

## Chương 2: Động lực học chất điểm

1. Định luật thứ nhất của Newton
2. Định luật thứ hai của Newton
3. Định luật thứ ba của Newton
4. Một số lực thường gặp trong cơ học
5. Động lượng
6. Momen động lượng

"If I have seen further, it has been by standing on the shoulders of giants."



Sir Isaac  
Newton  
1643-1727

"What we know is a drop, what we don't know is an ocean."



Copernicus, Brahe, Kepler, Galilei...

**Động lực học** (*Dynamics*) là ngành nghiên cứu sự chuyển động liên quan đến lực tác động.

**Ba định luật chuyển động của Newton** (1687) là nền tảng của động lực học và cơ học cổ điển (cơ học Newton), có giá trị lâu dài (cho đối tượng chuyển động với vận tốc không quá lớn và kích thước không quá nhỏ).

**Ba định luật chuyển động của Newton** được phát biểu trong hệ qui chiếu quán tính (*inertial frame of reference*).

**Nguyên lý tương đối Galileo:** Mọi định luật cơ học (vật lý, tự nhiên) như nhau trong mọi hệ qui chiếu quán tính.

## 1. Định luật thứ nhất của Newton

Một vật cô lập hay hợp lực tác dụng lên vật bằng không nếu đang đứng yên thì tiếp tục đứng yên, nếu đang chuyển động thì chuyển động thẳng đều.

Phát biểu cách khác: **Một vật cô lập chuyển động với vận tốc không đổi.**  $\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{v} = \overrightarrow{\text{const}}$

**Định luật 1 chỉ đúng trong hệ qui chiếu quán tính** hay hệ qui chiếu thỏa định luật 1 là hệ qui chiếu quán tính.

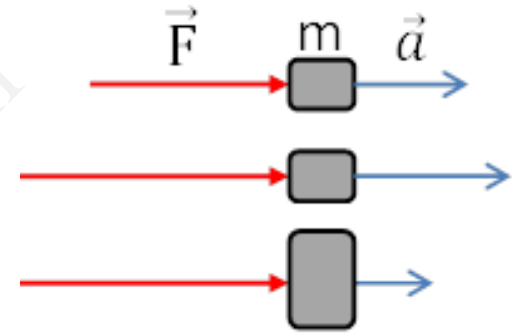
**Mọi hệ qui chiếu chuyển động thẳng đều với một hệ qui chiếu quán tính là hệ qui chiếu quán tính.**

Hệ qui chiếu gắn với mặt đất là HQC không quán tính (do quay quanh trục trái đất). Nhưng để khảo sát chuyển động trong thời gian đủ ngắn được xem **là HQC quán tính gần đúng.**

## 2. Định luật thứ hai của Newton

Một chất điểm có khối lượng  $m$  chịu tác dụng của lực  $\vec{F}$  sẽ chuyển động với gia tốc:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \left( \frac{N}{kg} = m/s^2 \right) \text{ hay } \vec{F} = m\vec{a}$$



**Gia tốc** có cùng phương, chiều với lực tác dụng, có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

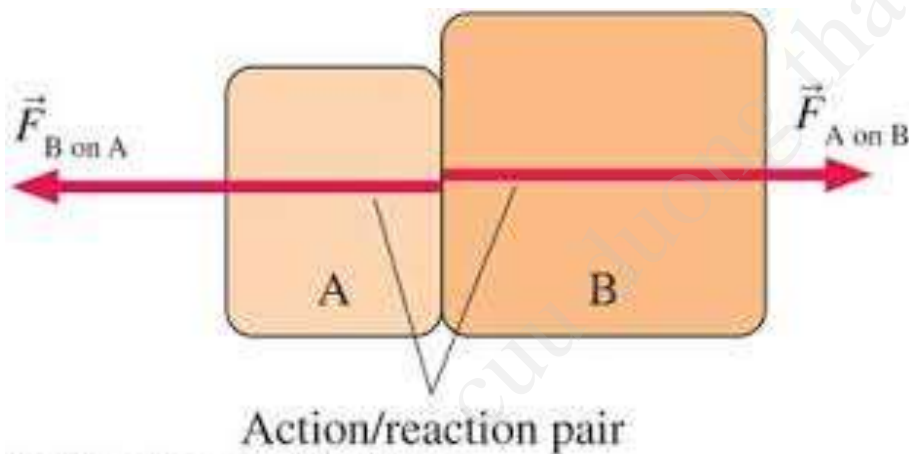
**Lực** biểu diễn độ lớn, phương, chiều của sự tương tác giữa 2 vật hoặc giữa vật với môi trường xung quanh nên được biểu diễn bởi vector.

