

## CHƯƠNG III:

## CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN TRONG CƠ HỌC

# I. Các định luật biến thiên và bảo toàn động lượng

## I. 1. Cho 1 chất điểm

Chất điểm khối lượng  $m$ , chuyển động với vận tốc  $\vec{v}$ , có động lượng  $\vec{p}$ :

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



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



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

# I. Các định luật biến thiên và bảo toàn động lượng (tt)

## I. 1. Cho 1 chất điểm (tt)



$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

\* Độ biến thiên xung lượng của chất điểm trong khoảng thời gian  $\Delta t = t_2 - t_1$  bằng xung lượng của ngoại lực tác dụng lên chất điểm trong thời gian đó.

# I. Các định luật biến thiên và bảo toàn động lượng (tt)

## I. 1. Cho 1 chất điểm (tt)

\* Nếu chất điểm không chịu tác dụng của ngoại lực hoặc hợp lực tác dụng lên chất điểm bằng 0 thì:

$$\vec{F} = 0 \rightarrow \vec{p} = \text{const}$$

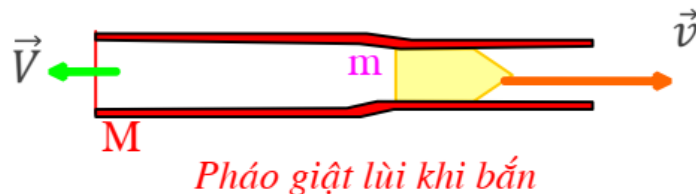
*Một chất điểm cô lập hoặc hợp lực tác dụng lên nó bằng không thì động lượng của nó được bảo toàn.*

# I. Các định luật biến thiên và bảo toàn động lượng (tt)

## I. 1. Cho 1 chất điểm (tt)

Ví dụ: Sự giật lùi của súng khi bắn

Khẩu pháo:  $M, \vec{V}$   
Viên đạn:  $m, \vec{v}$



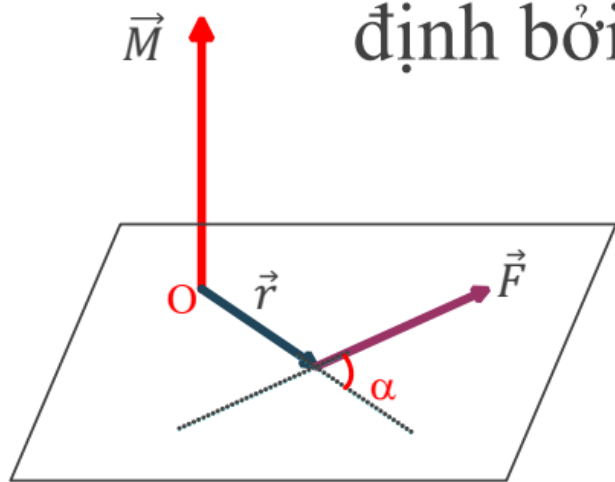
Định luật bảo toàn động lượng:  $M\vec{V} + m\vec{v} = 0$   
 $\Rightarrow \vec{V} = -\frac{m}{M}\vec{v}$

Dấu trừ chứng tỏ rằng sau khi bắn, khẩu pháo bị giật lùi về phía sau.

## II. Các định luật biến thiên và bảo toàn mô men động lượng

### II. 1. Mô men lực

Mômen của lực  $\vec{F}$  đối với một điểm O nào đó chọn trước là một vectơ gốc O, được xác định bởi tích hữu hướng của  $\vec{r}$  và  $\vec{F}$ :



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

Hình: Biểu diễn vectơ mômen lực

## II. Các định luật biến thiên và bảo toàn mô men động lượng

### II. 2. Mô men động lượng của 1 chất điểm

Mô men động lượng của động lượng  $\vec{p}$  đối với điểm O nào đó là 1 vector gốc O được xác định bởi tích hữu hướng của  $\vec{r}$  và  $\vec{p}$

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

$\vec{L}$ : mô men động lượng

$\vec{p}$ : động lượng của chất điểm


$\vec{r}$ : vector bán kính từ O đến vị trí chất điểm


---

## II. Các định luật biến thiên và bảo toàn mô men động lượng

### II. 3. Định luật biến thiên và bảo toàn mô men động lượng của chất điểm

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


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


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

A red circle highlights  $(\vec{v} \times \vec{p})$  and a red arrow points from it to a red  $0$ .

mà  $(\vec{v} \times \vec{p}) = (\vec{v} \times m\vec{v}) = m(\vec{v} \times \vec{v}) = 0$

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



## II. Các định luật biến thiên và bảo toàn mô men động lượng

### II. 3. Định luật biến thiên và bảo toàn mô men động lượng của chất điểm (tt)

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

*“Độ biến thiên của momen động lượng của chất điểm trong khoảng thời gian  $dt$  bằng xung lượng của momen lực tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó”*

## II. Các định luật biến thiên và bảo toàn mô men động lượng

### II. 3. Định luật biến thiên và bảo toàn mô men động lượng của chất điểm (tt)

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

**“Một chất điểm cô lập hoặc momen lực tác dụng lên nó bằng không thì momen động lượng của nó được bảo toàn”**

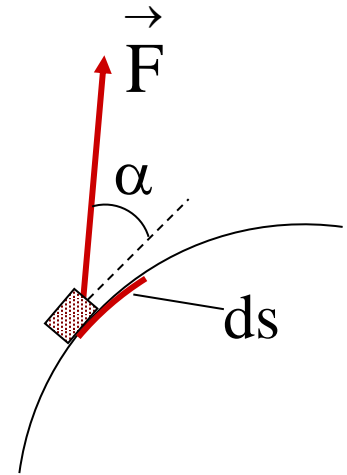
---

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## 1 – Định nghĩa: III.1 – CÔNG CƠ HỌC

**Công của lực  $F$  trên đoạn đường vi cấp  $ds$ :**

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



**Công của lực  $F$  trên đoạn đường  $s$  bất kì:**

$$A = \int_{(s)} Fds \cos \alpha = \int_{(s)} \vec{F} d\vec{s} = \int_{(s)} \vec{F} d\vec{r} = \int_{(s)} F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

**Nếu  $F$  là một lực Thế:  $F_x = f(x)$ ,  $F_y = g(y)$ ,  $F_z = h(z)$**

**thì:**

$$A_{12} = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx + \int_{y_1}^{y_2} F_y dy + \int_{z_1}^{z_2} F_z dz$$

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## III.1 - CÔNG CƠ HỌC

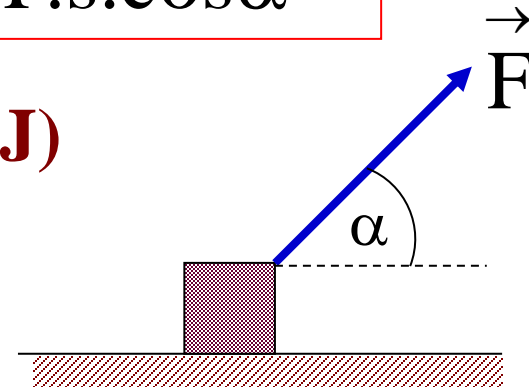
**Lưu ý:**

**Công là đại lượng vô hướng có thể dương, âm, hoặc  $= 0$ .**

- Nếu lực luôn vuông góc với đường đi thì  $A = 0$ .
- Nếu  $A > 0$ : công phát động.
- Nếu  $A < 0$ : công cản.
- **Nếu lực có độ lớn không đổi và luôn tạo với đường đi một góc  $\alpha$  thì:**

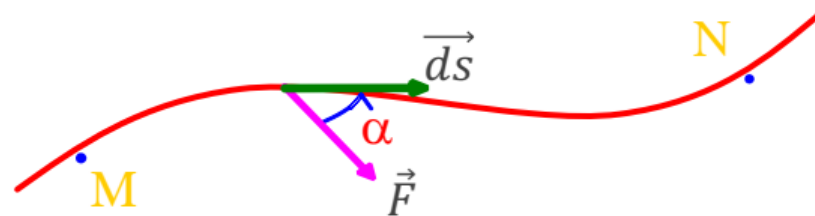
$$A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

**Trong hệ SI, đơn vị đo công là **jun (J)****

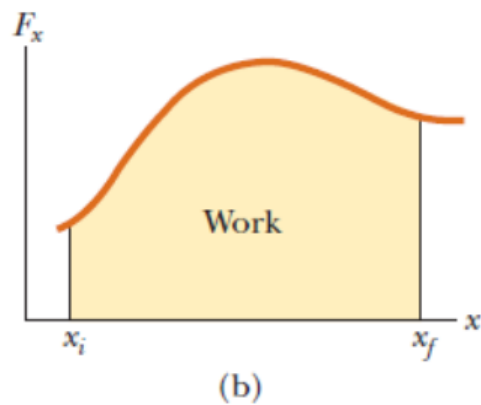
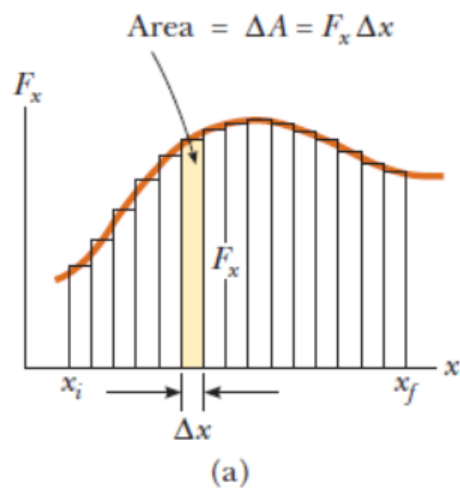


### III. 1. Công cơ học

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



Hình : Công cơ học



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## III.1 - CÔNG CƠ HỌC

### 2 – Công của các lực cơ học:

a) Công của lực ma sát:

$$A = - \int_{(s)} F_{ms} ds = -F_{ms} \cdot s$$

b) Công của lực đàn hồi:

$$A = \frac{1}{2} k(x_1^2 - x_2^2)$$

c) Công của lực hấp dẫn:

$$A = Gm_1m_2 \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

d) Công của trọng lực:

$$A = mg(h_1 - h_2)$$

**Nhận xét:**

Công của **lực đàn hồi**, **lực hấp dẫn**, **trọng lực** không phụ thuộc vào đường đi, chỉ phụ thuộc vị trí điểm đầu và cuối.

Vậy **lực đàn hồi**, **lực hấp dẫn**, **trọng lực** là những lực **thế**.

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## III. 2. ĐỘNG NĂNG. ĐỊNH LÝ ĐỘNG NĂNG

### 1- Động năng

### 2- Định lý động năng

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

*“Độ biến thiên động năng trong 1 khoảng thời gian bằng công của lực đặt vào hệ thực hiện trong khoảng thời gian đó”*

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

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## III.3. THẾ NĂNG

### 1 – Khái niệm:

Trong trường lực THẾ, ta dùng hàm  $E_t(x,y,z)$  hay  $U(x,y,z)$  để đặc trưng cho năng lượng tương tác giữa chất điểm với trường lực THẾ, sao cho:

$$E_t(M) - E_t(N) = A_{MN}$$

Hàm  $E_t(x,y,z)$  được gọi là thế năng của chất điểm.

\* *Chú ý:*

- Thế năng là hàm của vị trí.
- Chỉ có lực THẾ mới có thế năng.
- Thế năng không xác định đơn giá.

