

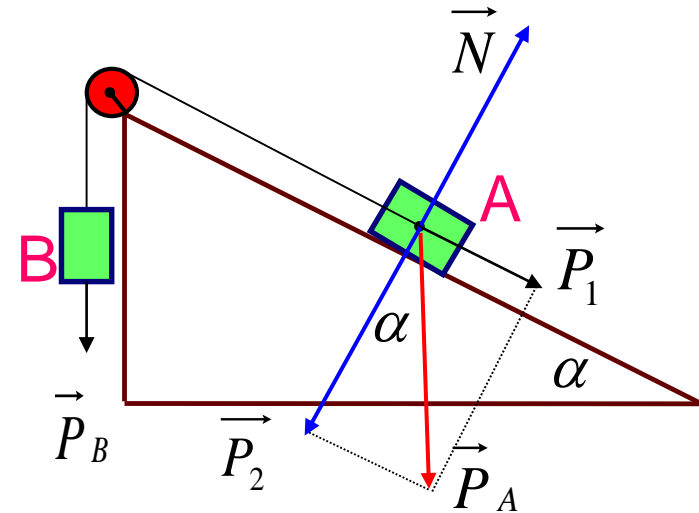
CHƯƠNG 2: ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

2.1. Một số khái niệm

2.2. Các định luật Newton

2.3. Các lực cơ học

2.4. Phương pháp động lực học



MỤC TIÊU

1. Cần nắm vững:

- Các khái niệm về khối lượng, lực - các loại lực, quán tính.
- Các định luật cơ học của Newton

2. Biết:

- Cách giải các bài toán bằng phương pháp động lực học.
- Giải thích các hiện tượng động lực học.

2.1. Một số khái niệm

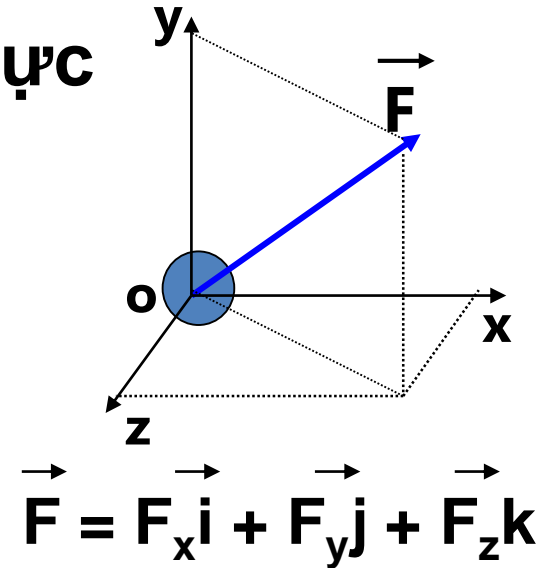
1. Động lực học: là môn học nghiên cứu về chuyển động của vật thể dưới tác dụng của các ngoại lực.

2. Lực: là một đại lượng *đặc trưng cho tác dụng của vật này lên vật khác*, gây ra sự thay đổi trạng thái của vật (gây ra gia tốc).

Lực là *đại lượng vécto*, có đơn vị đo là newton N (hệ SI). Ta có:

$$1\text{N} = 1 \text{ kg} \cdot 1\text{m/s}^2$$

- \vec{F} {
- **Điểm đặt**: tại vị trí tác dụng lực
 - **Phương**: phương tác dụng
 - **Chiều**: chiều tác dụng
 - **Độ lớn**: cường độ lực



3. Khối lượng: là đại lượng *đặc trưng cho mức độ quán tính khác nhau của vật* khi nhận được cùng một lực tác dụng (mức nặng nhẹ của vật).

Khối lượng là *thuộc tính của vật*, không phụ thuộc các yếu tố bên ngoài.

Một cách phát biểu khác: *Khối lượng của một vật đặc trưng cho mối quan hệ giữa lực tác dụng và gia tốc được tạo ra.*

Với cùng một lực tác dụng, các vật có khối lượng khác nhau nhận được các gia tốc khác nhau. Tức là *khối lượng*

tỷ lệ nghịch với gia tốc:
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} \quad (2.1)$$

Trong cơ học lượng tử, coi khối lượng phụ thuộc vận tốc chuyển động của vật (thuyết tương đối Einstein):

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

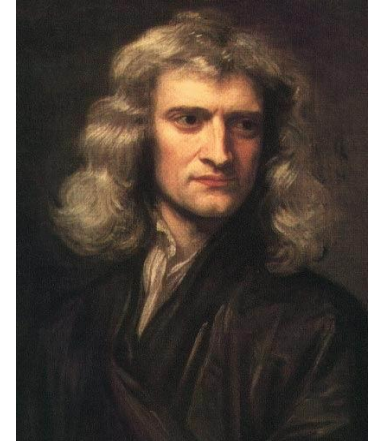
Ở đây m_0 là khối lượng nghỉ của vật.

4. Quán tính:

Tính chất bảo toàn trạng thái ban đầu vốn có của vật (trạng thái đứng yên hay chuyển động thẳng đều) gọi là quán tính.

2.2. Các định luật Newton

Cơ học Newton nghiên cứu mối quan hệ giữa lực tác dụng lên các vật thể có kích thước vĩ mô và các dạng chuyển động của vật dưới tác dụng của các lực này.



Isaac Newton
(1642-1727)

2.2. Các định luật Newton

Định luật I: (Định luật quán tính)

Một vật cô lập sẽ bảo toàn trạng thái chuyển động.

(Vật cô lập là vật không chịu tác dụng từ bên ngoài
Quán tính là tính bảo toàn trạng thái chuyển động của vật)

Mọi vật sẽ tiếp tục đứng yên hay chuyển động thẳng đều nếu không có lực nào tác dụng lên chúng:

$$\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0$$

- Định luật phản ánh một thuộc tính của vật là luôn luôn chuyển động ($v = \text{const}$).
- Một hệ quy chiếu gắn với trạng thái đứng yên hay chuyển động thẳng đều của vật gọi là *hệ quy chiếu quán tính*.

