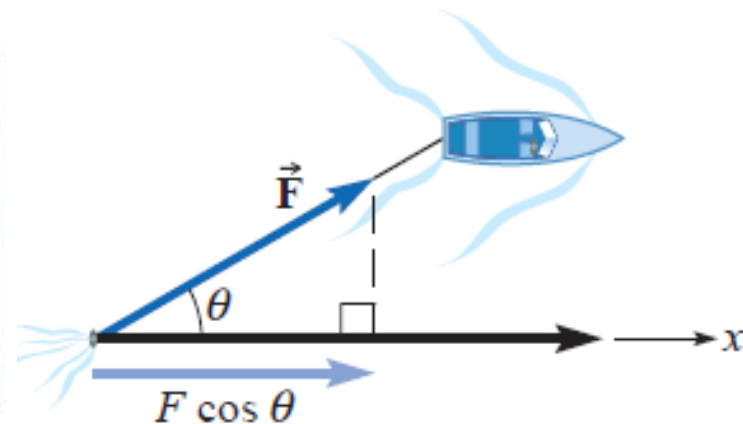


Chương 3: Các định luật bảo toàn



I. Công cơ học

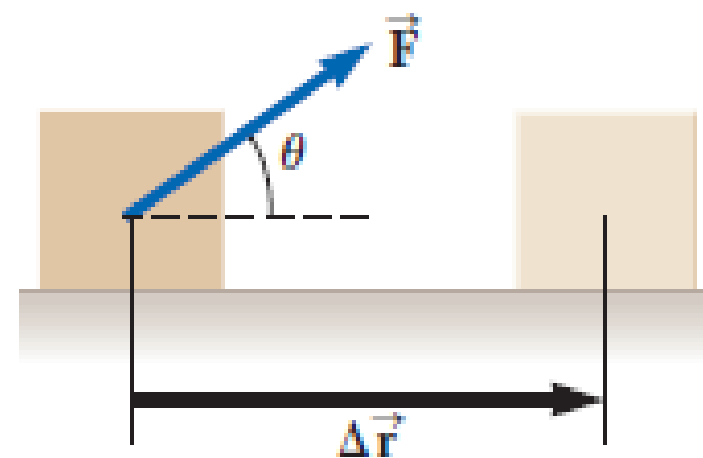


Work done by a constant force

$$A = F s \cos \theta$$

$$W = F \Delta r \cos \theta$$

Đơn vị: J (joule)
 $\text{N.m} = \text{kg m}^2/\text{s}^2$



I. Công cơ học (tt)

Work Done by a Varying Force

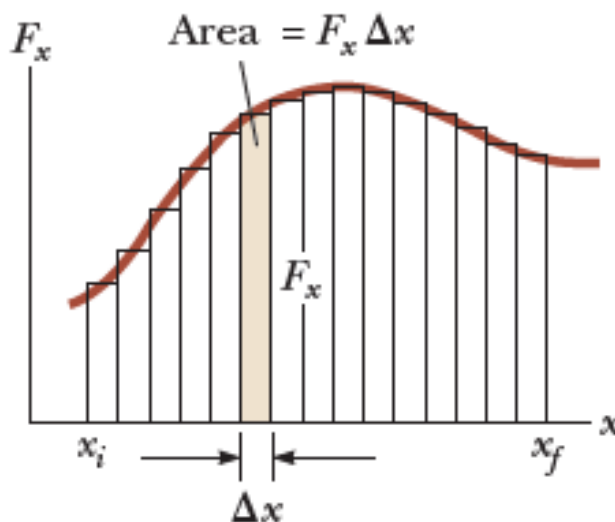
$$W \approx \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x$$

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

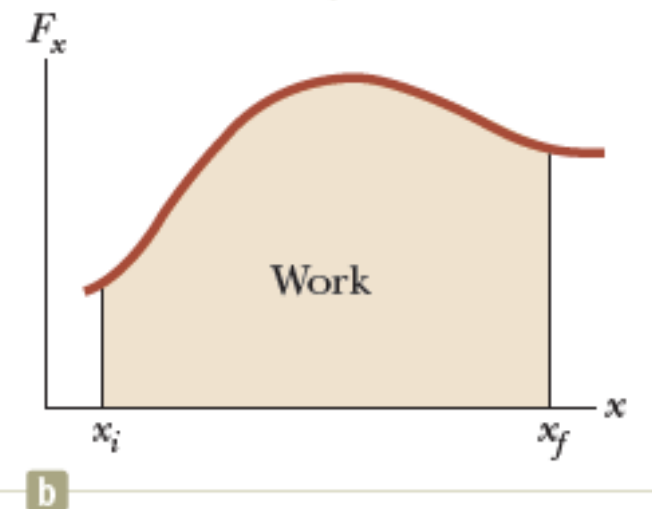
We can express the work done by F_x on the system of the particle as it moves from x_i to x_f as

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

The total work done for the displacement from x_i to x_f is approximately equal to the sum of the areas of all the rectangles.

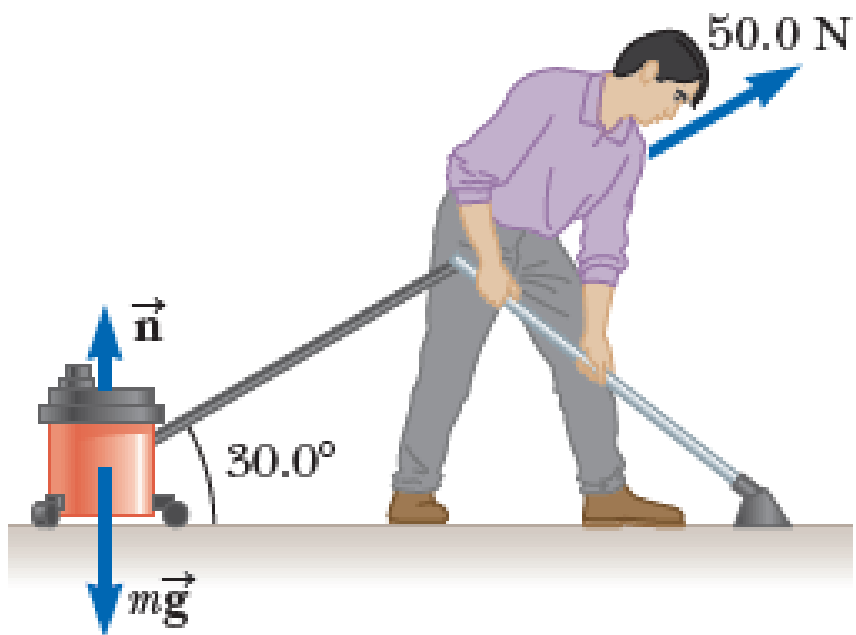


The work done by the component F_x of the varying force as the particle moves from x_i to x_f is *exactly* equal to the area under the curve.



I. Công cơ học (tt)

Ví dụ 1: Một người kéo máy hút bụi trên mặt sàn với lực kéo $F = 50 \text{ N}$ hợp với phương ngang một góc 30° đi một đoạn 3 m (như hình vẽ). Xác định công của lực tác dụng lên máy hút bụi.



Solution

$$W = F \Delta r \cos \theta = (50.0 \text{ N})(3.00 \text{ m})(\cos 30.0^\circ) \\ = 130 \text{ J}$$

I. Công cơ học (tt)

Ví dụ 2: Một hạt chuyển động trong mặt phẳng xy dịch chuyển một đoạn $\Delta\vec{r} = 2\vec{i} + 3\vec{j}$ (m) dưới tác dụng của một lực $\vec{F} = 5\vec{i} + 2\vec{j}$ (N). Xác định công của lực \vec{F} tác dụng lên hạt.

$$\begin{aligned} W &= \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = [(5.0\hat{i} + 2.0\hat{j}) \text{ N}] \cdot [(2.0\hat{i} + 3.0\hat{j}) \text{ m}] \\ &= (5.0\hat{i} \cdot 2.0\hat{i} + 5.0\hat{i} \cdot 3.0\hat{j} + 2.0\hat{j} \cdot 2.0\hat{i} + 2.0\hat{j} \cdot 3.0\hat{j}) \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= [10 + 0 + 0 + 6] \text{ N} \cdot \text{m} = 16 \text{ J} \end{aligned}$$

I. Công cơ học (tt)

Ví dụ 3: Lực tác dụng vào một chất điểm có giá trị thay đổi theo x được thể hiện trong hình vẽ. Xác định công của lực thực hiện tác dụng lên chất điểm, khi chất điểm chuyển động từ $x = 0$ đến $x = 6$ m.

Evaluate the area of the rectangle: $W_{\text{A to B}} = (5.0 \text{ N})(4.0 \text{ m}) = 20 \text{ J}$

Evaluate the area of the triangle: $W_{\text{B to C}} = \frac{1}{2}(5.0 \text{ N})(2.0 \text{ m}) = 5.0 \text{ J}$

Find the total work done by the force on the particle:

$$W_{\text{A to C}} = W_{\text{A to B}} + W_{\text{B to C}} = 20 \text{ J} + 5.0 \text{ J} = 25 \text{ J}$$

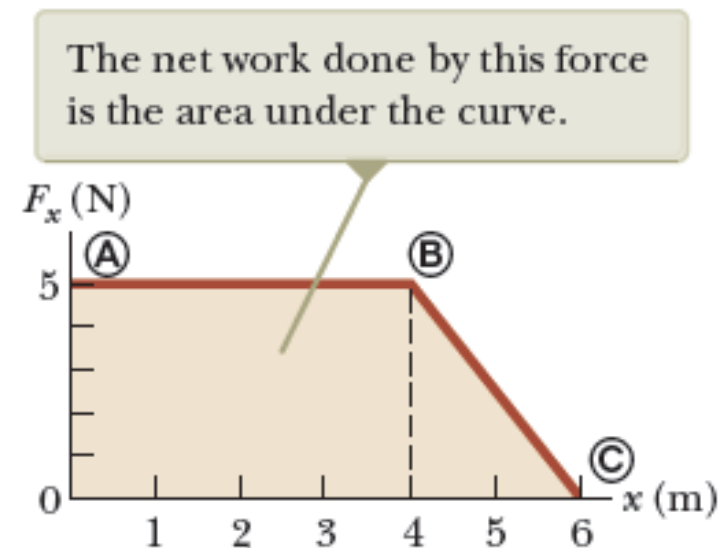


Figure 7.8 (Example 7.4) The force acting on a particle is constant for the first 4.0 m of motion and then decreases linearly with x from $x_{\text{B}} = 4.0 \text{ m}$ to $x_{\text{C}} = 6.0 \text{ m}$.

