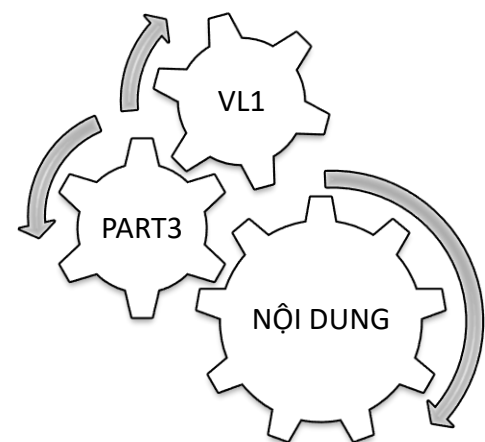


## 1.3 CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN TRONG CƠ HỌC



1.3.1 ĐỊNH LUẬT BIẾN THIÊN VÀ BẢO TOÀN **ĐỘNG LƯỢNG**

1.3.2 ĐỊNH LUẬT BIẾN THIÊN VÀ BẢO TOÀN **MÔMEN ĐỘNG LƯỢNG**

1.3.4 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN **CƠ NĂNG**

1.3.5 **TRƯỜNG HẤP DẪN**

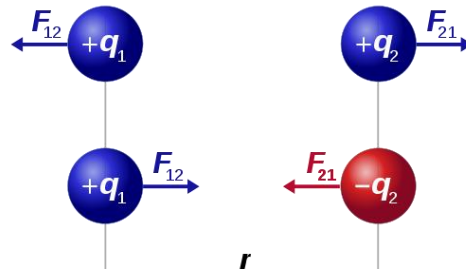
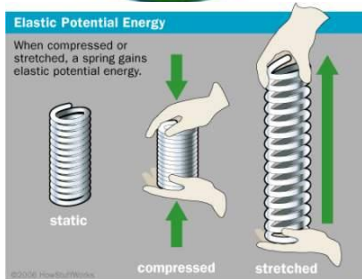
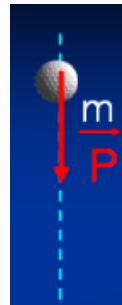
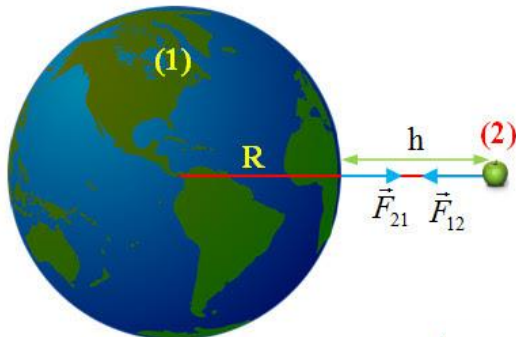
1.3.6 **BÀI TOÁN VA CHẠM GIỮA HAI VẬT**

# 1.3.3 CƠ NĂNG

## Lực bảo toàn – Lực phi bảo toàn

**Lực bảo toàn:** ( $\vec{F}_{BT}$ ) là lực có khả năng tạo cơ hội cho sự chuyển đổi qua lại giữa động năng và thế năng của vật.

**Lực phi bảo toàn:** ( $\vec{F}_{PB T}$ ) là lực không có tính chất bảo toàn.  
 Một lực không bảo toàn không thể được biểu diễn bởi một hàm thế năng



## 1.3.3 CƠ NĂNG

### Công cơ học

Công là đại lượng đặc trưng cho phần năng lượng chuyển đổi từ dạng năng lượng này sang dạng năng lượng khác, nói cách khác công là phần năng lượng trao đổi giữa các vật.

$$dA = \vec{F} d\vec{s} = F ds \cos \alpha$$

$$A_{MN} = \int_M^N \delta A = \int_M^N \vec{F} d\vec{s}$$

Nếu:

$\alpha < 90^\circ$  :  $\delta A > 0$  (công tác động)

$\alpha = 90^\circ$  :  $\delta A = 0$  (lực tác dụng vuông góc với chuyển động không sinh công)

$\alpha > 90^\circ$  :  $\delta A < 0$  (công cản)

Đơn vị đo lường của công là 1 Joule (viết tắt là J),  $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$

Gaspard-Gustave de Coriolis



Gaspard-Gustave de Coriolis

Sinh	21 tháng 5 năm 1792 Paris
Mất	19 tháng 9 năm 1843
Ngành	Toán học, Vật lý
Nổi tiếng vì	Hiệu ứng Coriolis

