

# **BÀI GIẢNG VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG**

**Bộ môn: Lý - Hóa**

## **Chương 3**

# **CÔNG VÀ NĂNG LƯỢNG**

## **MỤC TIÊU BÀI HỌC:**

**Sau khi học xong bài học sinh viên phải:**

- **Nhớ và hiểu được các khái niệm công và công suất. Thiết lập được các biểu thức đó.**
- **Nhớ và hiểu các kiến thức đã học về động năng, thế năng, cơ năng. Biết vận dụng định lý biến thiên động năng và công thức độ giảm thế năng trong giải quyết các bài toán vật lý.**
- **Chứng minh và vận dụng được định luật bảo toàn cơ năng trong trọng trường.**

**Để hoàn thành tốt bài học sinh viên cần thực hiện các nhiệm vụ sau:**

- **Đọc trước bài Công và năng lượng**
- **Theo dõi bài giảng của giảng viên**
- **Hoàn thành các bài tập cuối chương**
- **Bài giảng đang trong quá trình hoàn thiện, phát triển có vấn đề sinh viên có thể liên hệ trực tiếp với giảng viên. (Mail: [dvtinh@uneti.edu.vn](mailto:dvtinh@uneti.edu.vn))**

# Nội dung

## 3.1. Công và công suất

### 3.1.1. Công

### 3.1.2. Công suất

## 3.2 .Định lý biến thiên động năng và thế năng. Định luật bảo toàn cơ năng

### 3.2.1. Động năng, định lý biến thiên động năng

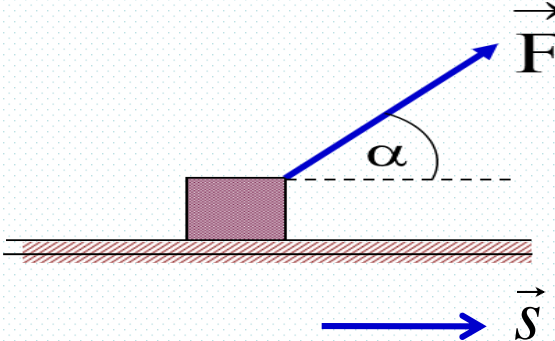
### 3.2.2. Thế năng định lý biến thiên thế năng

### 3.2.3. Định luật bảo toàn cơ năng

## 3.1 – CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

### 3.1.1. Công:

a. Công của lực không đổi. Vật chịu tác dụng của lực  $\vec{F}$  không đổi tác dụng và tạo một góc  $\alpha$  so với độ dời  $\vec{s}$  thì công thực hiện bởi lực đó là

$$A = \vec{F} \cdot \vec{s} = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$


▪  $1\text{J} = 1\text{ N} \cdot \text{m}$

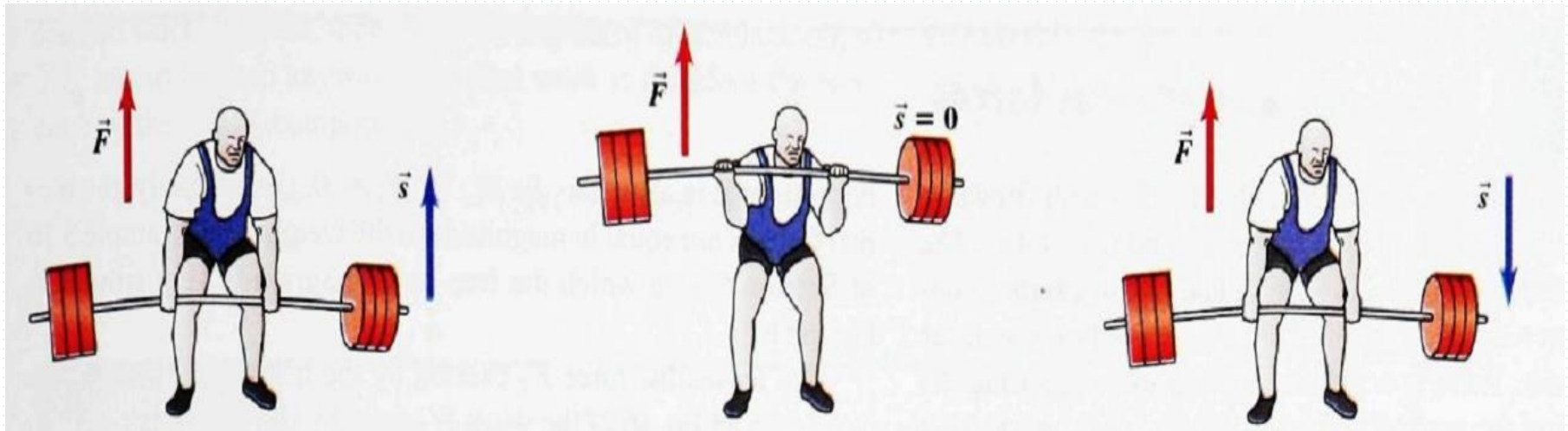
▪ Công là đại lượng vô hướng, công có thể dương, âm hoặc bằng 0 phụ thuộc vào góc giữa hướng của lực và hướng của độ dịch chuyển (độ dời).

**Nhận xét:** Công là đại lượng vô hướng có thể dương hoặc âm hoặc bằng 0

\*  $A > 0$  khi  $\alpha < \frac{\pi}{2}$ , khi đó  $A$  là công phát động.

\*  $A < 0$  khi  $\alpha > \frac{\pi}{2}$ , khi đó  $A$  là công cản.

\*  $A = 0$  khi  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ , lực vuông góc với phương dịch chuyển, lực không sinh công

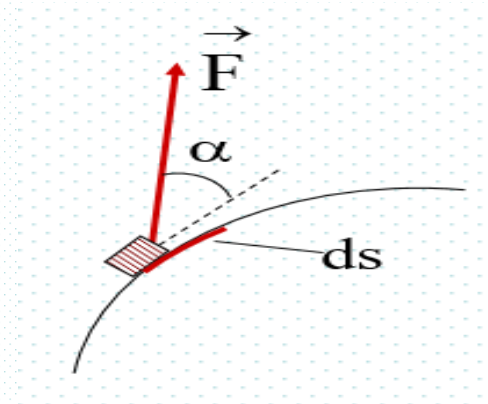


## b. Công thức hiện bởi lực thay đổi

Công nguyên tố trên đoạn đường nhỏ: Xét đoạn đường dịch chuyển nhỏ véc tơ lực gần như không đổi, áp dụng công thức tính công của lực không đổi trên đoạn đường đó, ta được công nguyên tố  $dA$

$$dA = \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

$$A = \int_{(AB)} dA = \int_{(AB)} \vec{F} \cdot d\vec{s}$$



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

## Ví dụ 1:

Tính công của các lực trong hình vẽ khi vật đi sang phải được quãng đường 10m, biết:  $F_1 = 12\text{N}$ ;  $F_2 = 20\text{N}$ ;  $F_3 = 15\text{N}$ ;  $F_4 = 8\text{N}$ ;  $\alpha = 45^\circ$ ;  $\varphi = 30^\circ$ .