2.2. Các định luật Newton

Định luật II:

Gia tốc mà vật thu được tỉ lệ thuận với lực tác dụng và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

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

- PT Cơ bản của động lực học: $\vec{F} = m\vec{a}$

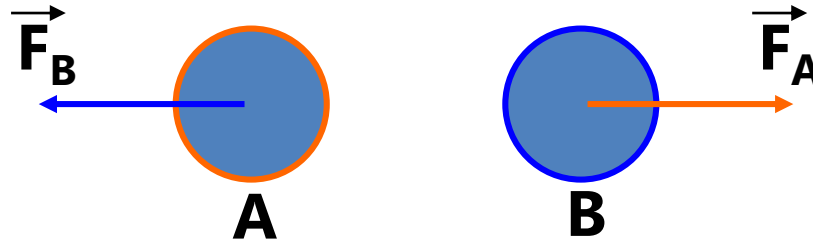
Các cách phát biểu khác:

- Lực tác dụng: $F = ma$
- Động lượng: $P = mv$
- Đạo hàm động lượng theo t: $dP/dt = F$

2.2. Các định luật Newton

Định luật III:

Nếu A tác dụng lên B một lực \vec{F} thì B cũng sẽ tác dụng trở lại A một lực \vec{F}' cùng độ lớn, cùng phương, ngược chiều với \vec{F} .



ĐL này còn gọi là ĐL phản lực:

Phản lực luôn luôn bằng và ngược chiều với lực tác dụng: $\vec{F} = -\vec{F}'$

Lưu ý:

- Lực tác dụng và phản lực bằng nhau và ngược chiều nhưng không triệt tiêu nhau vì đặt vào hai vật khác nhau.
- Tuy hai lực có giá trị như nhau nhưng tác dụng của chúng khác nhau vì mỗi vật có khối lượng quán tính khác nhau nên gia tốc mỗi vật thu được sẽ khác nhau:
$$\vec{m}_1 \vec{a}_1 = \vec{m}_2 \vec{a}_2$$
- Tác dụng giữa các vật là sự tương tác, xảy ra ít nhất là giữa hai vật.

Phương trình cơ bản của động lực học

chất điểm:
$$\sum_i \vec{F}_i = m\vec{a}$$

Các thành phần của lực:

$$F_x = ma_x = m \frac{dv_x}{dt}$$

$$F_y = ma_y = m \frac{dv_y}{dt}$$

$$F_z = ma_z = m \frac{dv_z}{dt}$$

Giá trị:

$$|\mathbf{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

2.3. Các lực cơ học

CÁC LỰC CƠ HỌC THƯỜNG GẶP

□ Lực hấp dẫn: $F_{\text{hd}} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (Nm}^2\text{/kg}^2\text{)}$

□ Trọng lực: $\vec{P} = m\vec{g}$ Trọng lượng: $P = mg$

□ Lực ma sát trượt: $F_{\text{ms}} = kN$ (k: hệ số ma sát)

□ Lực đàn hồi: $F = -kx$ (k: độ cứng)

□ Lực hướng tâm và ly tâm: $F_{\text{ht}} = ma_{\text{ht}} = \frac{mv^2}{r}$

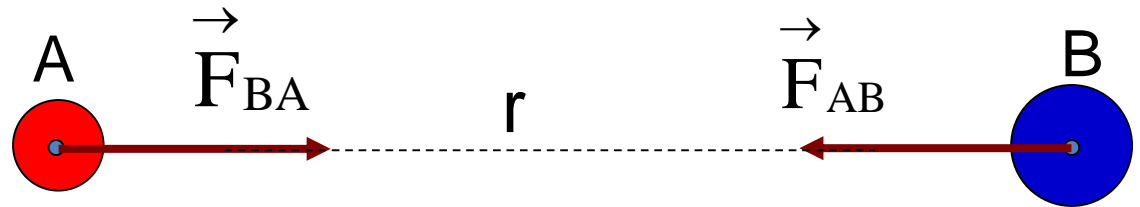
(F_{lt} là phản lực của lực hướng tâm)

2.3. Các lực cơ học

a) Lực hấp dẫn – trọng lực:

Lực hấp dẫn giữa 2 chất điểm:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



$$\vec{F}_{hd} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

2.3. Các lực cơ học

a) Lực hấp dẫn – trọng lực:

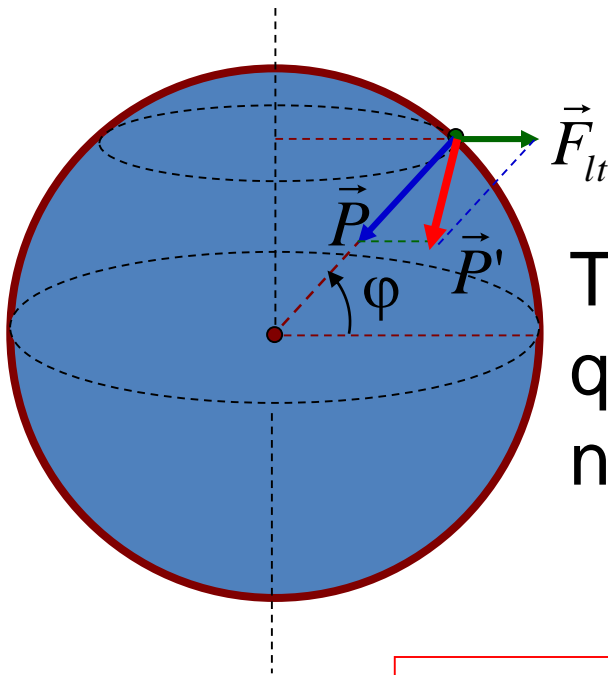
Trọng lực: Là lực hấp dẫn của Trái Đất tác dụng vào vật, có tính đến ảnh hưởng của chuyển động tự quay quanh trục của Trái Đất.