I. Công cơ học (tt)

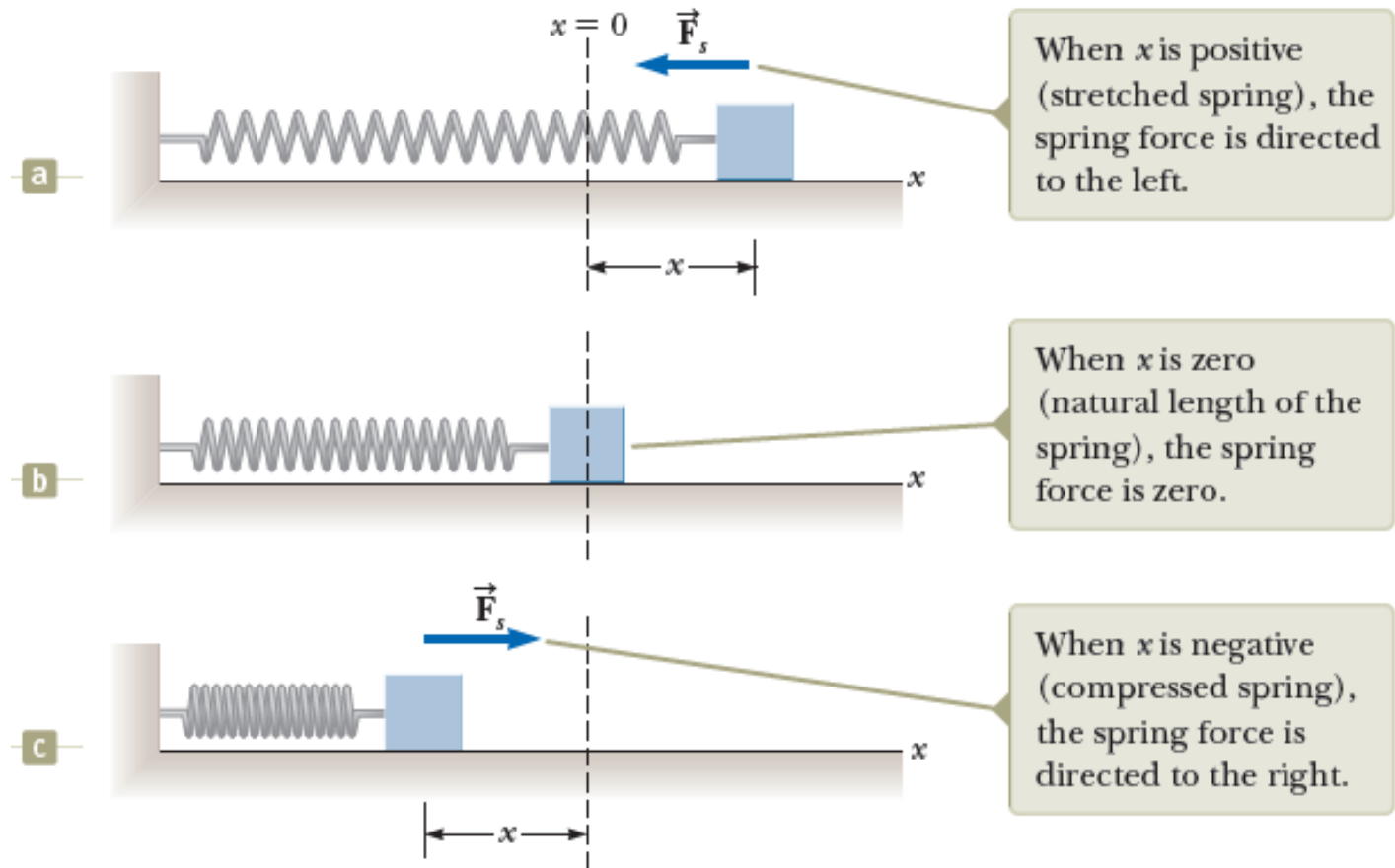
Lực đàn hồi: $F_s = -kx$

Công nén hoặc dẫn lò xo:

$$\vec{F}_s = F_s \hat{i} = -kx \hat{i}$$

$$W_s = \int \vec{F}_s \cdot d\vec{r} = \int_{x_i}^{x_f} (-kx \hat{i}) \cdot (dx \hat{i})$$

$$= \int_{-x_{\max}}^0 (-kx) dx = \frac{1}{2} kx_{\max}^2$$



III. Định luật bảo toàn cơ năng

III. 1. Công cơ học (tt)

Work Done by a Spring

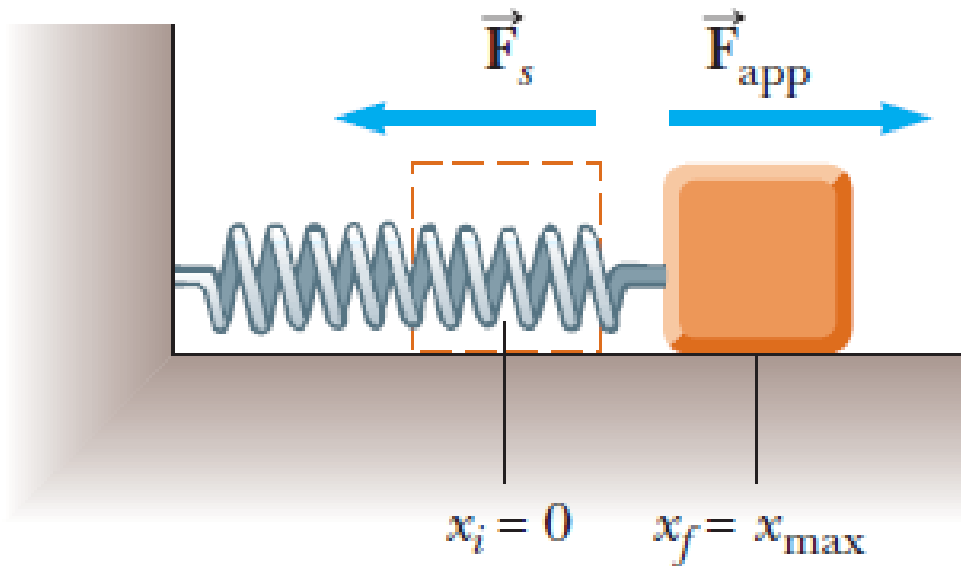
Công nén hoặc giãn lò xo:

$$W = A = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$$

A, W (J): Công

k (N/m): độ cứng lò xo

Δx (m): độ biến dạng của lò xo



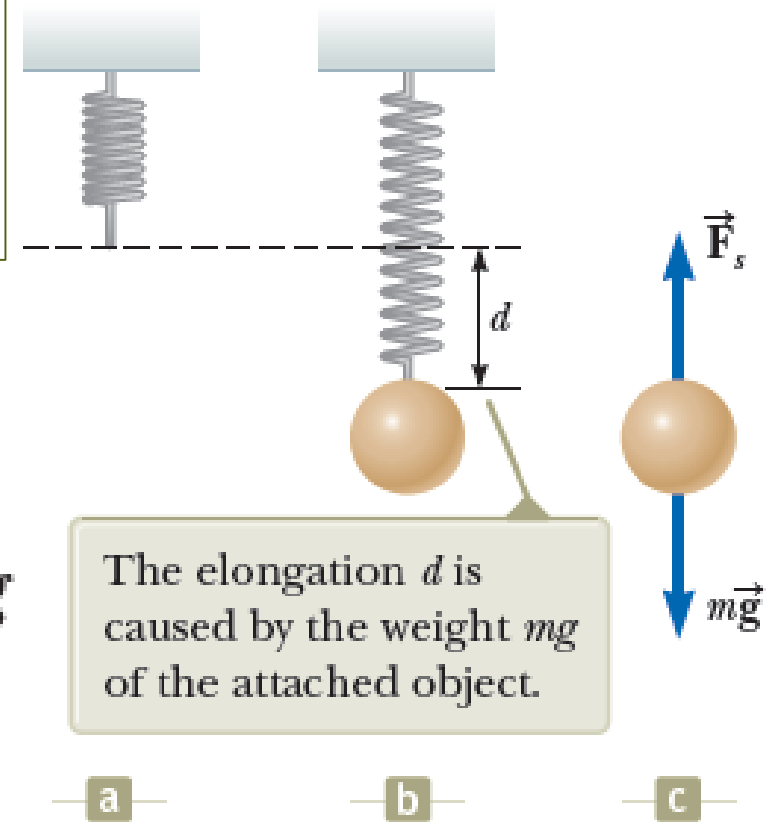
Ví dụ: Một vật có khối lượng m được treo vào một lò xo theo phương thẳng đứng như hình vẽ. Vật có trọng lượng mg , lò xo dãn một đoạn d so với vị trí cân bằng. a) Nếu lò xo dãn một đoạn 2 cm, vật có khối lượng 0,55 kg, xác định độ cứng k của lò xo? b) Xác định công nén dãn của lò xo.