**Khối lượng** là đại lượng biểu diễn định lượng quán tính của vật. Quán tính là tính chống lại sự thay đổi trạng thái chuyển động, nghĩa là chống lại gia tốc.

## 3. Định luật thứ ba của Newton

Khi vật 1 tác dụng lên vật 2 một lực  $\vec{F}_{12}$  thì nó cũng chịu tác dụng của vật 2 một lực (phản lực):  $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

Điểm đặt của cặp lực – phản lực trên 2 vật khác nhau.



Copyright © 2001, Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley



## 4. Một số lực thường gặp

### a) Trọng lượng (weight)

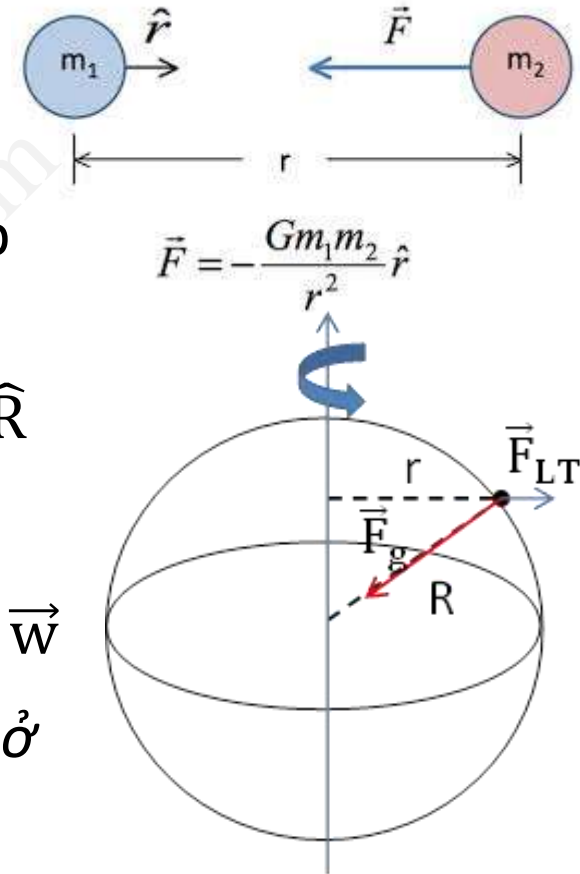
+ **Trọng lượng**  $\vec{w} = m\vec{g}$  của một vật là lực hấp dẫn của trái đất lên vật đó.

- Lực hấp dẫn trái đất lên m:  $\vec{F}_g = -G \frac{Mm}{R^2} \hat{R}$
- Lực ly tâm trên m:  $\vec{F}_{LT} = m\omega_0^2 \hat{r}$
- Trọng lực tác dụng lên m:  $\vec{P} = \vec{F}_g + \vec{F}_{LT} = \vec{w}$

*Trọng lượng và trọng lực sai khác lớn nhất ở xích đạo chỉ khoảng 0,3%.*

Khối lượng của vật không đổi nhưng trọng lượng thay đổi theo gia tốc trọng trường.

+ **Trọng lượng biểu kiến**  $\vec{w}' = m\vec{g}'$  là lực mà vật tác dụng lên giá đỡ hay dây treo nó.