## 1.3.3 CƠ NĂNG

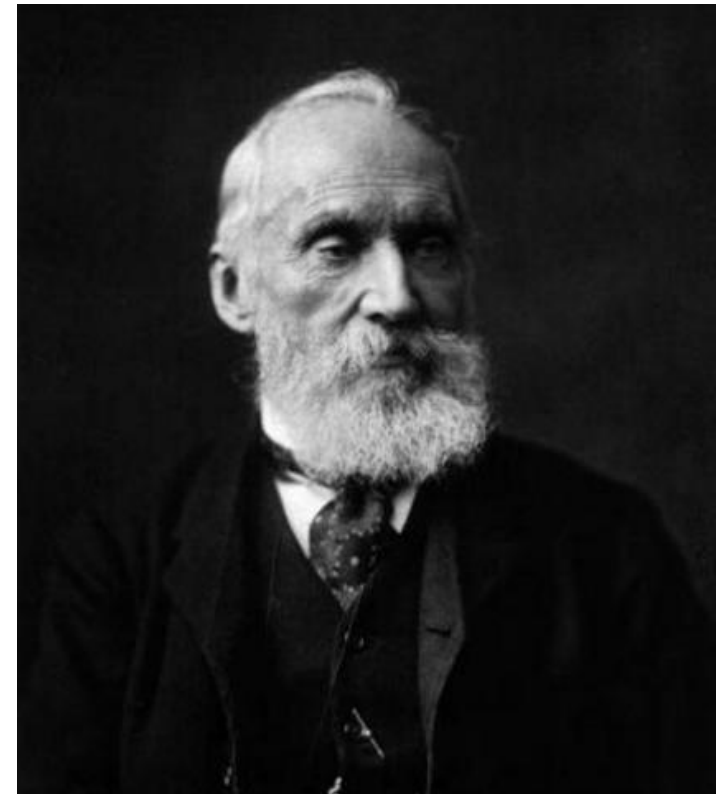
### Động năng

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

### Định lý về động năng

$$A_{12} = \int_1^2 dA = \int_{v_1}^{v_2} m\vec{v}d\vec{v} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$A_{12} = K_2 - K_1$$



**William Thomson**, Baron Kelvin  
(1824 – 1907)

*Độ biến thiên của động năng trong một khoảng thời gian bằng tổng công của tất cả các ngoại lực đặt vào hệ thực hiện được trong khoảng thời gian đó.*

## 1.3.3 CƠ NĂNG

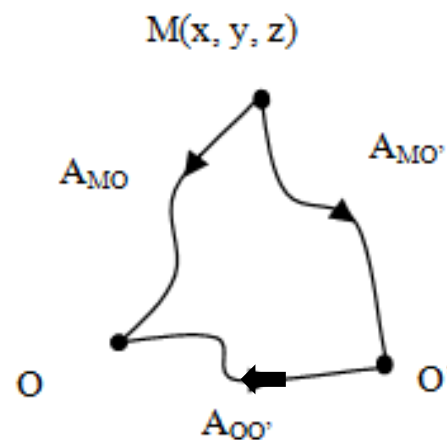
### Trường lực thế

Lực thế (còn gọi là lực bảo toàn) nếu công do nó thực hiện trong sự chuyển dời một chất điểm chỉ **phụ thuộc vào vị trí đầu và vị trí cuối** mà **không phụ thuộc vào dạng quỹ đạo** giữa hai điểm này.

**Thế năng:** là 1 hàm phụ thuộc vào vị trí

Công  $A_{MO}$  của lực thế khi làm dịch chuyển chất điểm từ vị trí M có tọa độ  $(x, y, z)$  đến vị trí O

$$U(x, y, z) = A_{MO} = \int_M^O \vec{F} d\vec{s}$$



*Thế năng tại điểm  $M(x, y, z)$  trong trường lực thế là công lực thế làm dịch chuyển chất điểm từ vị trí M đến điểm gốc của thế năng*