**Tổng quát:**

$$E_t = A_{M\infty} = \int_{M\infty}^{\vec{F}} d\vec{s} = -\int \vec{F} d\vec{s} + C$$



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## III.3. THỂ NĂNG

### 2 – Quan hệ giữa thể năng và lực thế:

**Dạng tích phân:**

$$\int_{MN} \vec{F} d\vec{s} = E_t(M) - E_t(N) \Rightarrow \oint_{(C)} \vec{F} d\vec{s} = 0$$

**Dạng vi phân:**

$$\begin{cases} F_x = -\frac{\partial E_t}{\partial x} \\ F_y = -\frac{\partial E_t}{\partial y} \\ F_z = -\frac{\partial E_t}{\partial z} \end{cases} \Leftrightarrow \vec{F} = -\text{grad} E_t$$

$\vec{F}$  hướng theo chiều giảm của thể năng

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## 3 – Các dạng thế năng:

### Thế năng đàn hồi:

$$E_t = \frac{1}{2} kx^2 + C$$

**x:** độ biến dạng của lò xo

**C = 0** khi gốc thế năng ở vị trí lò xo không biến dạng

### Thế năng hấp dẫn:

$$E_t = -GMm \frac{1}{r} + C$$

**r:** k/c từ m tới tâm của M.

**C = 0** khi gốc thế năng ở vô cùng

### Thế năng của trọng lực:

$$E_t = mgh + C$$

**h:** k/c từ m tới mặt đất.

**C = 0** khi gốc thế năng ở mặt đất.

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## III.4 NĂNG LƯỢNG

### 1 – Khái niệm năng lượng:

Năng lượng là thuộc tính cơ bản của vật chất, đặc trưng cho mức độ vận động của vật chất.

Năng lượng có rất nhiều dạng, tương ứng với các hình thức vận động khác nhau của vật chất: **Cơ năng**, **Nhiệt năng**, **Điện năng**, **Quang năng**, **Hóa năng**, ...

Theo Einstein, một vật có khối lượng  $m$  sẽ tương ứng với năng lượng  $E$ :  $E = mc^2$  với  $c = 3.10^8 \text{m/s}$

Đơn vị đo năng lượng là **jun (J)**.

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

### 2 – Định luật bảo toàn năng lượng:

Năng lượng của hệ cô lập thì không đổi:  $E = \text{const.}$

Suy rộng ra trong toàn vũ trụ: Năng lượng không tự sinh ra và cũng không tự mất đi, mà chỉ chuyển hóa từ dạng này sang dạng khác, hoặc truyền từ vật này sang vật khác, còn tổng năng lượng không thay đổi.

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

### 3 – Ý nghĩa của định luật bảo toàn năng lượng:

- Phản ánh một tính chất bất diệt của vật chất – đó là **sự vận động**.
- Không thể có một hệ nào sinh công mãi mãi mà không nhận thêm năng lượng từ bên ngoài. **Nói cách khác, không tồn tại động cơ vĩnh cửu.**
- Có phạm vi áp dụng rộng nhất.

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## 3 - Quan hệ giữa năng lượng và công:

Một hệ cơ học sẽ trao đổi năng lượng với bên ngoài thông qua công:

$$E_2 - E_1 = A$$

Vậy công là số đo năng lượng mà hệ trao đổi với bên ngoài.



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

### 1- Cơ năng và đlbt cơ năng:

**Cơ năng:**  $E = E_d + E_t$

**Định luật bảo toàn cơ năng:**

Hệ kín, không có ma sát, chỉ có lực thế thì cơ năng không đổi.

$$E_d + E_t = \text{const}$$

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Điều kiện áp dụng:**

**Định lí động năng:** dùng trong mọi trường hợp.

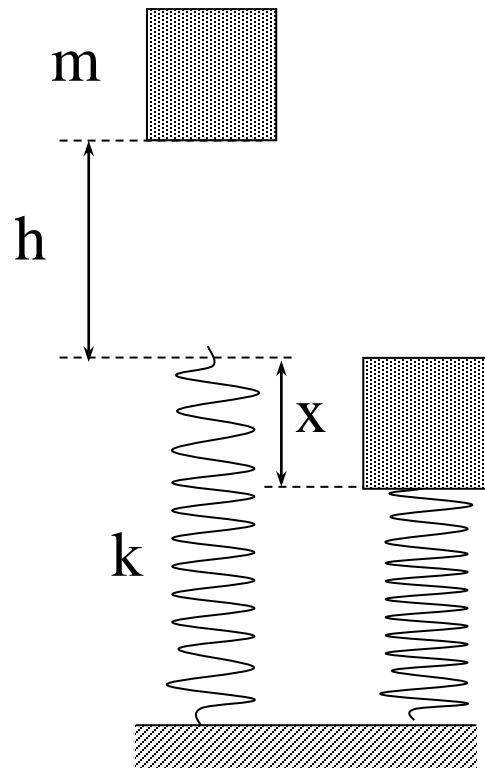
**Định luật bảo toàn cơ năng:** áp dụng khi lực tác dụng lên vật chỉ là lực thế.

**Định luật bảo toàn năng lượng:** áp dụng khi có sự chuyển hóa từ dạng năng lượng này sang năng lượng khác (ví dụ từ cơ năng sang nhiệt năng).



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 1:** Một vật nhỏ khối lượng  $100\text{g}$  rơi từ độ cao  $h = 50\text{cm}$  xuống đầu một lò xo nhẹ, thẳng đứng, có hệ số đàn hồi  $k = 80\text{N/m}$ . Tính độ nén tối đa của lò xo.



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## GIẢI:

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ở hai thời điểm:

- Thời điểm ban đầu: khi vật ở vị trí có độ cao  $h$
- Thời điểm sau: khi lò xo bị nén tối đa

Chọn gốc thế năng

lò xo : tại vị trí lò xo không biến dạng

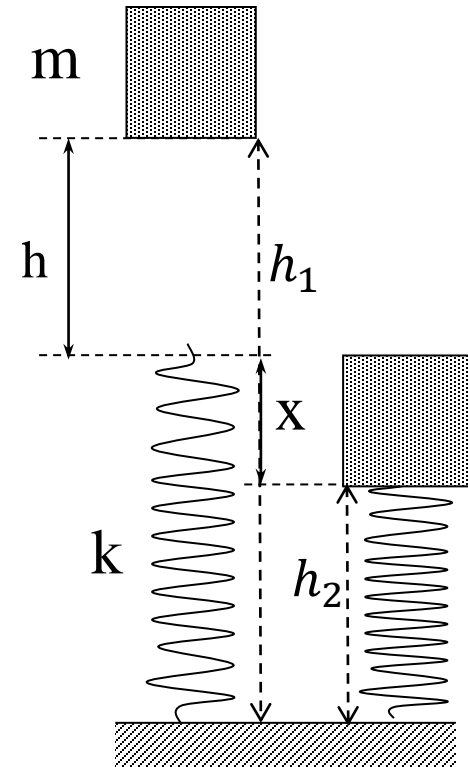
Vật  $m$  : tại mặt đất

$$E_{\text{sau}} = E_{\text{dau}} \Leftrightarrow mgh_2 + \frac{1}{2}kx^2 = mgh_1$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}kx^2 = mg(h_1 - h_2) = mg(h + x)$$

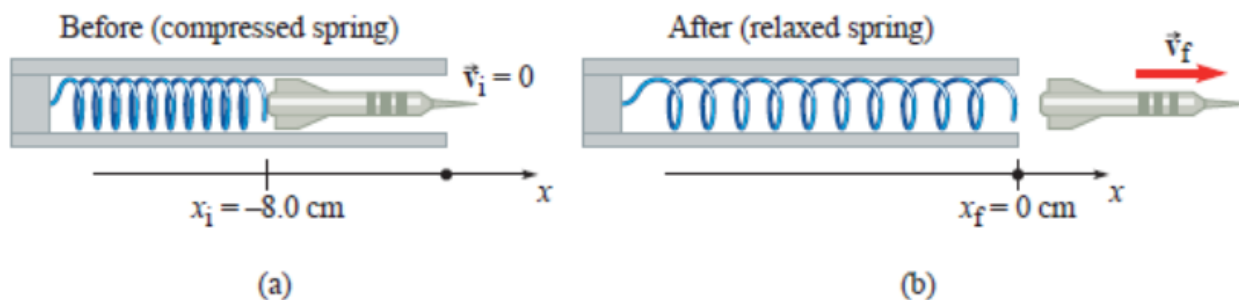
$$\Leftrightarrow 40x^2 = 0,5 + x$$

$$\Rightarrow x = 0,125\text{m} = 12,5\text{cm}$$



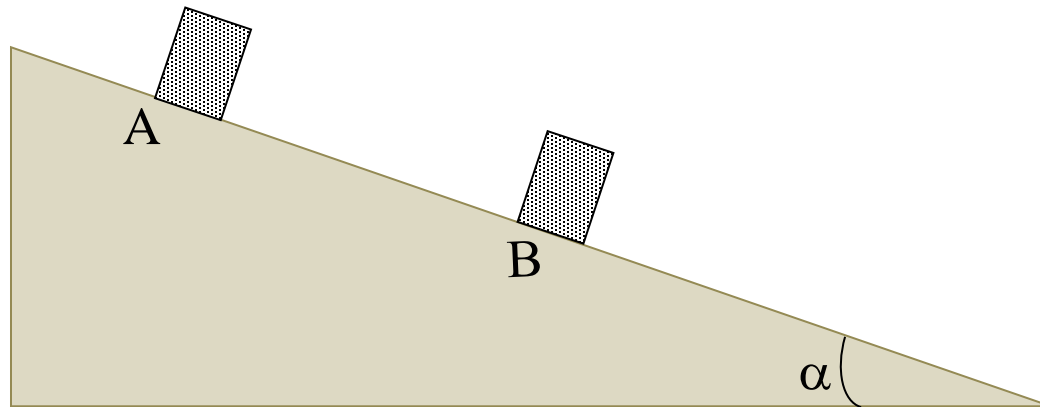
**Áp dụng:** Lò xo có độ cứng  $k = 400 \text{ N/m}$  bị nén một đoạn  $8 \text{ cm}$  như hình vẽ. Phi tiêu có khối lượng  $m = 20 \text{ g}$ . Xác định vận tốc của phi tiêu khi chuyển động. Bỏ qua mọi ma sát.

Đáp số:  $11 \text{ m/s}$



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 2:** Một người trượt tuyết trên một đường dốc nghiêng 12% (cứ đi được 100m thì độ cao giảm 12m). Hệ số ma sát giữa bản trượt với mặt đường là 0,04. Tính vận tốc của người đó sau khi đi được 150m, biết vận tốc ban đầu bằng 5m/s và trong quá trình trượt, anh ta không dùng gậy đẩy xuống mặt đường.



