

# BÀI GIẢNG VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG

## Chương 1

### CƠ HỌC CHẤT ĐIỂM

### ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

# **ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM**

## **NỘI DUNG:**

**1.2.1. Các định luật Newton**

**1.2.2. Định luật bảo toàn động lượng**

**1.3. Nguyên lý tương đối Galile**

**1.3.1. Nguyên lý tương đối**

**1.3.2. Định luật II Newton viết trong hệ quy chiếu không quán tính**

## 1.2.1- CÁC ĐỊNH LUẬT NEWTON

### Định luật 1 Newton :

Một vật không chịu tác dụng của lực nào hoặc chịu tác dụng của các lực có hợp lực bằng không thì sẽ chuyển động với vận tốc không đổi (có thể bằng không) và gia tốc bằng không

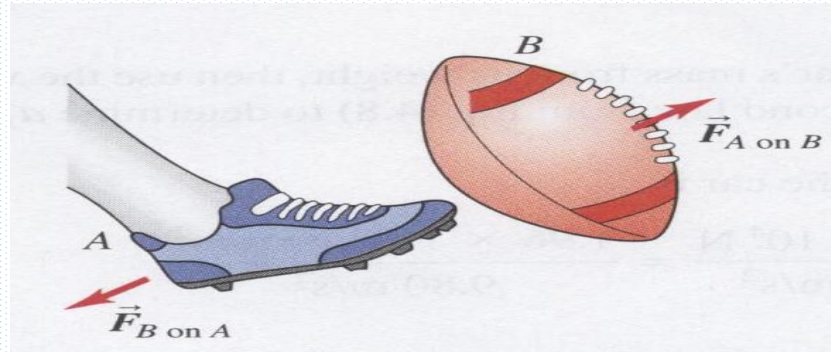
### Định luật 2 Newton :

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

Xét chất điểm ở trạng thái không cân bằng (chịu lực tác dụng từ bên ngoài). Gia tốc mà chất điểm thu được tỷ lệ thuận với **tổng ngoại lực** tác dụng và tỷ lệ nghịch với khối lượng của chất điểm.

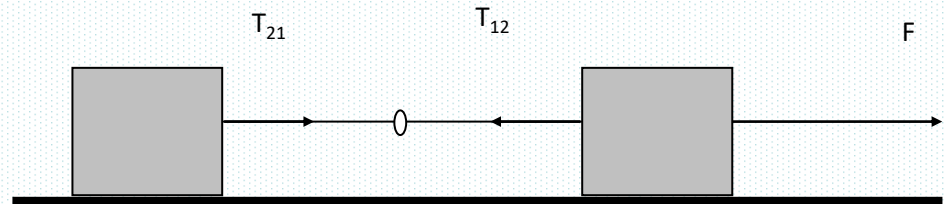
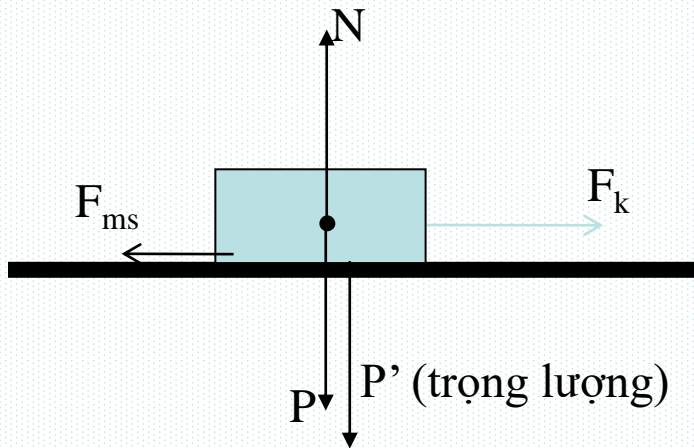
## Định luật 3 Newton

Nếu vật A tác dụng một lực lên vật B ( “lực tác dụng” ) thì vật B cũng tác dụng một lực lên vật A ( “phản lực” ). Hai lực đó có cùng độ lớn nhưng ngược hướng. Hai lực đó tác dụng lên các vật *khác nhau*



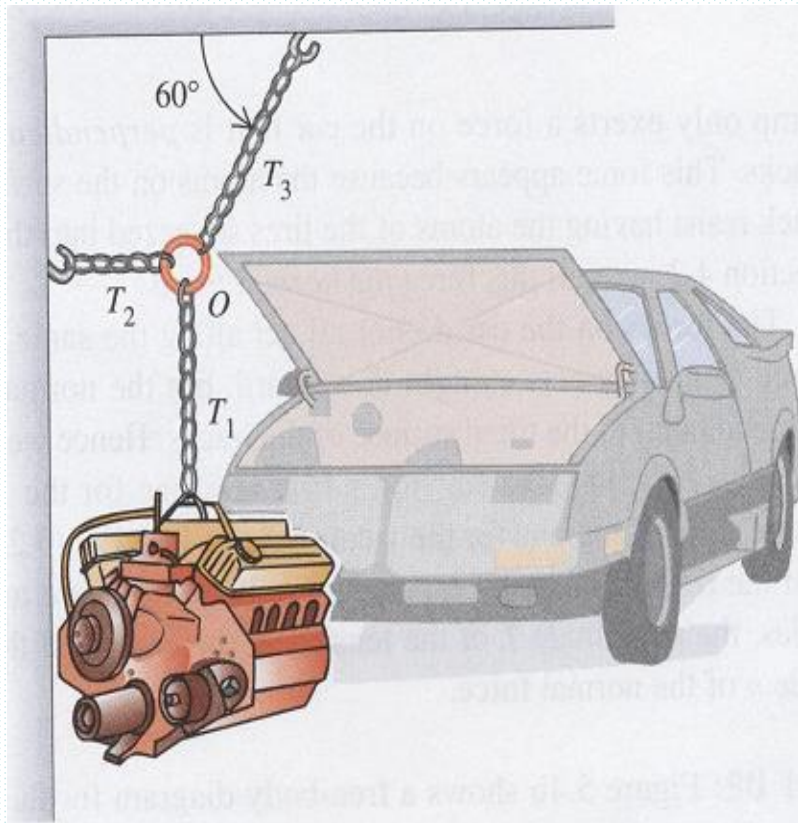
# Nhắc lại một số lực hay dùng trong phân tích lực của chương

1. **Trọng lực**
2. **Trọng lượng:** Lực vật tác dụng lên giá đỡ hay dây treo
3. **Lực căng dây**



**4. Lực ma sát trượt:** Phương trùng với tiếp tuyến với mặt giá đỡ tại điểm tiếp xúc, chiều cản trở chuyển động tương đối của vật. Nếu vận tốc của vật không quá lớn thì lực ma sát trượt có độ lớn tỷ lệ với phản lực pháp tuyến  $N$  và hệ số ma sát.