Tuy nhiên, ảnh hưởng của cơ tự quay quanh trục của TĐ là không đáng kể, nên:

$$P \approx F = G \frac{Mm}{r^2} = mg$$

trong đó: $g = G \frac{M}{r^2}$

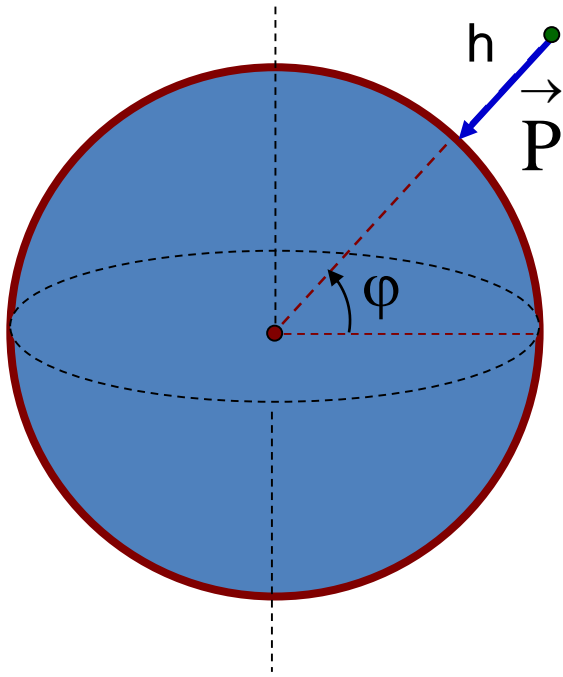
là gia tốc rơi tự do, hay gia tốc trọng trường.



2.3. Các lực cơ học

a) Lực hấp dẫn – trọng lực:

Gia tốc rơi tự do: Là gia tốc rơi của các vật trong chân không, chỉ dưới tác dụng của trọng lực.



- Ở sát bề mặt TĐ:

$$g_0 = G \frac{M}{R^2} \approx 9,8 \text{ m/s}^2$$

- Ở độ cao h :

$$g = G \frac{M}{(R + h)^2} = g_0 \frac{R^2}{(R + h)^2}$$

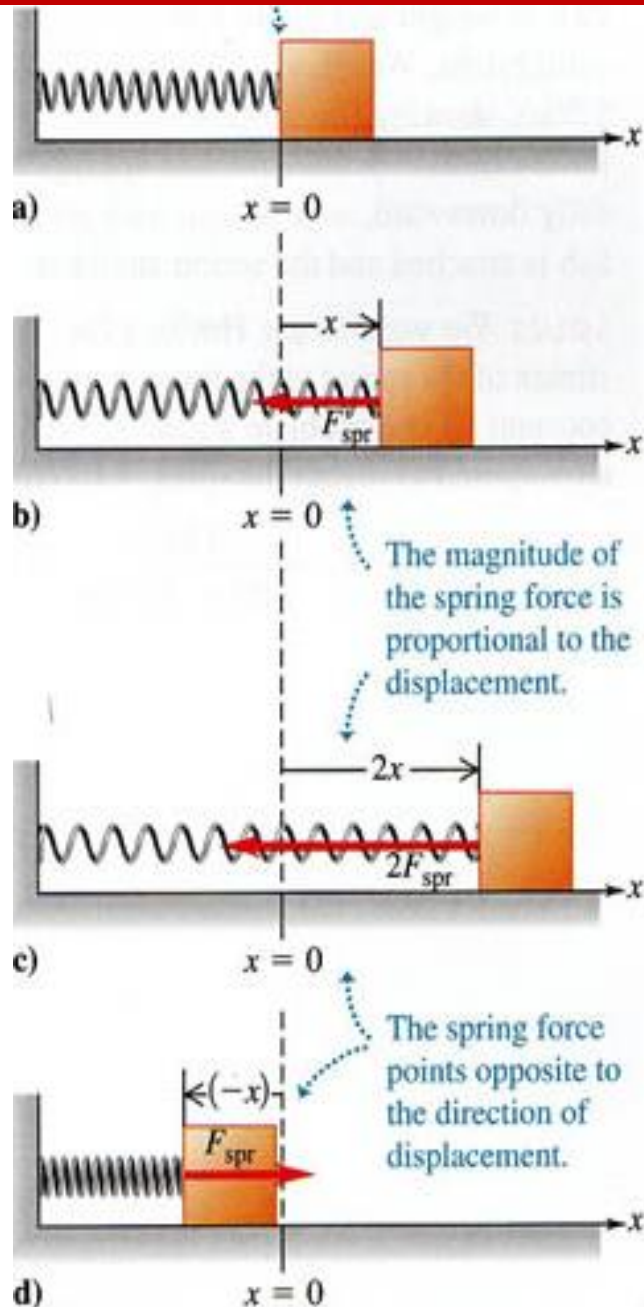
g phụ thuộc vào vĩ độ, cấu trúc vỏ TĐ

2.3. Các lực cơ học

b) Lực đàn hồi:

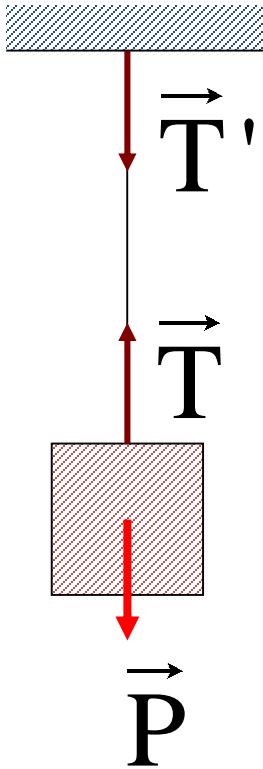
- Xuất hiện khi vật bị biến dạng.
- Ngược chiều với chiều biến dạng.
- Tỉ lệ với độ biến dạng.