## 1.3.4 TRƯỜNG HẤP DẪN

### Lực hấp dẫn

$$\vec{F} = -G \frac{Mm}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

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

$$G = 6,673 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \text{ [SI]}$$

M: khối lượng của Trái đất

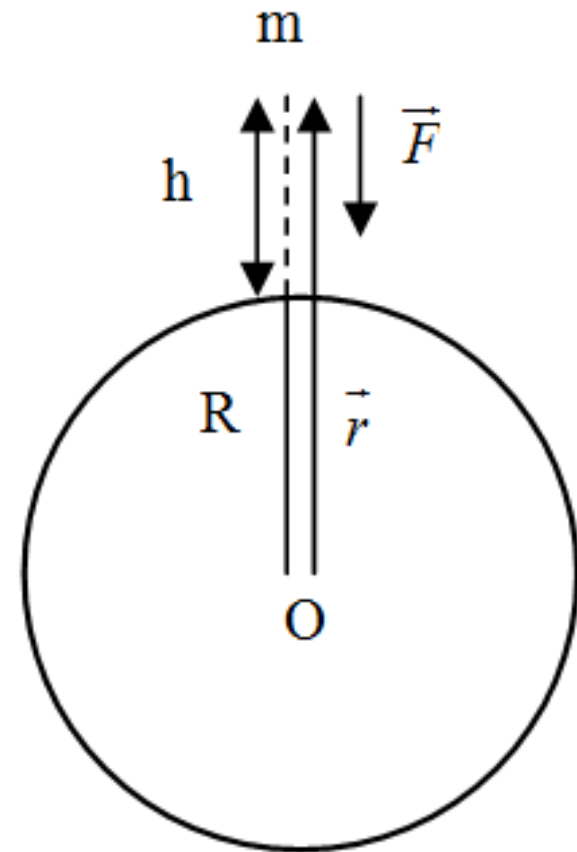
$$r = R + h$$

R: bán kính Trái đất

H: khoảng cách từ mặt đất tới vị trí đặt chất điểm m

→

$\vec{r}$  vectơ vị trí của chất điểm đối với tâm Trái đất



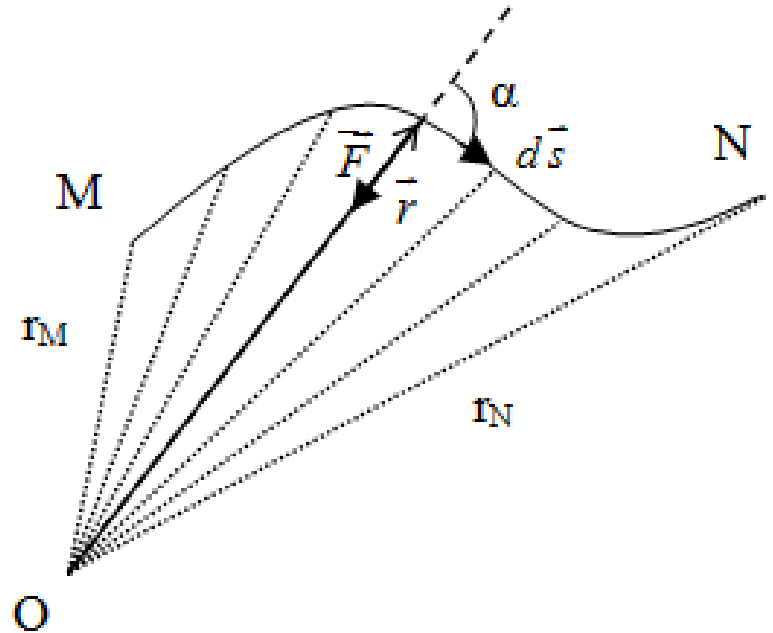
## 1.3.4 TRƯỜNG HẤP DẪN

### Thế năng hấp dẫn

$$dA = \vec{F} d\vec{s} = -G \frac{Mm}{r^3} r d\vec{s}$$

$$-dU = dA = \vec{F} d\vec{s} = -G \frac{Mm}{r^2} dr$$

$$(\vec{r} d\vec{s} = r ds \cos \alpha = r dr)$$



$$U_M - U_N = - \int_{r_M}^{r_N} G \frac{Mm}{r^2} dr = \left( -G \frac{Mm}{r_M} \right) - \left( \text{Hằng số } C ? \right)$$

$$U(r) = -G \frac{Mm}{r} + \text{const}$$

## 1.3.4 TRƯỜNG HẤP DẪN

### Thế năng hấp dẫn

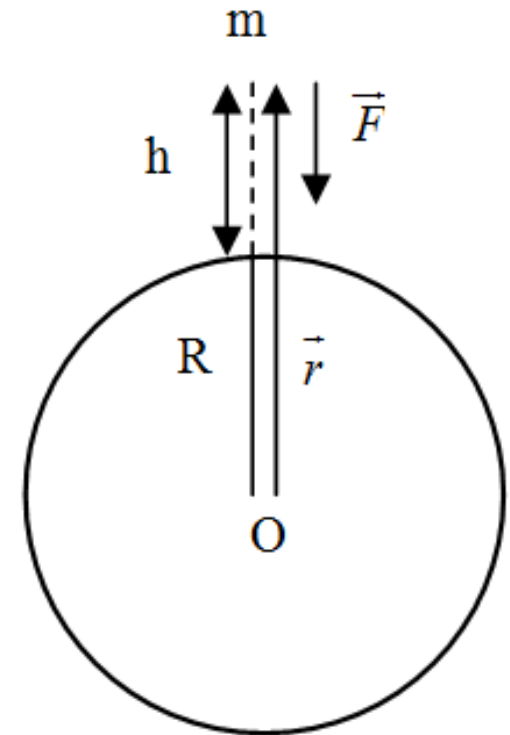
Hằng số C ?

$$(***) U(r) = -G \frac{Mm}{r} + \text{const}$$

◆ Nếu ta qui ước thế năng của chất điểm ở vô cùng bằng không:

$$U(\infty) = -G \frac{Mm}{\infty} + C = 0 \Rightarrow C = 0$$

$$U(r) = -G \frac{Mm}{r}$$





## 1.3.4 TRƯỜNG HẤP DẪN

### Thế năng hấp dẫn

Hằng số C ?

$$(***) U(r) = -G \frac{Mm}{r} + \text{const}$$

◆ Nếu qui ước thế năng trên mặt đất ( $r = R$ ) bằng không ( $U(R) = 0$ ):