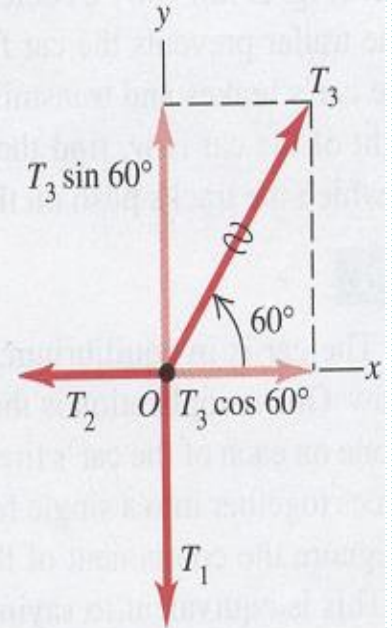
# Hình chiếu lực



(a)



(b)



(c)

**Ý nghĩa vật lý:** Hình chiếu lực cho ta biết ảnh hưởng của một lực lên một phương nào đó, các phương vuông góc nhau thì độc lập với nhau.

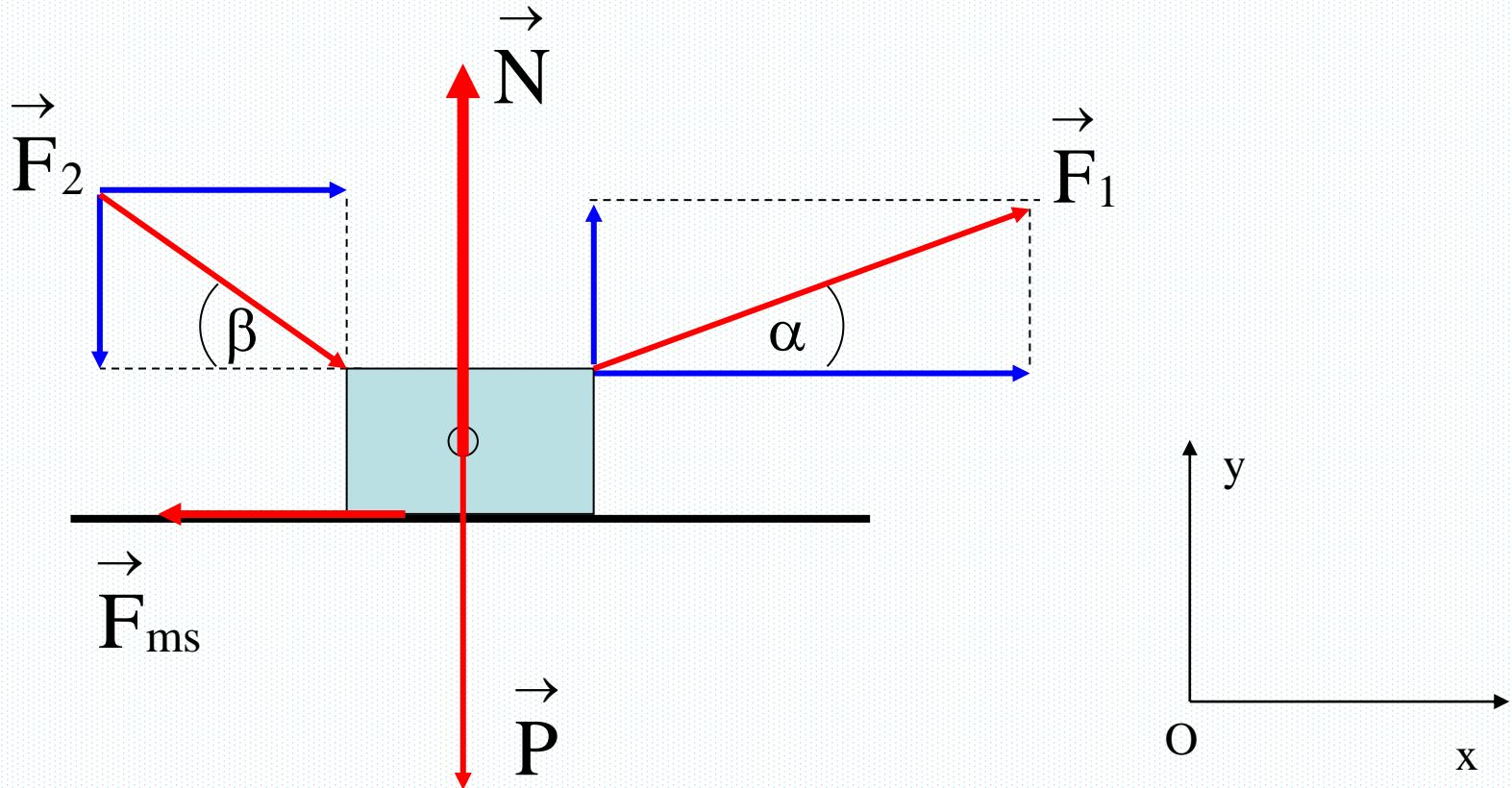
# Các bước giải một bài toán động lực học chất điểm

1. Chọn hệ trục tọa độ
2. Phân tích các lực tác dụng lên vật
3. Viết phương trình định luật 2 Newton cho vật về trái là tổng hợp tất cả các lực (dưới dạng véc tơ) tác dụng lên vật, về phải là tích khối lượng vật và véc tơ gia tốc
4. Chiếu phương trình định luật 2 đó lên các trục tọa độ để đưa các véc tơ lực về giá trị đại số để giải.



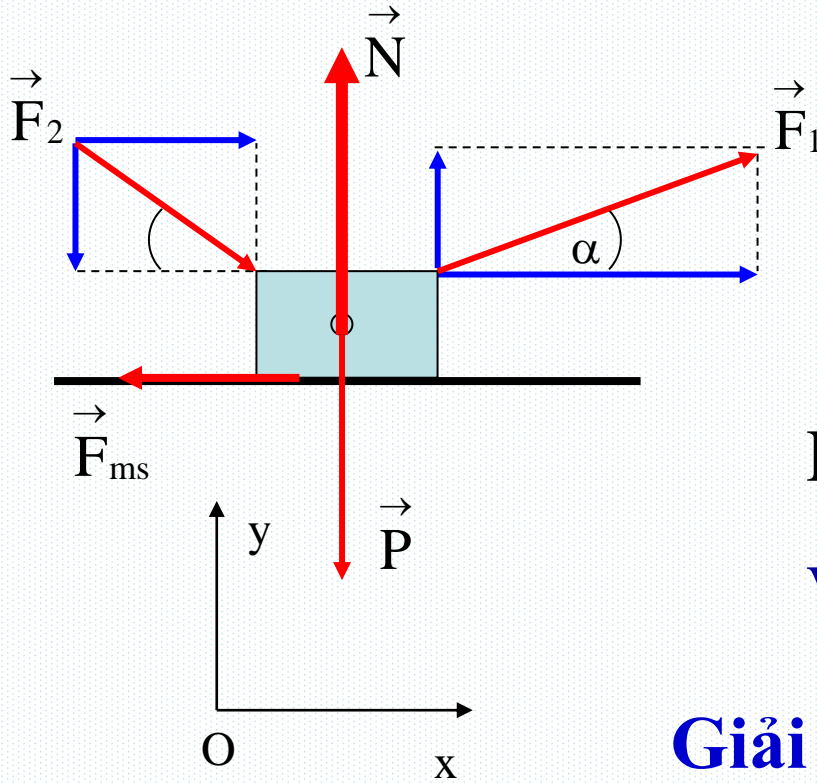
## VÍ DỤ 1:

Vật khối lượng  $m$ , chuyển động dưới tác dụng của lực đẩy  $\vec{F}_2$  và lực kéo  $\vec{F}_1$  như hình vẽ. Tính gia tốc của vật, biết hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt đường là  $\mu$ .