$$\vec{F}_{\text{dh}} = -k\Delta\vec{\ell} = -k\vec{x}$$

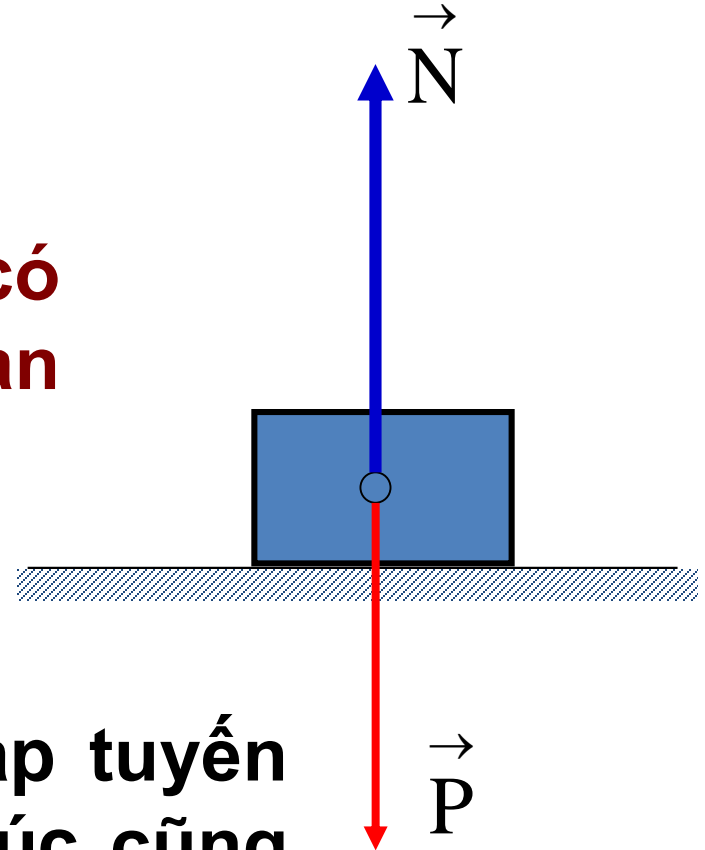


2.3. Các lực cơ học

b) Lực đàn hồi:

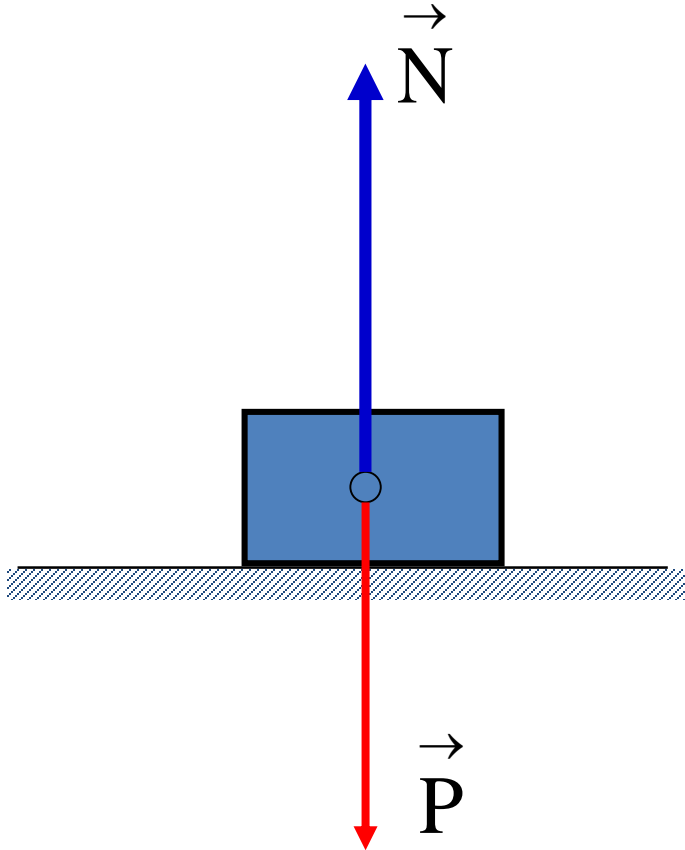


- Lực căng dây có bản chất là lực đàn hồi.

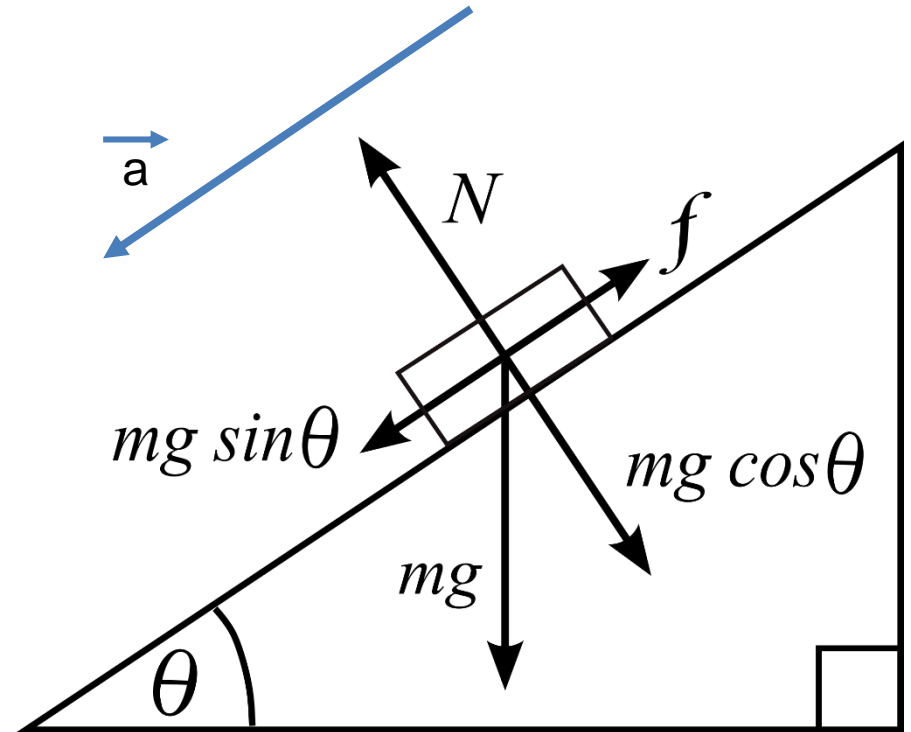


- Phản lực pháp tuyến của mặt tiếp xúc cũng có bản chất là lực đàn hồi.