Apply the particle in equilibrium model to the object:

$$\vec{F}_s + m\vec{g} = 0 \quad \rightarrow \quad F_s - mg = 0 \quad \rightarrow \quad F_s = mg$$

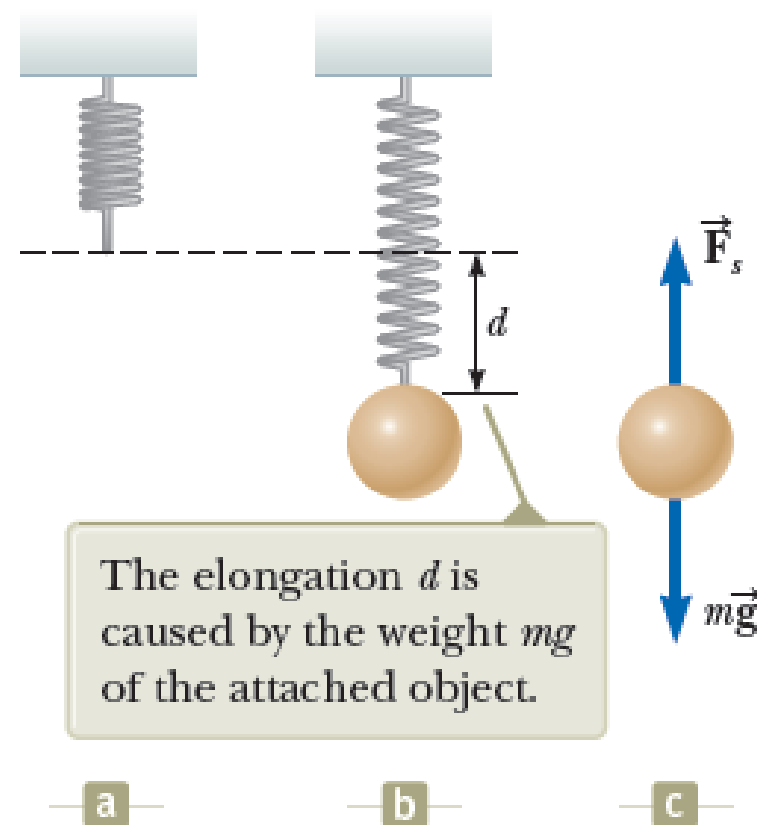
Apply Hooke's law to give $F_s = kd$ and solve for k :

$$k = \frac{mg}{d} = \frac{(0.55 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)}{2.0 \times 10^{-2} \text{ m}} = 2.7 \times 10^2 \text{ N/m}$$



Ví dụ: Một vật có khối lượng m được treo vào một lò xo theo phương thẳng đứng như hình vẽ. Vật có trọng lượng mg , lò xo dãn một đoạn d so với vị trí cân bằng. a) Nếu lò xo dãn một đoạn 2 cm, vật có khối lượng 0,55 kg, xác định độ cứng k của lò xo? b) Xác định công nén dãn của lò xo.

$$W_s = 0 - \frac{1}{2}kd^2 = -\frac{1}{2}(2.7 \times 10^2 \text{ N/m})(2.0 \times 10^{-2} \text{ m})^2 \\ = -5.4 \times 10^{-2} \text{ J}$$



II. Động năng, định lý động năng

a) Động năng

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

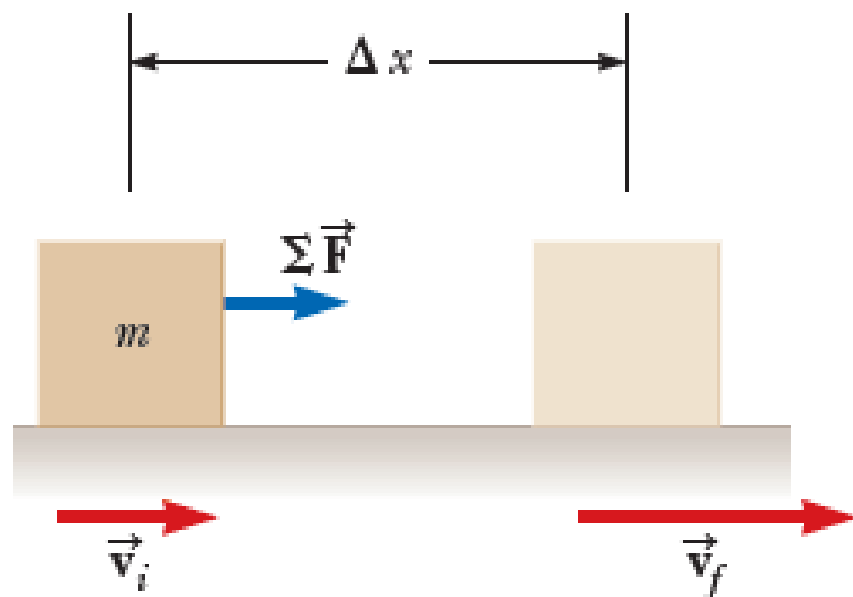
K (J): động năng
m (kg): khối lượng
v (m/s): vận tốc

b) Định lý động năng

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

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

II. Động năng, định lý động năng (tt)



$$W_{\text{ext}} = \int_{x_i}^{x_f} \sum F \, dx$$

$$W_{\text{ext}} = \int_{x_i}^{x_f} ma \, dx = \int_{x_i}^{x_f} m \frac{dv}{dt} \, dx = \int_{x_i}^{x_f} m \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} \, dx = \int_{v_i}^{v_f} mv \, dv$$

$$W_{\text{ext}} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

Table 7.1**Kinetic Energies for Various Objects**

Object	Mass (kg)	Speed (m/s)	Kinetic Energy (J)
Earth orbiting the Sun	5.97	2.98	2.65
Moon orbiting the Earth	7.35	1.02	3.82
Rocket moving at escape speed	500	1.12	3.14
Automobile at 65 mi/h	000	29	8.4
Running athlete	70	10	3 500
Stone dropped from 10 m	1.0	14	98
Golf ball at terminal speed	0.046	44	45
Raindrop at terminal speed	3.5	9.0	1.4
Oxygen molecule in air	5.3	500	6.6

Escape speed is the minimum speed an object must reach near the Earth's surface to move infinitely far away from the Earth.

Ví dụ 1: Một vật có khối lượng 6 kg ở đứng yên trên mặt sàn nằm ngang không có ma sát thì chuyển động dưới tác dụng của lực $F = 12$ N. Xác định vận tốc của vật sau khi di chuyển một khoảng cách theo phương ngang là 3 m.

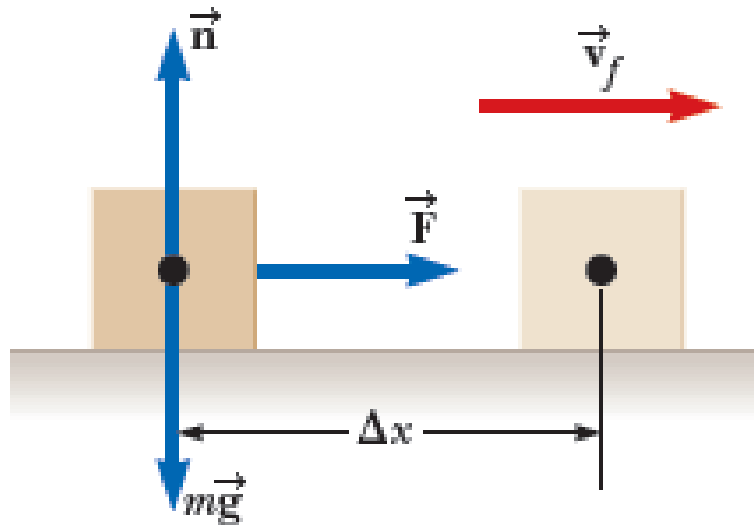


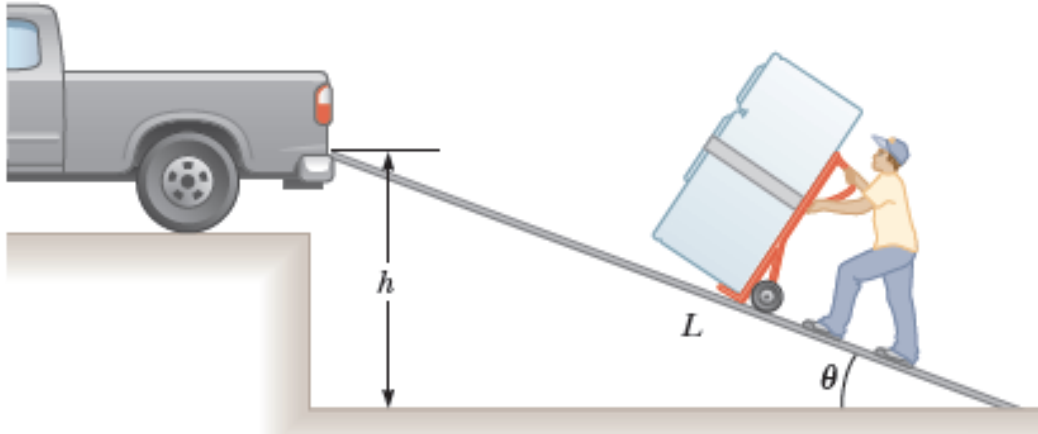
Figure 7.13 (Example 7.6) A block pulled to the right on a frictionless surface by a constant horizontal force.

$$W_{\text{ext}} = \Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - 0 = \frac{1}{2}mv_f^2$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2W_{\text{ext}}}{m}} = \sqrt{\frac{2F\Delta x}{m}}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2(12 \text{ N})(3.0 \text{ m})}{6.0 \text{ kg}}} = 3.5 \text{ m/s}$$

Ví dụ 2: Một người nâng tủ lạnh lên xe tải với vận tốc không đổi, sử dụng một mặt phẳng nghiêng có góc nghiêng θ so với phương ngang như hình vẽ. Người này cho rằng nếu chiều dài mặt phẳng nghiêng L tăng lên. Người này nhận xét đúng hay sai?