**Giải:**

**Phương trình ĐLH:**  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} = m \vec{a}$  (1)



**Chiếu (1) lên Ox:**

$$F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \beta - F_{ms} = ma \quad (2)$$

**Chiếu (1) lên Oy:**

$$F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \beta - P + N = 0 \quad (3)$$

**Vật trượt, nên  $F_{ms} = \mu N$**  (4)

**Giải hệ pt (2), (3) và (4), ta được:**

$$a = \frac{F_1 (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) + F_2 (\cos \beta - \mu \sin \beta) - \mu mg}{m}$$

# Đáp số:

$$a = \frac{F_1(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) + F_2(\cos \beta - \mu \sin \beta) - \mu mg}{m}$$

$F_2 = 0$

$$a = \frac{F_1(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg}{m}$$

$F_1 = 0$

$$a = \frac{F_2(\cos \beta - \mu \sin \beta) - \mu mg}{m}$$

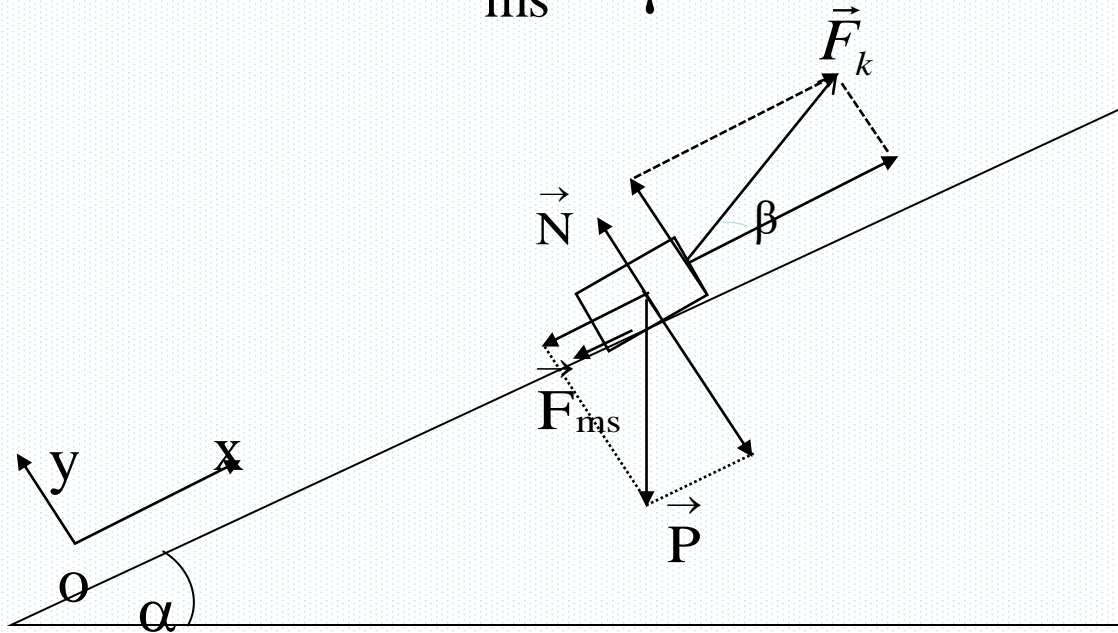
**Ví dụ 2: Xét vật chuyển động lên mặt phẳng nghiêng có lực kéo  $F_k$  tạo với phương nghiêng góc  $\beta$ . Xác định lực ma sát tác dụng lên vật?**

$$\vec{F}_k + \vec{P} + \vec{F}_{ms} + \vec{N} = m.\vec{a}$$

Theo phương OX:  $F_k \cos \beta - P \sin \alpha - F_{ms} = ma$

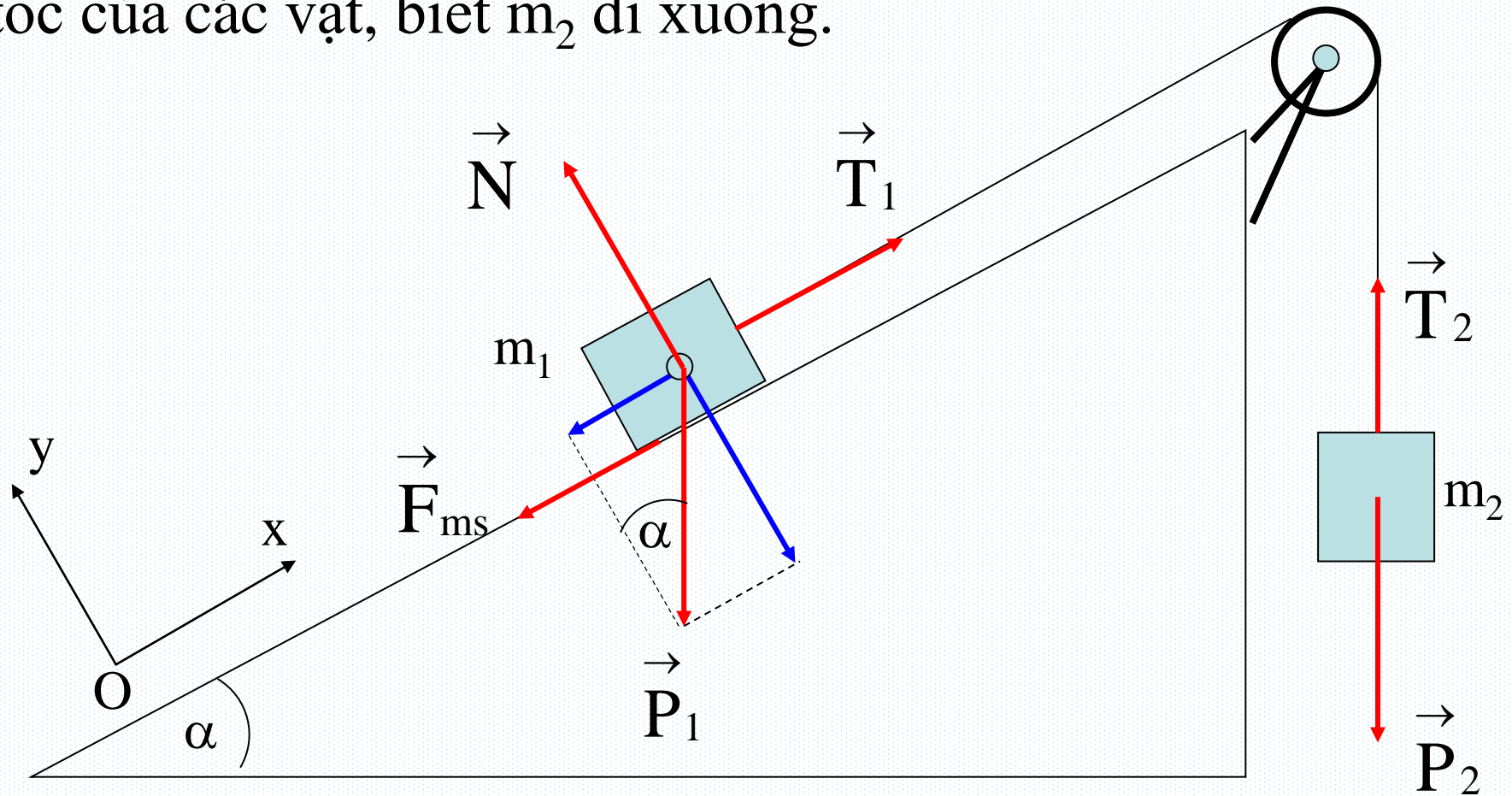
Theo phương OY:  $N + F_k \sin \beta - P \cos \alpha = 0$

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



### Ví dụ 3:

Cho cơ hệ như hình vẽ. Bỏ qua ma sát ở trục ròng rọc, khối lượng dây và ròng rọc. Dây không giãn, không trượt trên ròng rọc. Hệ số ma sát giữa  $m_1$  và mặt nghiêng là  $\mu$ . Tính gia tốc của các vật, biết  $m_2$  đi xuống.



