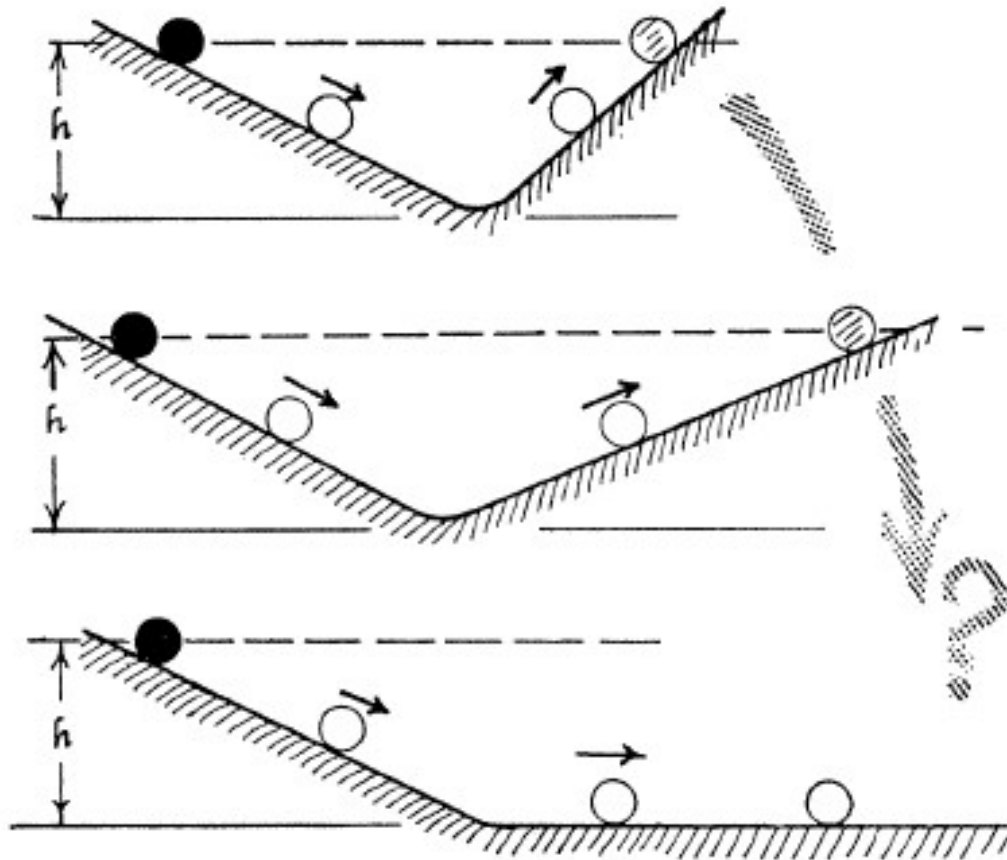

Chương 2.

Động lực học chất điểm

2.1. Các định luật Newton

1. Định luật Niuton thứ nhất



1. Định luật Niuton thứ nhất

a. Phát biểu: “Một vật cô lập nếu đang đứng yên thì sẽ đứng yên mãi, nếu đang chuyển động thì đó là chuyển động thẳng đều.”