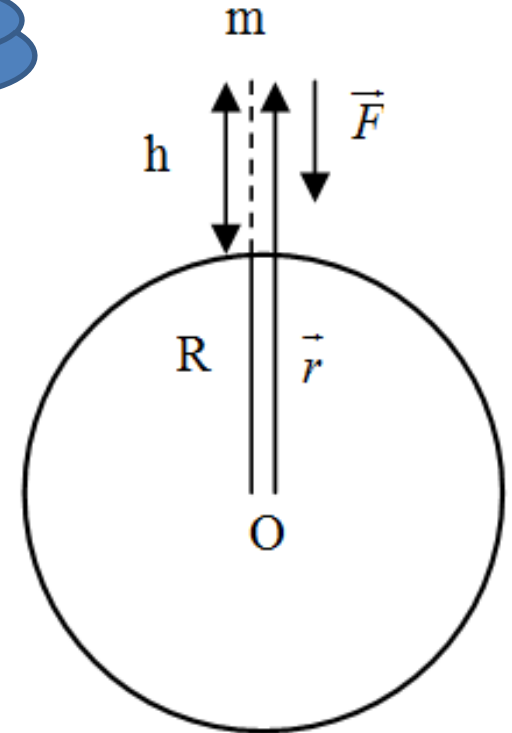
$$U(R) = -G \frac{Mm}{R} + C = 0 \Rightarrow C = G \frac{Mm}{R}$$

$$U(r) = -G \frac{Mm}{r} + G \frac{Mm}{R} = -G \frac{Mm}{R+h} + G \frac{Mm}{R}$$

$$U(r) = -GMm \left( \frac{1}{R+h} + \frac{1}{R} \right) = G \frac{Mmh}{R(R+h)}$$

Nếu  $h \ll R$ :

$$U(r) = U(h) \approx G \frac{Mmh}{r^2} \Rightarrow U(r) = mgh \quad (\text{Vì } g = G \frac{M}{r^2})$$

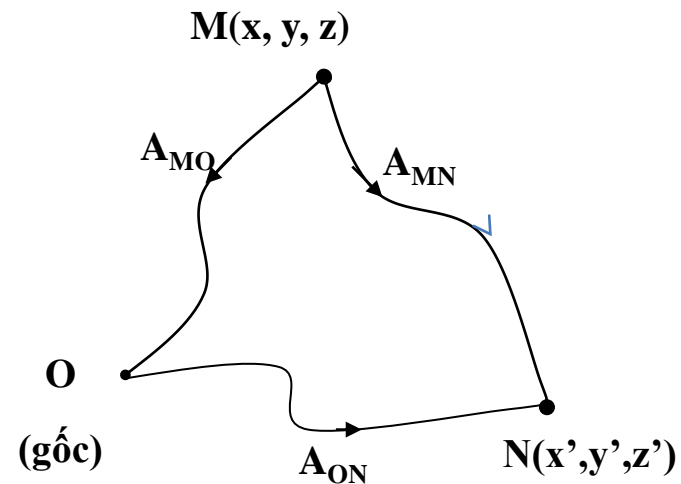


## 1.3.3 CƠ NĂNG

### Định lí thế năng

*Công làm dịch chuyển chất điểm giữa hai điểm của trường thế bằng hiệu của thế năng giữa điểm đầu và cuối của quá trình chuyển động*

$$A_{MN}^* = U_M - U_N$$



*Thế năng trong trường lực thế*

## 1.3.3 CƠ NĂNG

### Liên hệ Thế năng – Lực thế

$$A_{MN}^* = \int_M^N \vec{F} d\vec{s} = U_M - U_N$$

$$\int_M^N dU = U_N - U_M \rightarrow \vec{F} d\vec{s} = -dU$$

$$\vec{F} d\vec{s} = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

$$dU = \frac{\partial U}{\partial x} dx + \frac{\partial U}{\partial y} dy + \frac{\partial U}{\partial z} dz$$

$$F_x = -\frac{\partial U}{\partial x}; F_y = -\frac{\partial U}{\partial y}; F_z = -\frac{\partial U}{\partial z}$$

**Đạo hàm của thế năng theo phương nào xác định thành phần lực theo phương đó.**

$$\nabla = \vec{i} \frac{\partial}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial}{\partial z} :$$

$$\nabla U = \left( \vec{i} \frac{\partial}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial}{\partial z} \right) U$$

$$= \vec{i} \frac{\partial U}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial U}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial U}{\partial z} = -(\vec{i} F_x + \vec{j} F_y + \vec{k} F_z) = -\vec{F}$$

$$\boxed{\vec{F} = -\nabla U}$$

**$\vec{F}$  bằng và trái dấu với gradient của thế năng  $U$**

### 1.3.3 CƠ NĂNG

#### Biến thiên cơ năng

*của chất điểm bằng công của lực phi bảo toàn*

$$\vec{F} = \vec{F}_{BT} + \vec{F}_{PBT}$$

$$dK = \vec{F} d\vec{s} = \vec{F}_{BT} d\vec{s} + \vec{F}_{PBT} d\vec{s}$$

$$dK = -dU + \vec{F}_{PBT} d\vec{s} \quad ( \vec{F}_{BT} d\vec{s} = dA_{BT} = -dU )$$

$$dK + dU = d(K + U) = dE = \vec{F}_{PBT} d\vec{s}$$

$$E_2 - E_1 = A_{PBT}$$

#### Bảo toàn cơ năng

$$\vec{F}_{PBT} = 0 \Rightarrow A_{PBT} = 0 \text{ và } E_2 = E_1$$

*Vậy trong trường hợp không có lực phi bảo toàn: thế năng và động năng chất điểm sẽ biến đổi qua lại sao cho tổng thế năng và động năng là không đổi.*