The normal force exerted by the ramp on the system is directed at 90° to the displacement of its point of application and so does no work on the system. Because $\Delta K = 0$, the work–kinetic energy theorem gives

$$W_{\text{ext}} = W_{\text{by man}} + W_{\text{by gravity}} = 0$$

The work done by the gravitational force equals the product of the weight mg of the system, the distance L through which the refrigerator is displaced, and $\cos(\theta + 90^\circ)$. Therefore,

$$\begin{aligned} W_{\text{by man}} &= -W_{\text{by gravity}} = -(mg)(L)[\cos(\theta + 90^\circ)] \\ &= mgL \sin \theta = mgh \end{aligned}$$

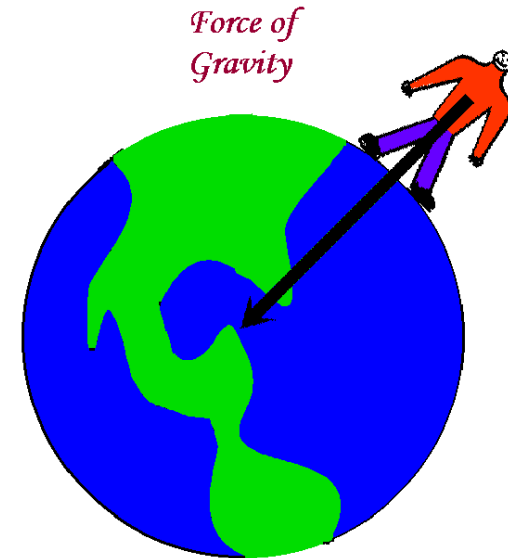
III. Trường hấp dẫn

* Lực hấp dẫn

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

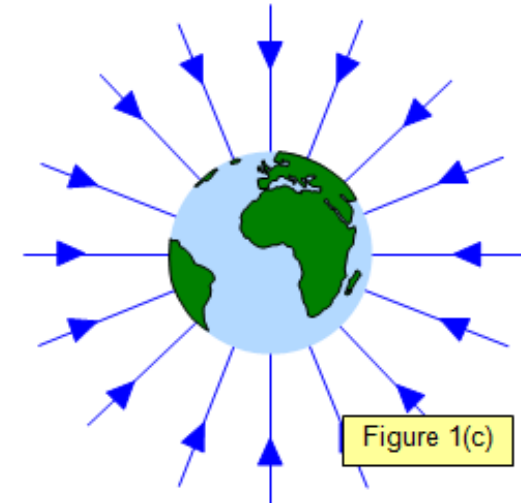
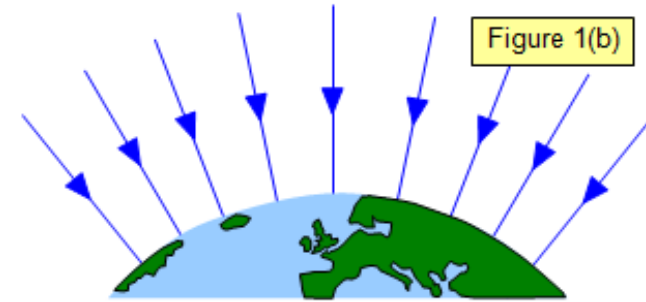
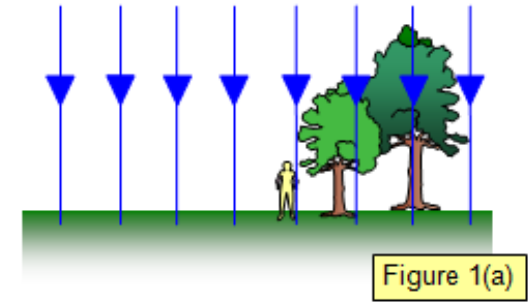
G: hằng số hấp dẫn

$$G = 6,673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$$

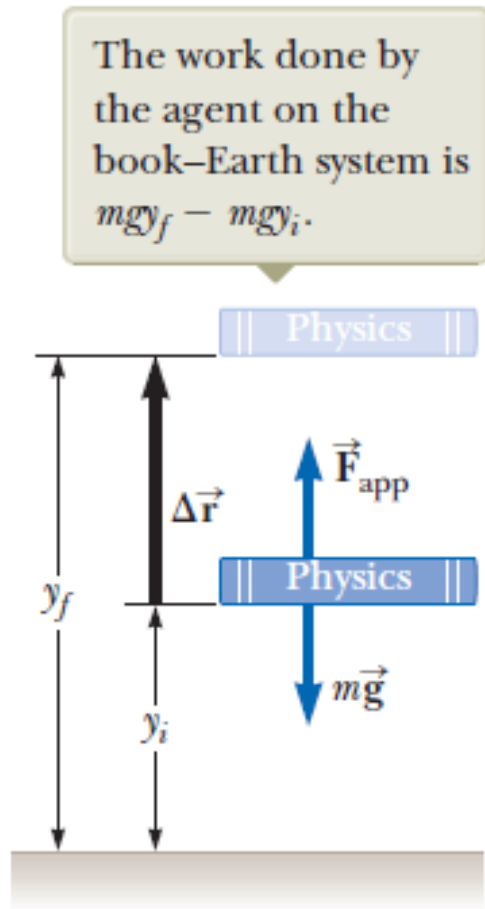


III. Trường hấp dẫn (tt)

Trường hấp dẫn tác dụng lên tất cả các chất điểm trong không gian bao quanh Trái đất là hình ảnh của hiện tượng tương tác hấp dẫn.



III. Trường hấp dẫn (tt)



Công của lực tác dụng nâng vật lên một đoạn
 $\Delta \vec{r} = \Delta y \hat{j}$

$$W_{\text{ext}} = (\vec{F}_{\text{app}}) \cdot \Delta \vec{r} = (mg\hat{j}) \cdot [(y_f - y_i)\hat{j}] = mgy_f - mgy_i$$

Thế năng trọng trường: $U_g \equiv mgy$

$$U = mgh$$

Đơn vị: Jun (J)

Figure 7.15 An external agent lifts a book slowly from a height y_i to a height y_f .

IV. Hệ không cô lập – Hệ cô lập

1. Hệ không cô lập

Năng lượng trao đổi với môi trường bên ngoài thông qua các hình thức khác nhau

© Cengage Learning/George Sample



Energy is transferred to the block by *work*.

a

© Cengage Learning/George Sample



Energy leaves the radio from the speaker by *mechanical waves*.

b

© Cengage Learning/George Sample



Energy transfers to the handle of the spoon by *heat*.

c

Cocoon/Photodisc/Getty Images



Energy enters the automobile gas tank by *matter transfer*.

d

© Cengage Learning/George Sample



Energy enters the hair dryer by *electrical transmission*.

e

© Cengage Learning/George Sample



Energy leaves the light-bulb by *electromagnetic radiation*.

f

IV. Hệ không cô lập – Hệ cô lập (tt)

1. Hệ không cô lập (tt)

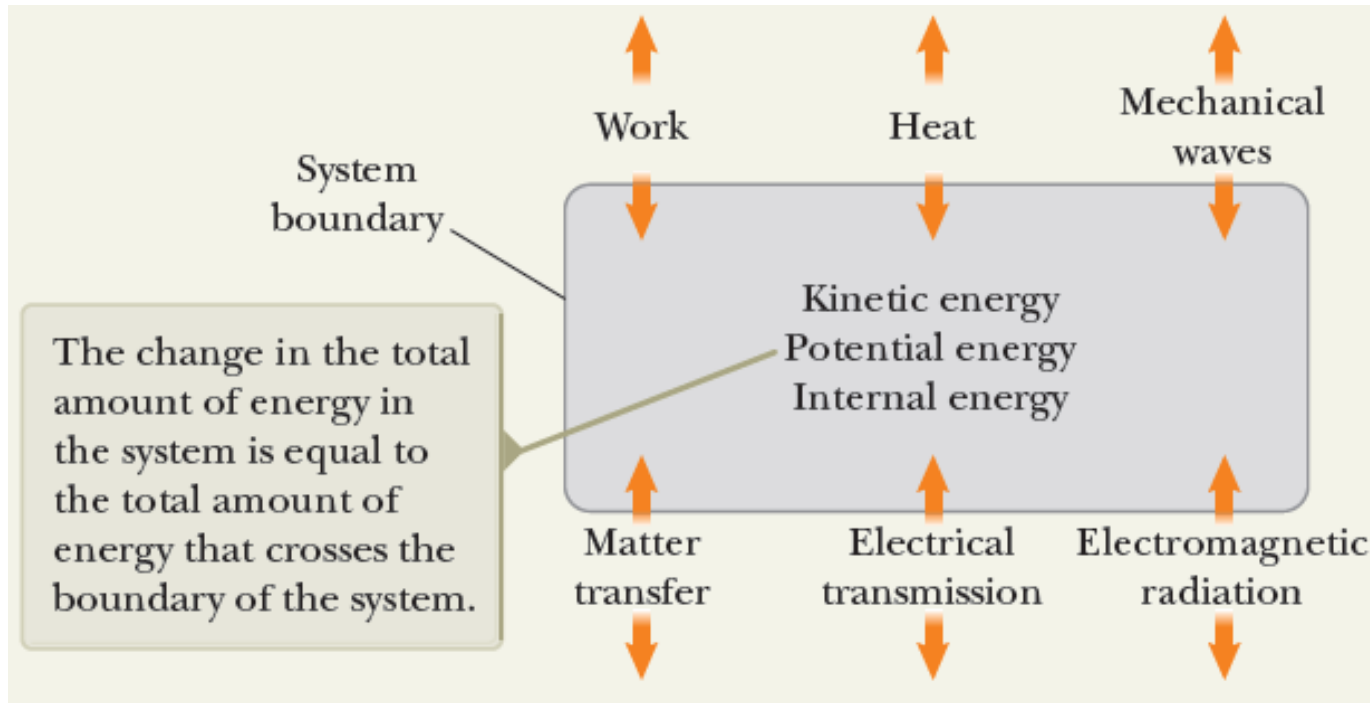
Sự biến thiên năng lượng của một hệ sẽ bằng tổng năng lượng mà hệ trao đổi với môi trường ngoài:

$$\Delta E_{\text{system}} = \sum T$$

T: năng lượng hệ trao đổi với môi trường ngoài.

Ví dụ: Định lý động năng

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



IV. Hệ không cô lập – Hệ cô lập (tt)

2. Hệ cô lập (tt)

Công của trọng lực tác dụng lên cuốn sách, khi sách di chuyển từ độ cao y_i đến y_f

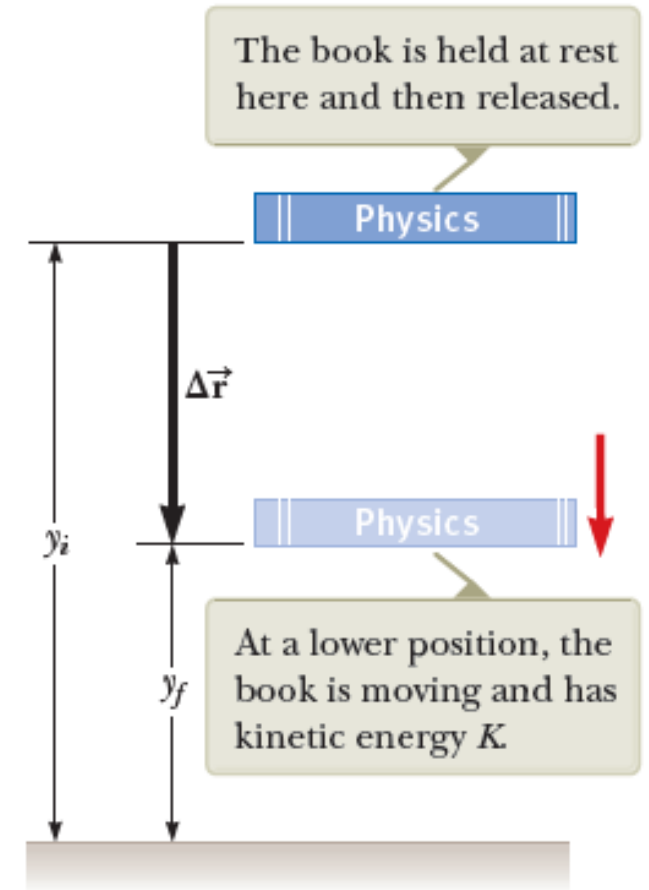
$$W_{\text{on book}} = (m\vec{g}) \cdot \Delta\vec{r} = (-mg\hat{j}) \cdot [(y_f - y_i)\hat{j}] = mgy_i - mgy_f$$