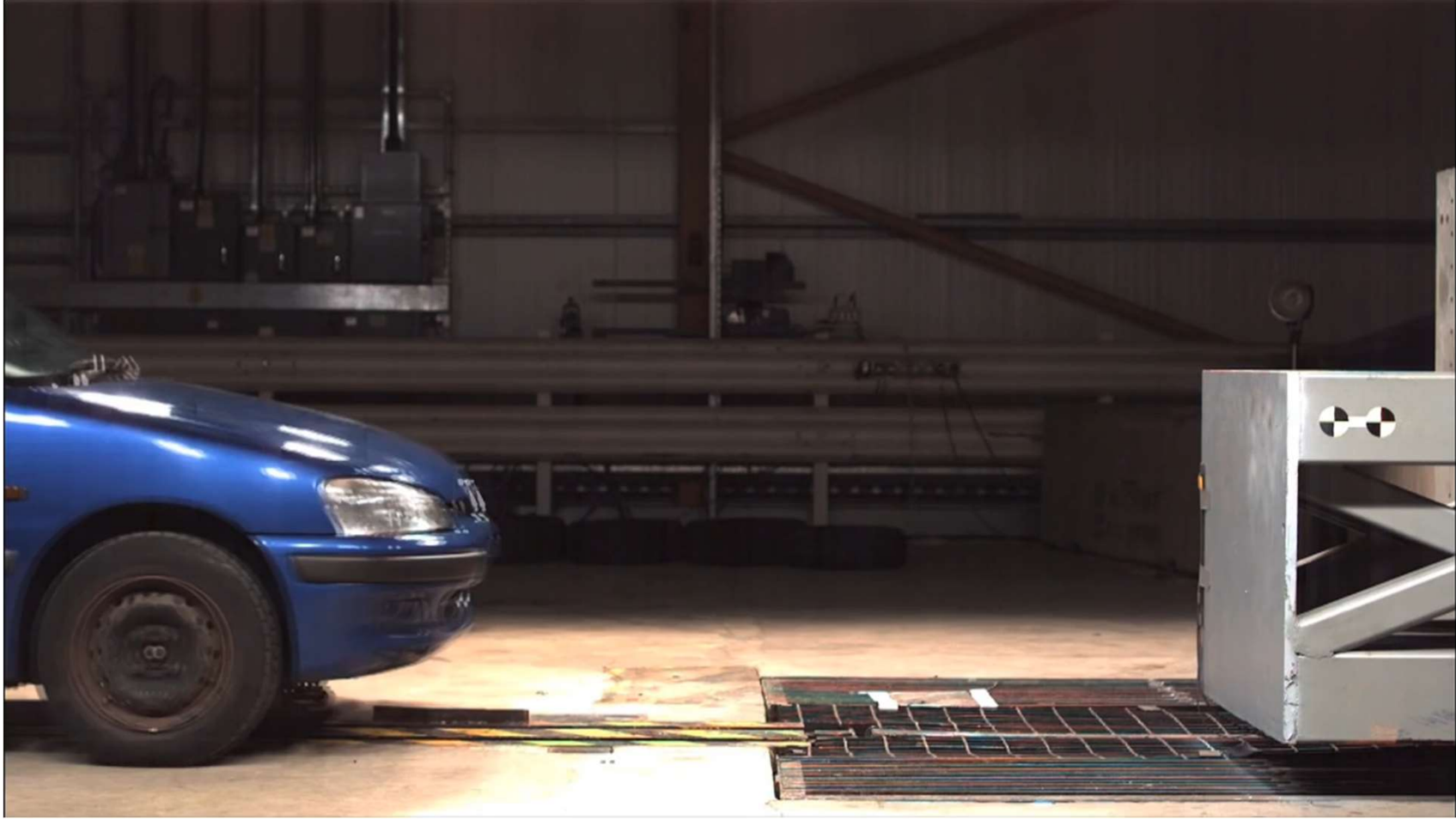
b. Hệ quy chiếu quán tính:

- Định nghĩa: Hệ quy chiếu quán tính là hệ quy chiếu trong không xuất hiện lực quán tính.
 - Ví dụ: Hệ quy chiếu gắn với Trái Đất.
-

1. Định luật Niuton thứ nhất



1. Định luật Niuton thứ nhất



2. Định luật Niuton thứ hai

a. Lực và tương tác

- Định nghĩa: Lực là đại lượng đặc trưng cho tương tác giữa hai vật hoặc giữa vật và môi trường, là nguyên nhân làm thay đổi trạng thái chuyển động của vật (tức là làm vật có gia tốc) hoặc làm vật biến dạng.
- Nguyên lý chồng chất lực: Tác dụng của nhiều lực lên một điểm trên vật giống như tác dụng của một lực bằng tổng các véc tơ lực tác dụng (còn gọi là hợp lực).
- Đơn vị: N
- Trong hệ quy chiếu quán tính: $\vec{a} \sim \vec{F}$

b. Khối lượng và lực

- Khi $\vec{F} = \overrightarrow{const} \rightarrow a \sim \frac{1}{m}$
- Đơn vị: kg