Giải

Áp dụng công thức tính công

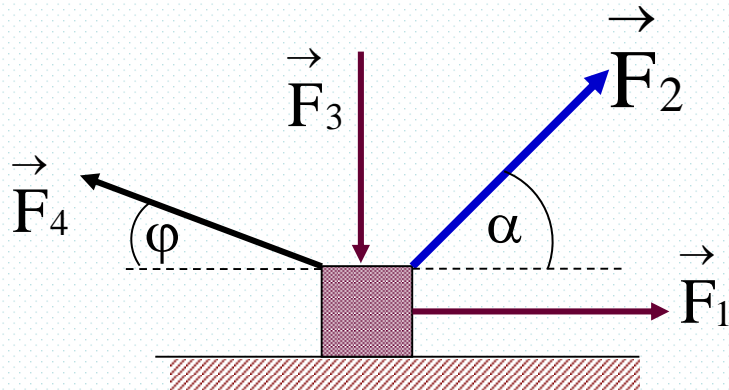
$$A = \vec{F} \cdot \vec{s} = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

$$A_1 = F_1 \cdot s \cdot \cos \alpha = F_1 \cdot s = 12 \cdot 10 = 120\text{J}$$

$$A_2 = F_2 \cdot s \cdot \cos 45^\circ = 20 \cdot 10 \cdot 0,707 = 141\text{J}$$

$$A_3 = 0$$

$$A_4 = - F_4 \cdot s \cdot \cos \varphi = - 69,3\text{J}$$





**Ví dụ 2:** Vật trượt đều trên đường ngang với vận tốc  $v = 5\text{m/s}$  dưới tác dụng của lực  $F = 10\text{N}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ . Tính lực ma sát, công của lực ma sát, công của trọng lực trong thời gian  $5\text{s}$ .

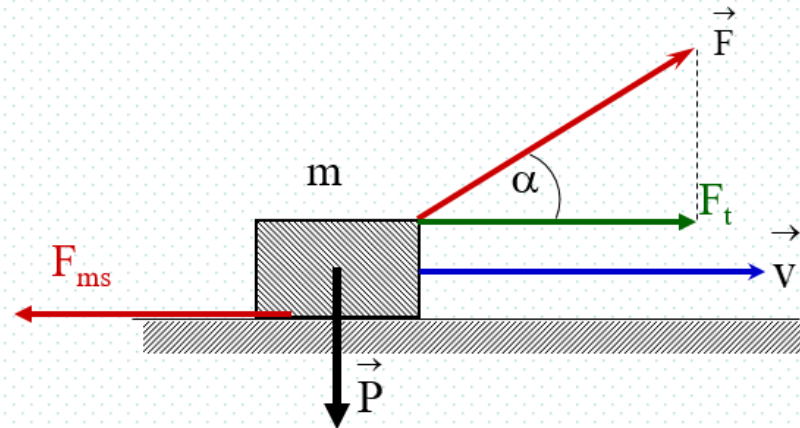
**Giải**

Do vật trượt đều nên:

Lực ma sát:  $F_{\text{ms}} = F_t = F \cdot \cos \alpha = 10 \cdot \cos 60^\circ = 5\text{N}$

Công của lực ma sát:  $A_{\text{ms}} = -F_{\text{ms}} \cdot s = -F_{\text{ms}} \cdot v \cdot t = -5 \cdot 5 \cdot 5 = -125 \quad (\text{J})$

Công của trọng lực:  $A_P = 0$



**Ví dụ 3.** Một vật có khối lượng 2kg trượt qua A với vận tốc 2m/s xuống dốc nghiêng AB dài 2m, cao 1m. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng là

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

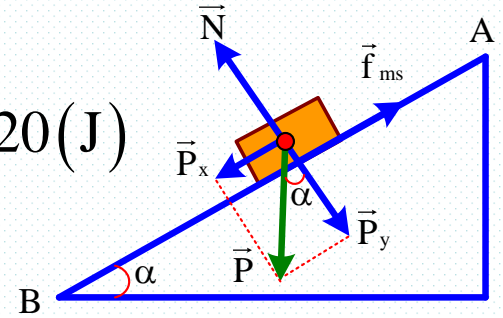
- Xác định công của trọng lực, công của lực ma sát thực hiện khi vật chuyển dời từ đỉnh dốc đến chân dốc.
- Xác định vận tốc của vật tại chân dốc B.
- Tại chân dốc B vật tiếp tục chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang BC dài 2m thì dừng lại. Xác định hệ số ma sát trên đoạn đường BC này.

### a. Công của trọng lực:

$$A_P = P_x \cdot s = P \cdot \sin \alpha \cdot s = P \sin \alpha \cdot s = mg \sin \alpha \cdot s = 2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 = 20 \text{ (J)}$$

### Công của lực ma sát

$$A_{f_{ms}} = -f_{ms} \cdot s = -\mu N \cdot s = -\mu \cdot mg \cos \alpha \cdot s = -\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 2 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 = -20 \text{ (J)}$$



### b. Áp dụng định lý động năng

$$A = W_{dB} - W_{dA} = A_{\vec{P}} + A_{\vec{f}_{ms}}$$

$$\Rightarrow A_{\vec{P}} + A_{\vec{f}_{ms}} = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 \Rightarrow 20 - 20 = \frac{1}{2} \cdot 2 v_B^2 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 \Rightarrow v_B = 2 \text{ (m/s)}$$

$$A = W_{dC} - W_{dB} \Rightarrow A_{\vec{f}_{ms}} = \frac{1}{2} m v_C^2 - \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$A_{f_{ms}} = -f_{ms} \cdot s = -\mu N \cdot s = -\mu mg \cdot s = -\mu \cdot 2 \cdot 10 \cdot 2 = -\mu \cdot 40 \text{ (J)}$$

### c. Khi vật dừng lại:

$$v_C = 0 \text{ (m/s)} \Rightarrow -\mu \cdot 40 = 0 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 \Rightarrow \mu = 0,1$$

**Ví dụ 4:** Chất điểm chuyển động trong mặt phẳng Oxy dưới tác dụng của lực

$\vec{F} = 5x \vec{i} - 10y \vec{j}$ . 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.