## Biện luận theo đáp số

$$a = g \frac{m_2 - m_1 (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha)}{m_1 + m_2}$$

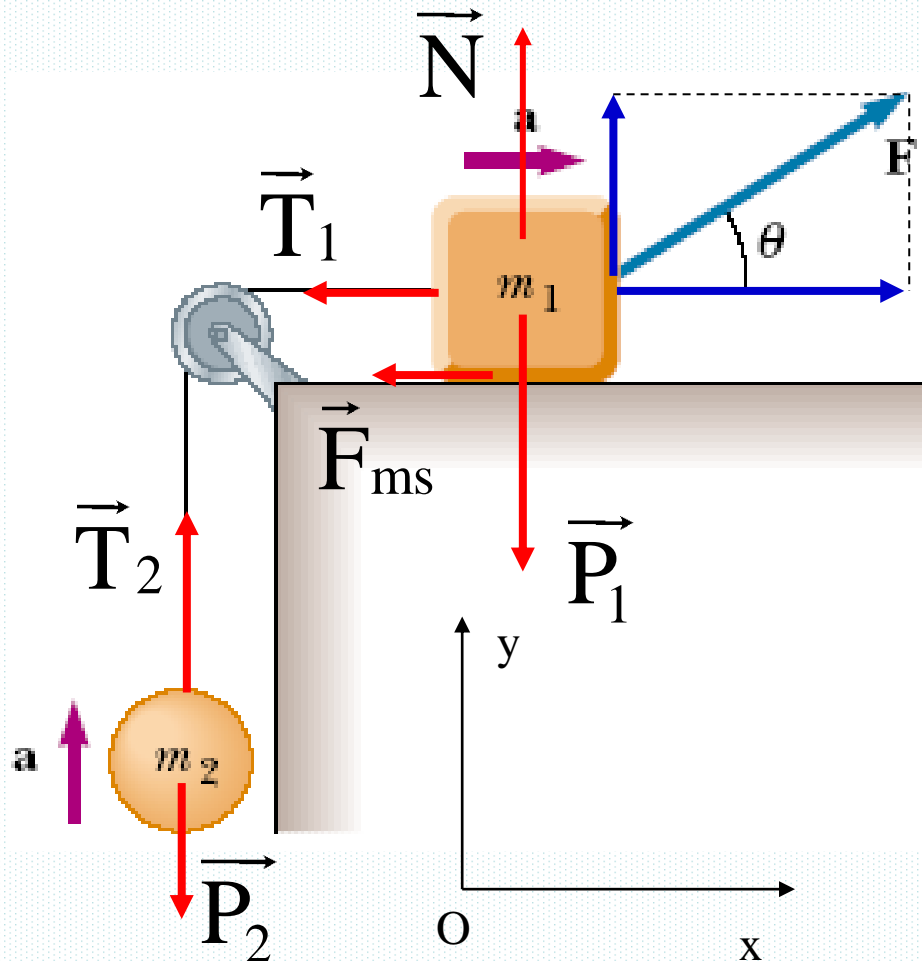
• Điều kiện  
để vật  $m_2$   
không đi  
xuống?

Nếu  
không có  
ma sát thì  
 $a = ?$

Nếu  $\alpha = 0$   
thì  $a = ?$

## Ví dụ 4:

Cho cơ hệ như hình vẽ.  $m_1 = 3\text{kg}$ ,  $m_2 = 2\text{kg}$ ,  $\theta = 30^\circ$ , hệ số ma sát giữa  $m_1$  với mặt bàn là  $\mu = 0,2$ . Tính lực kéo  $F$  để  $m_2$  đi lên với gia tốc  $a = 0,5 \text{ m/s}^2$ ? Giả sử không có lực kéo  $F$  thì  $m_2$  đi xuống với gia tốc  $a' =$  bao nhiêu?



Gợi ý

$$F = \frac{(m_1 + m_2)a + (\mu m_1 + m_2)g}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$$

$$a' = g \frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2}$$

## Ví dụ 5:

a. Vật  $m = 4\text{kg}$  đặt trên mặt phẳng nghiêng góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương ngang thì nó trượt xuống dưới với gia tốc  $2\text{m/s}^2$ . Tính lực ma sát và hệ số ma sát.

b. Muốn vật trượt lên trên dốc nghiêng với gia tốc  $2\text{m/s}^2$ , phải tác dụng lực  $F = ?$  theo phương nghiêng góc  $\alpha = 30^\circ$  so với mpn?

**Giải**

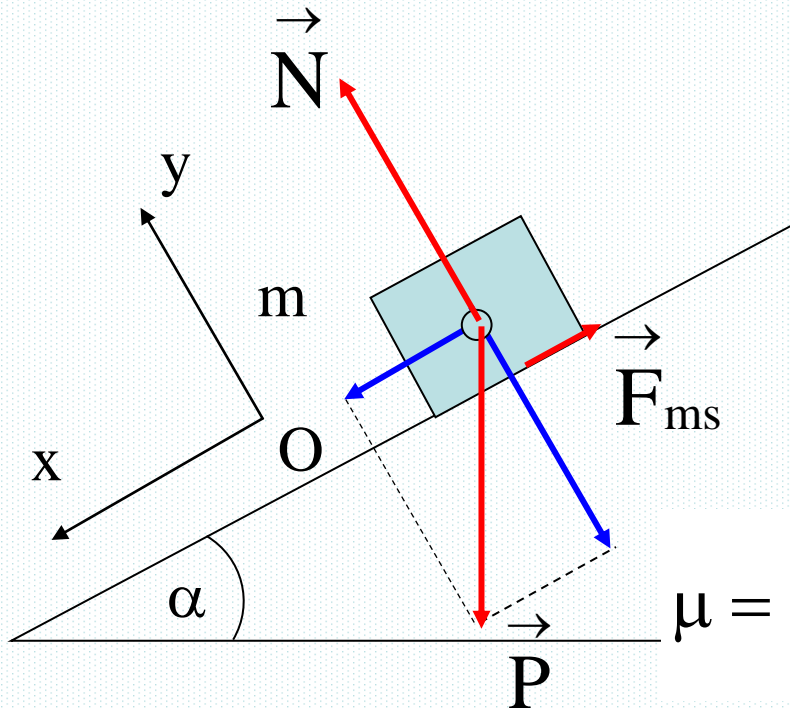
**Lực ma sát:**

$$\text{Ta có: } P \sin \alpha - F_{\text{ms}} = ma$$

$$\Rightarrow F_{\text{ms}} = P \sin \alpha - ma = 12\text{N}$$

**Hệ số ma sát:**

$$\mu = \frac{F_{\text{ms}}}{N} = \frac{F_{\text{ms}}}{P \cos \alpha} = \frac{12}{40 \cdot \sqrt{3} / 2} = \frac{\sqrt{3}}{5} = 0,346$$