## 4. Một số lực thường gặp

### b) Lực ma sát

- + Ma sát nghỉ (*Static friction*)
- + Ma sát trượt (*Kinetic friction*)
- + Ma sát lăn (*Rolling friction*)
- + Ma sát nhớt (*Fluid friction*)



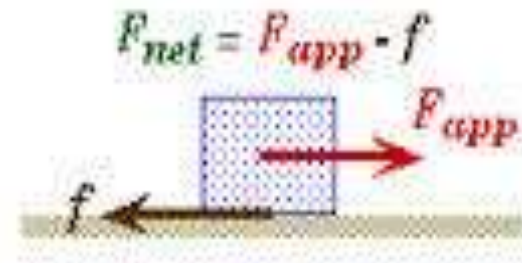
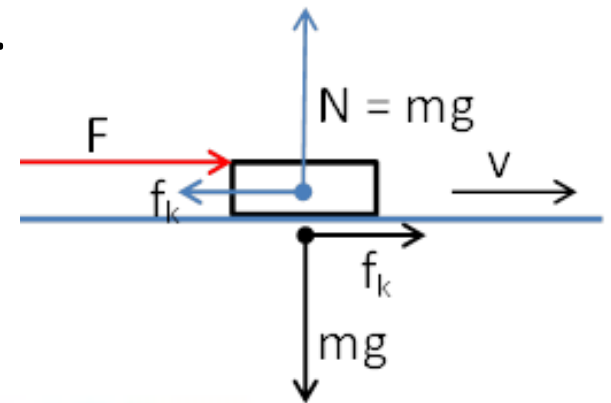
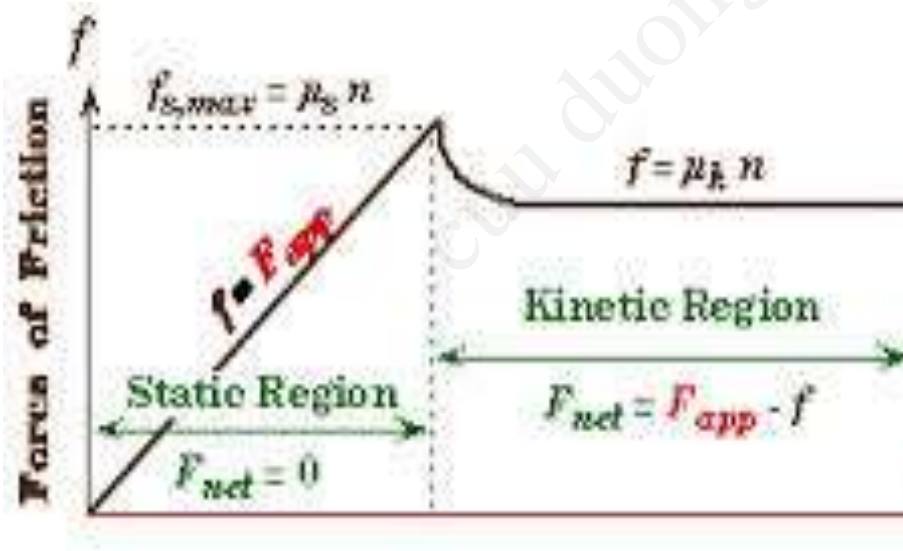
## 4. Một số lực thường gặp

### b) Lực ma sát

Khi 2 vật tiếp xúc, xuất hiện **lực tương tác trên bề mặt mỗi vật** gồm: thành phần  $\perp$  bề mặt tiếp xúc là **lực pháp tuyến  $\vec{N}$**  và thành phần  $//$  bề mặt tiếp xúc là **lực ma sát  $\vec{f}$** . Lực ma sát chống lại khuynh hướng chuyển động trượt giữa 2 vật.