Công của trọng lực tác dụng lên cuốn sách bằng độ biến thiên động năng:

$$W_{\text{on book}} = \Delta K_{\text{book}} \quad \Delta K_{\text{book}} = mgy_i - mgy_f$$

$$\text{mà } mgy_i - mgy_f = -(mgy_f - mgy_i) = -\Delta U_g$$

$$\text{nên } \Delta K = -\Delta U_g \quad \Rightarrow \quad \Delta K + \Delta U = 0$$



IV. Hệ không cô lập – Hệ cô lập (tt)

2. Hệ cô lập (tt)

$$\Delta K + \Delta U = 0$$

Mà $E_{\text{cơ năng}} = K_{\text{động năng}} + U_{\text{thế năng}}$

Nên cơ năng của hệ được bảo toàn
(độ biến thiên cơ năng của hệ bằng 0)

$$K_f + U_f = K_i + U_i$$

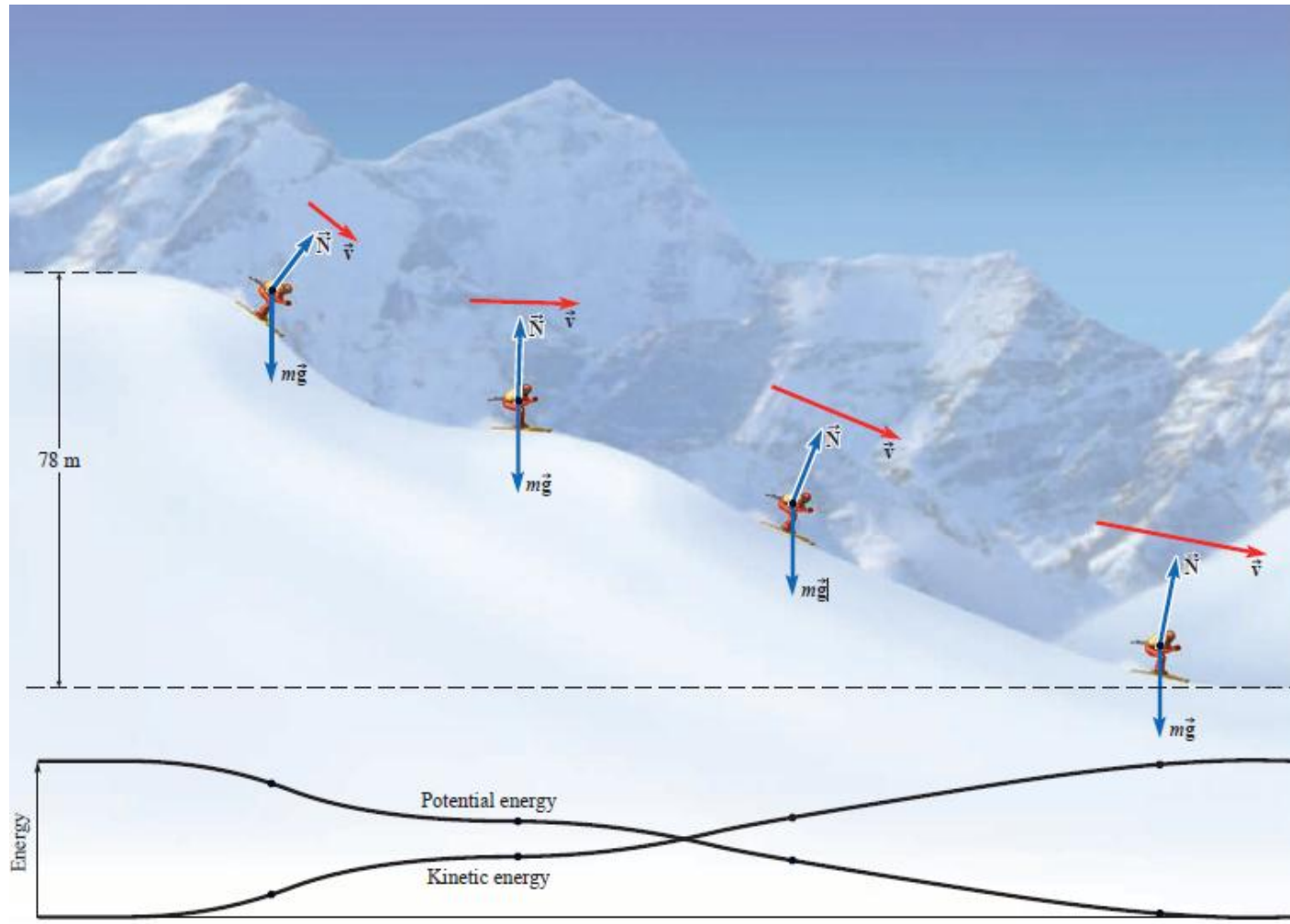


$$\frac{1}{2}mv_f^2 + mgy_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgy_i$$



$$\Delta E_{\text{cơ năng}} = 0$$

V. Định luật bảo toàn cơ năng



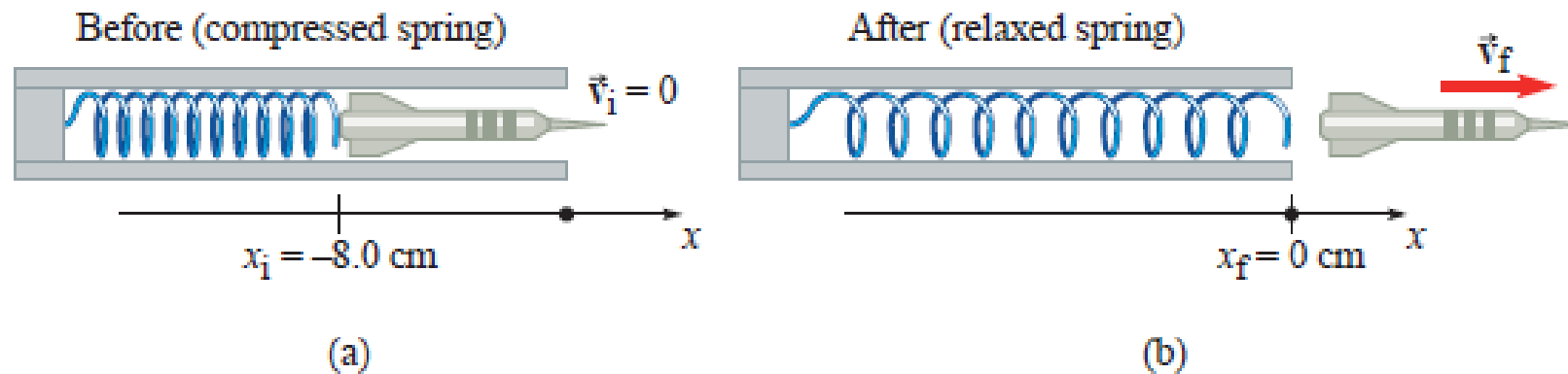
$$E_{\text{cơ năng}} = K_{\text{động năng}} + U_{\text{thế năng}}$$

$$E_{\text{cơ năng lúc đầu}} = E_{\text{cơ năng lúc sau}}$$

V. Định luật bảo toàn cơ năng (tt)

Áp dụng: Lò xo có độ cứng $k = 400 \text{ N/m}$ bị nén một đoạn 8 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 m/s

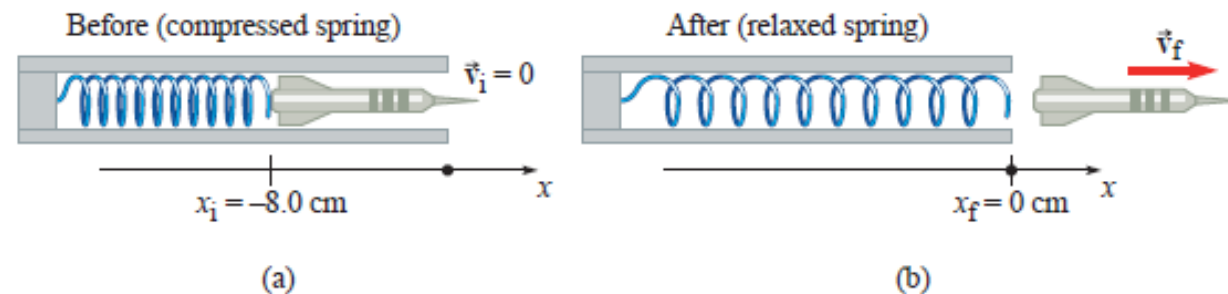


V. Định luật bảo toàn cơ năng (tt)

Áp dụng: Lò xo có độ cứng $k = 400 \text{ N/m}$ bị nén một đoạn 8 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.

$$E_{\text{cơ năng lúc đầu}} = E_{\text{cơ năng lúc sau}}$$

$$E_{\text{cơ năng}} = K_{\text{động năng}} + U_{\text{thế năng}}$$



$$U_{\text{thế năng đàn hồi lò xo}} = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$$

$$K_{\text{động năng phi tiêu}} = \frac{1}{2}mv^2$$

Theo định luật bảo toàn cơ năng: $U_{\text{thế năng đàn hồi lò xo}} = K_{\text{động năng phi tiêu}}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}k(\Delta x)^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

Vận tốc của phi tiêu là:

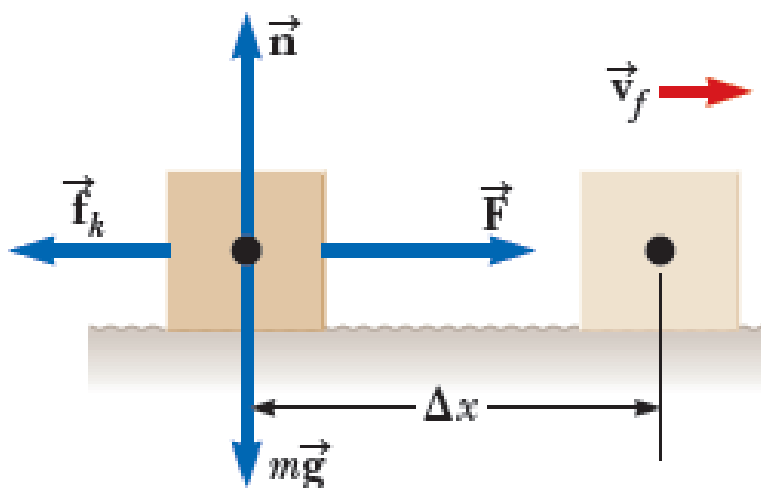
$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{k(\Delta x)^2}{m}} = \sqrt{\frac{400(0,08)^2}{0,02}} = 11 \text{ (m/s)}$$

V. Định luật bảo toàn cơ năng (tt)

Xét trường hợp có lực ma sát, công của ngoại lực thực hiện gây ra sự biến thiên động năng và công của lực ma sát

$$\sum W_{\text{other forces}} = W = \Delta K + \Delta E_{\text{int}}$$

Ví dụ 1: Một vật có khối lượng 6 kg ban đầu đứng yên. Sau đó, được kéo bởi một lực theo phương ngang $F = 12 \text{ N}$ như hình vẽ. Xác định tốc độ của vật sau khi di chuyển một quãng đường 3 m với hệ số ma sát $\mu = 0,15$.



$$\sum W_{\text{other forces}} = W_F = F \Delta x \quad \sum F_y = 0 \rightarrow n - mg = 0 \rightarrow n = mg$$

$$f_k = \mu_k n = \mu_k mg = (0.15)(6.0 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2) = 8.82 \text{ N}$$

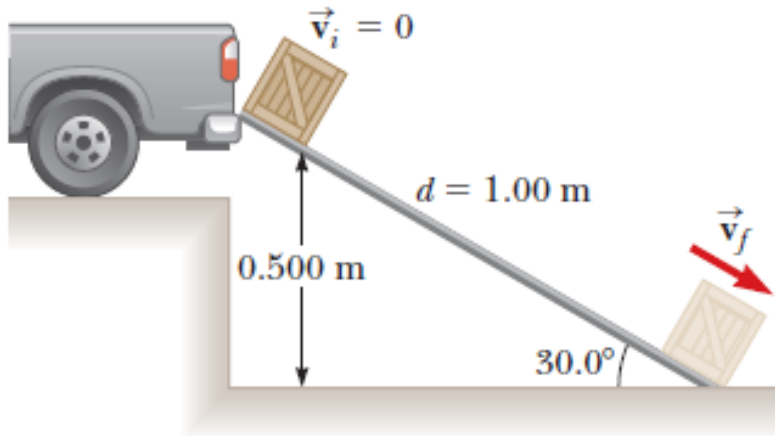
$$F \Delta x = \Delta K + \Delta E_{\text{int}} = \left(\frac{1}{2} m v_f^2 - 0\right) + f_k d$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2}{m} (-f_k d + F \Delta x)}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2}{6.0 \text{ kg}} [-(8.82 \text{ N})(3.0 \text{ m}) + (12 \text{ N})(3.0 \text{ m})]} = 1.8 \text{ m/s}$$

V. Định luật bảo toàn cơ năng (tt)

Ví dụ 2: Một thùng hàng có khối lượng 3 kg trượt xuống một mặt phẳng nghiêng dài 1 m như hình vẽ. Góc nghiêng là 30° . Ban đầu vật đứng yên, lực ma sát tác dụng lên vật bằng 5 N. Xác định vận tốc của vật ở chân mặt phẳng nghiêng.



$$\Delta K + \Delta U + \Delta E_{\text{int}} = 0$$

$$\left(\frac{1}{2}mv_f^2 - 0\right) + (0 - mgy_i) + f_k d = 0$$

$$(1) \quad v_f = \sqrt{\frac{2}{m}(mgy_i - f_k d)}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2}{3.00 \text{ kg}} [(3.00 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(0.500 \text{ m}) - (5.00 \text{ N})(1.00 \text{ m})]} = 2.54 \text{ m/s}$$

VI. Các định luật biến thiên và bảo toàn động lượng

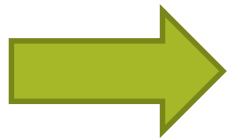
VI. 1. Cho 1 chất điểm

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

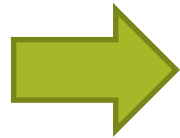
$$\boxed{\vec{p} = m\vec{v}}$$



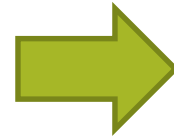
$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F}$$



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



$$\int_{\vec{p}_1}^{\vec{p}_2} d\vec{p} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$$



$$\Delta\vec{p} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$$



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

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

VI. 1. Cho 1 chất điểm

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

Độ biến thiên động 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.



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

VI. 1. Cho 1 chất điểm

* 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.


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

VI. 2. Cho hệ chất điểm

Xét 1 hệ gồm nhiều chất điểm:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \sum_{i=1}^n \frac{d\vec{p}_i}{dt}$$

Gọi: \vec{P} : động lượng toàn phần của hệ
 \vec{F} : tổng ngoại lực tác dụng lên hệ


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



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

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

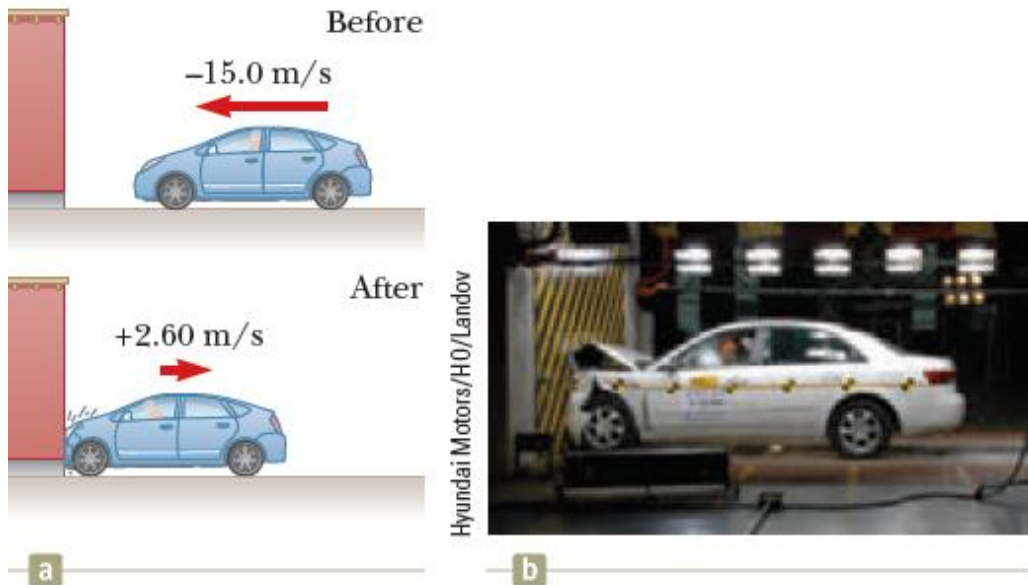
VI. 2. Cho hệ chất điểm

Khi hợp lực tác dụng lên hệ chất điểm bằng không thì:

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

Định luật bảo toàn động lượng toàn phần của một hệ chất điểm: Một hệ cô lập hoặc khi hợp lực tác dụng lên hệ bằng không thì động lượng toàn phần của hệ được bảo toàn.

Ví dụ: Một chiếc xe hơi khối lượng 1500 kg đến và chạm vào một bức tường như hình vẽ. Vận tốc của xe trước và sau va chạm là $\vec{v}_i = -15\vec{i}$ và $\vec{v}_f = 26\vec{i}$. Thời gian va chạm giữa xe và tường là 0,15 giây. Xác định xung lượng và lực tác dụng lên xe là bao nhiêu?



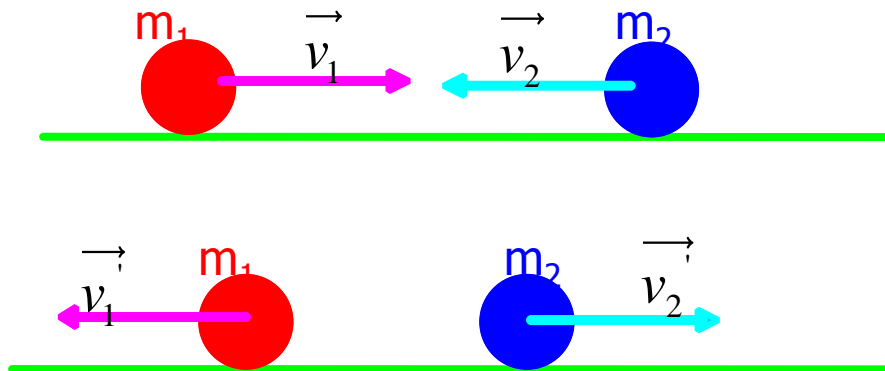
$$\begin{aligned}\vec{I} &= \Delta \vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i = m(\vec{v}_f - \vec{v}_i) \\ &= (1\,500 \text{ kg})[2.60\hat{i} \text{ m/s} - (-15.0\hat{i} \text{ m/s})] = 2.64 \times 10^4 \hat{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}\end{aligned}$$

$$(\sum \vec{F})_{\text{avg}} = \frac{\vec{I}}{\Delta t} = \frac{2.64 \times 10^4 \hat{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{0.150 \text{ s}} = 1.76 \times 10^5 \hat{i} \text{ N}$$

VII. Bài toán va chạm giữa 2 vật

1. 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



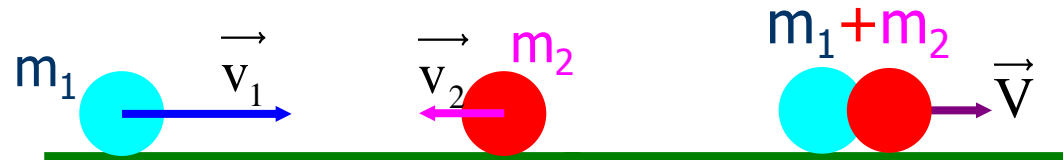
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$$

