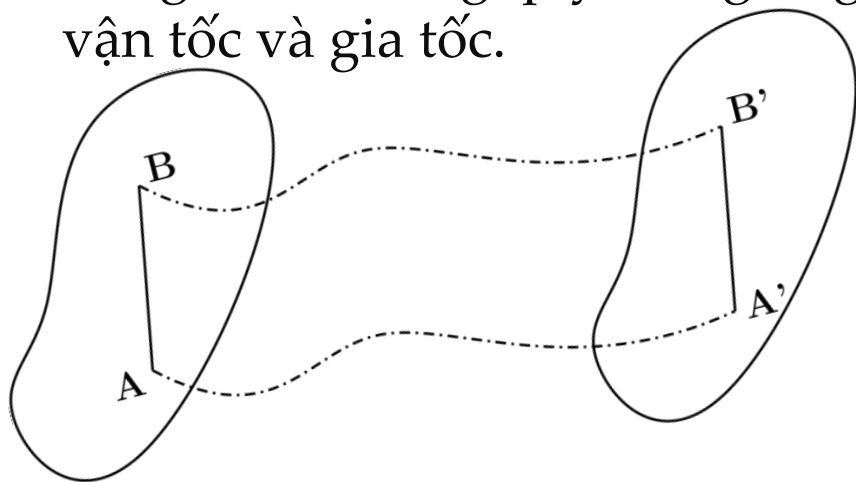
$$\begin{aligned}\vec{F}_{12} + \vec{F}_{21} &= 0 \\ \Rightarrow \frac{d\vec{p}_2}{dt} + \frac{d\vec{p}_1}{dt} &= \frac{d(\vec{p}_2 + \vec{p}_1)}{dt} = 0 \\ \Rightarrow \vec{p}_2 + \vec{p}_1 &= \text{const}\end{aligned}$$

- Tổng quát: Hệ chất điểm cô lập

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{const}$$

CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN

- ❖ Vật rắn là một hệ chất điểm trong đó khoảng cách giữa các chất điểm luôn giữ nguyên không đổi”.
- ❖ Chuyển động của vật rắn = chuyển động tịnh tiến + chuyển động quay.
- ❖ Chuyển động tịnh tiến
 - “Chuyển động tịnh tiến là chuyển động mà đường thẳng nối hai chất điểm bất kỳ luôn song song với chính nó”
 - Khi một vật chuyển động tịnh tiến, mọi chất điểm của nó chuyển động theo những quỹ đạo giống nhau. Các chất điểm có cùng một vận tốc và gia tốc.

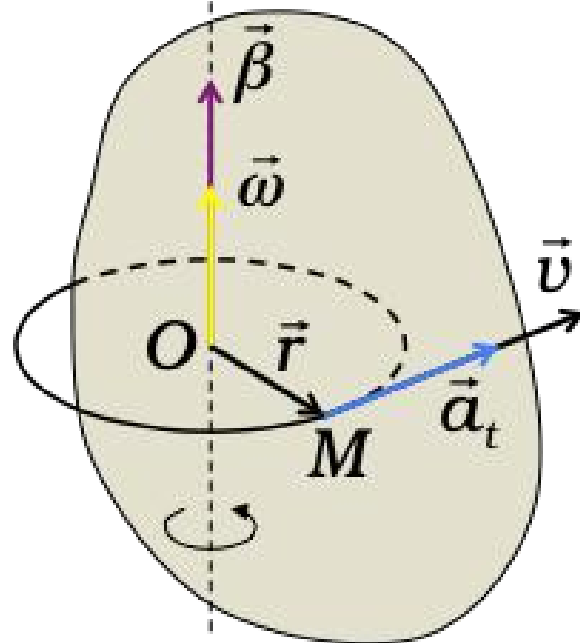


$$\left. \begin{array}{l} \vec{F}_1 = m\vec{a}_1 \\ \vec{F}_2 = m\vec{a}_2 \\ \dots \\ \vec{F}_n = m\vec{a}_n \end{array} \right\} \Rightarrow \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \left(\sum_{i=1}^n m_i \right) \vec{a}$$

CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN

❖ Chuyển động quay

- Mọi điểm trên vật rắn vạch ra những quỹ đạo tròn đồng trục Δ . Những vòng tròn này nằm trong họ các mặt phẳng vuông góc với trục quay, có tâm nằm trên trục quay.
- Với cùng một khoảng thời gian, mọi điểm đều quay được cùng một góc θ . Tại cùng một thời điểm, chất điểm có cùng vận tốc góc ω và gia tốc góc β



CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN

❖ Phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn

○ Mômen lực

▪ Giả thiết có lực F tác dụng lên vật rắn.