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Cách 1:

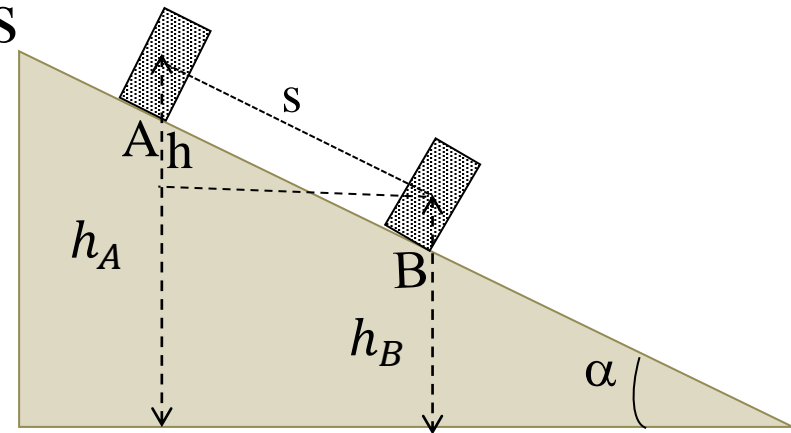
Áp dụng định lý động năng:  $E_{dB} - E_{dA} = A_P + A_{ms}$

$$\frac{1}{2} m(v_B^2 - v_A^2) = mg(h_A - h_B) - F_{ms} \cdot s$$

$$\frac{1}{2} m(v_B^2 - v_A^2) = mgh - \mu mg \cos \alpha \cdot s$$

$$v_B^2 - v_A^2 = 2gs \cdot \sin \alpha - 2\mu g \cos \alpha \cdot s$$

$$v_B = \sqrt{v_A^2 + 2gs(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$



Với  $\sin \alpha = 0,12 \Rightarrow \cos \alpha = 0,993$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{25 + 2 \cdot 10 \cdot 150(0,12 - 0,04 \cdot 0,993)} = 16,3 \text{ m/s}$$

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Cách 2: Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ở hai vị trí:

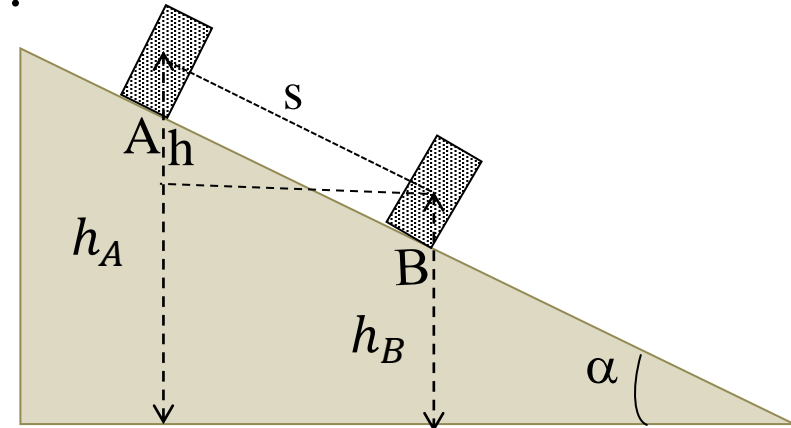
- Tại vị trí A
- Tại vị trí B

Chọn gốc thế năng tại mặt đất

$$\text{Tại A: } E_A = mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$\text{Tại B: } E_B = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\text{Ta có: } E_B - E_A = A_{F_{ms}}$$



$$\text{Với } \sin \alpha = 0,12 \Rightarrow \cos \alpha = 0,993$$

$$\Rightarrow mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 - [mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2] = -F_{ms} \cdot s$$

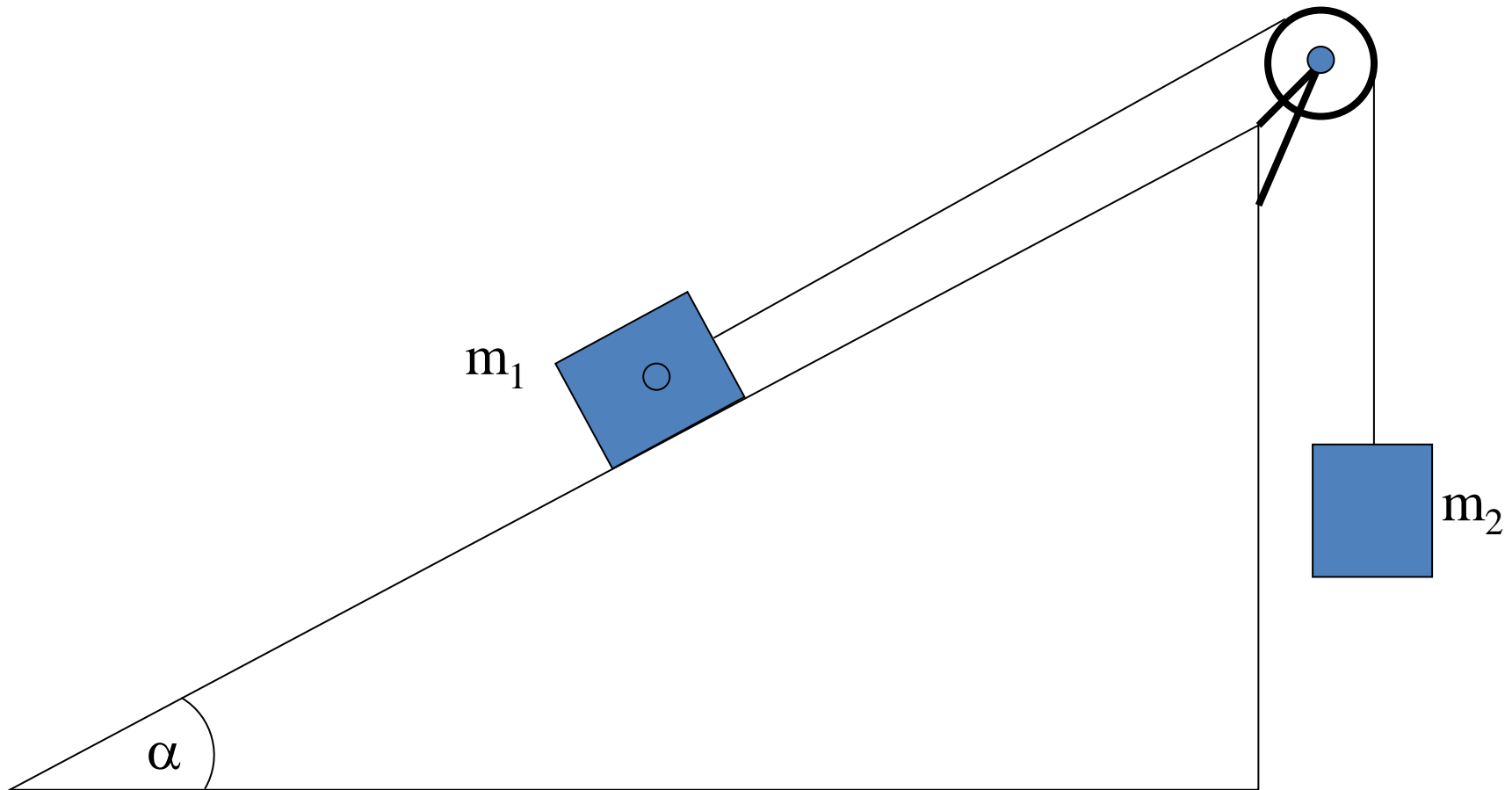
$$\Rightarrow \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) = mg(h_A - h_B) - F_{ms} \cdot s$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{v_A^2 + 2gs(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{25 + 2 \cdot 10 \cdot 150(0,12 - 0,04 \cdot 0,993)} = 16,3 \text{ m/s}$$

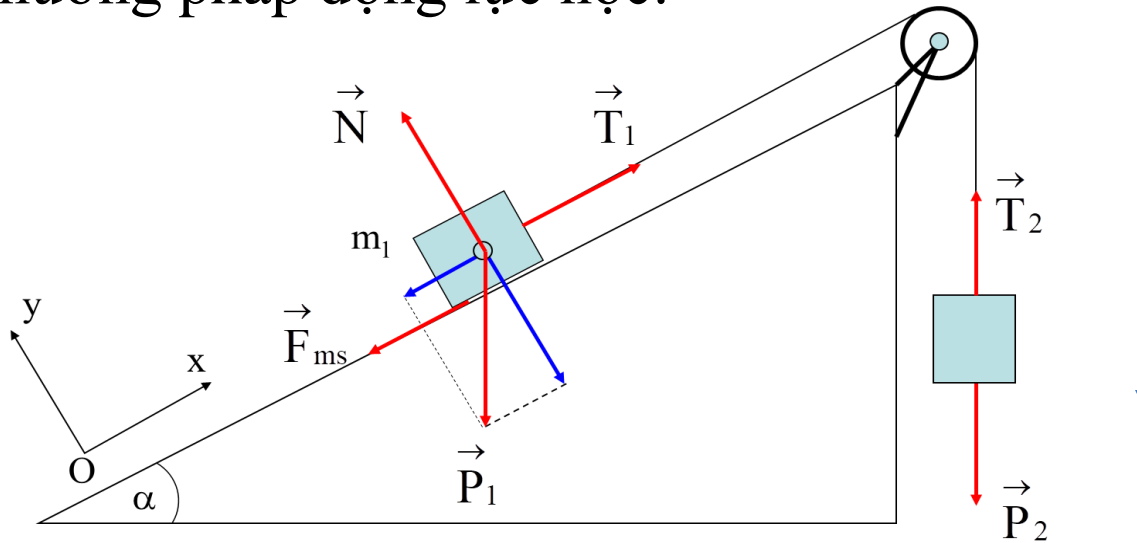
# CHƯƠNG II: ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

**Bài 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  $k$ . Tính gia tốc của các vật, biết  $m_2$  đi xuống.



# CHƯƠNG II: ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

Phương pháp động lực học:

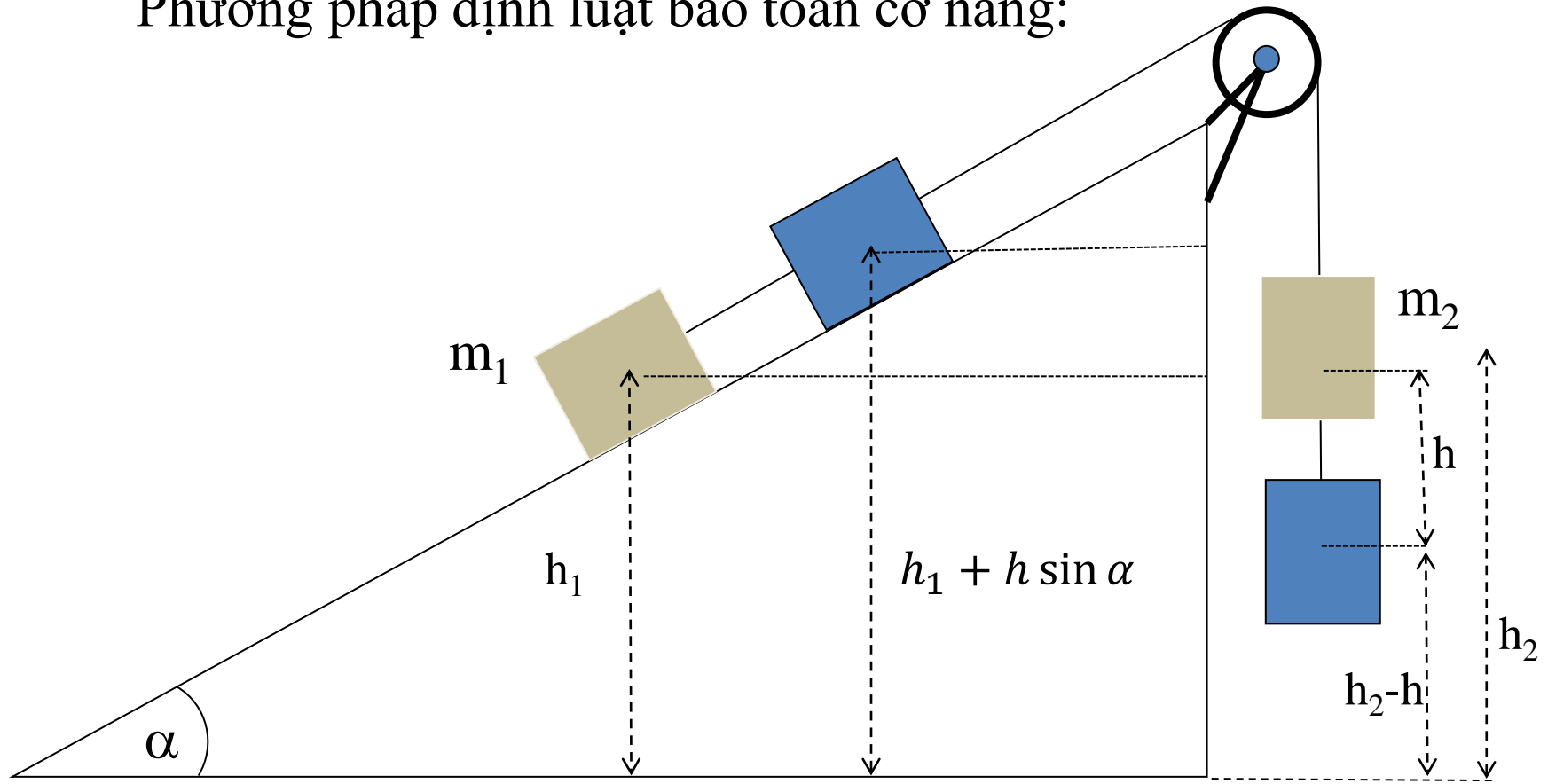


$$a = \frac{m_2 g - m_1 g \sin \alpha - k m_1 g \cos \alpha}{m_1 + m_2}$$



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Phương pháp định luật bảo toàn cơ năng:

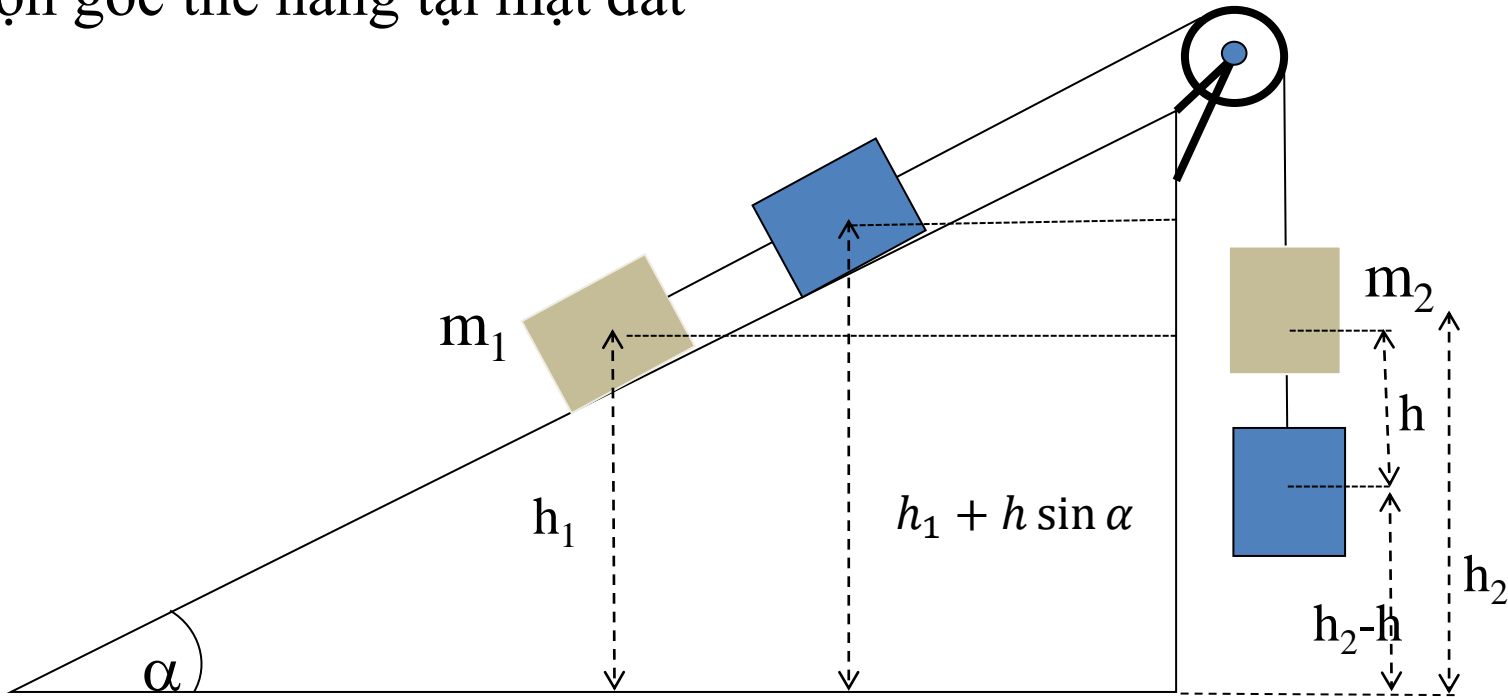


# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng tại hai vị trí:

- Vị trí hệ đứng yên
- Vị trí khi hệ dịch chuyển được một đoạn đường  $h$

Chọn gốc thế năng tại mặt đất



Vị trí ban đầu:  $K_1 = mgh_1 + mgh_2$

Vị trí sau:  $K_2 = mg(h_1 + h \sin \alpha) + \frac{1}{2}mv_1^2 + mg(h_2 - h) + \frac{1}{2}mv_2^2$

Ta có:

$$K_2 - K_1 = A_{F_{ms}}$$

$$[mg(h_1 + h \sin \alpha) + \frac{1}{2}mv_1^2 + mg(h_2 - h) + \frac{1}{2}mv_2^2 - (mgh_1 + mgh_2)] = -F_{ms}h$$

Mặt khác:

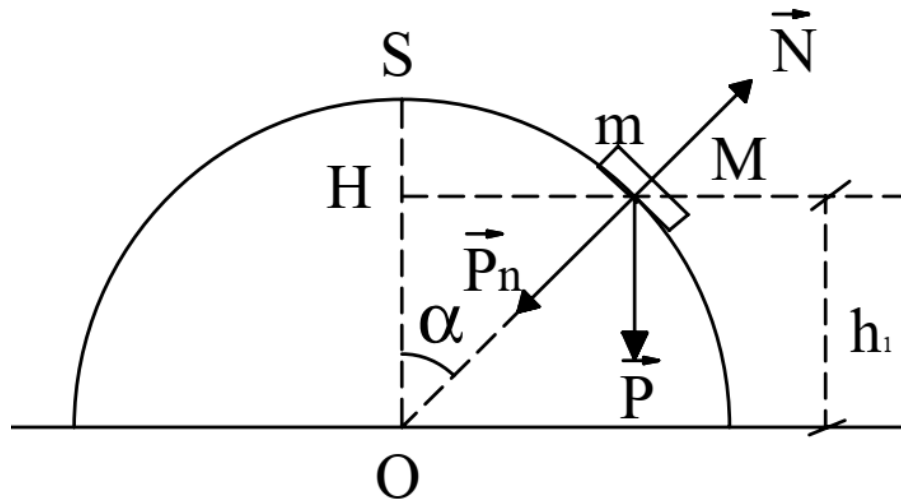
$$\begin{cases} v_1 = v_2 \\ v^2 - v_0^2 = 2ah \\ F_{ms} = kP_1 \cos \alpha = km_1g \cos \alpha \end{cases}$$



$$a = \frac{m_2g - m_1g \sin \alpha - km_1g \cos \alpha}{m_1 + m_2}$$

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 4:** Một vật khối lượng  $m$  trượt không ma sát từ đỉnh  $S$  của một nửa mặt cầu bán kính  $R = 90\text{cm}$  và rơi xuống mặt phẳng ngang. Hãy xác định độ cao  $h_1$  của điểm  $M$  trên mặt cầu tại đó vật rời khỏi mặt cầu.



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Chọn gốc thế năng tại vị trí vật rời khỏi mặt cầu (điểm M):

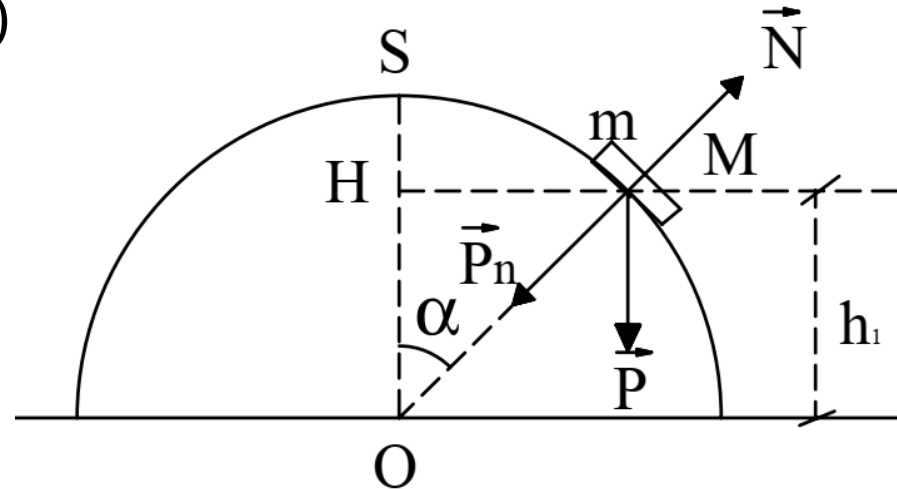
Cơ năng tại S:  $E_S = mg(R - h_1)$

Cơ năng tại M:  $E_M = \frac{1}{2}mv_M^2$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$E_S = E_M$$

$$mg(R - h_1) = \frac{1}{2}mv_M^2 \quad (*)$$



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Phương trình chuyển động theo pháp tuyến:

$$P \cos \alpha - N = \frac{mv^2}{R}$$

Khi bắt đầu rời khỏi mặt cầu thì  $N=0$ :