Nói thêm về Phản lực

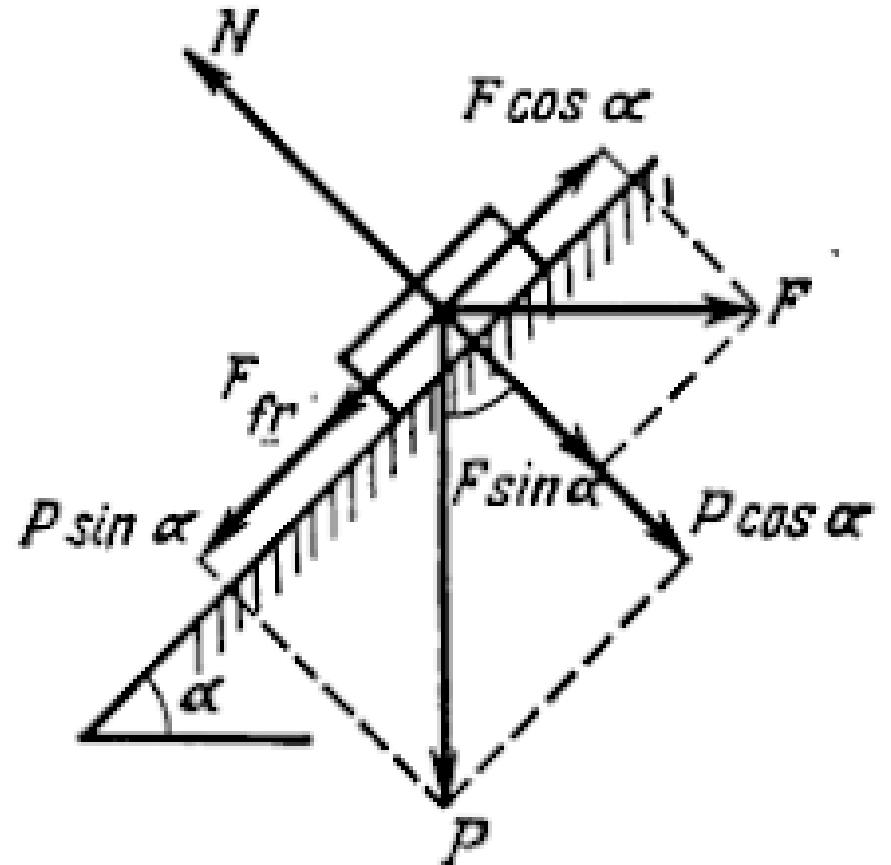
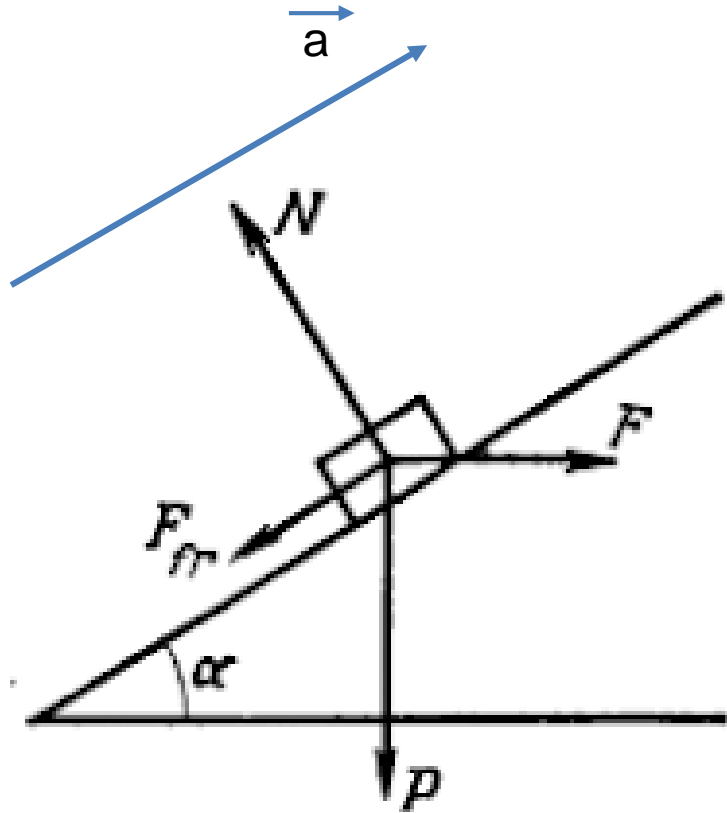


Mặt phẳng nằm ngang



Mặt phẳng nghiêng 1 góc θ so với phương ngang

Nói thêm về Phản lực

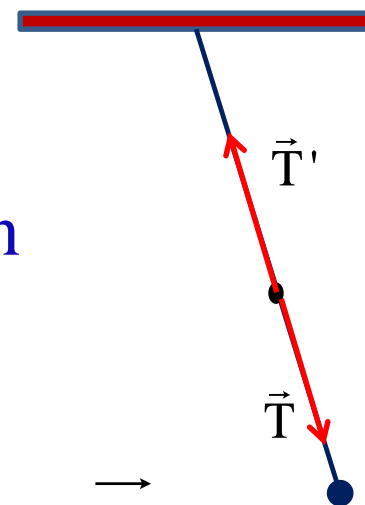


2.3. Các lực cơ học

Đặc điểm của một số lực cơ học:

☐ Lực căng dây

Tại mỗi điểm của dây sẽ xuất hiện những lực và phản lực: $\vec{T} = -\vec{T}'$

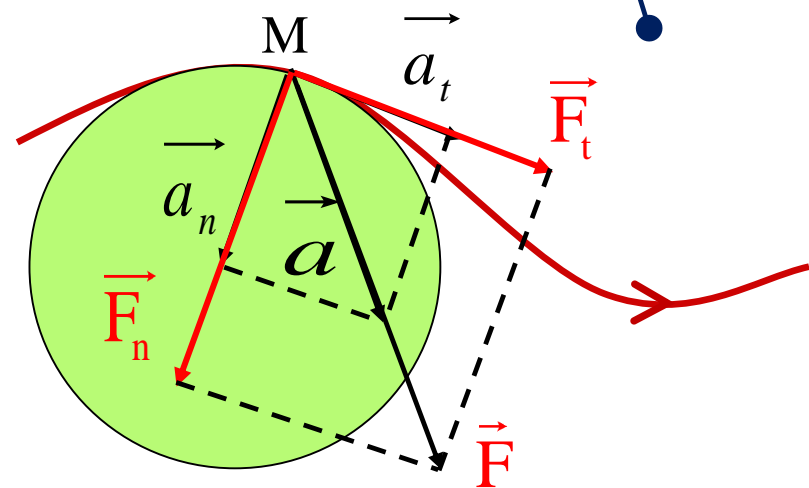


☐ Lực trong chuyển động cong

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$$

$$\longleftrightarrow m\vec{a} = m\vec{a}_t + m\vec{a}_n$$

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



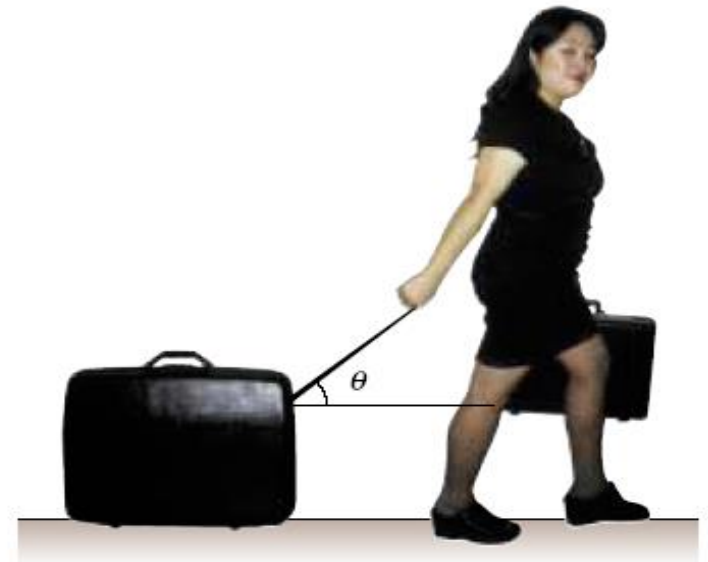
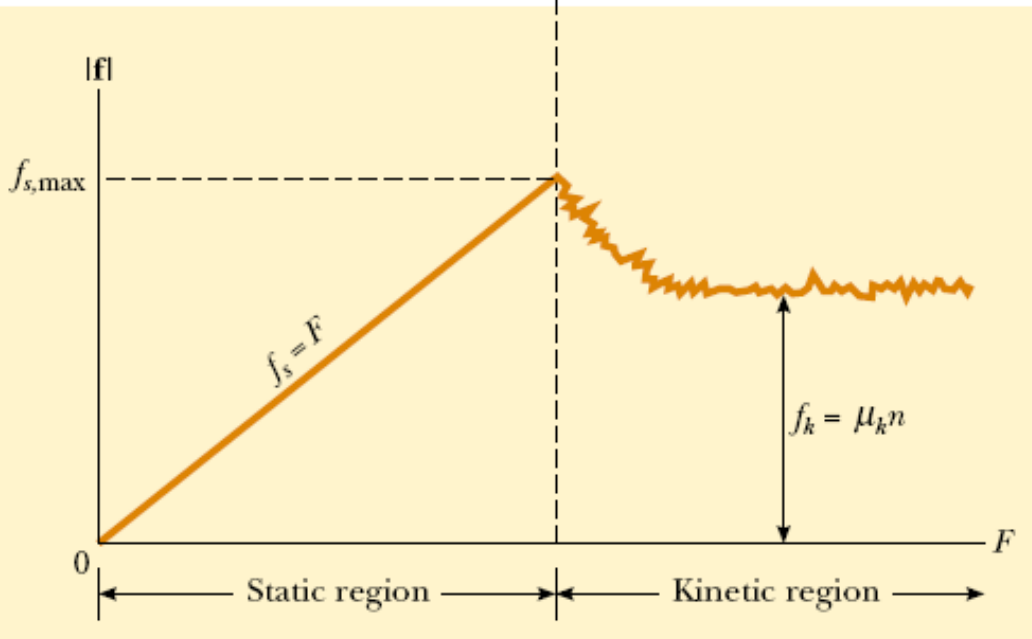
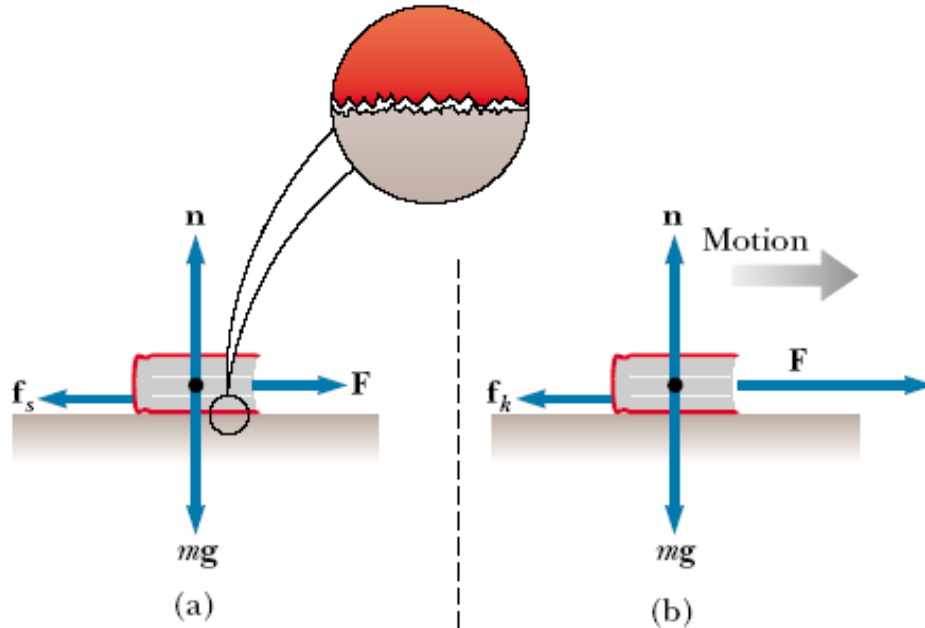
\vec{F}_t : Lực tiếp tuyến