+ **Ma sát nghỉ (Static friction)**  $f_s \leq \mu_s N$

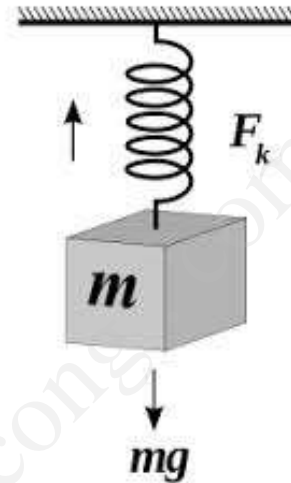
+ **Ma sát trượt (Kinetic friction)**  $f_k = \mu_k N$



## 4. Một số lực thường gặp

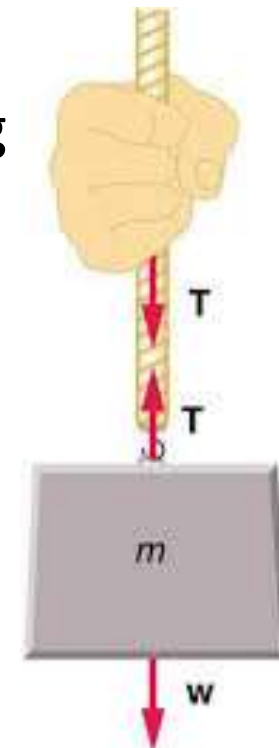
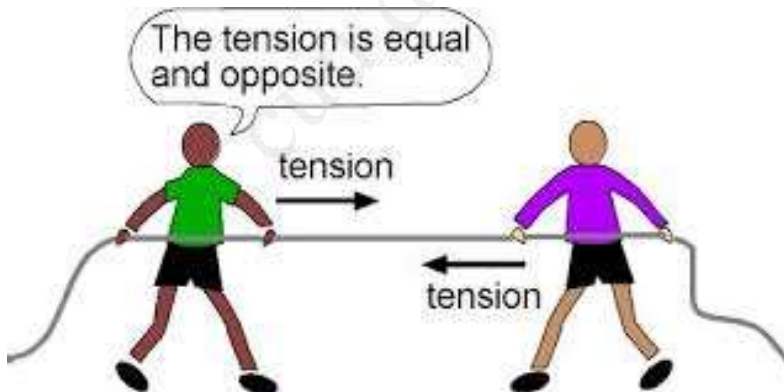
### c) Lực đàn hồi (Elastic force)

$$\vec{f}_k = -k \cdot \Delta \vec{x} : \text{Hooke}$$



### d) Sức căng dây (Tension force)

Mọi điểm trên dây nối có khối lượng không đáng kể, sức căng dây đều bằng nhau.



Free-body diagram:



## 4. Một số lực thường gặp

**e) Lực quán tính (*Inertial force, Pseudo force*)** : bổ sung trong hệ qui chiếu không quán tính (để có thể sử dụng phương trình định luật 2 Newton)