▪ Phân tích lực F ra làm ba thành phần

$$\vec{F} = \vec{F}_z + \vec{F}_n + \vec{F}_t$$

▪ Chỉ có lực F_t gây ra chuyển động quay

▪ Mô men lực $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}_t$

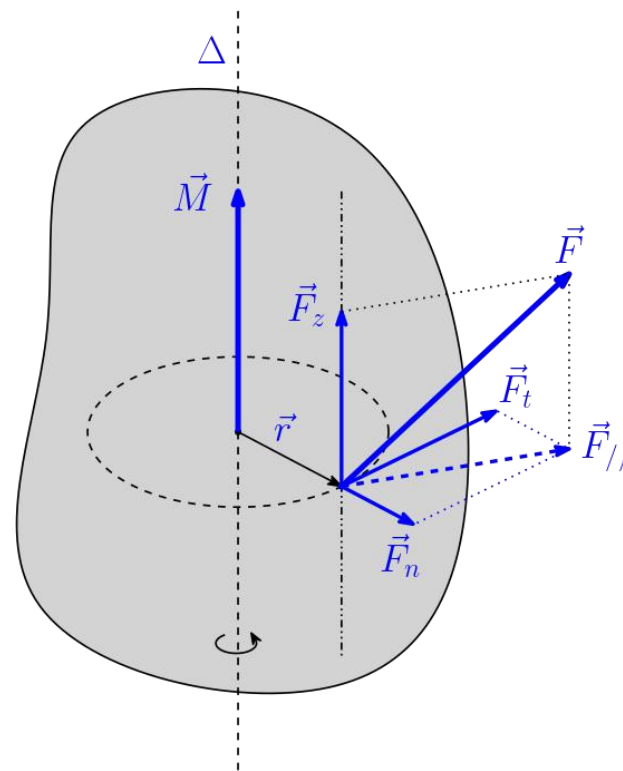
▪ Độ lớn $M = rF_t \sin(\vec{r}, \vec{F}_t) = rF_t$

○ Phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn

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

▪ I là mô men quán tính của vật rắn

▪ “**Gia tốc góc trong chuyển động quay của vật rắn xung quanh một trục tỉ lệ thuận với tổng hợp mô men ngoại lực và tỉ lệ nghịch với mô men quán tính của vật đối với cùng trục quay**”



MÔ MEN QUÁN TÍNH

❖ Biểu thức tính mômen quán tính

$$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

- I phụ thuộc vào khối lượng của vật rắn (vì phụ thuộc vào m_i)
- I phụ thuộc vào hình dạng, kích thước của vật rắn hay phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng của vật rắn (vì phụ thuộc vào r_i)

❖ Ý nghĩa của mô men quán tính

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

- Từ phương trình này ta thấy nếu mô men lực tác dụng lên vật rắn cố định khi đó nếu I tăng thì β giảm và ngược lại I giảm thì β tăng.
- “**Vậy mô men quán tính của vật là đại lượng đặc trưng cho quán tính đối với chuyển động quay của vật**”.