\vec{F}_n : Lực pháp tuyến ➡

$$F_n = F_{ht} = ma_{ht} = \frac{mv^2}{r}$$

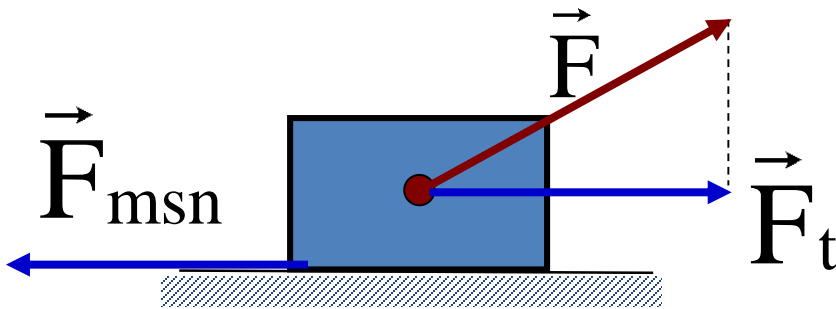
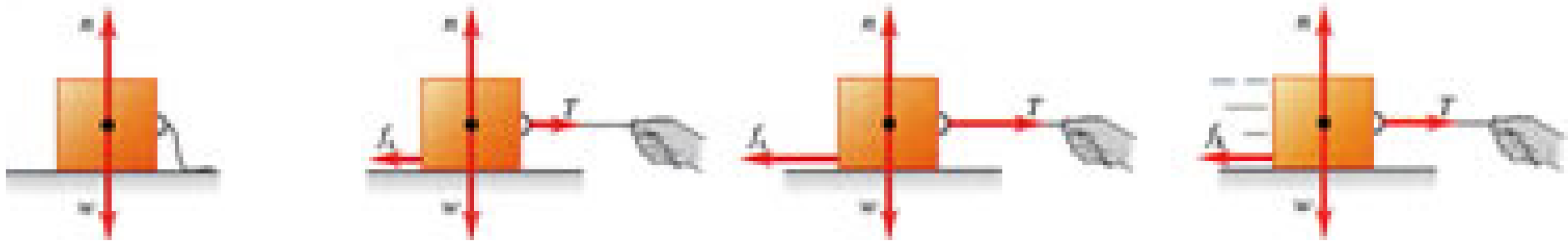
2.3. Các lực cơ học

c) Lực ma sát:



2.3. Các lực cơ học

c) Lực ma sát:



$$F_{msn} = F_t \leq \mu_n N$$

Lực ma sát tĩnh (nghỉ):

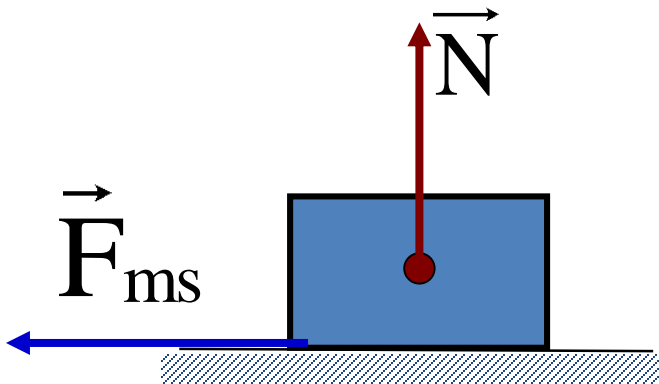
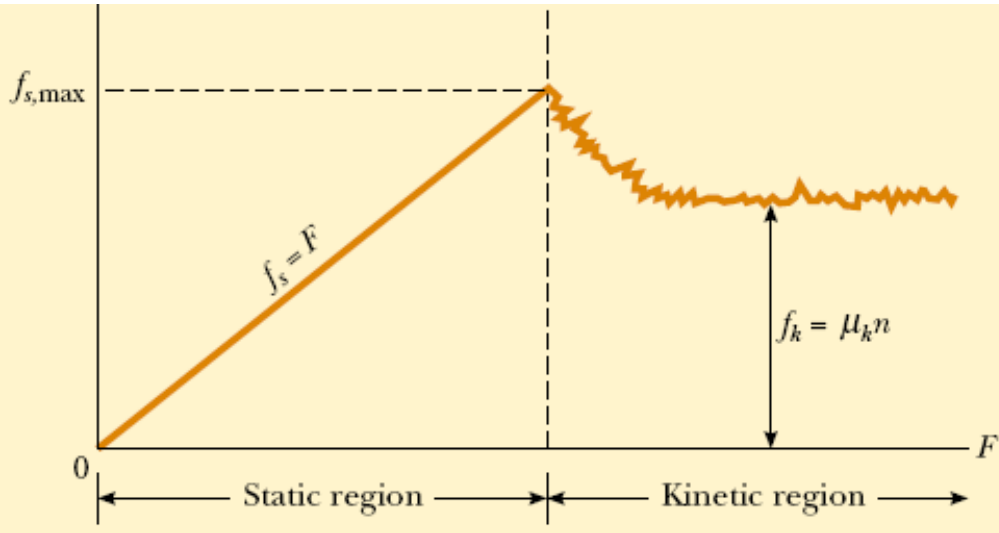
- Xuất hiện khi vật có xu hướng trượt trên mặt tiếp xúc.
- Ngược chiều với xu hướng chuyển động.
- Cân bằng với thành phần tiếp tuyến của ngoại lực và có giá trị giới hạn.