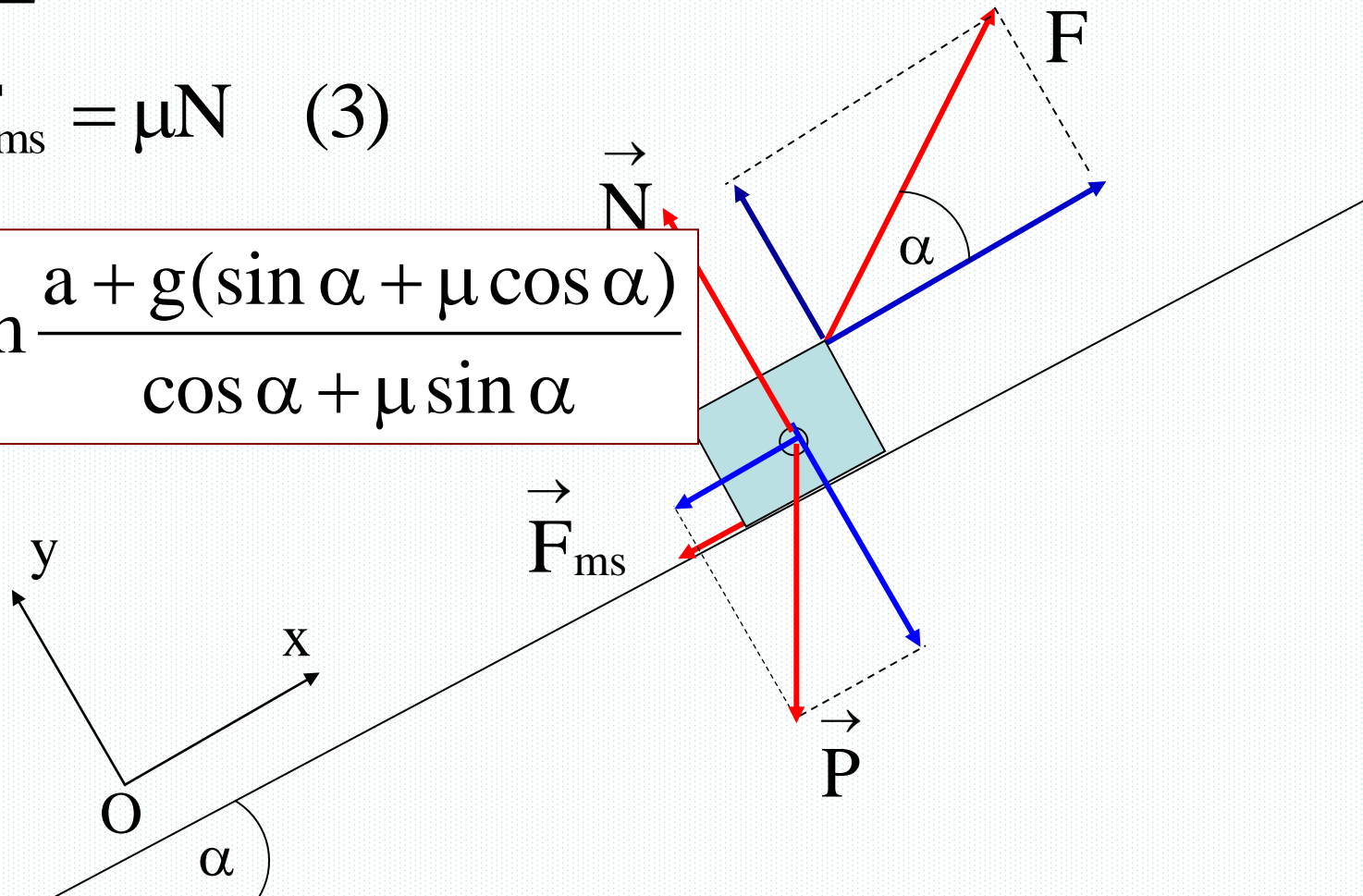


$$\sum F_x = F \cos \alpha - P \sin \alpha - F_{ms} = ma_x = ma \quad (1)$$

$$\sum F_y = N + F \sin \alpha - P \cos \alpha = ma_y \stackrel{\vec{F}}{=} 0 \quad (2)$$

$$F_{ms} = \mu N \quad (3)$$

$$F = m \frac{a + g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$



## 1.2.2- ĐỘNG LƯỢNG:

### Biểu thức:

Động lượng của một vật  $\vec{p} = m.\vec{v}$

Nếu hệ gồm n vật thì động lượng của hệ vật

$$\vec{p}_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n m_i . \vec{v}_i$$

Động lượng đặc trưng cho khả năng truyền chuyển động của vật này cho vật khác.

### Biến đổi từ phương trình định luật 2 Newton:

$$\vec{F} = m.\vec{a} = m.\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = m\frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{\vec{p}_2 - \vec{p}_1}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$$

Trường hợp lực thay đổi, xét cho một quá trình nhỏ

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

# Định luật bảo toàn động lượng

$$\Delta \vec{p} = 0 \rightarrow \begin{matrix} F = 0 \\ \Delta t = 0 \end{matrix}$$

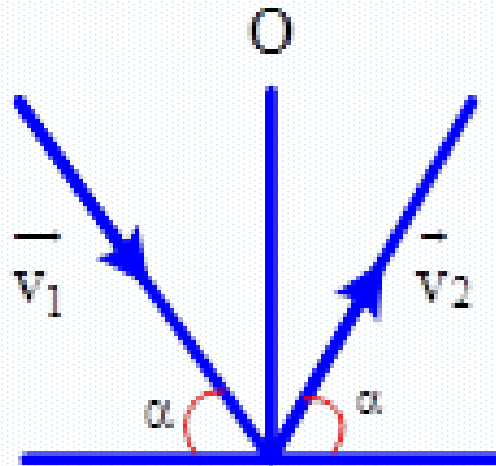
+)  $F=0$  tương ứng với ngoại lực tác dụng lên vật bằng 0 theo mọi phương (hệ kín), hoặc phương bảo toàn động lượng (phương ngang – ví dụ súng giật lúc bắn), hoặc nội lực quá lớn so với ngoại lực (đạn nổ)....

+) Hoặc  $\Delta t=0$  xét ngay trước và ngay sau thời điểm xảy ra tương tác của hệ.