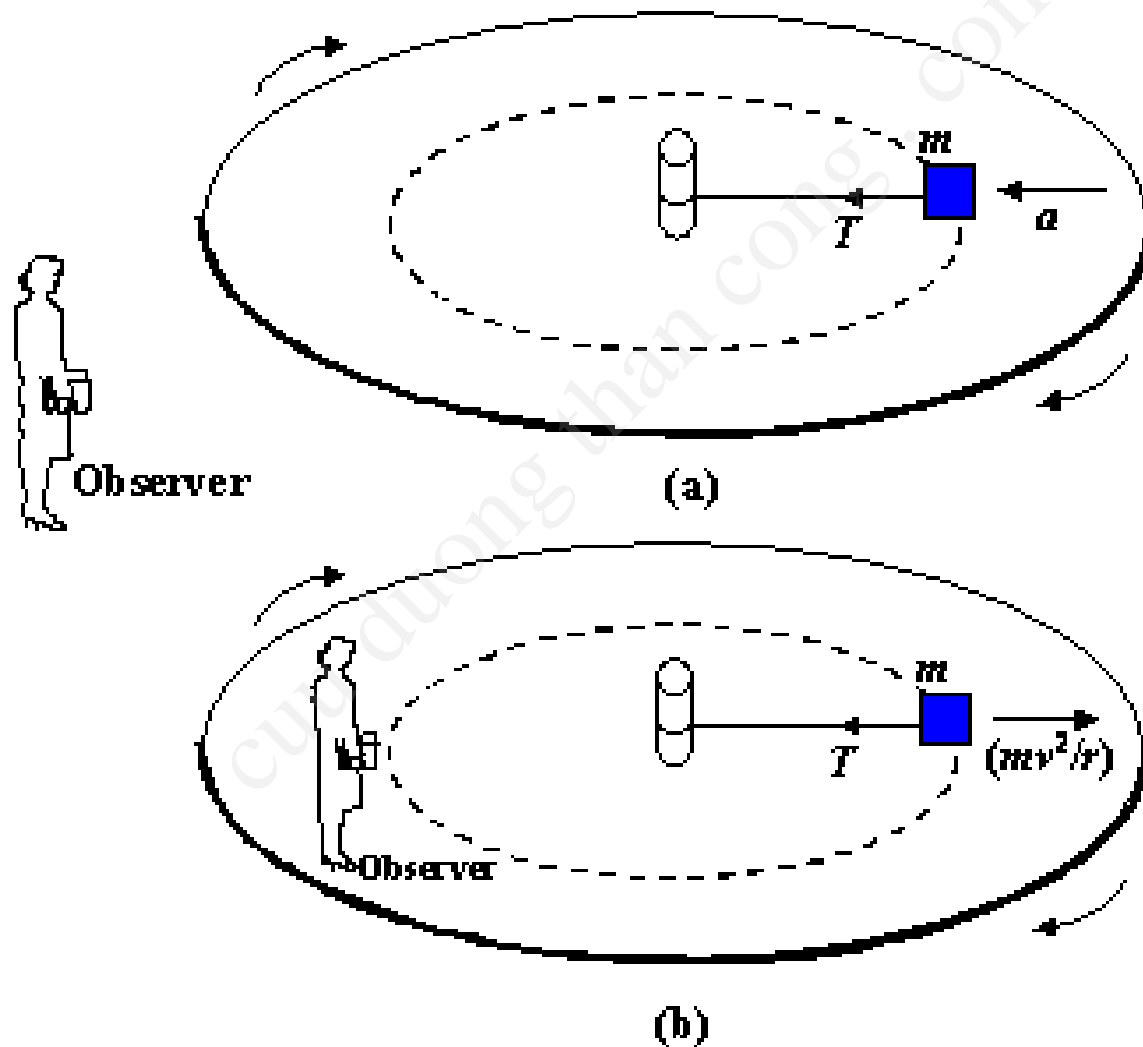
Trong HQC chuyển động gia tốc  $\vec{a}_0$  đối với HQC quán tính:

$$\vec{F} + \vec{f}_{qt} = m\vec{a} \text{ , với } \vec{f}_{qt} = -m\vec{a}_0$$



## 4. Một số lực thường gặp

+ Lực quán tính ly tâm



## 5. Động lượng

+ **Vector động lượng (Linear momentum):**  $\vec{p} = m\vec{v}$

$$\Rightarrow \frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F}$$

- Hệ nhiều chất điểm:  $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots$

- Chất điểm hay hệ chất điểm cô lập (Bảo toàn động lượng):

$$\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{p} = \overline{\text{const}} \Rightarrow \vec{v} = \overline{\text{const}}$$

+ **Xung lực (Impulse of force)**

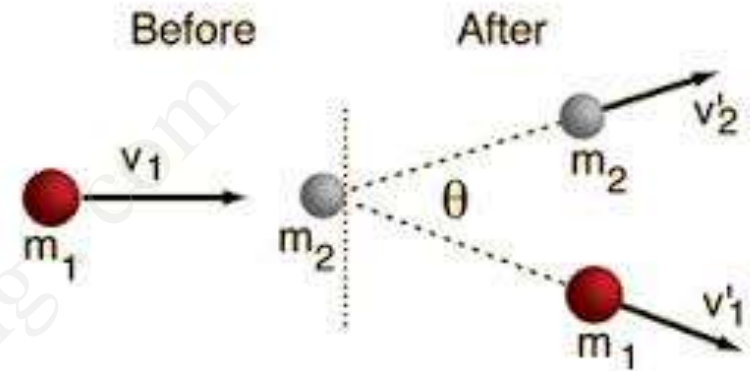
$$\Rightarrow d\vec{p} = \vec{F}.dt \Rightarrow \Delta\vec{p} = \int_0^{\Delta t} \vec{F}.dt$$