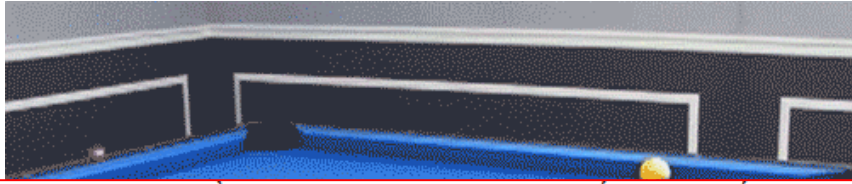
$$U + K = \text{const}$$



## 1.3.1 ĐỘNG LƯỢNG

► Động lượng là đại lượng đặc trưng cho sự truyền chuyển động của các vật.

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



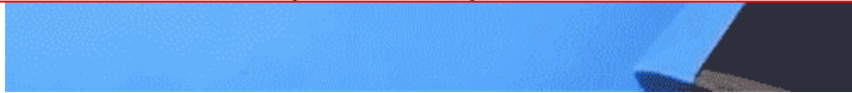
23.4. Một hệ gồm hai vật: vật thứ nhất có khối lượng  $m_1=3\text{kg}$ , chuyển động với vận tốc  $v_1=4\text{m/s}$ , vật thứ hai có khối lượng  $m_2=2\text{kg}$  chuyển động với vận tốc  $v_2=8\text{m/s}$  theo hướng vuông góc với hướng chuyển động của vật thứ nhất. Động lượng của hệ có độ là

A.  $400\text{kgm/s}$ .

B.  $28\text{kgm/s}$ .

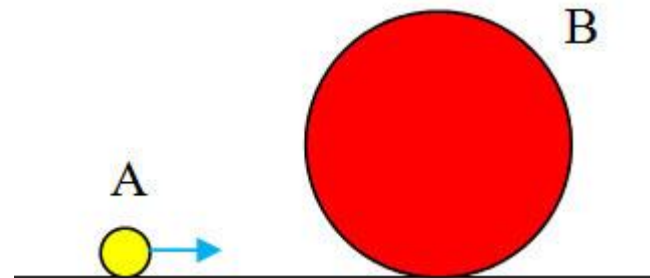
C.  $20\text{kgm/s}$ .

D.  $4\text{kgm/s}$ .



Hình 1

Hình 2



Hình 3

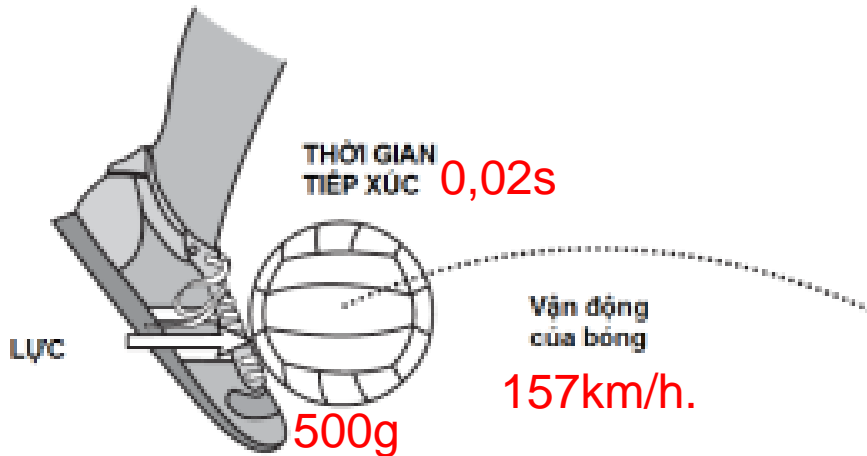
# 1.3.1 ĐỘNG LƯỢNG

## Biến thiên động lượng:

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

► *Xung lượng: đại lượng đặc trưng cho tác dụng của lực trong khoảng thời gian đó.*