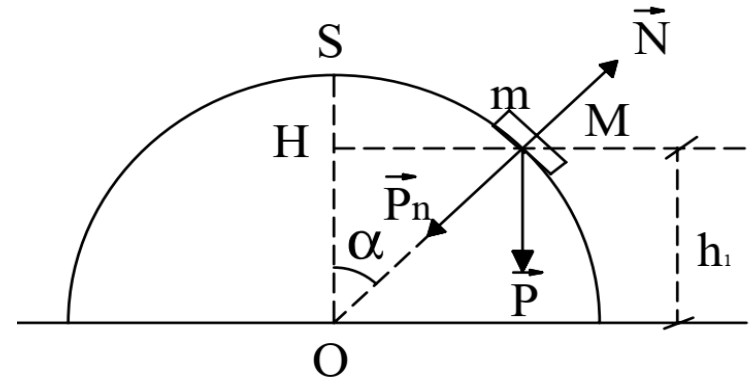
$$P \cos \alpha = \frac{mv_M^2}{R}$$

$$v_M^2 = Rg \cos \alpha$$

Mặt khác:  $\cos \alpha = \frac{h_1}{R}$

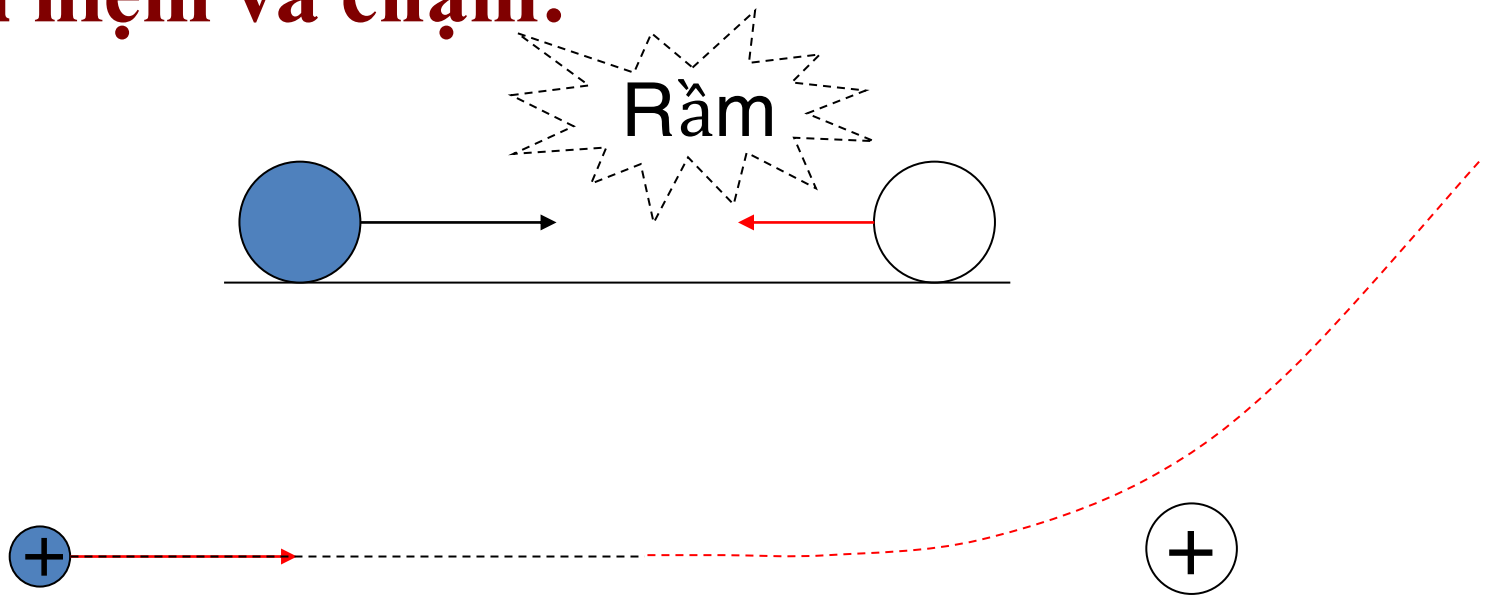
$$\left. \begin{array}{l} v_M^2 = Rg \cos \alpha \\ \cos \alpha = \frac{h_1}{R} \end{array} \right\} v_M^2 = gh_1$$

Thay  $v_M$  vào pt (\*), suy ra :  $h_1 = \frac{2}{3}R = 60 \text{ cm}$



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN VA CHẠM

## 1 – Khái niệm va chạm:



Va chạm giữa hai vật là hiện tượng hai vật tương tác với nhau trong khoảng t/g rất ngắn nhưng động lượng của ít nhất một trong hai vật biến thiên đáng kể.

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN VA CHẠM

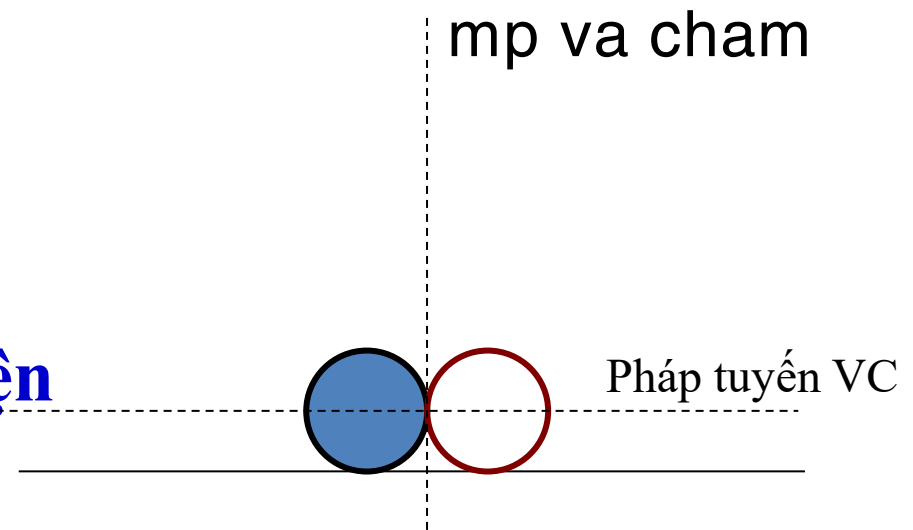
## 2 – Phân loại va chạm:

**Va chạm đàn hồi:** sau va chạm hình dạng và trạng thái bên trong của các vật không đổi.

**Trái lại là va chạm không đàn hồi.**

**Khi các vectơ vận tốc của các vật va chạm nằm trên pháp tuyến va chạm, ta gọi đó là:**

**va chạm chính diện, trực diện  
hay xuyên tâm.**





## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

### 3 – Các định luật bảo toàn trong va chạm:

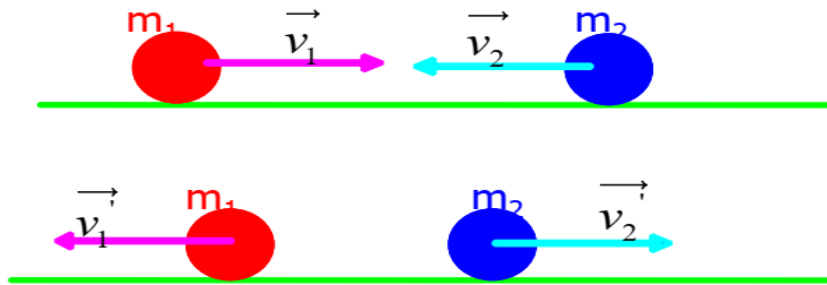
**Bảo toàn động lượng:**

$$\begin{array}{ccc} \rightarrow & & \rightarrow \\ p_{\text{sauvc}} & = & p_{\text{truocvc}} \end{array}$$

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN VA CHẠM

## \* Va chạm đàn hồi (va chạm cứng)

Va chạm đàn hồi là va chạm trong đó các vật lấy lại hình dạng ban đầu sau khi va chạm, cơ năng và động lượng của hệ bảo toàn.



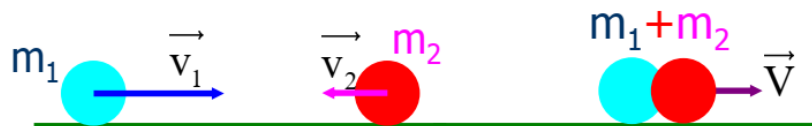
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

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

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN VA CHẠM

## \* Va chạm không đàn hồi (va chạm mềm)

Trong va chạm này, một phần cơ năng biến thành nhiệt năng: cơ năng không bảo toàn, chỉ có bảo toàn động lượng



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

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) V^2}{2} + Q$$

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 5:** Một vật khối lượng  $m_1$  chuyển động đến va chạm đàn hồi xuyên tâm với vật  $m_2 = 1\text{kg}$  đang đứng yên. Tính khối lượng  $m_1$ , biết trong quá trình va chạm đó, nó đã truyền 36% động năng ban đầu của mình cho  $m_2$ .

**Giải**

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:**

$$m_1 \vec{v}_1 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 \Rightarrow m_1 v_1 = \pm m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad (1)$$

**Áp dụng định luật bảo toàn động năng:**

$$m_1 v_1^2 = m_1 v'^2_1 + m_2 v'^2_2 \quad (2)$$

**Theo giả thiết:**  $m_2 v'^2_2 = 0,36 m_1 v_1^2 \quad (3)$

**Giải (1), (2), (3) ta được:**  $m_1 = 9\text{kg}$  hay  $m_1 = \frac{1}{9}\text{kg}$

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 6:** Một hạt có khối lượng  $m_1 = 1\text{g}$  đang chuyển động với vận tốc  $v_1 = 4\text{ (m/s)}$  đến và chạm mềm với một hạt khác có khối lượng  $m_2 = 3\text{g}$  đang chuyển động với vận tốc  $v_2 = 1\text{ (m/s)}$  theo hướng vuông góc với hạt thứ nhất. Xác định vector vận tốc của 2 hạt sau va chạm.