**Giải**

Công của lực trong quá trình MN:

$$\begin{aligned} A_{MN} &= \int_{MN} F_x dx + F_y dy = \int_{x_M}^{x_N} F_x dx + \int_{y_M}^{y_N} F_y dy = 5 \int_{-2}^5 x dx - 10 \int_3^{10} y dy \\ &= -402,5 \text{ J} \end{aligned}$$



### 3.1.2. Công suất:

Để đặc trưng cho sức mạnh của máy người ta đưa ra khái niệm công suất.

Công suất trung bình: Là công thực hiện trong một đơn vị thời gian

$$P_{tb} = \frac{\Delta A}{\Delta t}$$

Công suất tức thời:

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt}$$

Giữa công suất, lực và vận tốc có mối liên hệ sau:

$$P = \frac{dA}{dt} = \vec{F} \frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Đơn vị đo: Oát (W)

Lưu ý:

$$1\text{kW} = 10^3\text{W}$$

$$1\text{HP} = 736\text{ W}$$

$$1\text{MW} = 10^6\text{W}$$

$$1\text{kWh} = 3,6.10^6\text{ J}$$

$$1\text{GW} = 10^9\text{W}$$

**Ví dụ 1:** Một đoàn tàu có khối lượng  $m = 100$  tấn chuyển động nhanh dần đều từ địa điểm A đến địa điểm B cách nhau 2km, khi đó vận tốc tăng từ 15m/s (tại A) đến 20m/s (tại B). Tính công suất trung bình của đầu máy tàu trên đoạn đường AB. Cho biết hệ số ma sát là 0,005. Lấy  $g = 9,8\text{m/s}^2$ .

### Hướng dẫn

+ Tính gia tốc của đoàn tàu:  $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s}$

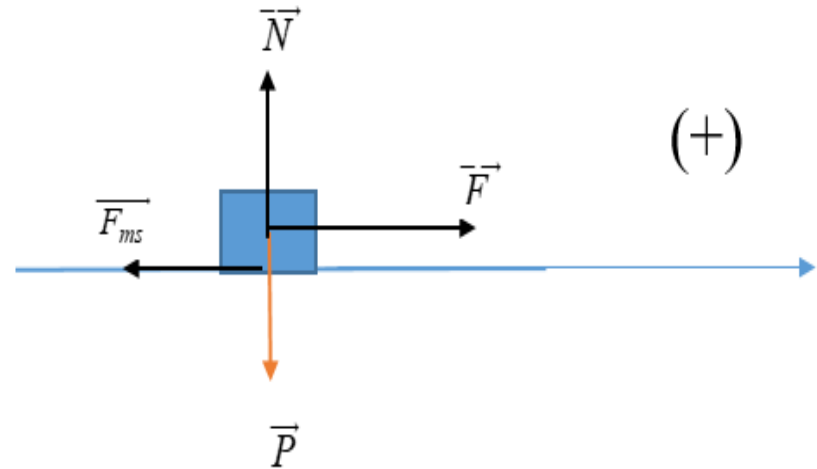
$$\begin{cases} v = 20 \text{ m/s} \\ v_0 = 15 \text{ m/s} \\ s = 2\text{km} = 2000\text{m} \end{cases} \Rightarrow a = \frac{20^2 - 15^2}{2 \cdot 2000} = 0,04 \left( \text{m/s}^2 \right)$$

$\vec{F}$  là lực kéo của đầu máy

Áp dụng định luật 2 Newton

$$\vec{F} + \vec{F}_{ms} + \vec{P} + \vec{N} = m\vec{a} \Rightarrow F - F_{ms} = ma \Rightarrow F = F_{ms} + ma$$

$$F_{ms} = \mu N = \mu P = \mu mg \Rightarrow F = m(\mu \cdot g + a) = 8900\text{N}$$



+ Thời gian tàu chạy từ A đến B là:

$$t = \frac{v_2 - v_1}{a} = \frac{20 - 15}{0,04} = 125(s)$$

+ Công của đầu máy trên đoạn đường AB:  $A = F.s = 17800000 (J)$

+ Công suất trung bình của đầu máy trên đoạn đường AB:

$$P_{tb} = \frac{A}{t} = \frac{178.10^5}{125} = 142400W = 142,4(kW)$$

## 3.2 .Định lý biến thiên động năng và thế năng. Định luật bảo toàn cơ năng

### 3.2.1. Động năng, định lý biến thiên động năng

**Bài toán xây dựng khái niệm động năng:** Xét một vật chuyển động từ vị trí 1 sang vị trí 2 dưới tác dụng của lực  $F$ . Xác định công của lực?

$$A = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int m \vec{a} \cdot d\vec{s} = \int_1^2 m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{s} = \int_1^2 m \frac{d\vec{s}}{dt} \cdot d\vec{v} = \int_1^2 m \vec{v} \cdot d\vec{v} = \left. \frac{m\vec{v}^2}{2} \right|_1^2 = \frac{m\vec{v}_2^2}{2} - \frac{m\vec{v}_1^2}{2}.$$

Vậy 
$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$$

Đặt  $W_{đ1} = \frac{mv_1^2}{2}$  và  $W_{đ2} = \frac{mv_2^2}{2}$  là động năng của vật ở vị trí 1 và vị trí 2

$$A_{12} = W_{đ2} - W_{đ1} = \Delta W_{đ}.$$



**Vậy:** Động năng của chất điểm là phần năng lượng gắn với chuyển động của chất điểm.

**Định lý :** Công của ngoại lực tác dụng lên chất điểm trên đoạn đường nào thì bằng độ biến thiên động năng của chất điểm trên đoạn đường đó.

Động năng của một chất điểm:

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

Động năng của một hệ chất điểm:  $W_{\text{hệ}} = \frac{1}{2} \sum_i m_i v_i^2$

**Nhận xét:**

- Động năng là đại lượng vô hướng và luôn dương
- Vận tốc có tính tương đối phụ thuộc vào hệ quy chiếu cho nên động năng cũng có tính tương đối.

## Tổng quát động năng của vật rắn chuyển động :

Động năng tịnh tiến:

$$W_{\text{đtt}} = \frac{1}{2} m v^2$$

Động năng quay:

$$W_{\text{đq}} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Động năng toàn phần:

$$W_{\text{đtp}} = W_{\text{đtt}} + W_{\text{đq}} = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

Đơn vị : m (kg): v (m/s):  $W_{\text{đ}}$  (J)

### Ví dụ 1:

Bánh xe hình trụ đặc đồng chất, khối lượng 50kg, lăn không trượt với vận tốc tịnh tiến 2m/s. Tính động năng tịnh tiến, động năng quay và động năng toàn phần của bánh xe.