**Ví dụ 1:** Một quả bóng có khối lượng 500g đang bay với vận tốc 10 (m/s) thì va vào một mặt sàn nằm ngang theo hướng nghiêng góc  $\alpha$  so với mặt sàn, khi đó quả bóng nảy lên với vận tốc 10 (m/s) theo hướng nghiêng với mặt sàn góc  $\alpha$  . Tìm độ biến thiên động lượng của quả bóng và lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng, biết thời gian va chạm là 0,1s. Xét trường hợp sau:

a.  $\alpha = 30^\circ$

b.  $\alpha = 90^\circ$



# Giải

+ Chọn chiều dương như hình vẽ theo bài ra:

$$v_1 = v_2 = v = 10 \text{ (m/s) (m/s)}$$

+ Độ biến thiên động lượng:  $\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$

$$\Rightarrow \Delta p = -mv_2 \sin \alpha - mv_1 \sin \alpha = -2mv \sin \alpha$$

+ Lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng:  $\Delta p = F \cdot \Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

a. Với  $\alpha = 30^\circ$

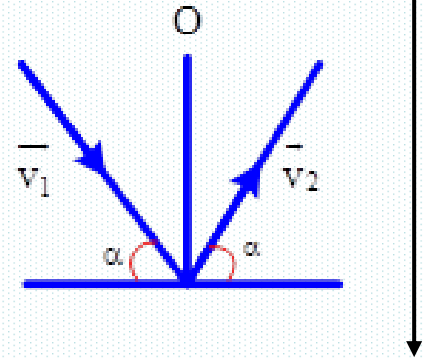
Ta có:  $\Delta p = -2mv \sin \alpha = -2 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ = -5 \text{ (kg.m/s)}$

+ Lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng:  $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-5}{0,1} = -50 \text{ N}$

b. Với  $\alpha = 90^\circ$

$$\Delta p = -2mv \sin \alpha = -2 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \sin 90^\circ = -10 \text{ (kg.m/s)}$$

+ Lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng:  $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-10}{0,1} = -100 \text{ N}$



- **Ví dụ 2:** Một viên đạn đang bay theo phương ngang với vận tốc  $v = 80\text{m/s}$  thì nổ thành hai mảnh có khối lượng bằng nhau. Mảnh thứ nhất bay thẳng đứng lên cao với vận tốc  $120\text{m/s}$ . Xác định vận tốc của mảnh thứ hai.

**Giải:**

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

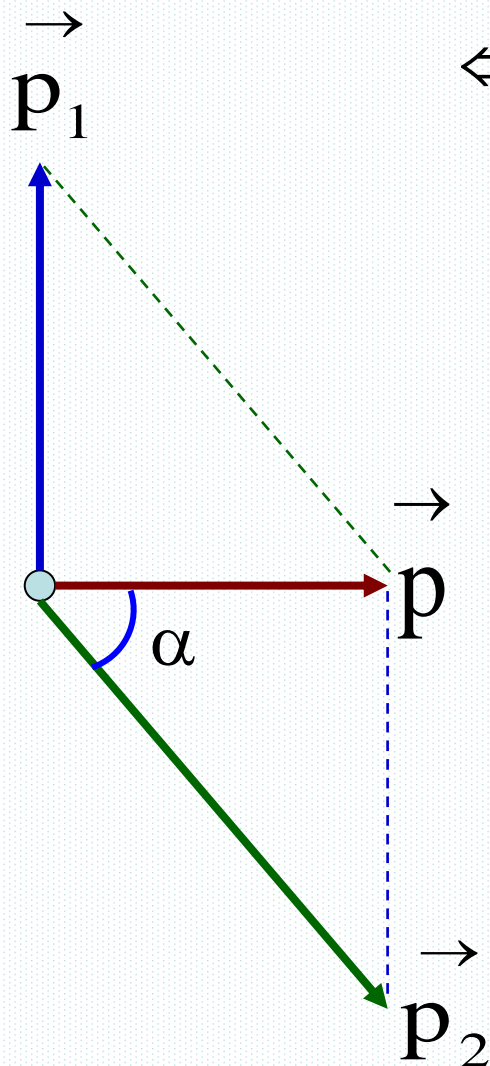
$$\Leftrightarrow m \vec{v} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

$$\Rightarrow 2 \vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$$\Rightarrow \vec{v}_2 = 2 \vec{v} - \vec{v}_1$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{4v^2 + v_1^2}$$

$$= 200 \text{ m/s}$$



## 1.3.1- NGUYÊN LÝ TƯƠNG ĐỐI GALILÉO:

### **Hệ quy chiếu quán tính:**

Khi xét các chuyển động nhỏ trên mặt đất một cách gần đúng hệ quy chiếu gắn với mặt đất là hệ quy chiếu quán tính.

**Hệ quy chiếu không quán tính:** Là hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc khác 0 so với hệ quy chiếu quán tính.

Khi xét chuyển động của vật trong hệ quy chiếu không quán tính ta phải tính đến lực quán tính.

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



### 1.3.1- NGUYÊN LÝ TƯƠNG ĐỐI GALILÉO:

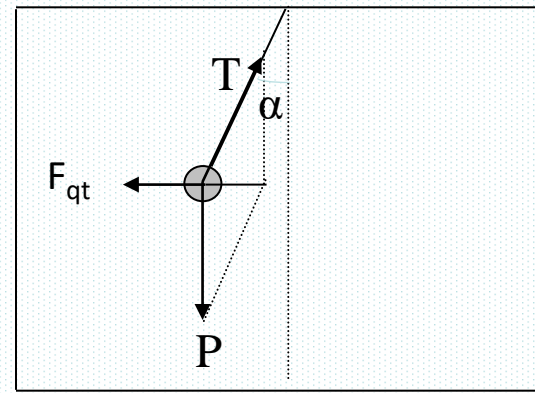
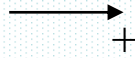
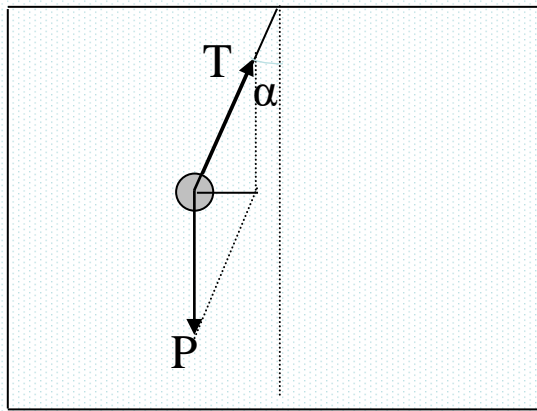
Việc xét một bài toán trong hệ quy chiếu quán tính cũng không cho kết quả khác trong hệ quy chiếu không quán tính và khi gia tốc của hệ quy chiếu không quán tính bằng 0 thì nó sẽ trở thành hệ quy chiếu quán tính.

## Xét ví dụ:

Một quả cầu có khối lượng  $m=2\text{kg}$  treo lên trần toa tàu bằng sợi dây mảnh. Khi toa tàu chuyển động nhanh dần đều theo phương ngang thì sợi dây treo lệch với phương thẳng đứng. Cho góc lệch  $\alpha = 30^\circ$ ,  $g=10\text{m/s}^2$ .

a. Tính gia tốc của tàu.

b. Tính lực căng của dây treo quả cầu.