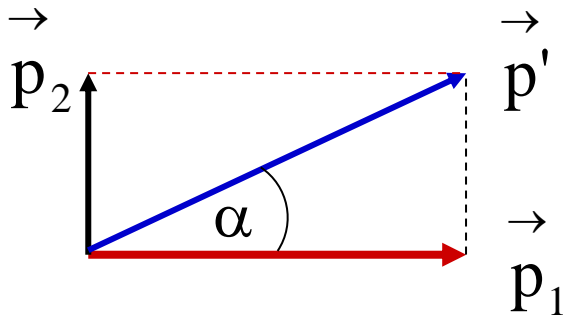
**Giải**

**Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:**

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

$$\vec{v}_1 + 3 \vec{v}_2 = 4 \vec{v}'$$

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN



$$\vec{v}_1 + 3\vec{v}_2 = 4\vec{v}' \Rightarrow v_1^2 + 9v_2^2 = 16v'^2$$

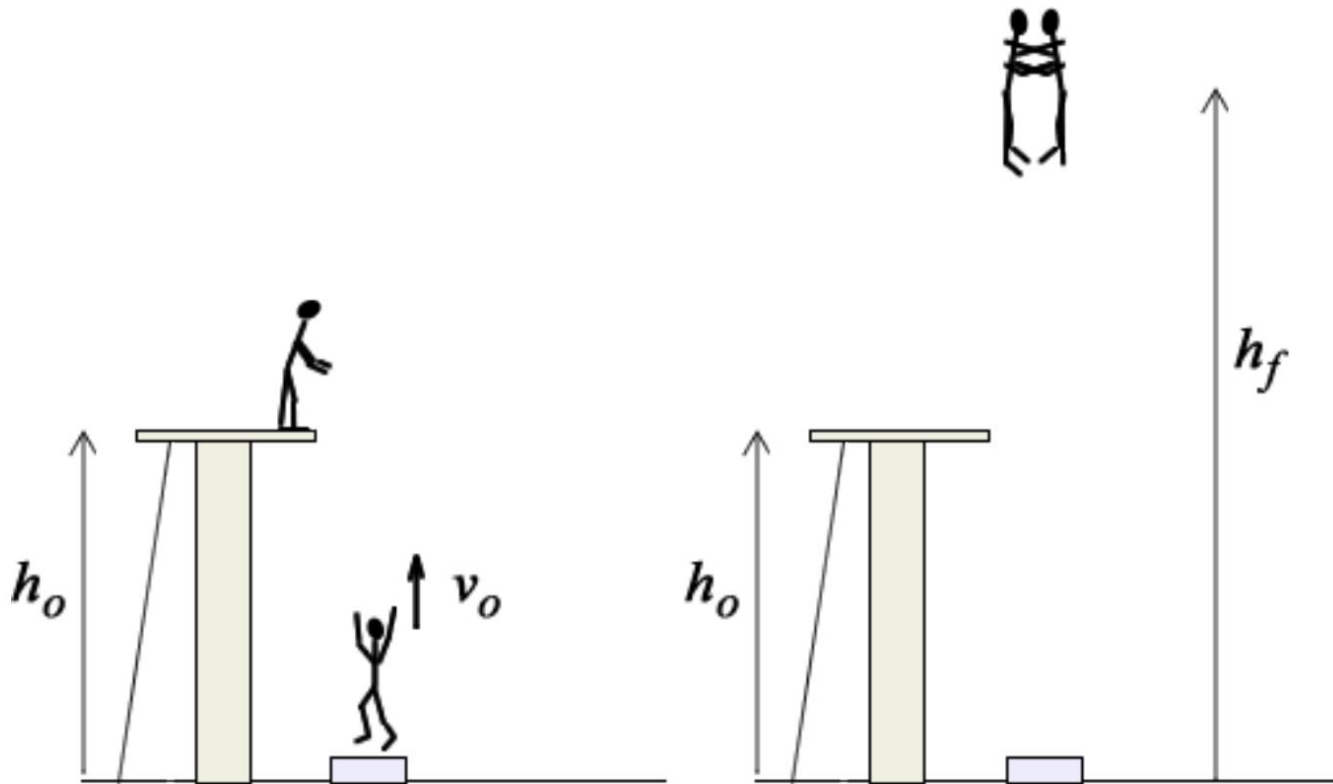
$$\Rightarrow v' = \frac{\sqrt{v_1^2 + 9v_2^2}}{4} = \frac{\sqrt{16 + 9}}{4} = 1,25 \text{ (m/s)}$$

**Vậy, sau va chạm, hai hạt chuyển động với vận tốc  $v' = 1,25\text{m/s}$  theo hướng hợp với vận tốc hạt của hạt thứ nhất một góc  $\alpha$ :**

$$\cot g\alpha = \frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = \frac{4}{3} \Rightarrow \alpha = 53^\circ$$

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 7:** Một người biểu diễn nhào lộn có khối lượng  $m_A$  bật lên cao từ tấm bạt xò lo với vận tốc  $v_0$ . Tại độ cao  $h_0$ , người biểu diễn nhào lộn tóm lấy chú hề có khối lượng  $m_B$ . Tính độ cao cực đại mà người biểu diễn nhào lộn và chú hề có thể đạt được?





# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Chọn thời điểm ban đầu là lúc người nhào lộn bật lên với vận tốc  $v_0$ .

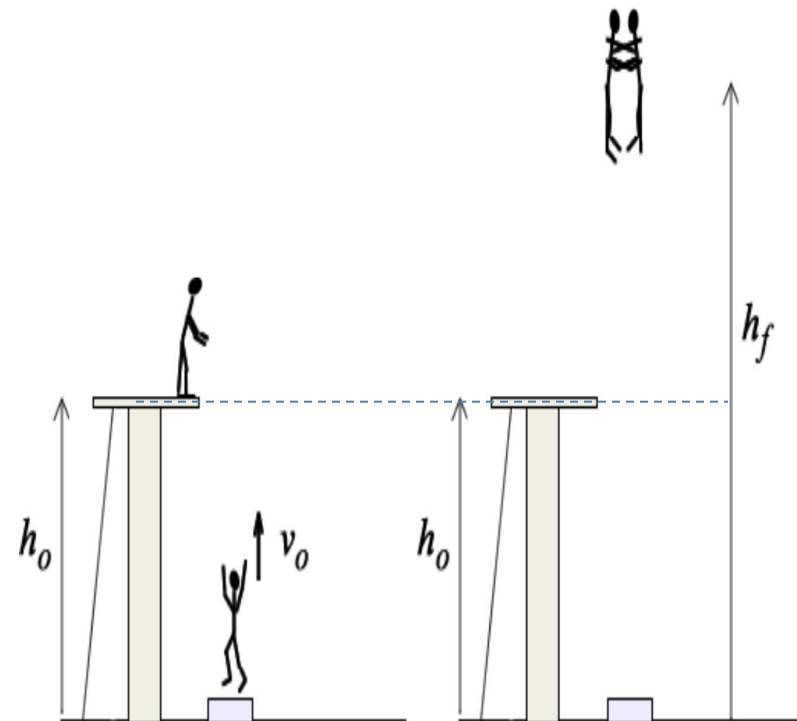
Chọn thời điểm sau là lúc người nhào lộn tóm lấy chú hề.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m_A \cdot \vec{v}_0 = (m_A + m_B) \cdot \vec{v}$$

$$\Rightarrow m_A \cdot v_0 = (m_A + m_B) \cdot v$$

$$\Rightarrow v = \frac{m_A \cdot v_0}{(m_A + m_B)}$$



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Chọn gốc thế năng tại vị trí  $h_0$

Cơ năng tại điểm  $h_0$ :  $W_{h_0} = \frac{1}{2} (m_A + m_B) \cdot v^2$

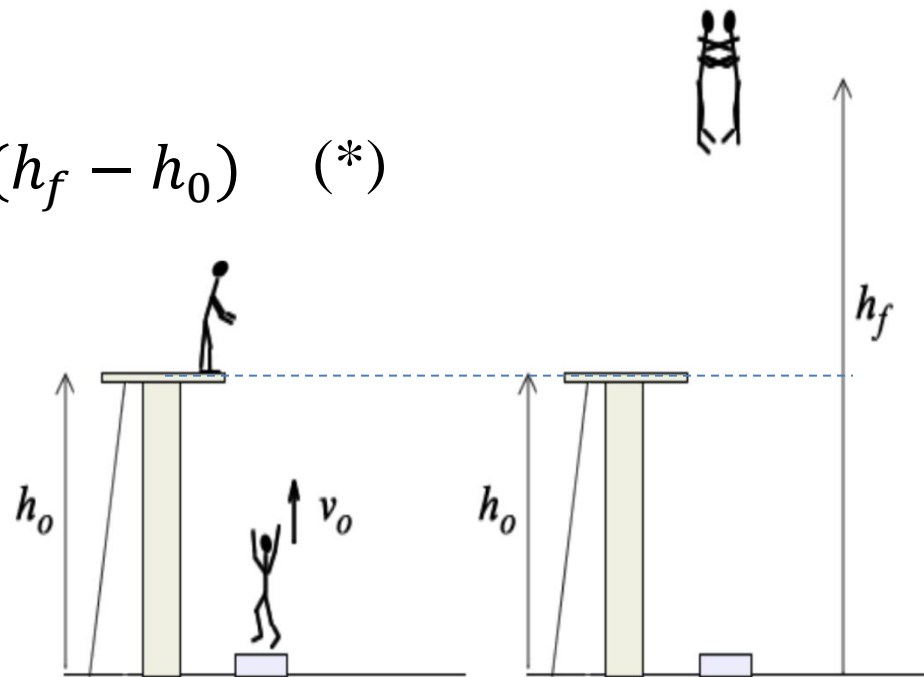
Cơ năng tại điểm  $h_f$ :  $W_{h_f} = (m_A + m_B) \cdot g \cdot (h_f - h_0)$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{1}{2} (m_A + m_B) \cdot v^2 = (m_A + m_B) \cdot g \cdot (h_f - h_0) \quad (*)$$

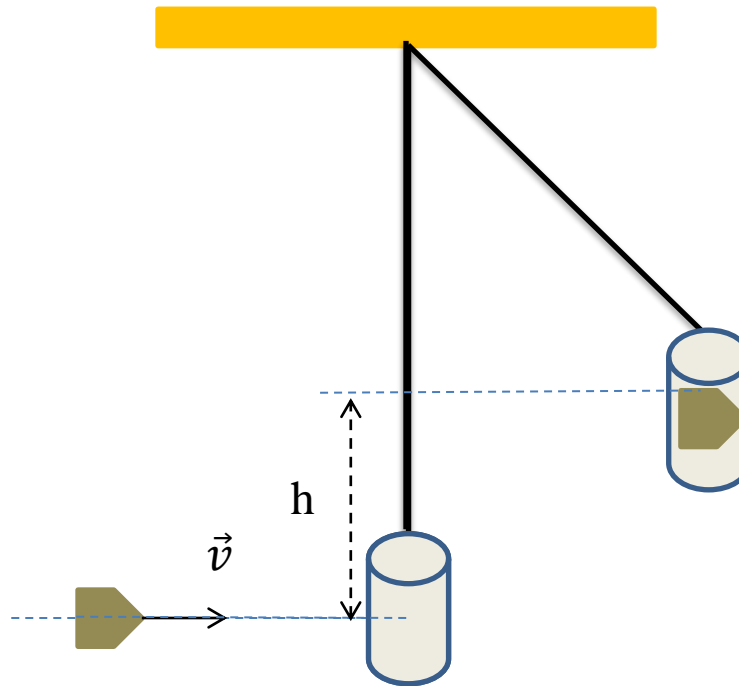
Thay  $v$  vào phương trình (\*), suy ra:

$$h_f = \frac{m_A^2 \cdot v_0^2}{2 \cdot g \cdot (m_A + m_B)^2} + h_0$$



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 8:** Một bao cát treo ở đầu một sợi dây. Một viên đạn chuyển động theo phương ngang xuyên vào bao cát, bị mắc vào đó còn bao cát được nâng lên độ cao  $h$  nào đó. Cho biết vận tốc của viên đạn là  $v$ , khối lượng của nó là  $m$  và khối lượng của bao cát là  $M$ . Tính  $h$ .



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Chọn thời điểm ban đầu là lúc viên đạn có vận tốc  $v$ :

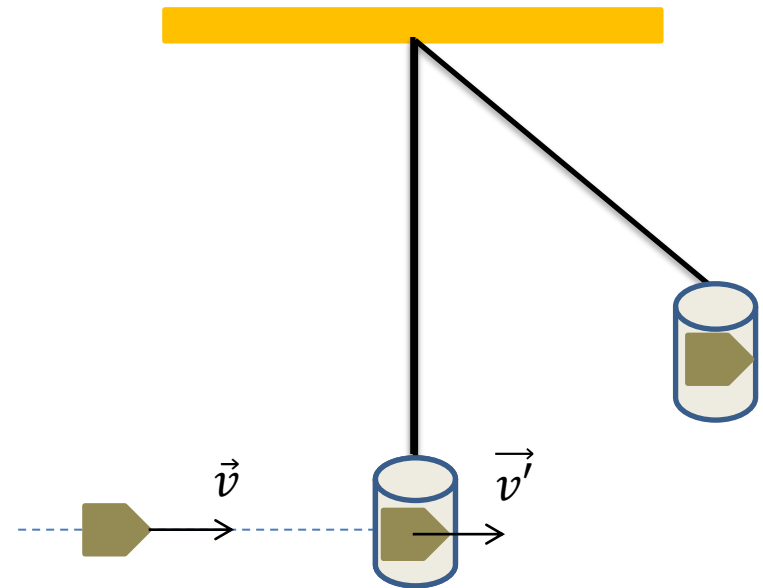
Chọn thời điểm sau là lúc viên đạn vừa xuyên vào bao cát:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m \cdot \vec{v} = (m + M) \cdot \vec{v}'$$

$$\Rightarrow m \cdot v = (m + M) \cdot v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{m \cdot v}{(m + M)}$$



# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Chọn gốc thế năng tại A.