**Giải:**

Động năng tịnh tiến:

$$W_{\text{đtt}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}50 \cdot 2^2 = 100\text{J}$$

Động năng quay quanh trục đi qua khối tâm:

$$W_{\text{đq}} = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}mR^2 \left( \frac{v}{R} \right)^2 = \frac{1}{4}mv^2 = 50\text{J}$$

Động năng toàn phần:

$$W_{\text{đ}} = W_{\text{đtt}} + W_{\text{đq}} = 100 + 50 = 150\text{ J}$$

**Ví dụ 2:** Một ô tô có khối lượng 2 tấn đang chuyển động trên đường thẳng nằm ngang AB dài 100m, khi qua A vận tốc ô tô là 10m/s và đến B vận tốc của ô tô là 20m/s. Biết độ lớn của lực kéo là 4000N.

a. Tìm hệ số ma sát  $\mu_1$  trên đoạn đường AB.

b. Đến B thì động cơ tắt máy và lên dốc BC dài 40m nghiêng  $30^\circ$  so với mặt phẳng ngang. Hệ số ma sát trên mặt dốc là  $\mu_2 = \frac{1}{5\sqrt{3}}$

c. Hỏi xe có lên đến đỉnh dốc C không? Nếu đến B với vận tốc trên, muốn xe lên dốc và dừng lại tại C thì phải tác dụng lên xe một lực có độ lớn thế nào?

a. Áp dụng định lý biến thiên động năng:

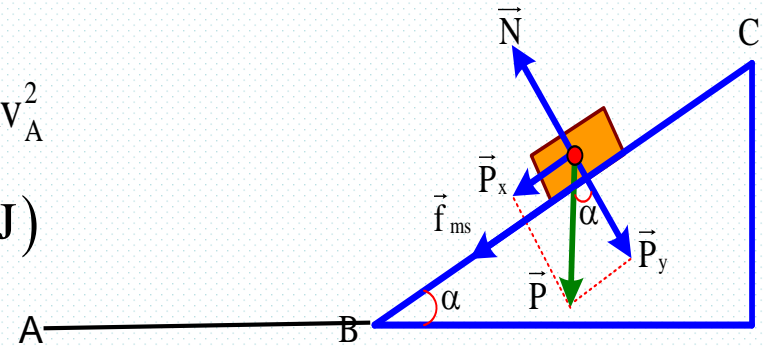
$$A = W_{dB} - W_{dA} \Rightarrow A_{\vec{F}} + A_{\vec{f}_{ms}} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

Công của lực kéo:  $A_F = F.s = 4000.100 = 4.10^5 \text{ (J)}$

Công của lực ma sát:

$$A_{f_{ms}} = -f_{ms}.s = -\mu N.s = -\mu.2.10^6 \text{ (J)}$$

$$\mu = 0,05$$



b. Giả sử D là vị trí mà vật có vận tốc bằng 0

+ Áp dụng định lý biến thiên động năng:

$$A = W_{dD} - W_{dB} \Rightarrow A_{\vec{P}} + A_{\vec{f}_{ms}} = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$A_{f_{ms}} = -f_{ms}.BD = -\mu N.BD = -\mu.m.g.\cos 30^\circ.BD = -2000.BD \text{ (J)}$$

$$\Rightarrow -10^4.BD - 2000.BD = \frac{1}{2}.2000.0 - \frac{1}{2}.2000.20^2 \Rightarrow BD = 33,3333 \text{ (m)} \Rightarrow BC > BD$$

Nên xe không lên được đỉnh dốc.

c. Áp dụng định lý biến thiên động năng:

$$A = W_{\text{đC}} - W_{\text{đB}} \Rightarrow A_{\vec{F}} + A_{\vec{P}} + A_{\vec{f}_{\text{ms}}} = \frac{1}{2}mv_{\text{C}}^2 - \frac{1}{2}mv_{\text{B}}^2$$

Công trọng lực của vật:  $A_{\vec{P}} = -P_x \cdot BC = -mg \cdot \sin 30^\circ \cdot BC = -10^4 \cdot 40 = -4 \cdot 10^5 \text{ (J)}$

Công của lực ma sát:  $A_{\vec{f}_{\text{ms}}} = -f_{\text{ms}} \cdot BC = -\mu N \cdot BC = -\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ \cdot BC = -2000 \cdot 40 = -8 \cdot 10^4 \text{ (J)}$

Công của lực kéo:  $A_{\vec{F}} = F \cdot BC = F \cdot 40 \text{ (J)}$

$$\Rightarrow F \cdot 40 - 4 \cdot 10^5 - 8 \cdot 10^4 = 0 - \frac{1}{2} \cdot 2000 \cdot 20^2 \Rightarrow F = 2000 \text{ (N)}$$

### 3.2.2. Thế năng, định lý biến thiên thế năng:

#### 1. Trường lực hấp dẫn

Ta tính công của trọng lực  $\vec{P}$  khi chất điểm dịch chuyển từ 1 đến 2

$$A_{12} = \int_1^2 \vec{P} \cdot d\vec{s} = \int_1^2 P \cdot ds \cdot \cos \alpha = \int_1^2 -P \cdot dz = \int_1^2 -mg dz = -(mgz_2 - mgz_1) = mgz_1 - mgz_2$$

Công làm chất điểm chuyển động từ vị trí 1 đến vị trí 2 không phụ thuộc hình dạng đường đi mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối của quãng đường đi đó.

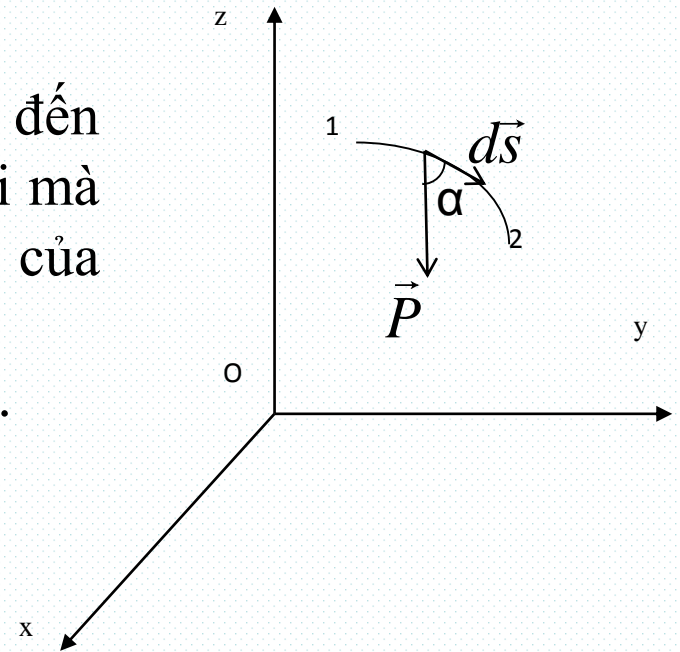
Đặt  $mgz$  là thế năng tại vị trí  $z$  kí hiệu là  $W_{tz}$ .