Hệ quy chiếu quán tính:

$$\vec{T} + \vec{P} = m \cdot \vec{a}_v$$

Hệ quy chiếu không quán tính

$$\vec{T} + \vec{P} + \vec{F}_{qt} = m \cdot \vec{a}_v$$

Với  $a_v$  là gia tốc của vật,  $a$  là gia tốc của tàu. Đứng ở hệ quy chiếu trái đất ta sẽ thấy vật đang đi với gia tốc  $a$ , còn đứng trên hệ quy chiếu ô tô ta sẽ thấy vật đang đứng yên. Chiếu lên chiều dương trục tọa độ đã chọn ta được hai biểu thức cho kết quả giống nhau

$$T \sin \alpha = ma$$

$$T \sin \alpha - ma = 0$$

Khi gia tốc của tàu bằng không (tàu chuyển động đều), lúc đó dây treo không bị lệch vì lực quán tính bằng không. Vật chỉ chịu hai lực  $T$  và  $P$  theo phương thẳng đứng và ngược chiều giống nhau trên hai hệ quy chiếu

**Nguyên lý Galiléo: Mọi hệ quy chiếu quán tính đều tương đương nhau khi xét các hiện tượng cơ học**

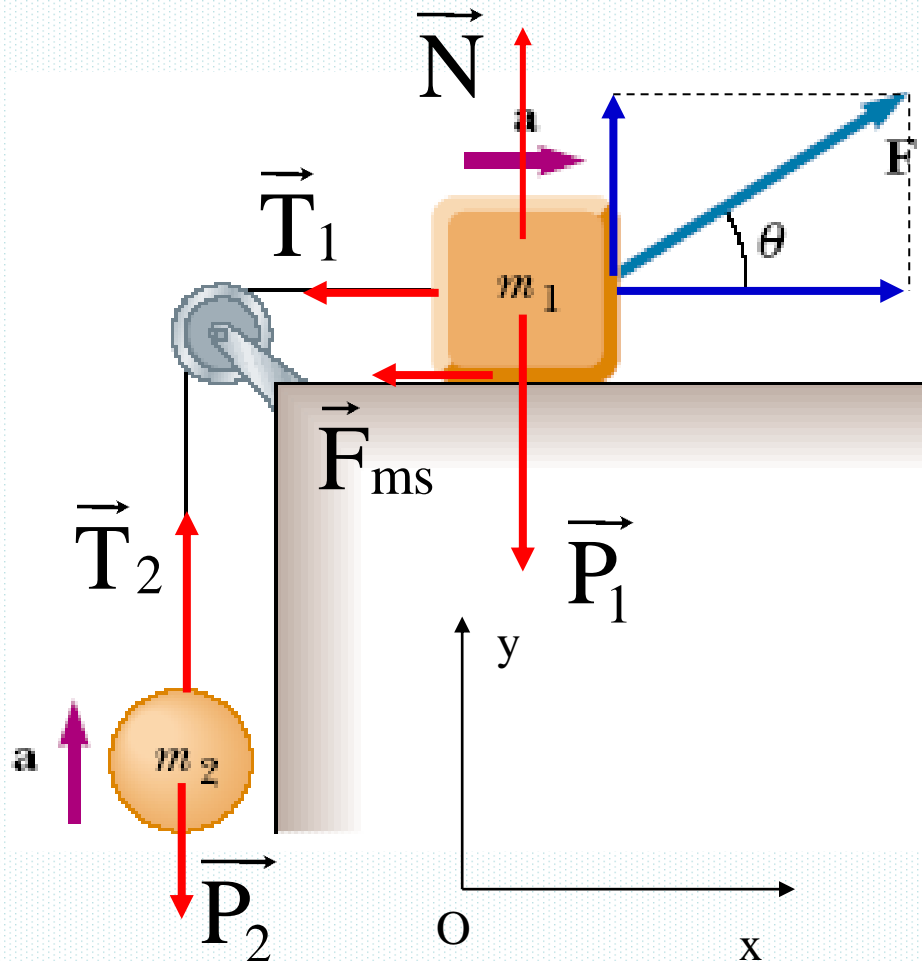
# **Bài tập về nhà**

**Sinh viên hoàn thành bài tập chương I,II trong sách giáo trình**

**CHÚC CÁC EM HỌC TỐT**

## Ví dụ 4:

Cho cơ hệ như hình vẽ.  $m_1 = 3\text{kg}$ ,  $m_2 = 2\text{kg}$ ,  $\theta = 30^\circ$ , hệ số ma sát giữa  $m_1$  với mặt bàn là  $\mu = 0,2$ . Tính lực kéo  $F$  để  $m_2$  đi lên với gia tốc  $a = 0,5 \text{ m/s}^2$ ? **Giả sử không có lực kéo  $F$  thì  $m_2$  đi xuống với gia tốc  $a' =$  bao nhiêu?**



$$F = \frac{(m_1 + m_2)a + (\mu m_1 + m_2)g}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$$

$$a' = g \frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2}$$

## 1.2.2- ĐỘNG LƯỢNG:

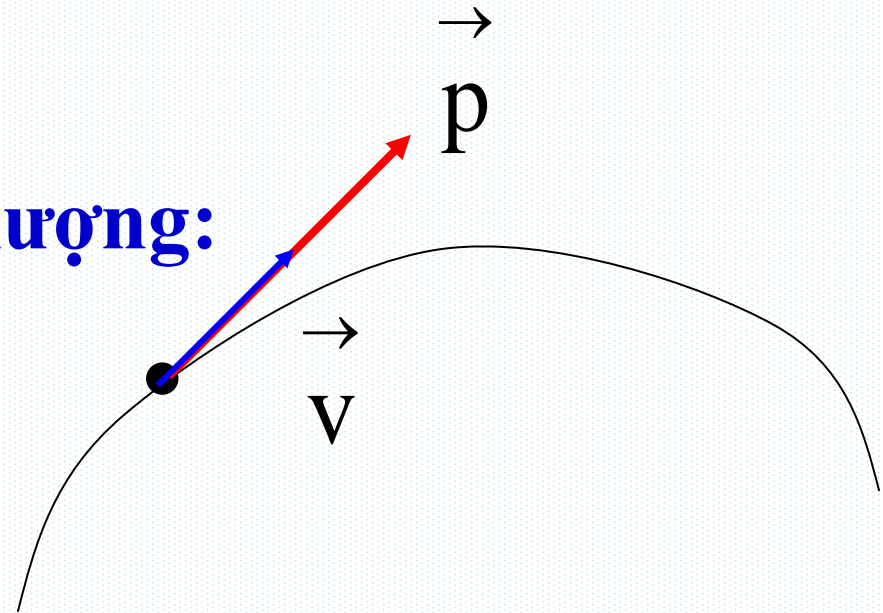
### 1) Định nghĩa:

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

$$\vec{p}_{\text{he}} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i$$

### Đặc điểm của vector động lượng:

- Phương:
- Chiều:
- Độ lớn:  $\mathbf{p} = \mathbf{mv}$
- Điểm đặt:



## 1.2.2- ĐỘNG LƯỢNG:

**Ví dụ:**

Xác định động lượng của hệ 2 chất điểm  $m_1 = 200\text{g}$  và  $m_2 = 300\text{g}$  chuyển động với vận tốc  $v_1 = 4\text{m/s}$  và  $v_2 = 2\text{m/s}$ , biết rằng:

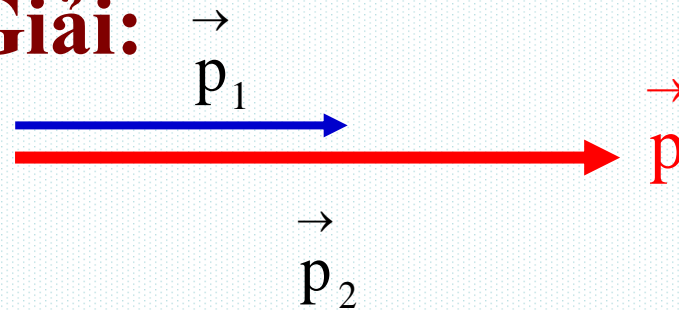
**a)**  $\vec{v}_1 \uparrow \uparrow \vec{v}_2$