2. Định luật Niuton thứ hai

c. Định luật Niuton thứ hai

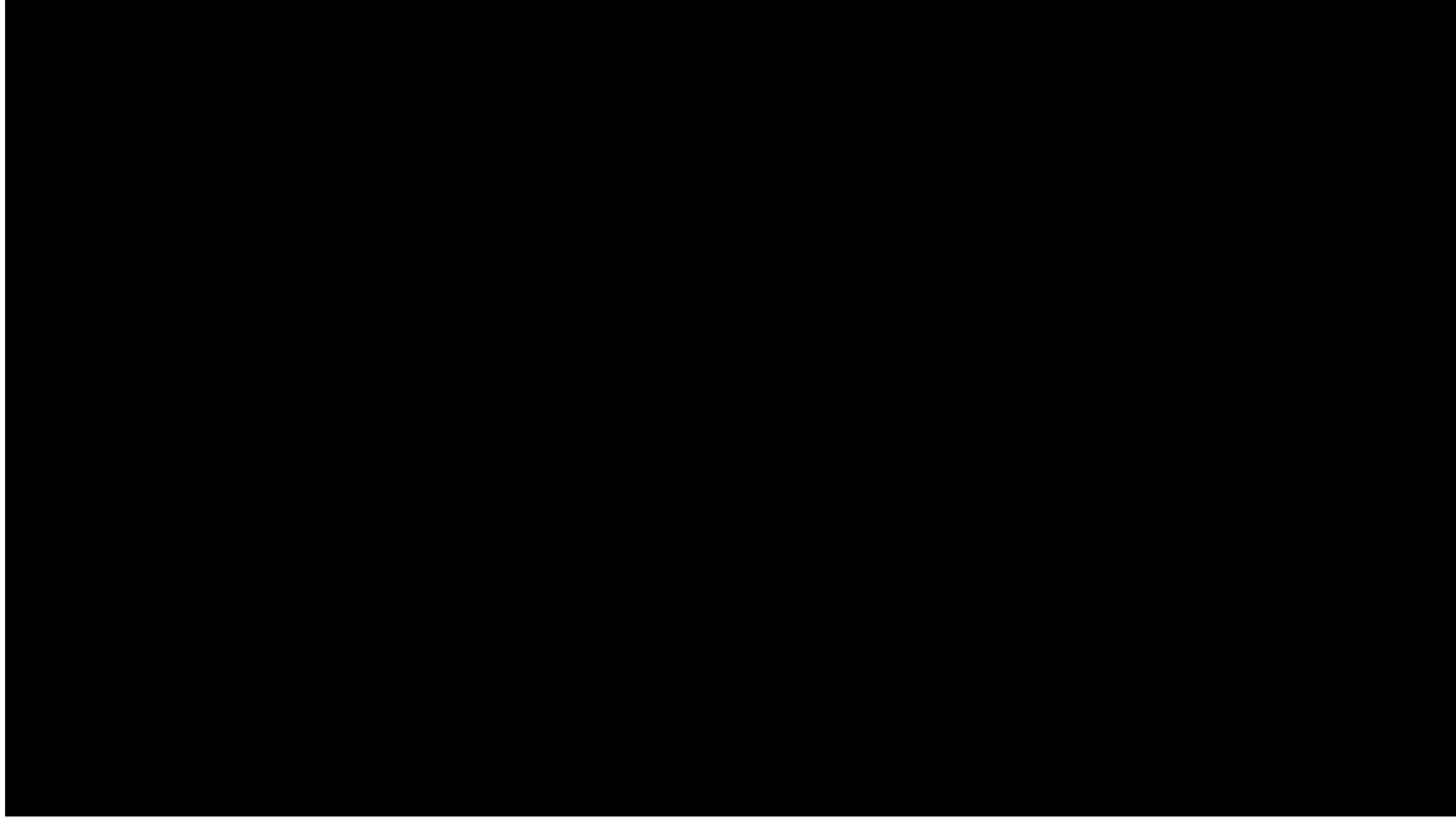
- Phát biểu: “Trong hệ quy chiếu quán tính, véc tơ gia tốc của chất điểm tỷ lệ và cùng hướng với lực tác dụng lên chất điểm và tỷ lệ nghịch với khối lượng của chất điểm đó.”