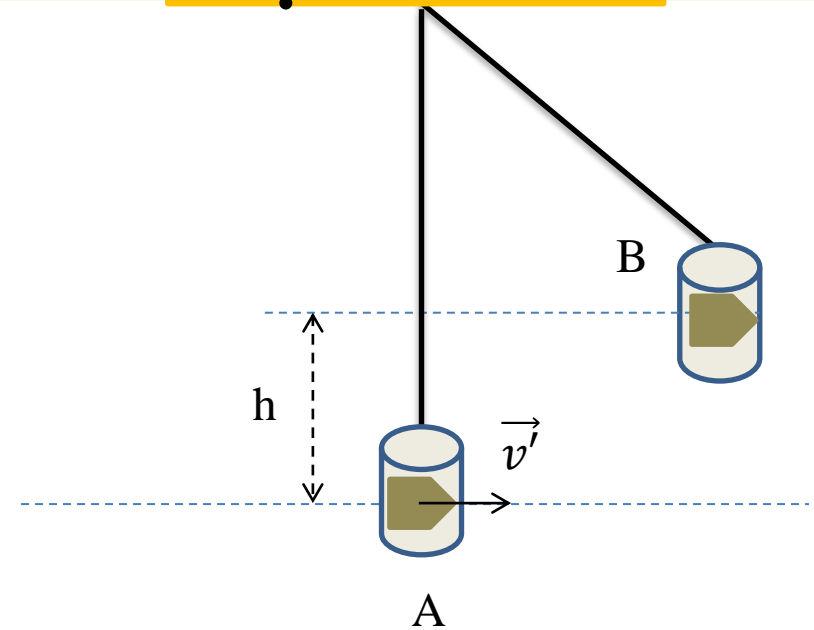
Cơ năng tại A:  $E_A = \frac{1}{2} \cdot (m + M) \cdot v'^2$

Cơ năng tại B:  $E_B = (m + M) \cdot g \cdot h$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot (m + M) \cdot v'^2 = (m + M) \cdot g \cdot h$$

$$\Rightarrow h = \frac{v'^2}{2g} = \frac{m^2 \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot (m + M)^2}$$



## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 9:** Để đo vận tốc của một viên đạn, người ta dùng con lắc thử đạn gồm một bao cát nhỏ treo ở đầu một sợi dây không dẫn có độ dài  $l=0,5\text{m}$ . Khi viên đạn bay với vận tốc  $v$  xuyên vào bao cát thì nó bị mắc lại trong bao cát và chuyển động lên đến độ cao  $h$  làm cho sợi dây hợp với phương thẳng đứng một góc  $20^\circ$ . Cho biết khối lượng của viên đạn là  $5,0\text{g}$  và của bao cát là  $3,0\text{kg}$ . Bỏ qua sức cản của không khí. Xác định vận tốc của viên đạn.

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Chọn thời điểm ban đầu là lúc viên đạn có vận tốc  $v$ :

Chọn thời điểm sau là lúc viên đạn vừa xuyên vào bao cát:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m \cdot \vec{v} = (m + M) \cdot \vec{v'}$$

$$\Rightarrow m \cdot v = (m + M) \cdot v'$$

$$\Rightarrow v' = \frac{m \cdot v}{(m + M)}$$

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Chọn gốc thế năng tại A:

$$\text{Cơ năng tại A: } W_A = \frac{1}{2} \cdot (m + M) \cdot v'^2$$

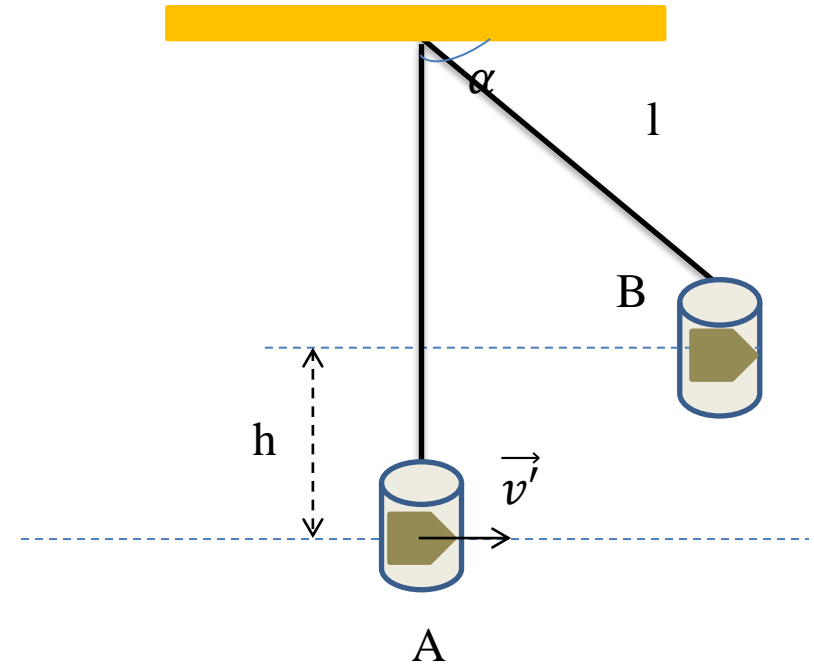
$$\text{Cơ năng tại B: } W_B = (m + M) \cdot g \cdot h$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot (m + M) \cdot v'^2 = (m + M) \cdot g \cdot h$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{m^2 \cdot v^2}{(m+M)} = (m + M) \cdot g \cdot h$$

$$\Rightarrow v = \frac{m + M}{m} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot l \cdot (1 - \cos \alpha)} \approx 462 \text{ m/s}$$

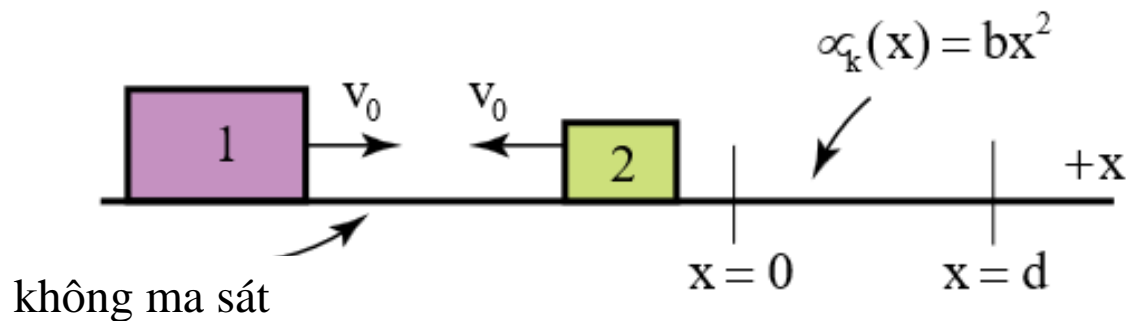




# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 10:** Vật 1 có khối lượng  $3m$  trượt không ma sát trên mặt

phẳng ngang về bên phải với tốc độ  $v_0$ . Vật 1 va chạm với vật 2 có khối lượng  $m$  đang chuyển động về bên trái với tốc độ  $v_0$ . Sau va chạm, hai vật dính vào nhau và chuyển động trên bề mặt có ma sát tại vị trí  $x_0$ ; hệ số ma sát của mặt phẳng tăng theo khoảng cách theo phương trình  $\mu(x) = bx^2$  với  $0 \leq x \leq d$ ,  $b$  là một hằng số dương. Hệ hai vật dừng lại tại vị trí  $x = d$ . Xác định vận tốc ban đầu  $v_0$  ?



## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Chọn thời điểm ban đầu: là lúc hai vật chưa va chạm

Chọn thời điểm sau lúc: là lúc hai vật va chạm

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:  $\vec{p}_{trước} = \vec{p}_{sau}$

$$3m\vec{v}_0 + m\vec{v}_0 = 4m\vec{v}$$

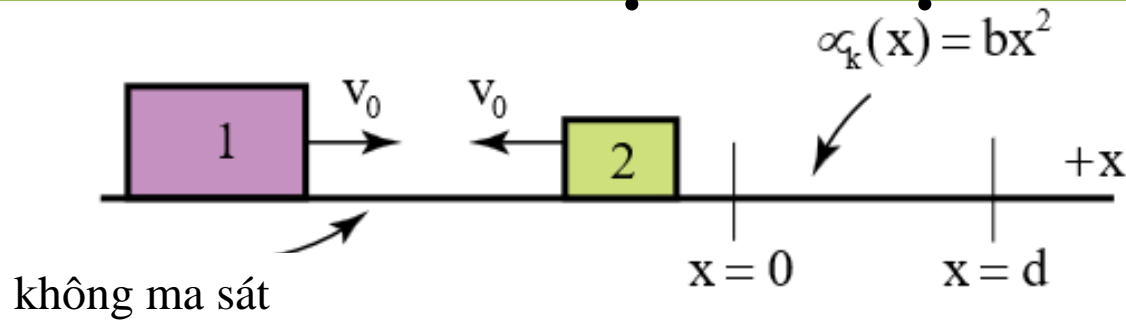
$$3mv_0 - mv_0 = 4mv$$

$$v = \frac{v_0}{2}$$

Mặt khác: 
$$A_{MN} = \int_M^N \vec{F} \cdot \overrightarrow{ds}$$

$$A = \int \vec{F} \cdot \overrightarrow{ds} = \int_{x'=0}^{x'=d} F_x \cdot dx'$$

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN



$$A = - \int_{x'=0}^{x'=d} F_{ms} \cdot dx'$$

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

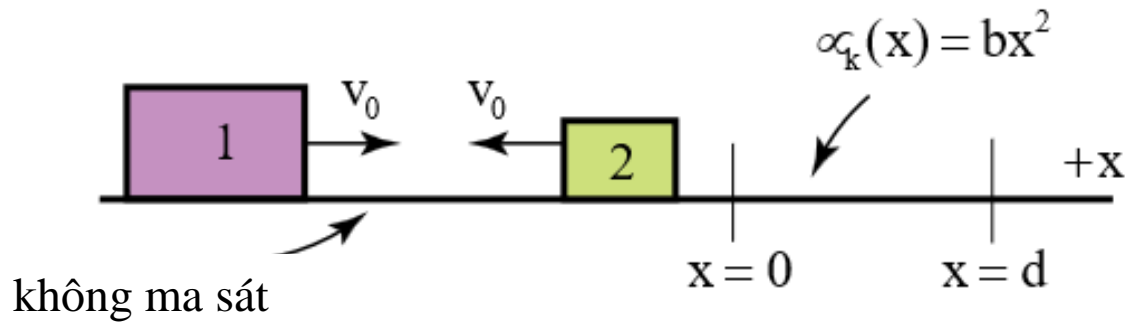
$$N = P = 4m$$

$$\mu(x) = bx^2$$

$$\Rightarrow A = - \int_{x=0}^{x=d} b \cdot x^2 \cdot 4m \cdot g \cdot dx$$

$$A = -\frac{4}{3} \cdot b \cdot m \cdot g \cdot d^3$$

# CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN



Áp dụng định lí động năng:  $A_{12} = K_2 - K_1 \quad (K_2 = 0)$

$$\Rightarrow -\frac{4}{3} \cdot b \cdot m \cdot g \cdot d^3 = -\frac{1}{2} 4m \cdot v^2$$

$$\Rightarrow -\frac{4}{3} \cdot b \cdot m \cdot g \cdot d^3 = -\frac{1}{2} m \cdot v_0^2$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{8}{3} \cdot b \cdot g \cdot d^3$$

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

### *Bài tập áp dụng:*

**Bài 11:** Chất điểm chuyển động trong mặt phẳng Oxy dưới tác dụng của lực . Tính công của lực đã thực hiện trong quá trình vật đi từ M(-2; 3) tới N(5; 10). Các đơn vị đo trong hệ SI.