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

VII. Bài toán va chạm giữa 2 vật (tt)

2. 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



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

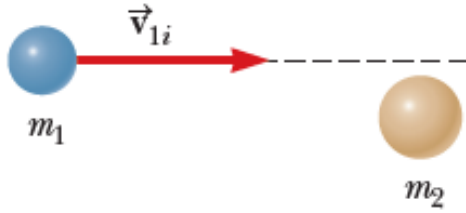
$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) V^2}{2} + Q$$

Q (J): nhiệt lượng tỏa ra môi trường

VII. Bài toán va chạm giữa 2 vật (tt)

3. Va chạm trong không gian 2 chiều

Before the collision



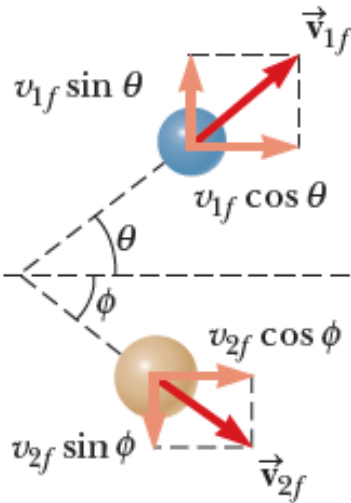
a

Bảo toàn động lượng của hệ:

$$\Delta p_x = 0 \rightarrow p_{ix} = p_{fx} \rightarrow m_1 v_{1i} = m_1 v_{1f} \cos \theta + m_2 v_{2f} \cos \phi$$

$$\Delta p_y = 0 \rightarrow p_{iy} = p_{fy} \rightarrow 0 = m_1 v_{1f} \sin \theta - m_2 v_{2f} \sin \phi$$

After the collision

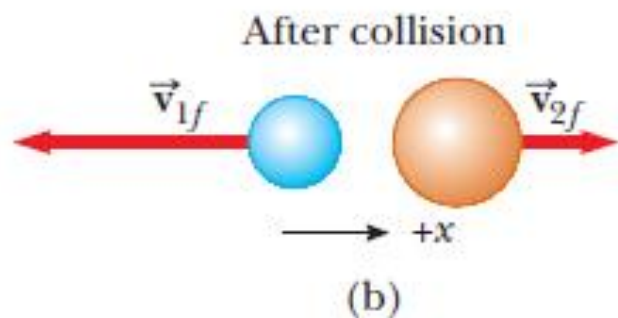
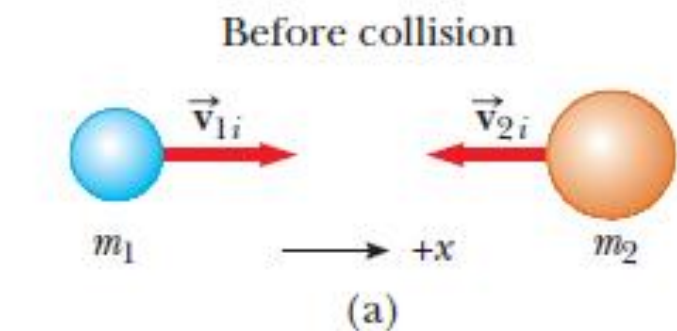


b

Bảo toàn động năng của hệ:

$$K_i = K_f \rightarrow \frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$$

Ví dụ 1: Hai trái banh có khối lượng như nhau va chạm đàn hồi xuyên tâm. Nếu vận tốc của hai trái banh trước va chạm là +30 cm/s và -20 cm/s. Xác định vận tốc của mỗi trái banh sau va chạm.



$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$30.0 \text{ cm/s} + (-20.0 \text{ cm/s}) = v_{1f} + v_{2f}$$

$$10.0 \text{ cm/s} = v_{1f} + v_{2f}$$

$$v_{1i} - v_{2i} = -(v_{1f} - v_{2f})$$

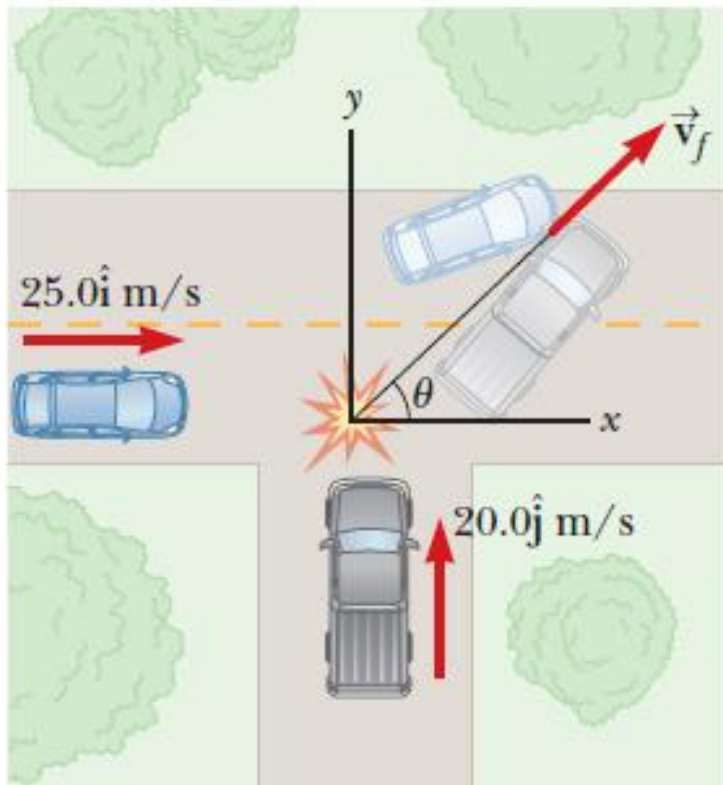
$$30.0 \text{ cm/s} - (-20.0 \text{ cm/s}) = v_{2f} - v_{1f}$$

$$50.0 \text{ cm/s} = v_{2f} - v_{1f}$$

$$v_{1f} = -20.0 \text{ cm/s}$$

$$v_{2f} = +30.0 \text{ cm/s}$$

Ví dụ 2: Một chiếc xe có khối lượng 1500 kg di chuyển với vận tốc 25 m/s theo hướng đông đến và chạm với một chiếc xe khác có khối lượng 2500 kg di chuyển với vận tốc 20 m/s theo hướng bắc như trong hình vẽ. Xác định phương chiều và độ lớn của véc tơ vận tốc của 2 xe sau va chạm (va chạm mềm).



$$\Delta p_x = 0 \rightarrow \sum p_{xi} = \sum p_{xf} \rightarrow (1) \quad m_1 v_{1i} = (m_1 + m_2) v_f \cos \theta$$

$$\Delta p_y = 0 \rightarrow \sum p_{yi} = \sum p_{yf} \rightarrow (2) \quad m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f \sin \theta$$

$$\frac{m_2 v_{2i}}{m_1 v_{1i}} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{m_2 v_{2i}}{m_1 v_{1i}} \right) = \tan^{-1} \left[\frac{(2500 \text{ kg})(20.0 \text{ m/s})}{(1500 \text{ kg})(25.0 \text{ m/s})} \right] = 53.1^\circ$$

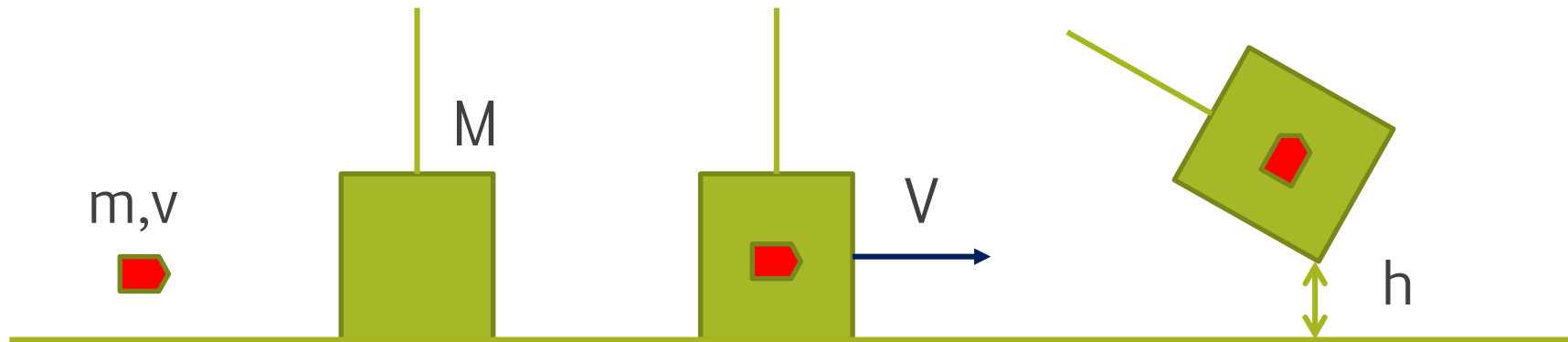
$$v_f = \frac{m_2 v_{2i}}{(m_1 + m_2) \sin \theta} = \frac{(2500 \text{ kg})(20.0 \text{ m/s})}{(1500 \text{ kg} + 2500 \text{ kg}) \sin 53.1^\circ} = 15.6 \text{ m/s}$$

Bài 3.1 trang 88 Sách BH Thầy Nguyễn Thành Vấn

Một quả cầu chuyển động với vận tốc $v_1 = 4 \text{ m/s}$ va chạm vào một quả cầu cùng khối lượng đang đứng yên. Biết rằng va chạm là không đàn hồi và nhiệt lượng tỏa ra sau khi va chạm là $Q = 12 \text{ J}$. Hãy tính khối lượng của hai quả cầu.