**b)**  $\vec{v}_1 \uparrow \downarrow \vec{v}_2$

**c)**  $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$

**Giải:**

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$



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

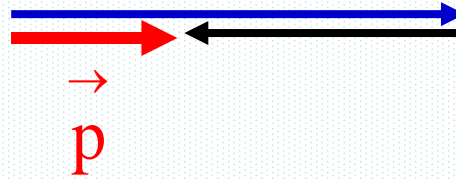
$$\Rightarrow p = 0,2.4 + 0,3.2 = 0,8 + 0,6 = 1,4\text{kgm/s}$$



### 1.2.3- ĐỘNG LƯỢNG:

**b)**  $\vec{v}_1 \uparrow \downarrow \vec{v}_2$

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

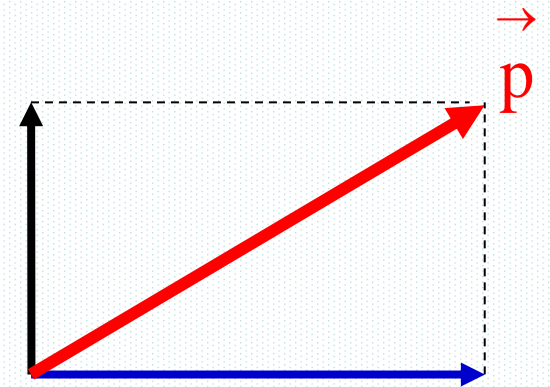


$$\Rightarrow p = p_1 - p_2 = 0,8 - 0,6 = 0,2 \text{ kgm / s}$$

**c)**  $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$

$$\Rightarrow p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$$

$$= \sqrt{0,8^2 + 0,6^2} = 1 (\text{kgm / s})$$



## 1.2.2- ĐỘNG LƯỢNG:

### 2) Định lí về động lượng:

**Định lí 1:**

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

**Định lí 2:**

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \vec{F}_{tb} \cdot \Delta t$$

## **Ví dụ:**

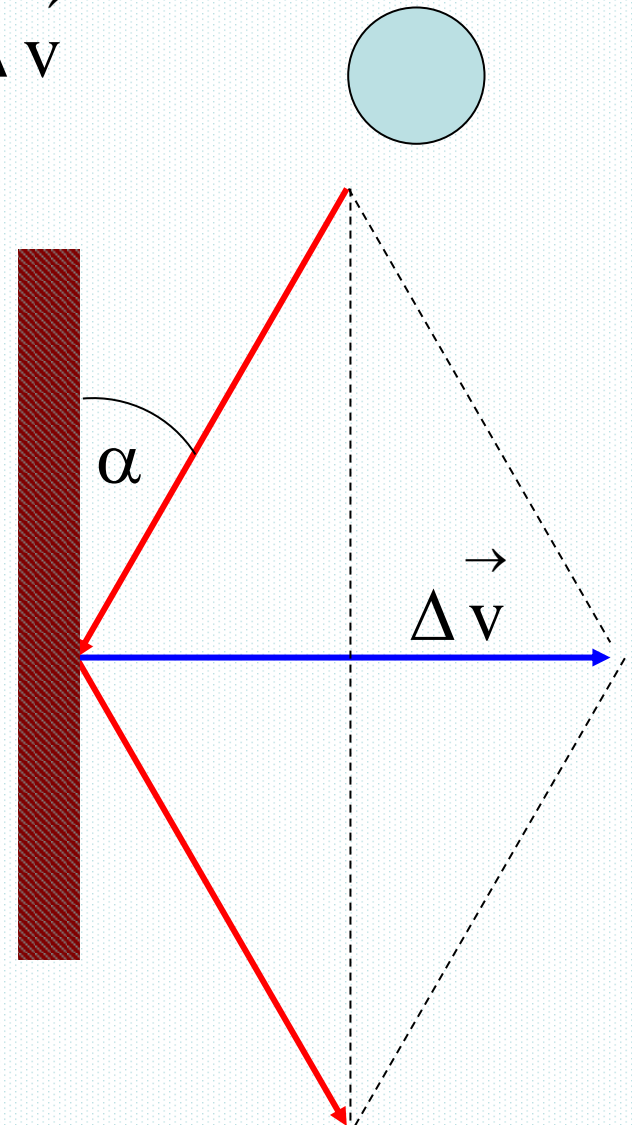
**Quả bóng nặng 300g, đập vào tường với vận tốc 6m/s theo hướng hợp với tường một góc  $60^\circ$  rồi nảy ra theo hướng đối xứng với hướng tới qua pháp tuyến của mặt tường với tốc độ cũ. Tính xung lượng mà tường đã tác dụng vào bóng trong thời gian va chạm và độ lớn trung bình của lực do tường tác dụng vào bóng, nếu thời gian va chạm là 0,05s**

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1) = m \Delta \vec{v}$$

$$\left| \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt \right| = m \Delta v = 2mv \sin \alpha$$

$$= 2 \cdot 0,3 \cdot 6 \cdot \sin 60^\circ = 3,12 \text{ kgm/s}$$

$$F_{tb} = \frac{\left| \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt \right|}{\Delta t} = \frac{3,12}{0,05} = 62,4 \text{ N}$$



## 1.2.2- ĐỘNG LƯỢNG:

### 3) ý nghĩa động lượng, xung lượng:

- **Động lượng:**

- Đặc trưng cho chuyển động về mặt ĐLH.
- Đặc trưng cho khả năng truyền chuyển động trong các bài toán va chạm.

- **Xung lượng:**

- Đặc trưng cho tác dụng của lực vào vật.

## 1.2.2- ĐỘNG LƯỢNG:

### 4) Định luật bảo toàn động lượng:

**Hệ kín thì:** 
$$\vec{p}_{\text{he}} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \text{const}$$

### Hệ như thế nào là KÍN?

- Cô lập, không có ngoại lực.
- Tổng các ngoại lực triệt tiêu.
- Nội lực rất lớn so với ngoại lực.

**Chú ý:** Hệ kín theo phương nào thì động lượng của hệ theo phương ấy sẽ bảo toàn.

## 1.2.2- ĐỘNG LƯỢNG:

### 5) Ứng dụng ĐLBTDL:

- Súng giạt khi bắn.
- Chuyển động bằng phản lực.
- Đạn nổ, va chạm
- **Ví dụ:** Một viên đạn đang bay theo phương ngang với vận tốc  $v = 80\text{m/s}$  thì nổ thành hai mảnh có khối lượng bằng nhau. Mảnh thứ nhất bay thẳng đứng lên cao với vận tốc  $120\text{m/s}$ . Xác định vận tốc của mảnh thứ hai.

**Giải:**

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

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

$$\Rightarrow 2 \vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$$\Rightarrow \vec{v}_2 = 2 \vec{v} - \vec{v}_1$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{4v^2 + v_1^2}$$

$$= 200 \text{ m/s}$$