- Biểu thức:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}_i}{m}$$



2. Định luật Niuton thứ hai



2. Định luật Newton thứ hai

d. Các hệ quả của định luật Newton thứ hai

- Phương trình cơ bản của động lực học chất điểm:

$$m \cdot \vec{a} = \vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

- Nếu $\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0 \rightarrow \vec{a} = 0$
 - Trọng lực: $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$
-

3. Định luật Niuton thứ ba

✓ Phát biểu:

Khi vật A tác dụng lên vật B một lực \vec{F}_{AB} thì vật B cũng tác dụng lên vật A một lực \vec{F}_{BA} cùng phương, ngược chiều và cùng độ lớn với \vec{F}_{AB} .

✓ Biểu thức:
$$\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$$

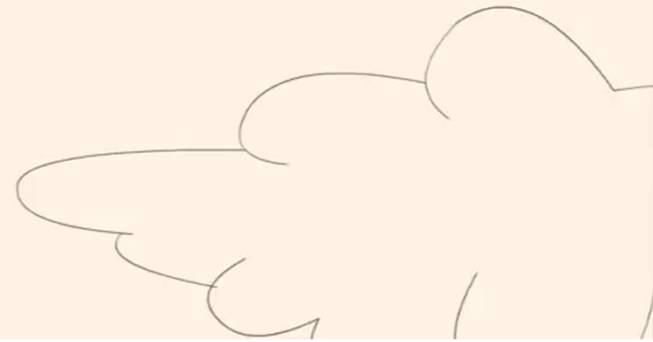
✓ Hệ quả của định luật Niuton thứ ba:

$$\vec{f}_1 + \vec{f}_2 + \dots + \vec{f}_n = \sum_{i=1}^n \vec{f}_i = 0$$

“Tổng các nội lực tương tác trong một hệ vật triệt tiêu.”

3. Định luật Niuton thứ ba

Newton's 3rd Law of Motion
also helps birds to fly.



Bài tập áp dụng

Bài tập 1. Một vật có khối lượng 2kg chuyển động thẳng nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ. Vật đó đi được 200cm trong thời gian 2s. Độ lớn hợp lực tác dụng vào nó là

A. 4N

B. 1N

C. 2N

D. 100N.

Hướng dẫn:

$$s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2.2}{2^2} = 1 \text{ m / s}^2$$

$$F = m.a = 2.1 = 2 \text{ N}$$

Bài tập áp dụng

Bài tập 2. Một xe hơi chạy trên đường cao tốc với vận tốc có độ lớn là 15m/s. Lực hãm có độ lớn 3000N làm xe dừng trong 10s. Khối lượng của xe là

- A. 1500 kg B. 2000kg C. 2500kg D. 3000kg.

Hướng dẫn:

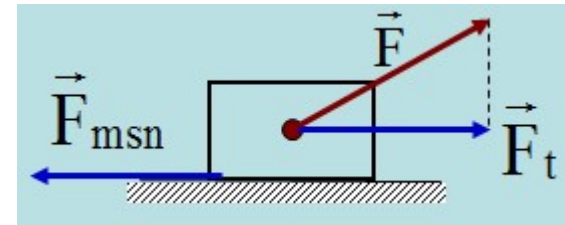
$$v = v_0 + at \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 15}{10} = -1,5 \text{ m / s}^2$$

$$m = \frac{F}{a} = \frac{-3000}{-1,5} = 2000 \text{ kg}$$

2.2. Một số loại lực cơ học

1. Lực ma sát

a. Lực ma sát nghỉ: xuất hiện khi một vật có xu hướng trượt trên bề mặt vật khác.



Ngược chiều với xu hướng chuyển động.

Cân bằng với thành phần tiếp tuyến của ngoại lực và có giá trị giới hạn.

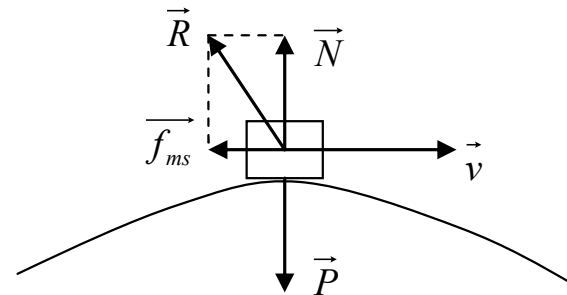
b. Lực ma sát trượt: Xuất hiện khi vật trượt trên mặt vật khác.

- Ngược chiều chuyển động.