► Dạng khác Định luật II Newton



# 1.3.1 ĐỘNG LƯỢNG

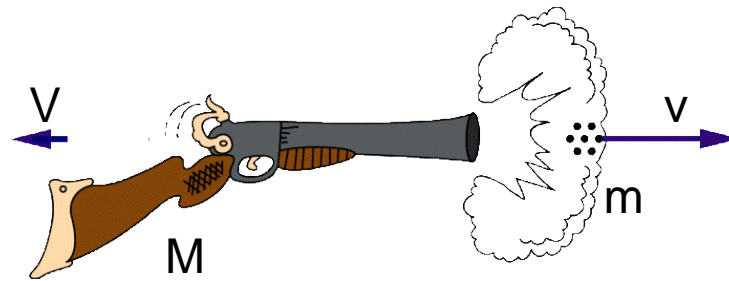
*Bảo toàn động lượng:*

$$\vec{F} = 0 \Rightarrow d\vec{P} = 0$$
$$\Rightarrow \vec{P} = \text{const}$$





## Bài toán súng giật lùi:



- Tổng động lượng của hệ trước khi bắn:  $\vec{p} = 0$
- Tổng động lượng của hệ sau khi bắn:  $\vec{p}' = m \cdot \vec{v} + M \cdot \vec{V}$
- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:  $\vec{p}' = \vec{p}$

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

$\Rightarrow$

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

22.4. Một khẩu đại bác có khối lượng 4 tấn, bắn đi 1 viên đạn theo phương ngang có khối lượng 10Kg với vận tốc 400m/s. Coi như lúc đầu, hệ đại bác và đạn đứng yên. Vận tốc giật lùi của đại bác là:  
A. 1m/s      B. 4m/s      C. -4m/s      D. -1m/s

▶ Súng liên thanh được tì lên vai và bắn với tốc độ 600 viên đạn trong 1 phút. Mỗi viên đạn có khối lượng 20g và vận tốc rời nòng súng là 800m/s. Tính lực trung bình do súng nén lên vai người bắn.

Hướng dẫn

Một súng  $m = 20\text{kg}$  được lắp viên đạn có  $m$ . Sau khi bắn, viên đạn bay với  $v = 1250\text{m/s}$ , súng thì giật lùi với  $v = 5\text{m/s}$ . Tìm  $m$  viên đạn.

## 1.3.5 VA CHẠM

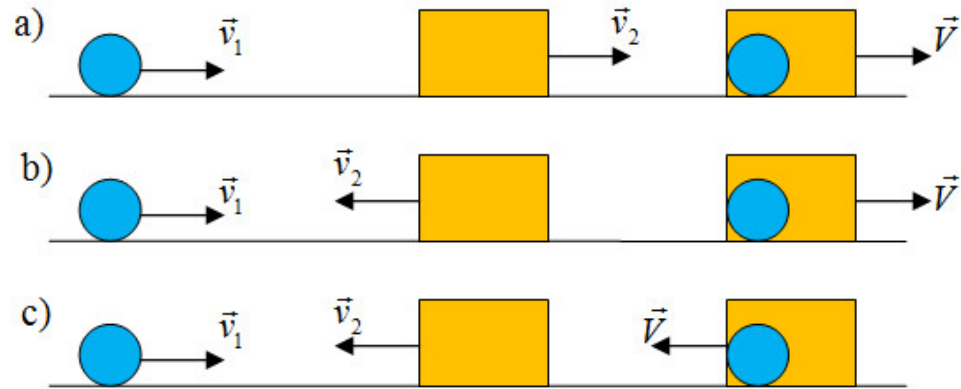
### Va chạm không đàn hồi

Sau va chạm hai vật dính vào nhau thành một khối chung chuyển động cùng một vận tốc

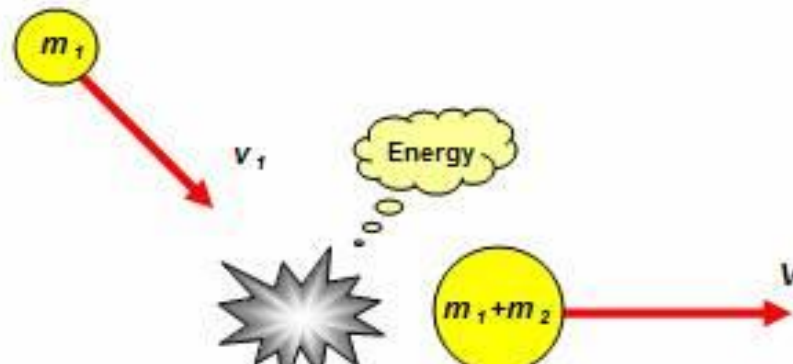
#### Bảo toàn động lượng

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

#### Chuyển hóa năng lượng



$$Q = K - K'$$



21.4. Một vật có khối lượng  $m$  chuyển động với vận tốc  $3m/s$  đến va chạm với một vật có khối lượng  $2m$  đang đứng yên. Sau va chạm, 2 vật dính vào nhau và cùng chuyển động với vận tốc bao nhiêu? Coi va chạm giữa 2 vật là va chạm mềm.

A.  $3m/s$

B.  $2m/s$

C.  $1m/s$

D.  $4m/s$

## 1.3.5 VA CHẠM

### Va chạm đàn hồi

Sau va chạm hai vật chuyển động tách rời nhau với vận tốc riêng biệt.