Nhận thấy:

$$W_{t1} - W_{t2} = W_{đ2} - W_{đ1}$$

$$W_{t1} + W_{đ1} = W_{t2} + W_{đ2}$$

Tổng động năng và thế năng của chất điểm được gọi là cơ năng của chất điểm kí hiệu là  $W$ . Vậy  $W_1 = W_2$ .



**Kết luận:** Trong trường trọng lực cơ năng được bảo toàn.

## 2. Trường lực tĩnh điện

Trong điện trường của điện tích dương  $q$ , công của lực điện trường làm chuyển dời điện tích thử dương  $q_0$  từ điểm M đến điểm N trong điện trường. Lực tác dụng lên điện tích  $q_0$  là lực Coulomb, lực này thay đổi cả hướng lẫn độ lớn theo vị trí của  $q_0$ , do vậy ta phải áp dụng công thức tính công của lực thay đổi, trước tiên tính công nguyên tố  $dA$  trên đoạn đường vô cùng nhỏ, trên đoạn đường nhỏ này lực được coi là như không đổi nên  $dA = F \cdot d\ell \cdot \cos \alpha$

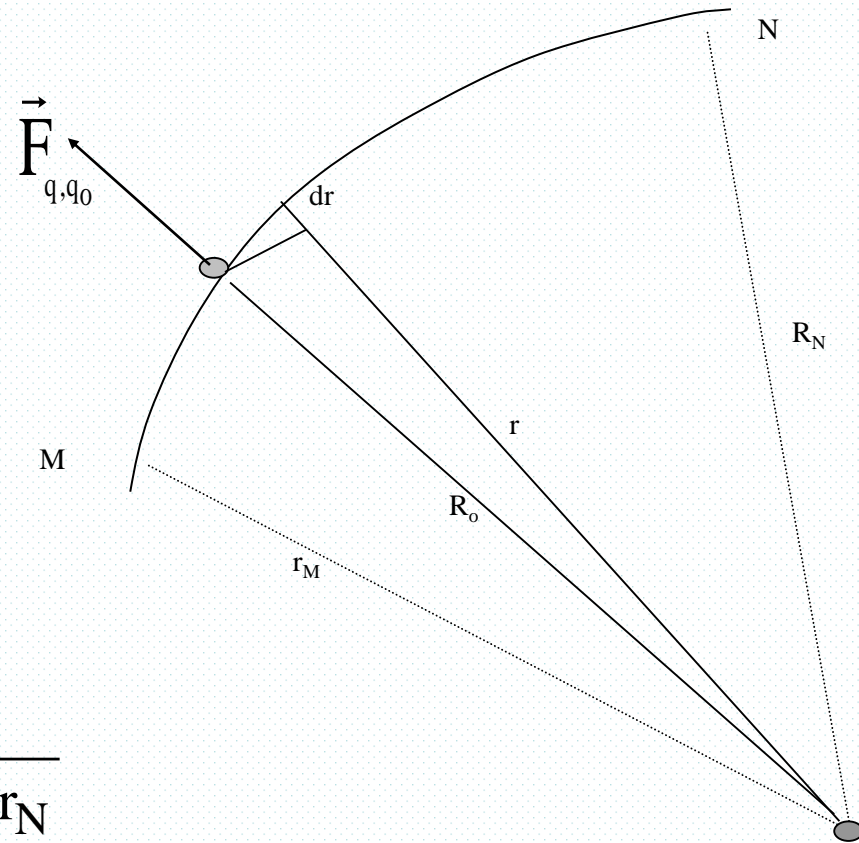
$$d\ell \cdot \cos \alpha = dr \quad F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{qq_0}{r^2},$$

$$dA = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{dr}{r^2}.$$

$$A_{MN} = \int_{MN} dA = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \int_{MN} \frac{dr}{r^2}$$

$$A_{MN} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \int_{r_M}^{r_N} \frac{dr}{r^2} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left( -\frac{1}{r} \right) \Big|_{r_M}^{r_N}$$

$$A_{MN} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left( -\frac{1}{r} \right) \Big|_{r_M}^{r_N} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{1}{r_M} - \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{1}{r_N}$$





**Kết luận:** Công của lực tĩnh điện làm dịch chuyển điện tích  $q_0$  trong trường tĩnh điện, không phụ thuộc vào hình dạng đường đi của điện tích  $q_0$  trong trường tĩnh điện, mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối trong trường tĩnh điện.

$$A_{MN} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left( -\frac{1}{r} \right) \Big|_{r_M}^{r_N} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon r_M} - \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon r_N} = W_{tM} - W_{tN}$$

$$A_{MN} = W_{đN} - W_{đM}$$

Nhận thấy:

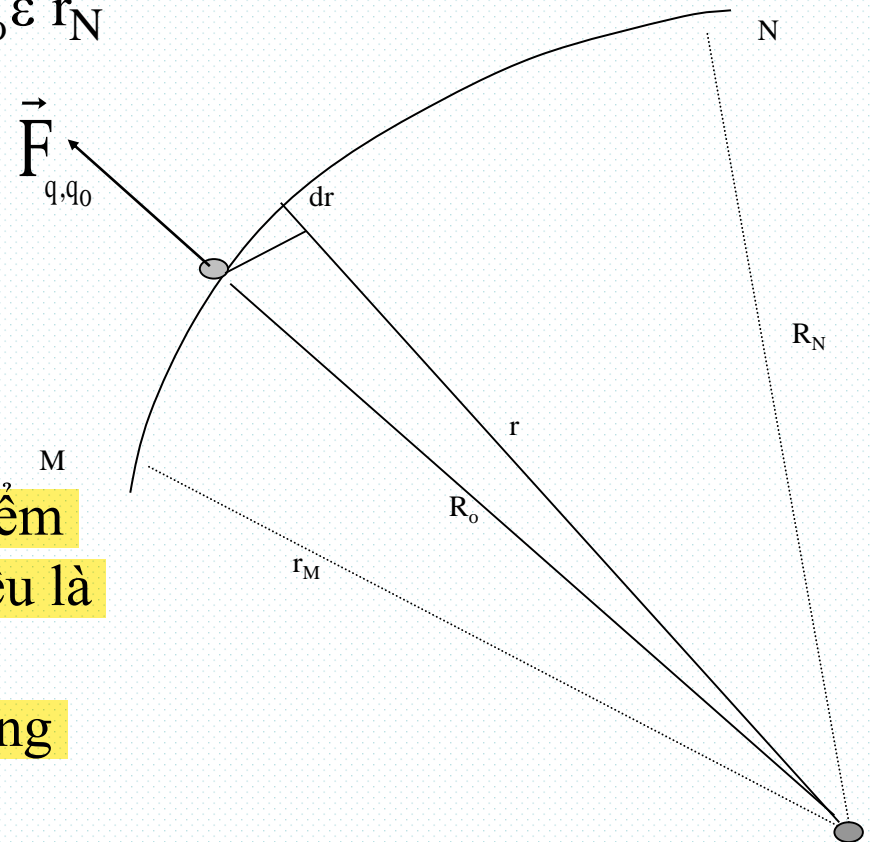
$$W_{tM} - W_{tN} = W_{đN} - W_{đM}$$

$$W_{tM} + W_{đM} = W_{tN} + W_{đN}$$

Tổng động năng và thế năng của chất điểm được gọi là cơ năng của chất điểm kí hiệu là

$W$ . Vậy  $W_M = W_N$

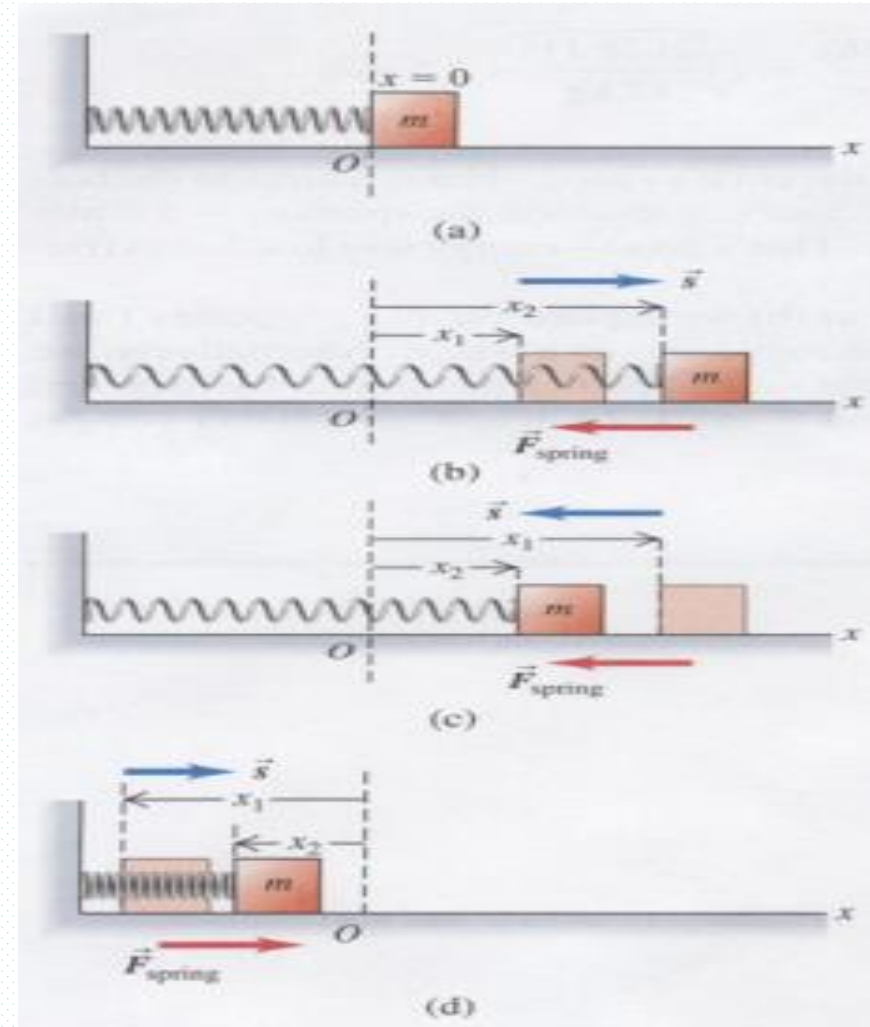
**Kết luận:** Trong trường tĩnh điện cơ năng được bảo toàn



### 3. Trường lực đàn hồi

$$A = \frac{1}{2} kx_1^2 - \frac{1}{2} kx_2^2 = W_{t1} - W_{t2} = W_{đ2} - W_{đ1}$$

**Kết luận:** Trong trường lực đàn hồi cơ năng được bảo toàn



**Khái niệm lực thế:** Khi xét công của lực hấp dẫn, lực đàn hồi, lực tĩnh điện nhận thấy công các lực này không phụ thuộc vào hình dạng đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí đầu và vị trí cuối. Những lực có tính chất như vậy được gọi là lực thế

## Kết luận

- Một chất điểm chuyển động trong một không gian nào đó luôn luôn chịu tác dụng của một lực, thì khoảng không gian đó được gọi là *trường lực*.
- Trường mà **công không phụ thuộc vào hình dạng đường đi**, mà chỉ phụ thuộc vào vị trí **điểm đầu** và **điểm cuối** là **trường lực thế**.
- Trong **trường lực thế cơ năng được bảo toàn**
- *Nhận xét:*
  - Thế năng là dạng năng lượng đặc trưng cho tương tác.
  - Thế năng tại một vị trí được xác định sai khác một hằng số cộng nhưng hiệu thế năng giữa hai vị trí thì hoàn toàn xác định.

**Ví dụ 1:** Một lò xo có chiều dài ban đầu  $\ell_0$ . Lò xo có chiều dài 21 cm khi treo vật có khối lượng  $m_1 = 100\text{g}$  và có chiều dài 23cm khi treo vật có  $m_2 = 3m_1$ . Cho  $g = 10\text{m/s}^2$ . Tính công cần thiết để lò xo giãn từ 25cm đến 28cm là bao nhiêu?