- Tỷ lệ với phản lực pháp tuyến : $f_{ms} = k.N$

k: hệ số ma sát trượt, $k < 1$.

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{f}_{ms}$$



c. Lực ma sát lăn: Xuất hiện khi vật lăn trên mặt vật khác.

Ngược chiều chuyển động.

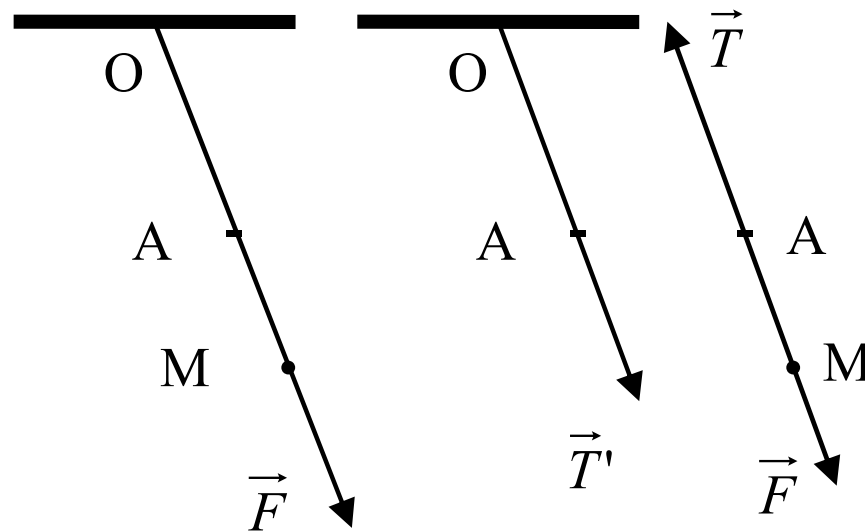
Tỉ lệ với phản lực pháp tuyến: $f_{\text{ms}} = \mu \frac{N}{r}$

μ : hệ số ma sát lăn, r : bán kính của vật lăn.

d. Lực ma sát nhớt: là lực ma sát xuất hiện ở mặt tiếp xúc giữa hai lớp chất lưu chuyển động đối với nhau.

2. Lực căng

Lực căng dây tại một điểm là lực tương tác giữa hai nhánh dây ở hai bên điểm đó.



2.3. Các định lý về động lượng và xung lượng.

1. Định lý thứ nhất

Biểu thức:
$$\frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F}$$

Phát biểu: Đạo hàm theo thời gian của véc tơ động lượng của chất điểm có giá trị bằng tổng hợp các ngoại lực tác dụng lên chất điểm đó.

2. Định lý thứ hai

Biểu thức:

$$\Delta \vec{K} = \vec{K}_2 - \vec{K}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} . dt$$

Phát biểu: Độ biến thiên vec tơ động lượng của chất điểm chuyển động có giá trị bằng vec tơ xung lượng của lực tác dụng lên chất điểm trong cùng khoảng thời gian tương ứng.

Trường hợp đặc biệt: $\vec{F} = \text{const}$

$$\Delta \vec{K} = \vec{F} . \Delta t \quad \text{hay} \quad \frac{\Delta \vec{K}}{\Delta t} = \vec{F}$$

Ý nghĩa của động lượng và xung lượng

+ Ý nghĩa của động lượng:

Động lượng đặc trưng cho chuyển động về mặt động lực học.

Động lượng đặc trưng cho khả năng truyền chuyển động trong va chạm.

+ Ý nghĩa của xung lượng: Xung lượng của lực trong khoảng thời gian Δt đặc trưng cho kết quả tác dụng của lực trong khoảng thời gian đó