### Công của lực trong qtrình MN:

$$\begin{aligned} A_{MN} &= \int_{MN} F_x dx + F_y dy = \int_{x_M}^{x_N} F_x dx + \int_{y_M}^{y_N} F_y dy = 5 \int_{-2}^5 x dx - 10 \int_3^{10} y dy \\ &= 46,59 \text{ J} \end{aligned}$$

**Đáp số: 46,59 J**

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 12:** Một vật có khối lượng  $m = 3 \text{ kg}$  chuyển động với vận tốc  $4 \text{ m/s}$  đến va chạm vào một vật đứng yên có cùng khối lượng. Coi va chạm là xuyên tâm và không đàn hồi. Tìm nhiệt lượng toả ra khi va chạm.

**Đáp số:**  $12 \text{ J}$ .

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 13:** Từ độ cao  $h = 20\text{m}$ , người ta ném một hòn đá khối lượng  $200\text{g}$  với vận tốc ban đầu bằng  $18\text{m/s}$  theo phương nghiêng so với mặt phẳng ngang. Khi rơi chạm đất, hòn đá có vận tốc bằng  $24\text{m/s}$ . Lấy gia tốc trọng trường  $g = 9,80\text{m/s}^2$ .

Hãy tính công của lực cản do không khí tác dụng lên hòn đá.

**Đáp số:** 
$$A_c = \frac{m}{2} (v^2 - v_0^2) - mgh = -14\text{J}$$

## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 14:** Một quả cầu khối lượng  $2,0\text{kg}$  chuyển động với vận tốc  $3,0\text{m/s}$  tới va chạm xuyên tâm vào quả cầu thứ hai khối lượng  $3,0\text{kg}$  đang chuyển động với vận tốc  $1,0\text{m/s}$  cùng chiều với quả cầu thứ nhất. Hãy xác định vận tốc của hai quả cầu sau khi va chạm trong hai trường hợp:

- Hai quả cầu va chạm hoàn toàn đàn hồi.
- Hai quả cầu va chạm mềm. Khi đó nhiệt lượng toả ra trong quá trình va chạm bằng bao nhiêu?

**Đáp số:**

- $v_1' = 0,6\text{m/s}, v_2' = 2,6\text{m/s}$
- $v' = 1,8\text{m/s}, Q = 2,4\text{J}.$



## CHƯƠNG III: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

**Bài 15:** Hai quả cầu được treo ở hai đầu của hai sợi dây song song dài bằng nhau. Hai đầu kia buộc cố định sao cho hai quả cầu tiếp xúc nhau và tâm của chúng cùng nằm trên đường nằm ngang. Các quả cầu có khối lượng 200g và 300g. Quả cầu thứ nhất được nâng lên đến độ cao  $h$  và thả xuống. Hỏi sau va chạm, các quả cầu được nâng lên đến độ cao bao nhiêu nếu:

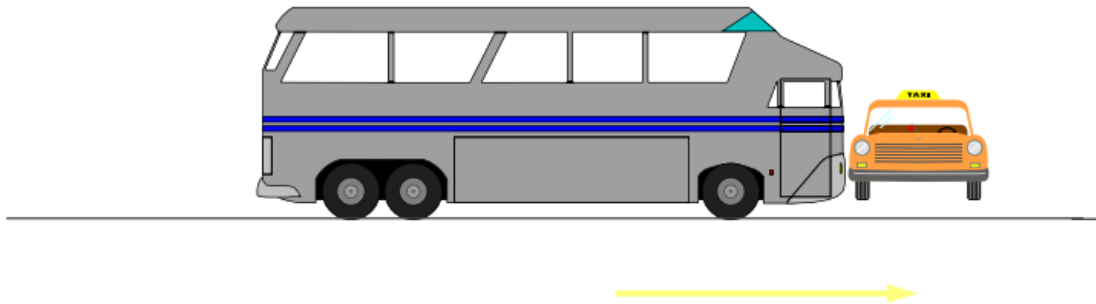
- a. Va chạm là đàn hồi;
- b. Va chạm là mềm (không đàn hồi).

**Đáp số:**

- a)  $h_1 = 0,5\text{cm}; h_2 = 8\text{cm}.$
- b)  $h_1 = h_2 = 2\text{cm}.$

### Bài tập 1:

Một chiếc xe bus có khối lượng gấp đôi chiếc xe hơi, đang chuyển động với vận tốc  $30 \text{ m/s}$  thì va chạm với xe hơi đang đứng yên. Xác định vận tốc chung của 2 xe sau va chạm?



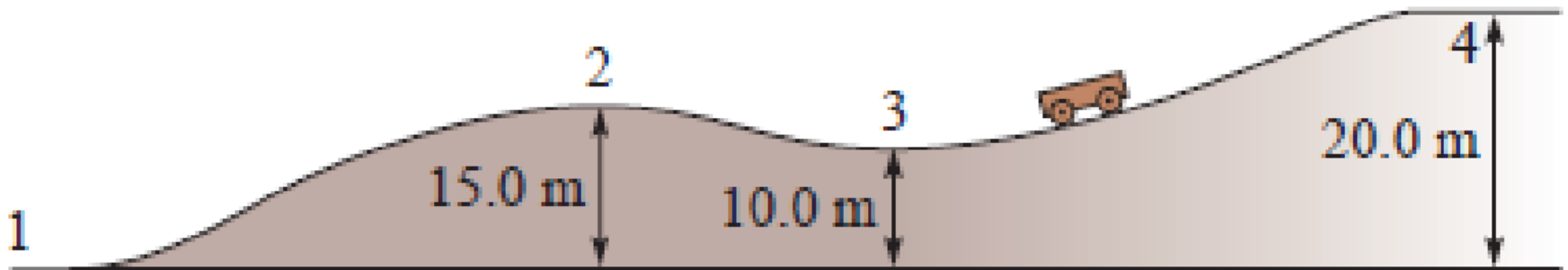
- A.  $20 \text{ m/s}$**       **B.  $10 \text{ m/s}$**       **C.  $5 \text{ m/s}$**       **D. Tất cả đều sai**

## **Bài tập 2:**

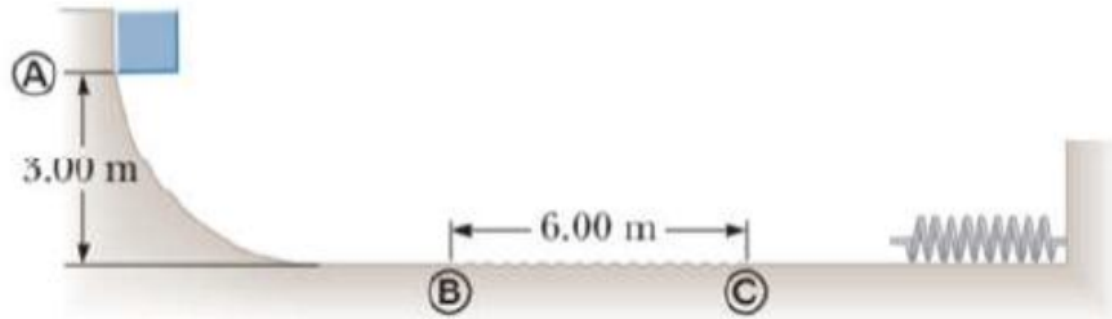
Một chiếc xe chuyển động qua điểm 1 với vận tốc  $20.0 \text{ m/s}$  ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

- a) Xác định vận tốc của chiếc xe tại điểm 3
- b) Chiếc xe có lên đến điểm 4 được hay không? Tại sao? (Bỏ qua ma sát)

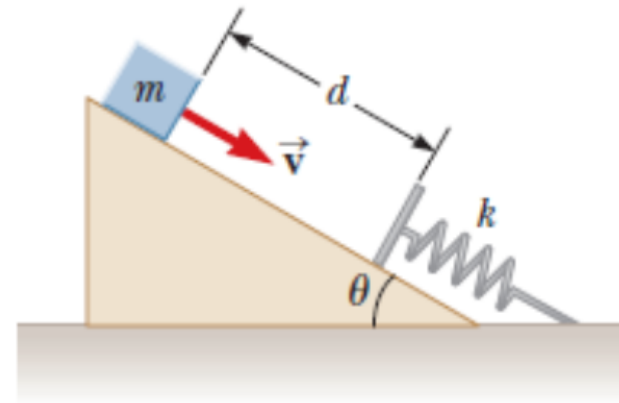
a)  $14.3 \text{ m/s}$       b) Có



**Bài 5:** Một vật có khối lượng 10 kg đang ở trạng thái đứng yên tại A trước khi chuyển động như trong hình vẽ. Vật chuyển động không ma sát ngoại trừ quãng đường từ B đến C có độ dài là 6 m ( $BC = 6 \text{ m}$ ). Vật nén lò xo một đoạn 0,3 m rồi dừng lại. Biết độ cứng lò xo là 2250 N/m. Xác định hệ số ma sát giữa vật và mặt sàn đoạn BC.



**Bài 8:** Một mặt phẳng nghiêng hợp với phương ngang một góc  $\theta = 20^\circ$ . Lò xo có độ cứng  $k = 500 \text{ N/m}$  song song với mặt phẳng nghiêng như hình vẽ. Một khối gỗ có khối lượng  $m = 2,5 \text{ kg}$  được đặt trên mặt phẳng nghiêng các lò xo một đoạn  $d = 0,3 \text{ m}$ . Khối gỗ di chuyển xuống mặt phẳng nghiêng với vận tốc  $v = 0,75 \text{ m/s}$ . Khi khối gỗ dừng lại, xác định lò xo bị nén một đoạn bằng bao nhiêu? (Bỏ qua ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng).



**Bài 13:** Một viên đạn có khối lượng  $m = 8 \text{ g}$  bắn vào một khúc gỗ đang đứng yên trên cạnh bàn. Khối gỗ có khối lượng  $M = 250 \text{ g}$  và có độ cao  $h = 1 \text{ m}$  như hình vẽ. Viên đạn nằm trong khối gỗ sau va chạm. Khối gỗ rơi xuống cách chân bàn  $d = 2 \text{ m}$ . Xác định vận tốc ban đầu của viên đạn.