- Lực tác động trung bình lên chất điểm:  $\vec{F}_{tb} = \frac{\vec{p}_2 - \vec{p}_1}{t_2 - t_1}$

## 5. Động lượng

### + Va chạm đàn hồi (*Elastic Collisions*)

- Sau va chạm 2 vật không bị biến dạng, nảy ra, mỗi vật một vận tốc.
- Trước và sau va chạm, **bảo toàn động lượng và động năng của hệ 2 vật.**



$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2$$

$$\Rightarrow \vec{v}'_1 = \frac{(m_1 + m_2) \vec{v}_1 + 2m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

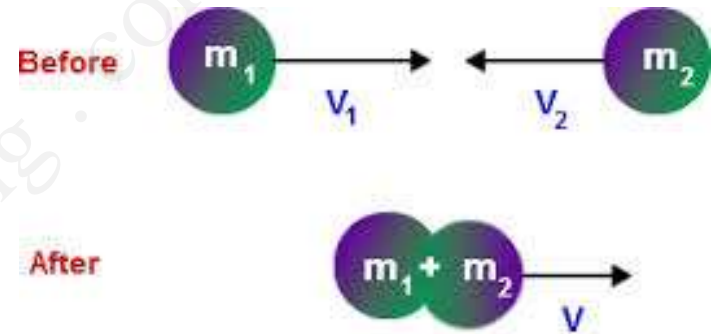
## 5. Động lượng

### + Va chạm không đàn hồi (*Completely Inelastic Collisions*)

- Sau va chạm 2 vật dính nhau và chuyển động cùng vận tốc.

- Trước và sau va chạm, **bảo toàn động lượng**.

- **Không** bảo toàn động năng. Một phần động năng chuyển thành nhiệt năng do vật biến dạng sau va chạm.

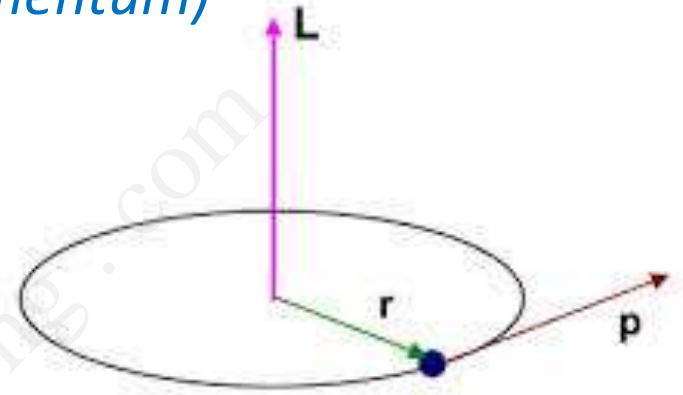


$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

$$\Rightarrow \vec{v} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

## 6. Momen động lượng (*Angular momentum*)

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m\vec{v}$$



$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \left( \frac{d\vec{r}}{dt} \times m\vec{v} \right) + \left( \vec{r} \times m \frac{d\vec{v}}{dt} \right) = (\vec{v} \times m\vec{v}) + (\vec{r} \times m\vec{a})$$

$$\Rightarrow \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{r} \times \vec{F} = \vec{M} \quad : \text{momen lực, torque, moment of force}$$

Nếu  $\vec{M} = 0 \Rightarrow \vec{L} = \overline{\text{const}} = mr^2\vec{\omega} \Rightarrow \vec{\omega} = \overline{\text{const}}$   
(Bảo toàn momen động lượng)