### Hướng dẫn

+ Vật ở trạng thái cân bằng nên

$$m_1g = k(\ell - \ell_0); m_2g = k(\ell' - \ell_0)$$

$$\frac{m_1g}{m_2g} = \frac{k(\ell - \ell_0)}{k(\ell' - \ell_0)} \Rightarrow \ell_0 = 20\text{cm} \Rightarrow m_1g = k(\ell - \ell_0) \Rightarrow k = 100\text{ N / m}$$

+ Công bằng độ biến thiên thế năng

$$A = \frac{1}{2}k.\Delta\ell_1^2 - \frac{1}{2}k.\Delta\ell_2^2$$
$$\Rightarrow A = \frac{1}{2}k(0,25 - 0,2)^2 - \frac{1}{2}k(0,28 - 0,2)^2 = -0,195(\text{J})$$

### 3.2.3. – Định luật bảo toàn cơ năng

**Khái niệm Cơ năng:** là phần năng lượng cơ học bao gồm cả động năng và thế năng

$$W = W_{đ} + W_t$$

•**Định luật bảo toàn cơ năng:** Trong trường lực thế cơ năng được bảo toàn

$$W = W_{đ1} + W_{t1} = W_{đ2} + W_{t2} = \dots = \text{const}$$

**Định lý biến thiên cơ năng:** Trường hợp vật chuyển động trong trường lực không thế, độ biến thiên cơ năng đúng bằng công của lực cản.

$$\Delta W = W_2 - W_1 = A_{F_{\text{cản}}}$$

## Bài tập về cơ năng:

- Xác định hệ khảo sát, xác định trường lực thế để áp dụng định luật bảo toàn cơ năng.
- Chọn hệ quy chiếu, mốc tính thế năng
- Xác định cơ năng đầu và cuối
- Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng, định lý biến thiên động năng và thế năng

**Ví dụ 1.** Một viên bi khối lượng  $m$  chuyển động ngang không ma sát với vận tốc  $2 \text{ m/s}$  rồi đi lên mặt phẳng nghiêng góc nghiêng  $30^\circ$ .

- a. Tính quãng đường  $s$  mà viên bi đi được trên mặt phẳng nghiêng
- b. Ở độ cao nào thì vận tốc của viên bi giảm còn một nửa.
- c. Khi vật chuyển động được quãng đường là  $0,2 \text{ m}$  lên mặt phẳng nghiêng thì vật có vận tốc bao nhiêu.

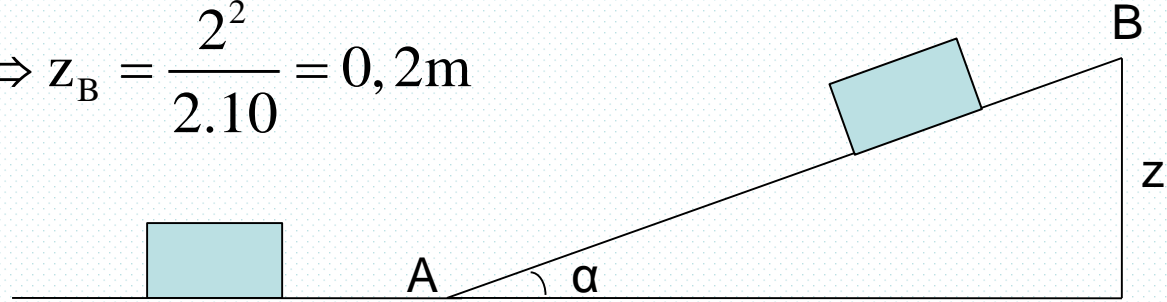
Chọn mốc thế năng tại A, giả sử vật lên đến B vật dừng lại

**Giải:** Chọn gốc thế năng tại A chân mặt phẳng nghiêng

a. Bỏ qua lực ma sát vật chỉ chịu tác dụng của lực hấp dẫn (lực thế) nên bảo toàn cơ năng:

$$W_A = W_B \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 = mgz_B \Rightarrow z_B = \frac{2^2}{2 \cdot 10} = 0,2\text{m}$$

$$\sin 30^\circ = \frac{z_B}{s} \Rightarrow s = 0,4\text{m}$$



b. Định luật bảo toàn cơ năng :

$$W_A = W_C \Rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 = mgz_C + \frac{1}{2}mv_C^2 \Rightarrow z_C = \frac{1}{2g}(v_A^2 - v_C^2)$$

$$\Rightarrow z_C = \frac{1}{2 \cdot 10}(2^2 - 1^2) = 0,15(\text{m})$$

Vật chuyển động được một quãng đường:  $s = \frac{z_C}{\sin 30^\circ} = 0,3(\text{m})$



c. Khi vật đi được quãng đường 0,2m thì vật có độ cao:

$$z_D = s' \cdot \sin 30^\circ = 0,2 \cdot \frac{1}{2} = 0,1 \text{ (m)}$$

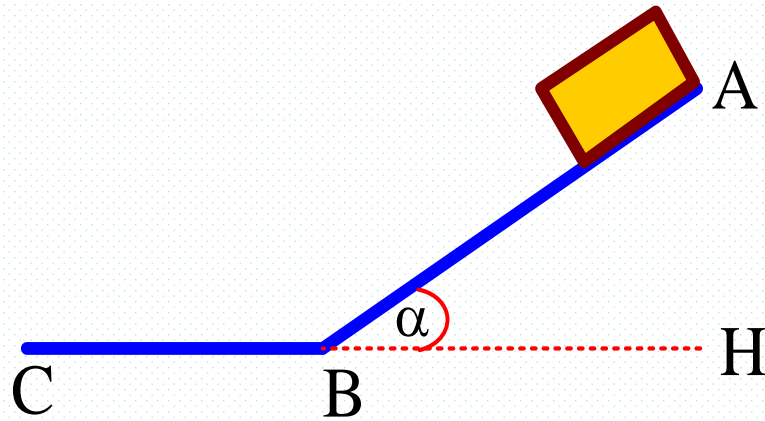
Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$$W_A = W_D \Rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 = mgz_D + \frac{1}{2}mv_D^2 \Rightarrow v_D = \sqrt{v_A^2 - 2gz_D}$$

$$\Rightarrow v_D = \sqrt{2^2 - 2 \cdot 10 \cdot 0,1} = \sqrt{2} \text{ (m/s)}$$

**Ví dụ 2.** Một vật trượt từ đỉnh của mặt phẳng nghiêng AB, tiếp tục trượt trên mặt phẳng AB, sau đó tiếp tục trượt trên mặt phẳng nằm ngang BC như hình vẽ với  $AH = 0,1\text{m}$ ,  $BH = 0,6\text{m}$ . Hệ số ma sát trượt giữa vật và hai mặt phẳng là  $\mu = 0.1$ .

- Tính vận tốc của vật khi đến B.
- Quãng đường vật trượt được trên mặt phẳng ngang.