#### Bảo toàn động lượng

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



#### **Không có** Chuyển hóa năng lượng

$$0 = K - K'$$

$$\frac{m_1}{2} v_1^2 + \frac{m_2}{2} v_2^2 = \frac{m_1}{2} v_1'^2 + \frac{m_2}{2} v_2'^2$$

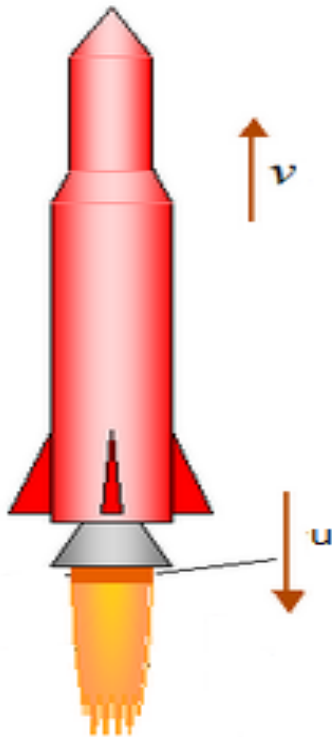
## **Bài toán về m thay đổi:**

vào thời điểm  $t$  thì tên lửa có vận tốc và khối lượng lần lượt là  $\vec{V}$  và  $m$ :

$$\vec{F} = \frac{d(m\vec{V})}{dt} \Rightarrow \vec{F} = m \frac{d\vec{V}}{dt} + \frac{dm}{dt} \vec{V}$$

$$V = u \ln \frac{m_0}{m}$$

*(Đây là công thức Tsionkovski)*



**Tên lửa**

- 1) **Tốc độ vũ trụ cấp 1:** trở thành vệ tinh của một hành tinh nào đó: Với Trái Đất là 7,9 km/s
- 2) **Tốc độ vũ trụ cấp 2:** trở thành vật thể bay xung quanh Mặt Trời: khoảng 11,2 km/s
- 3) **Tốc độ vũ trụ cấp 3:** thoát ra khỏi lực hấp dẫn của Mặt Trời: khoảng 16,6 km/s
- 4) **Tốc độ vũ trụ cấp 4:** thoát ra khỏi lực hấp dẫn của dải Ngân Hà: 525 km/s

## 1.3.2 MÔMEN ĐỘNG LƯỢNG

### Mômen lực

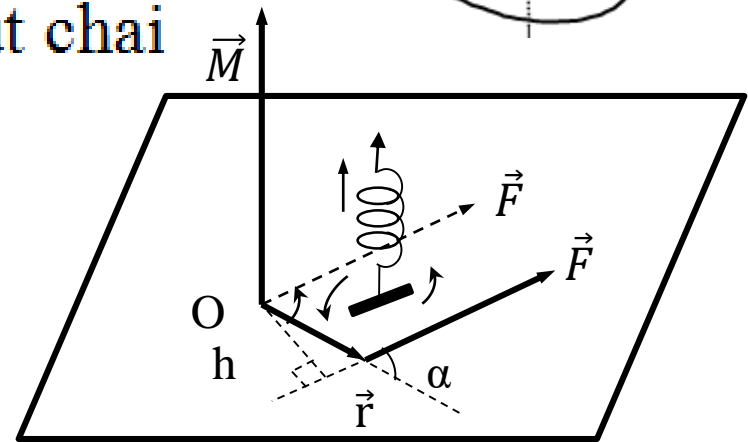
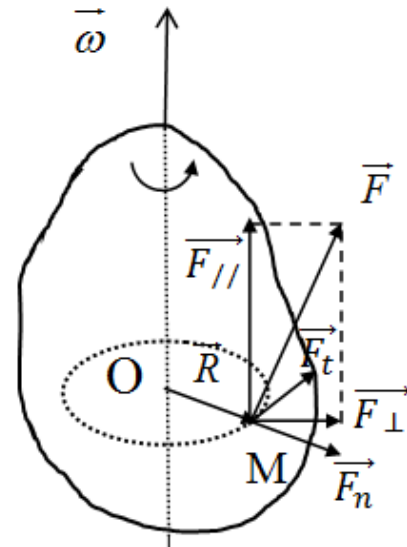
$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$\vec{M}$  có:

Phương: vuông góc với mặt phẳng chứa  $\vec{r}$  và  $\vec{F}$

Chiều: xác định bởi qui tắc vặn nút chai

Độ lớn:  $M = rF\sin\alpha = Fh$



Biểu diễn vectơ mômen lực

### Mômen động lượng

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

Trong đó:

$\vec{r}$  là bán kính vectơ nối từ O đến vị trí chất điểm,  
 $\vec{p}$  là động lượng của chất điểm.