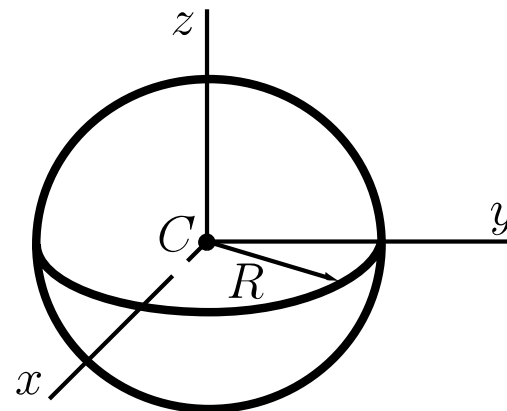
MÔ MEN QUÁN TÍNH

❖ Mômen quán tính của một số vật có hình dạng đặc biệt

- Khối cầu đặc đồng chất

$$m = \frac{4}{3} \pi \rho R^3$$

$$I_x = I_y = I_z = \frac{2}{5} m R^2$$

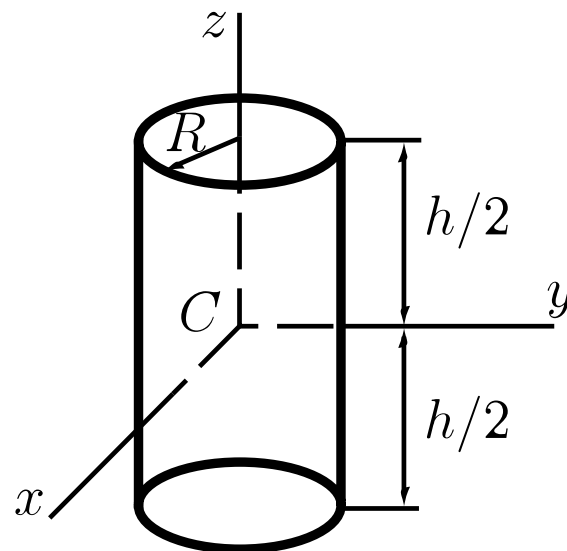


- Khối hình trụ đặc đồng chất

$$m = \pi \rho R^2 h$$

$$I_x = I_y = \frac{1}{12} m (3R^2 + h^2)$$

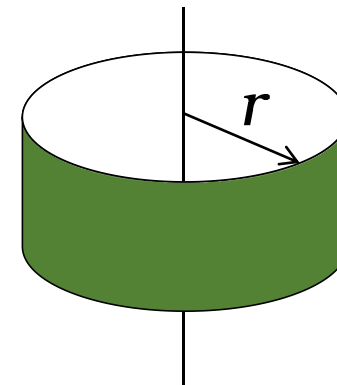
$$I_z = \frac{1}{2} m R^2$$



MÔ MEN QUÁN TÍNH

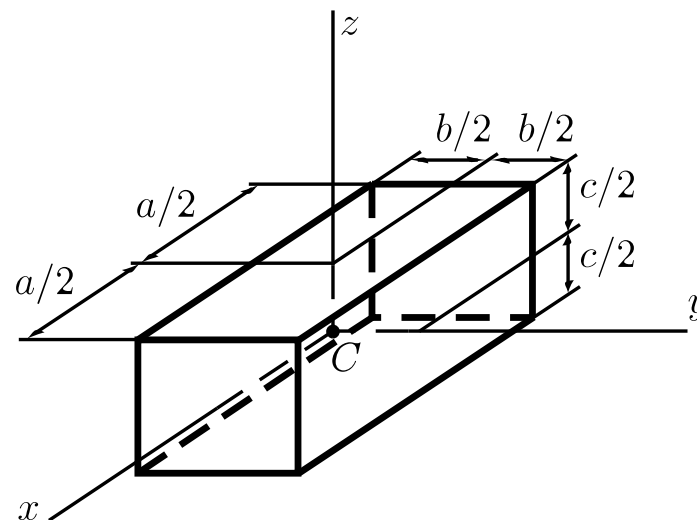
- ❖ Mômen quán tính của một số vật có hình dạng đặc biệt
 - Vành tròn và hình trụ rỗng đồng chất

$$I = mr^2$$



- Khối lập phương đặc đồng chất

$$m = \rho abc \Rightarrow \begin{cases} I_x = \frac{1}{12} m(b^2 + c^2) \\ I_y = \frac{1}{12} m(a^2 + c^2) \\ I_z = \frac{1}{12} m(a^2 + b^2) \end{cases}$$



Mô men động lượng

❖ Định nghĩa

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

❖ Định lý về mô men động lượng

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

❖ Nguyên lý bảo toàn mô men động lượng

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

MÔ MEN ĐỘNG LƯỢNG

❖ Nguyên lý bảo toàn mô men động lượng: Ứng dụng

○ Con quay hồi chuyển

Con quay hồi chuyển với các vòng bánh xe chuyển động tự do theo mọi hướng, điều này giúp vật thể xác định trạng thái phương hướng hiện tại. Thông qua hệ thống xử lý, vật thể sẽ có phản ứng phù hợp (màn hình điện thoại xoay ngang hay dọc) hoặc giữ thăng bằng (máy bay điều khiển từ xa)



○ Máy bay trực thăng

Máy bay trực thăng luôn có một cánh phụ ở phía đuôi. Tốc độ quay của cánh phụ này luôn được điều chỉnh và đồng bộ với tốc độ của cánh quạt chính sao cho mô men động lượng nó tạo ra có thể khử được mô men động lượng của cánh quạt chính gây ra cho thân máy bay.





Hết chương 3

Nguyễn Tiến Hiến - Bộ môn Vật lý

Email: nguyentienhien@vnua.edu.vn

Webpage: <http://fita.vnua.edu.vn/nthien/>