2.4. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

1. Định luật bảo toàn động lượng

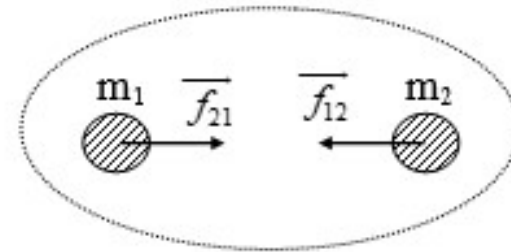
a. Hệ chất điểm cô lập

- ✓ Hệ gồm hai chất điểm cô lập:

$$\text{Ta có } \frac{d\vec{K}_1}{dt} = \vec{f}_{21} \quad \text{và} \quad \frac{d\vec{K}_2}{dt} = \vec{f}_{12}$$

$$\text{Suy ra } \frac{d\vec{K}_1}{dt} + \frac{d\vec{K}_2}{dt} = \vec{f}_{21} + \vec{f}_{12} \quad \text{mà } \vec{f}_{21} = -\vec{f}_{12}$$

$$\Rightarrow \frac{d(\vec{K}_1 + \vec{K}_2)}{dt} = \frac{d\vec{K}_1}{dt} + \frac{d\vec{K}_2}{dt} = 0 \quad \Rightarrow \vec{K}_1 + \vec{K}_2 = \overrightarrow{const}$$



- ✓ Trường hợp hệ gồm n chất điểm thì:

$$\vec{K} = \sum_{i=1}^n \vec{K}_i = \vec{K}_1 + \vec{K}_2 + \dots + \vec{K}_n = \overrightarrow{const}$$

-Phát biểu: “Tổng động lượng của một hệ chất điểm cô lập được bảo toàn.”

1. Định luật bảo toàn động lượng

b. Hệ không cô lập

- Nếu hệ không cô lập nhưng tổng các ngoại lực tác dụng lên hệ vật triệt tiêu $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ thì tổng động lượng của hệ chất điểm không cô lập cũng được bảo toàn:

$$\sum_{i=1}^n \vec{K}_i = \vec{K}_1 + \vec{K}_2 + \dots + \vec{K}_n = \overline{const}$$

- Nếu hình chiếu trên phương x nào đó của tổng các ngoại lực tác dụng lên hệ vật bị triệt tiêu $\sum_{i=1}^n F_{ix} = F_x = 0$ thì hình chiếu trên phương x của tổng động lượng của hệ vật không cô lập cũng được bảo toàn:

$$\sum_{i=1}^n K_{ix} = K_{1x} + K_{2x} + \dots + K_{nx} = const$$

2. Ứng dụng định luật bảo toàn động lượng



2. Ứng dụng định luật bảo toàn động lượng

a. Giải thích hiện tượng súng giật khi bắn

Hệ vật: súng (M) + đạn (m):

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0 \rightarrow \left(\sum_{i=1}^n \vec{K}'_i \right)_{\text{saukhiban}} = \left(\sum_{i=1}^n \vec{K}_i \right)_{\text{truockhiban}}$$

$$M \cdot \vec{V} + m \cdot \vec{v} = 0$$

$$\vec{V} = -\frac{m}{M} \vec{v}$$

2. Ứng dụng định luật bảo toàn động lượng

b. Nguyên tắc của chuyển động phản lực

- Nguyên tắc: “Muốn cho một phần của hệ vật chuyển động theo một hướng nào đó thì phần còn lại của hệ vật phải chuyển động ngược với hướng này”.
- Xét chuyển động phản lực của một tên lửa bay theo phương ngang:

$$dv = -u \cdot \frac{dM}{M}$$

2. Ứng dụng định luật bảo toàn động lượng



2. Ứng dụng định luật bảo toàn động lượng



Bài tập

Bài tập 1. Một khẩu pháo có khối lượng 500 kg bắn theo phương ngang. Viên đạn có khối lượng 5 kg và có vận tốc đầu nòng là 400 m/s. Hãy xác định vận tốc khẩu pháo ngay sau khi bắn.

Hướng dẫn:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng: $M\vec{V} + m\vec{v} = 0$

Chọn trục Ox theo chiều chuyển động của viên đạn.

$$-MV + mv = 0$$

$$\Rightarrow V = \frac{mv}{M} = \frac{5 \cdot 400}{500} = 4 \text{ m/s}$$

Bài tập

Bài tập 2. Viên bi A có khối lượng 300g chuyển động trên mặt phẳng ngang với vận tốc 5 m/s đến va chạm vào viên bi B có khối lượng 100g đang chuyển động với vận tốc 2 m/s cùng chiều với viên bi A. Cho biết va chạm của hai viên bi là va chạm mềm và các vector vận tốc cùng phương, ma sát không đáng kể. Vận tốc của hai viên bi sau va chạm là