## 1.3.2 MÔMEN ĐỘNG LƯỢNG

### Biến thiên mômen động lượng:

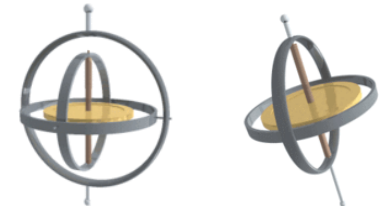
$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{r} \times \vec{p}) = \left(\frac{d\vec{r}}{dt} \times \vec{p}\right) + \left(\vec{r} \times \frac{d\vec{p}}{dt}\right)$$
$$\frac{d\vec{L}}{dt} = (\vec{v} \times \vec{p}) + (\vec{r} \times \vec{F}) = \vec{M}$$

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

Độ biến thiên của mômen động lượng của chất điểm trong khoảng thời gian  $dt$  bằng xung lượng của mômen ngoại lực tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó.

### Bảo toàn mômen động lượng:

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



Một chất điểm cô lập hoặc mômen ngoại lực tác dụng lên nó bằng không thì mômen động lượng của nó được bảo toàn.

Thank You



**Bài 1:** Một xe (1 tấn) chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đường nằm ngang. Trong khoảng thời gian tăng tốc từ 36 km/h đến 54 km/h, xe đi được quãng đường 50 m. Biết hệ số ma sát giữa xe và mặt đường là 0,05. Coi ma sát trong bài là ma sát trượt.

Lấy  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

- a) Tìm lực kéo của động cơ xe.
- b) Ngay sau đó, người lái xe ngưng tác dụng lực kéo động cơ và bắt đầu hãm phanh (với lực hãm 6500 N) để xuống dốc dài 100 m, nghiêng  $30^\circ$  so với phương ngang. Vận tốc của xe ở cuối chân dốc là 18 km/h. Tính độ lớn lực ma sát trong giai đoạn này?

**Bài tập 2:** Một quả bóng 500g đang bay theo phương ngang với vận tốc 20m/s thì tới đập vào tường thẳng đứng và bật ngược trở lại theo đúng phương cũ với vận tốc có độ lớn như cũ. Tính:

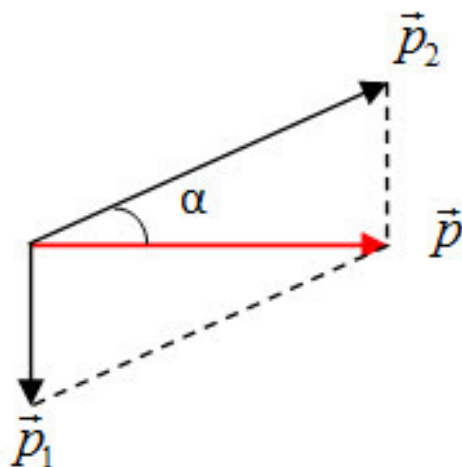
- a) Động lượng của quả bóng trước khi đập vào tường.
- b) Độ biến thiên động lượng của quả bóng.
- c) Lực trung bình do tường tác dụng vào quả bóng, biết thời gian bóng đập vào tường là 0,05s.

**Bài tập 3:** Một viên đạn 10g chuyển động với vận tốc 1000m/s xuyên qua tấm gỗ. Sau đó vận tốc của viên đạn là 500m/s, thời gian viên đạn xuyên qua tấm gỗ là 0,01s. Tính độ biến thiên động lượng và lực cản trung bình của tấm gỗ.

**Bài tập 2:** Một viên đạn 2kg chuyển động theo phương ngang với vận tốc 250m/s nổ thành hai mảnh. Mảnh khối lượng 1,5kg có vận tốc bằng 250m/s bay thẳng đứng xuống dưới. Hỏi mảnh thứ hai bay theo phương nào? Với vận tốc bằng bao nhiêu?

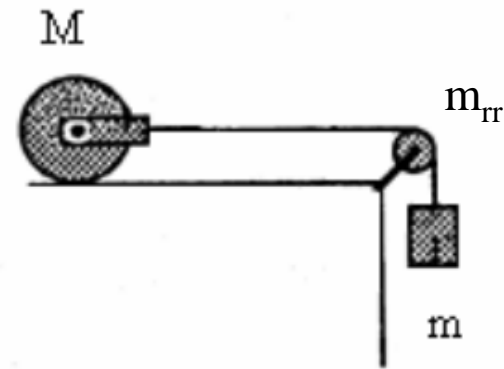
Hướng dẫn

Phân tích bài toán



2.16 – Một trụ đặc khối lượng  $M = 2,5\text{kg}$  và một vật nặng khối lượng  $m = 0,5\text{kg}$  được nối với nhau bằng một sợi dây không giãn vắt qua ròng rọc (hình 2-6bt). Bỏ qua khối lượng của sợi dây, không dẫn . Khi thả vật nặng để nó tự chuyển động thì trụ đặc lăn không trượt trên mặt phẳng ngang. Hệ số ma sát giữa trụ đặc và mặt ngang bằng  $0,1$ . Lấy Ròng rọc là đĩa tròn  $m_{rr} = 2\text{kg}$ .

1. Gia tốc chuyển động của vật nặng.
2. Lực căng của sợi dây. Cho  $g = 10\text{m/s}^2$ .



Hình 2-6bt