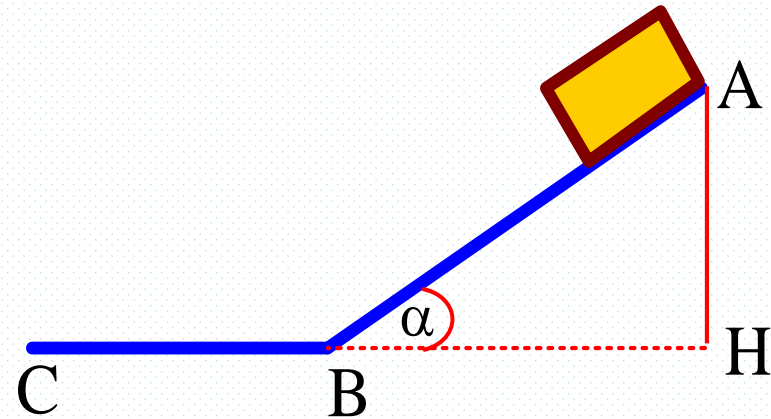
Giải:

Chọn mốc thế năng tại mặt nằm ngang BC

a. Ta có:

$$\cotg \alpha = \frac{BH}{AH} = \frac{0,6}{0,1} = 6$$

Mà:  $A_{\vec{F}_{ms}} = \vec{F}_{ms} \cdot \vec{S} = -\mu mg \cos \alpha \cdot AB = 0,6m$



$$W_A = mg \cdot AH = m \cdot 10 \cdot 0,1 = m \text{ (J)}; W_B = \frac{1}{2} mv_B^2 \text{ (J)}$$

Do vật chịu tác dụng của lực ma sát, nên cơ năng của vật không được bảo toàn

**Áp dụng định lý biến thiên cơ năng:**

$$W_B - W_A = A_{\vec{F}_{ms}} \Rightarrow m = \frac{1}{2} mv_B^2 + 0,6m \Rightarrow v_B = 0,8944m/s$$

**b. Áp dụng định lý biến thiên cơ năng tại hai điểm A,C**

$$W_C - W_A = A_{\vec{F}_{ms}}$$

$$W_A = mg \cdot AH = m \cdot 10 \cdot 0,1 = m \text{ (J)}; W_C = 9 \text{ (J)}$$

$$A_{ms} = -\mu mg \cos \alpha \cdot AB - \mu mg BC = -0,6m - m \cdot BC$$

$$\Rightarrow m = 0 + 0,6m + m \cdot BC \Rightarrow BC = 0,4 \text{ (m)}$$

# CHUẨN BỊ BÀI SAU

**Hoàn thành các bài tập cuối chương**

**Đọc trước chương 4 : Phương trình trạng thái khí lý tưởng**

**CHÚC CÁC EM HỌC TỐT!**

## Bài tập cuối chương 3

**Bài 1.** Tính công suất của một động cơ ô tô khối lượng 1 tấn nếu ô tô chuyển động với vận tốc không đổi 36km/h trong ba trường hợp sau:

- Ô tô chạy trên đường nằm ngang.
- Ô tô chạy lên dốc với góc nghiêng (biết  $\sin = 0,05$ ).
- Ô tô chạy xuống dốc với góc nghiêng (biết  $\sin = 0,05$ ).

Cho biết hệ số ma sát trong cả 3 trường hợp là  $k = 0,07$ .

**Bài 2.** Tính công để nâng một vật lên cao theo mặt phẳng nghiêng trong các điều kiện sau:

Vật có khối lượng  $m = 11\text{kg}$ , chiều dài mặt phẳng nghiêng  $S = 2\text{m}$ . Mặt phẳng nghiêng hợp với phương ngang một góc  $= 30^\circ$ . Hệ số ma sát  $k = 0,1$ . Ban đầu vật đứng yên tại chân dốc và sau đó có gia tốc trên mặt phẳng nghiêng là  $1\text{m/s}^2$ .

**Bài 1.** Tính công suất của một động cơ ô tô khối lượng 1 tấn nếu ô tô chuyển động với vận tốc không đổi 36km/h trong ba trường hợp sau:

a. Ô tô chạy trên đường nằm ngang.

b. Ô tô chạy lên dốc với góc nghiêng (biết  $\sin = 0,05$ ).

c. Ô tô chạy lên xuống dốc với góc nghiêng (biết  $\sin = 0,05$ ).

Cho biết hệ số ma sát trong cả 3 trường hợp là  $k = 0,07$ .

**Bài 2.** Tính công để nâng một vật lên cao theo mặt phẳng nghiêng trong các điều kiện sau:

Vật có khối lượng  $m = 11\text{kg}$ , chiều dài mặt phẳng nghiêng  $S = 2\text{m}$ . Mặt phẳng nghiêng hợp với phương ngang một góc  $= 30^\circ$ . Hệ số ma sát  $k = 0,1$ . Ban đầu vật đứng yên tại chân dốc và sau đó có gia tốc trên mặt phẳng nghiêng là  $1\text{m/s}^2$ .

**Bài 3.** Một ô tô khối lượng 10 tấn đang chạy trên đoạn đường phẳng ngang với vận tốc không đổi bằng 36km/h. Sau khi tắt máy và hãm phanh, ô tô chạy chậm dần và dừng lại. Hệ số ma sát của mặt đường là 0,3 và lực hãm của phanh bằng  $82.10^3\text{N}$ . Lấy gia tốc trọng trường  $g = 9,8\text{m/s}^2$ . Hãy xác định công của lực ma sát và đoạn đường ô tô đi được từ khi tắt máy đến khi dừng lại.

**Bài 4.** Một viên đạn có khối lượng 10g bay với vận tốc 500m/s tới xuyên sâu vào tấm gỗ dày một đoạn bằng 5cm. Hãy xác định:

- Lực cản trung bình của tấm gỗ tác dụng lên viên đạn.
- Vận tốc của viên đạn sau khi xuyên qua tấm gỗ nếu tấm gỗ chỉ dày 2,4cm.

**Bài 5.** Một vật có khối lượng 2kg, trượt qua A với vận tốc 2m/s xuống dốc nghiêng AB dài 2m, cao 1m. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng là  $\mu = \frac{1}{\sqrt{3}}$ , lấy  $g=10\text{m/s}^2$ .

a. Xác định công của trọng lực, công của lực ma sát thực hiện khi vật chuyển dời từ đỉnh dốc đến chân dốc.

b. Xác định vận tốc của vật tại chân dốc B.

c. Tại chân dốc B vật tiếp tục chuyển động trên mặt phẳng ngang BC dài 2m thì dừng lại. Xác định hệ số ma sát trên đoạn đường BC này.