A. 3,25 m/s B. 2,5 m/s. C. 4,25 m/s. D. 8,5 m/s.

Hướng dẫn:

Động lượng bảo toàn: $(m_1 + m_2) \vec{V} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$

Chiếu lên phương chuyển động của hai viên bi ta có:

$$(m_1 + m_2) V = m_1 v_1 + m_2 v_2$$
$$\Rightarrow V = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 4,25 \text{ m / s}$$

2.5. Trường hấp dẫn

1. Định luật Niuton về lực hấp dẫn vũ trụ

Hai chất điểm khối lượng m và m' đặt cách nhau một khoảng r sẽ hút nhau bằng những lực có phương là đường thẳng nối hai chất điểm đó và ngược chiều nhau, có độ lớn tỷ lệ thuận với tích khối lượng của hai chất điểm và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa hai chất điểm.

$$F = F' = G \frac{m.m'}{r^2}$$

- $G=6,67.10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2 \approx (1/15) 10^{-9} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$
- Công thức trên chỉ áp dụng trong trường hợp chất điểm. Muốn tìm lực hấp dẫn vũ trụ giữa các vật có kích thước lớn, ta phải dùng phương pháp tích phân.
- * Công thức trên cũng áp dụng đối trong trường hợp hai quả cầu đồng chất, khi đó khoảng cách r là khoảng cách giữa tâm của hai quả cầu đó.

2. Trường hấp dẫn.

Là môi trường vật chất đặc biệt tồn tại xung quanh vật có khối lượng.

Trường lực hấp dẫn đóng vai trò truyền lực hấp dẫn từ vật này đến vật khác.

3. Ứng dụng định luật về lực hấp dẫn vũ trụ.

Sự thay đổi của gia tốc trọng trường theo độ cao

- ở mặt đất:

$$g_o = G \frac{M}{R^2}$$

- ở độ cao h :

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

- Ta chỉ xét ở độ cao $h \ll R$ do đó $(h/R) \ll 1$, và ta có thể viết gần đúng:

$$g = g_o \left(1 - 2 \cdot \frac{h}{R} \right)$$

■ *Tính khối lượng của các thiên thể*

- Tính khối lượng trái đất:

$$M = \frac{g \cdot R^2}{G} \qquad M = \frac{9,8 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2}{6,67 \cdot 10^{11}} \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

- Tính khối lượng mặt trời:

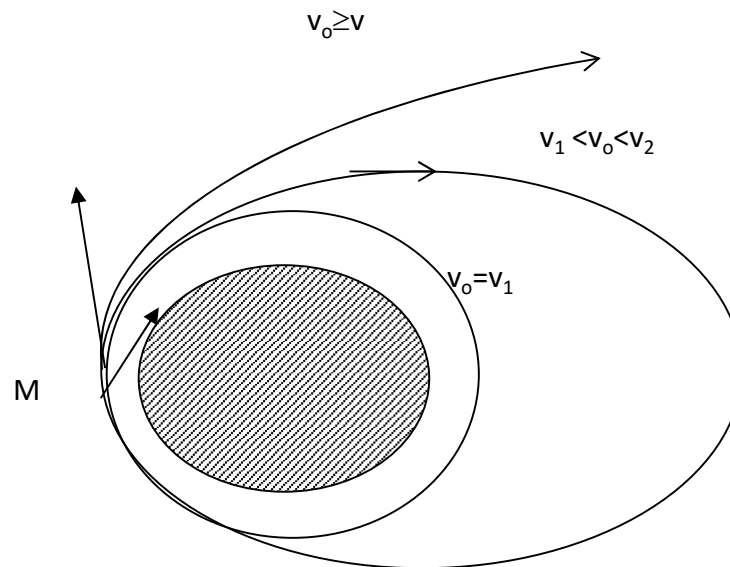
Lực hấp dẫn giữa mặt trời và Trái đất: $F = G \frac{M \cdot M'}{R^2}$