2.3. Các lực cơ học

c) Lực ma sát:

Lực ma sát động:

- Xuất hiện khi vật trượt (hoặc lăn) trên mặt tiếp xúc.
- Ngược chiều chuyển động.
- Tỷ lệ với áp lực của mặt tiếp xúc.



$$F_{mst} = \mu_t N$$

$$F_{msL} = \mu_L N$$

$$\mu_L < \mu_t \leq \mu_n$$

2.3. Các lực cơ học

Đặc điểm của một số lực cơ học:

☐ Lực ma sát

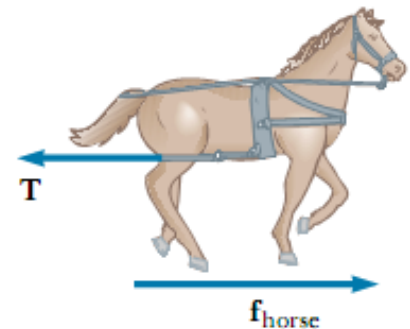
\vec{f}_{ms} *phụ thuộc vào bản chất và tính chất của các mặt tiếp xúc*
không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc.



(a)



(b)

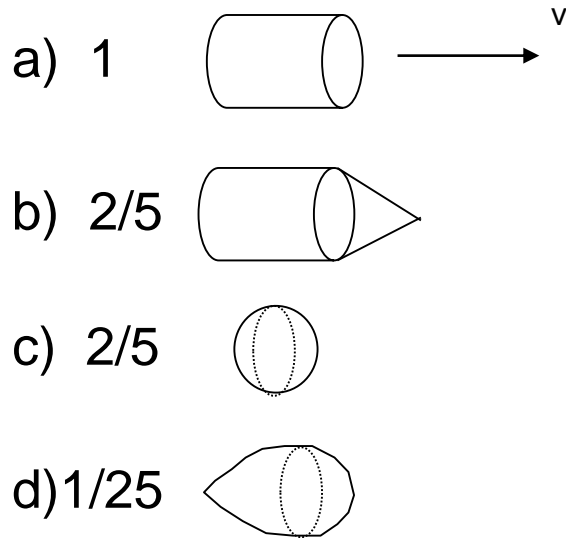


(c)

2.3. Các lực cơ học

c) Lực ma sát:

Lực ma sát ướt (nhớt):



- Xuất hiện khi vật rắn chuyển động trong chất lỏng hoặc chất khí.

- Ngược chiều chuyển động.

- Tỉ lệ với tiết diện cản và tỉ lệ bậc nhất với vận tốc (hoặc bậc 2, nếu vận tốc lớn).

$$F_c = kSv$$

$$F_c = kSv^2$$

2.3. Các lực cơ học

Tóm lại, về bản chất, các lực cơ học gồm:

Hấp dẫn –
trọng lực

$$\vec{F}_{\text{hd}} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

$$P = G \frac{Mm}{r^2} = mg$$

Đàn hồi

$$\vec{F}_{\text{đh}} = -k \Delta \vec{\ell}$$

Ma sát khô

Trượt

Nghỉ

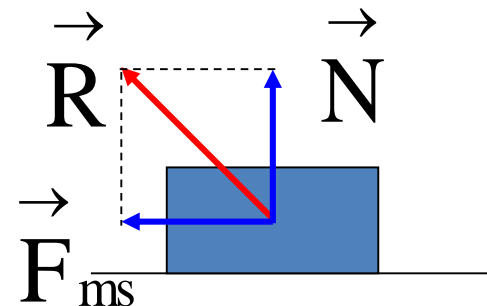
Lăn

$$F_{\text{ms}} = \mu N$$

$$F_{\text{ms}} \leq F_{\text{gh}}$$

$$F_{\text{gh}} = \mu_n N$$

$$F_{\text{msL}} = \mu_L N$$



Lưu ý đặc điểm và **biểu thức** định lượng của các lực.

Lực quán tính:

+ Hệ qui chiếu đứng yên hay chuyển động thẳng đều $\vec{a} = 0$

$$\vec{F}_{qt} = -m\vec{a} = 0$$

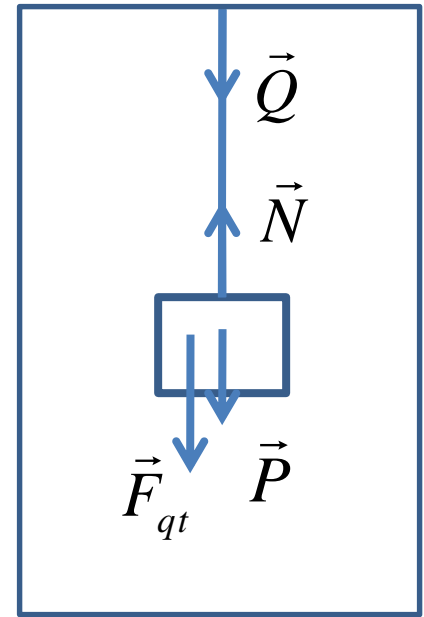
$$Q = P = mg$$

+ Hệ qui chiếu chuyển động $\vec{a} \uparrow; \vec{F}_{qt} \downarrow$

$$Q = N = P + F_{qt} = m(g + a) > P$$

+ Hệ qui chiếu chuyển động $\vec{a} \downarrow; \vec{F}_{qt} \uparrow$

$$Q = N = P - F_{qt} = m(g - a) < P$$



Có thêm \vec{a} thì có thêm \vec{F}_{qt}

+ Hệ qui chiếu rơi tự do $a \downarrow = g \Rightarrow Q = 0$

\Rightarrow trạng thái phi trọng lượng

2.4. Phương pháp động lực học

Phương pháp giải bài toán động lực học

- **Bước 1:** Vẽ hình và xác định các lực tác dụng
- **Bước 2:** Áp dụng phương trình định luật II Newton cho từng vật và cho cả hệ.
$$\vec{F}_{\text{vật.A}} = m_{\text{vật.A}} \vec{a}_{\text{vật.A}} \qquad \vec{F}_{\text{hệ}} = m_{\text{hệ}} \vec{a}_{\text{hệ}}$$
- **Bước 3:** Chiếu từng phương trình lên hướng chuyển động của từng vật và của cả hệ.
- **Bước 4:** Giải phương trình hoặc hệ phương trình để tính các đại lượng cần tìm.