Lực hấp dẫn đóng vai trò lực hướng tâm: $F = M \frac{v^2}{R'}$

Coi Trái đất chuyển động tròn quanh Mặt Trời: $v = \frac{2\pi R'}{T}$

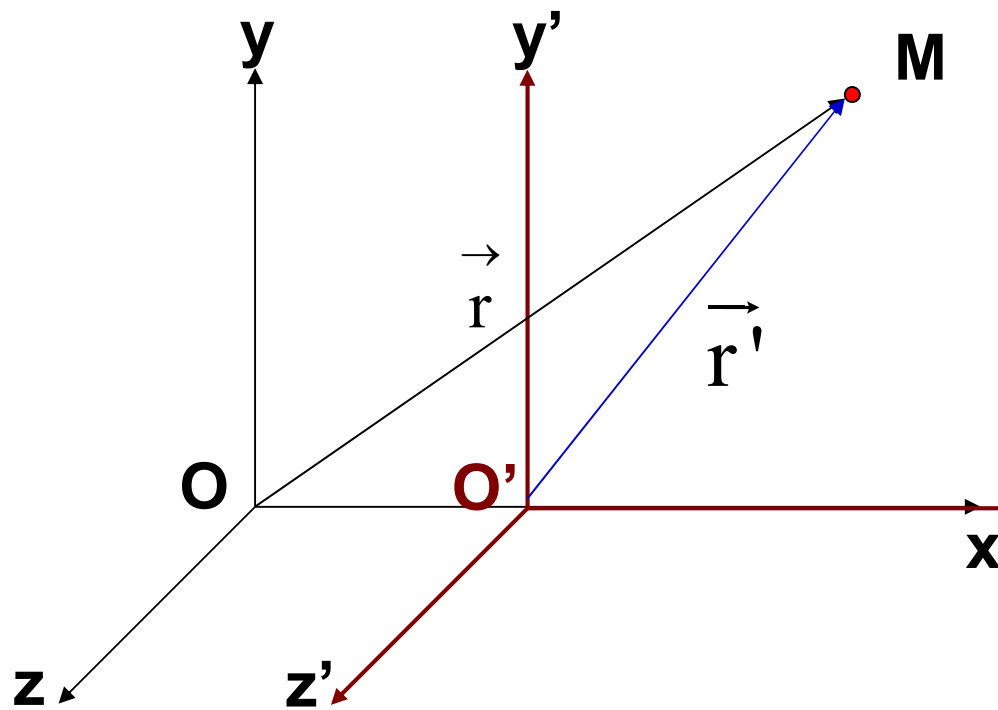
Vậy ta có: $M' = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{R'^3}{G}$

- Tính các vận tốc vũ trụ:



2.6. Phép biến đổi Galileo

1. Phép biến đổi Galilée:



$$\vec{OM} = \vec{OO'} + \vec{O'M}$$

$$\vec{r} = \vec{OO'} + \vec{r}'$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x' + Vt \\ y = y' \\ z = z' \\ t = t' \end{array} \right.$$

- **Hệ quả:**

- Khoảng thời gian diễn biến của một quá trình có tính chất tuyệt đối, không phụ thuộc hệ quy chiếu.
 - Khoảng cách giữa hai điểm trong không gian có tính chất tuyệt đối, không phụ thuộc hệ quy chiếu.
-

2. Nguyên lý tương đối Galiléo

Các hiện tượng và các quá trình cơ học trong các hệ quy chiếu quán tính khác nhau đều xảy ra giống nhau.

2.7. Hệ quy chiếu không quán tính và lực quán tính.

1. Hệ quy chiếu không quán tính

Là hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc đối với hệ quy chiếu quán tính.

2. Lực quán tính

Công thức vận tốc, gia tốc:

$$\begin{cases} \vec{v} = \vec{v}' + \vec{V} \\ \vec{a} = \vec{a}' + \vec{A} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \vec{a}' = \vec{a} - \vec{A} &\Rightarrow m \vec{a}' = \vec{F} + \vec{F}_{qt} \\ \Rightarrow \vec{F}_{qt} &= -m \vec{A} \end{aligned}$$

3. Lực quán tính ly tâm

$$\vec{F}_{qtl} = -m\vec{A}_{ht}$$

- Chỉ xuất hiện trong hệ quy chiếu chuyển động quay so với hệ quy chiếu quán tính.

- Phương, chiều:

$$\vec{F}_{qtl} \uparrow \downarrow \vec{A}_{ht}$$

- Độ lớn:

$$F_{qtl} = mA_{ht} = m\frac{v^2}{R} = m\omega^2 R$$