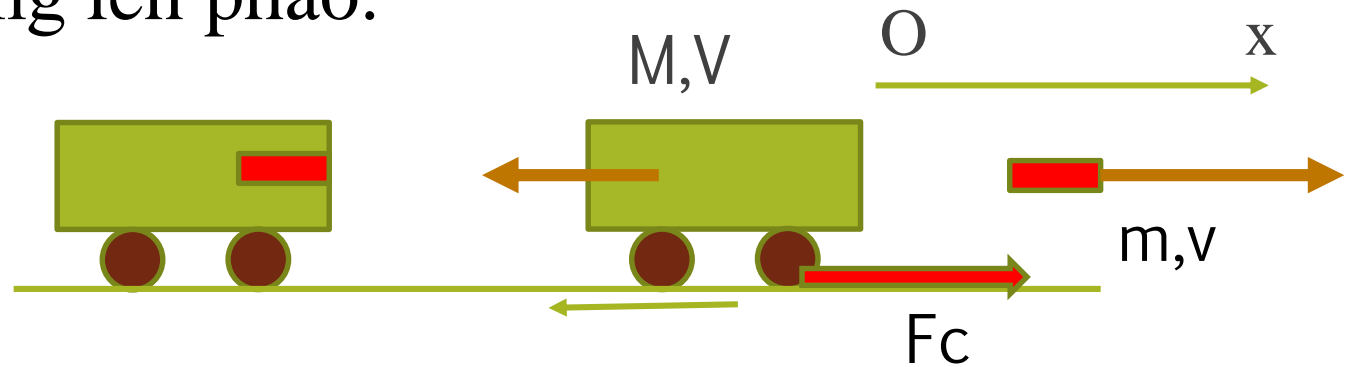
Bài 3.2 trang 88 Sách BH Thầy Nguyễn Thành Vần

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 một độ cao h nào đó. Cho biết vận tốc của viên đạn là v , khối lượng viên đạn là m , khối lượng của bao cát là M . Tính h .



Bài 3.3 trang 88 Sách BH Thầy Nguyễn Thành Vần

Một khẩu pháo khối lượng $M = 450 \text{ kg}$ nhả đạn theo phương ngang. Đạn pháo có khối lượng $m = 5 \text{ kg}$, vận tốc ban đầu của nó khi ra khỏi nòng là $v = 450 \text{ m/s}$. Khi bắn, bệ pháo giật lùi về phía sau một đoạn $s = 9 \text{ cm}$. Tìm lực cản trung bình tác dụng lên pháo.



Bài 3.4 trang 88 Sách BH Thầy Nguyễn Thành Vần

Một vật chuyển động khối lượng m_1 tới va vào vật thứ 2 đang đứng yên, khối lượng $m_2 = 1 \text{ kg}$. Biết rằng sau va chạm vật thứ nhất đã truyền cho vật thứ hai 36% động năng ban đầu của mình. Coi va chạm là đàn hồi, tính m_1 .

Bài 3.5 trang 88 Sách BH Thầy Nguyễn Thành Vần

Một hạt khối lượng $m_1 = 1 \text{ g}$ đang chuyển động với vận tốc $\vec{v}_1 = 3\vec{i} - 2\vec{j}$ (m/s), đến va chạm mềm với một hạt khác khối lượng $m_2 = 2\text{g}$ chuyển động với vận tốc $\vec{v}_2 = 4\vec{j} - 6\vec{k}$ (m/s). Xác định véc tơ vận tốc chung của hai hạt sau khi va chạm (hướng và độ lớn).

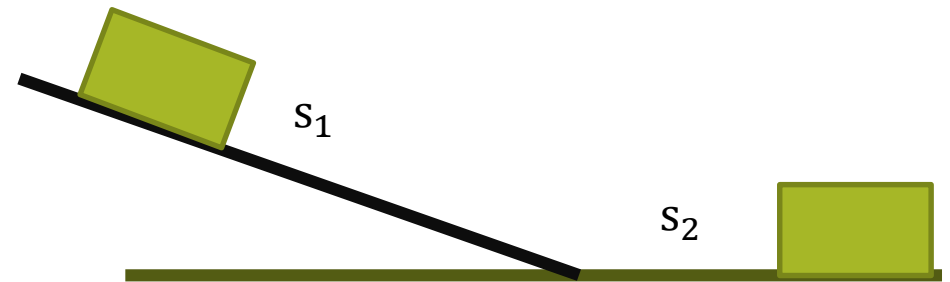
Bài 3.2 trang 86 Sách BT Thầy Nguyễn Thành Vần (phần tự giải)

Một người bắn tiểu liên, biết khối lượng súng là 5 kg, khối lượng viên đạn là 10 g, vận tốc viên đạn khi ra khỏi nòng súng $v = 500 \text{ m/s}$. Giả thiết rằng lực tác dụng từ giá súng là không đổi và làm dịch chuyển vai người bắn một khoảng $s = 1,5 \text{ cm}$, đạn qua khỏi nòng súng tức thời. Tính lực tác dụng lên vai người bắn.

Bài 3.3 trang 87 Sách BT Thầy Nguyễn Thành Văn (phần tự giải)

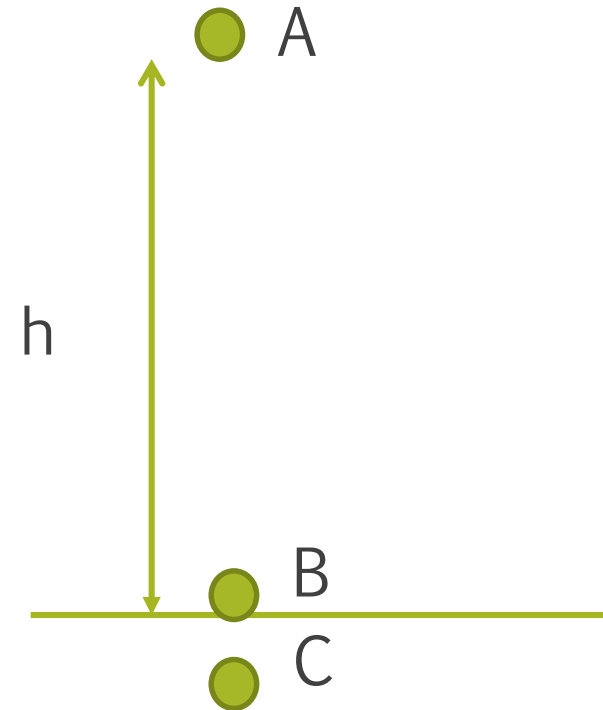
Một chiếc va li có khối lượng 10 kg trượt không ma sát từ trạng thái nghỉ trên một mặt phẳng nhẵn, nghiêng một góc 30° so với mặt sàn nằm ngang. Sau khi đi hết độ dài $s_1 = 3$ m trên mặt nghiêng, vật trượt tiếp trên mặt sàn một độ dài $s_2 = 5$ m thì dừng hẳn. Hãy xác định:

- a) Vận tốc va li cuối mặt phẳng nghiêng.
- b) Hệ số ma sát giữa va li và sàn.
- c) Độ giảm cơ năng của va li do ma sát.



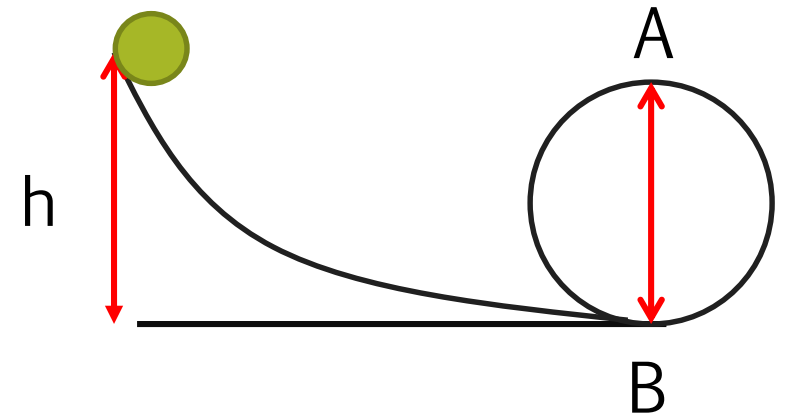
Bài 3.5 trang 87 Sách BT Thầy Nguyễn Thành Vần (phần tự giải)

Một vật được ném thẳng đứng từ độ cao $h = 240$ m xuống mặt đất với vận tốc ban đầu $v_0 = 14$ m/s. Vật đi sâu vào mặt đất 1 đoạn $s = 0,2$ m. Cho khối lượng của vật $m = 1$ kg. Bỏ qua sức cản của không khí. Tìm lực cản trung bình của đất tác dụng lên vật.



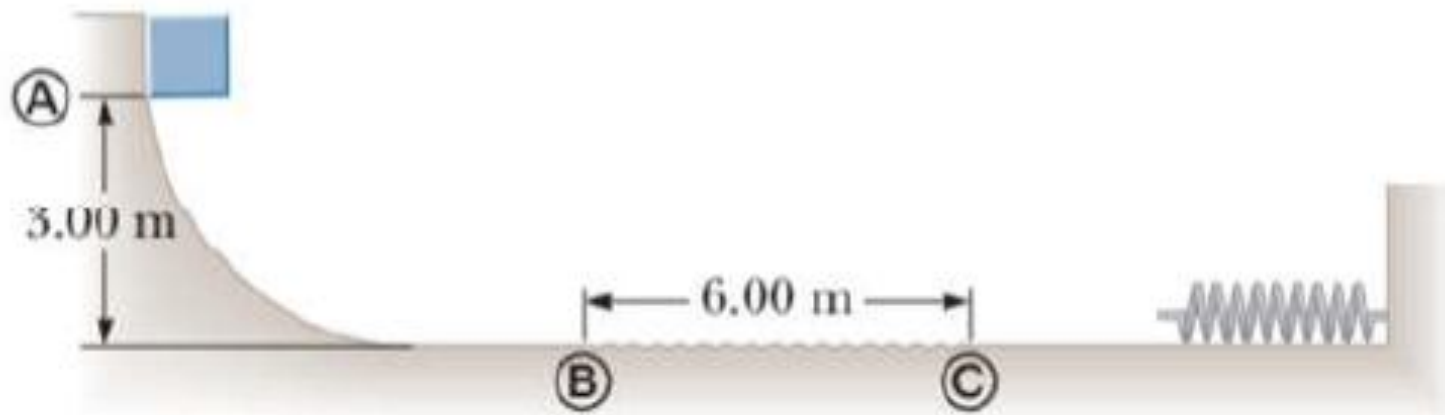
Bài 3.8 trang 88 Sách BT Thầy Nguyễn Thành Vần (phần tự giải)

Một viên bi được thả lăn không ma sát theo đường rãnh như hình vẽ (AB là một đường kính của rãnh tròn) từ độ cao h với vận tốc ban đầu bằng không. Biết $h = 5R$. Tìm vận tốc viên bi tại A và B.



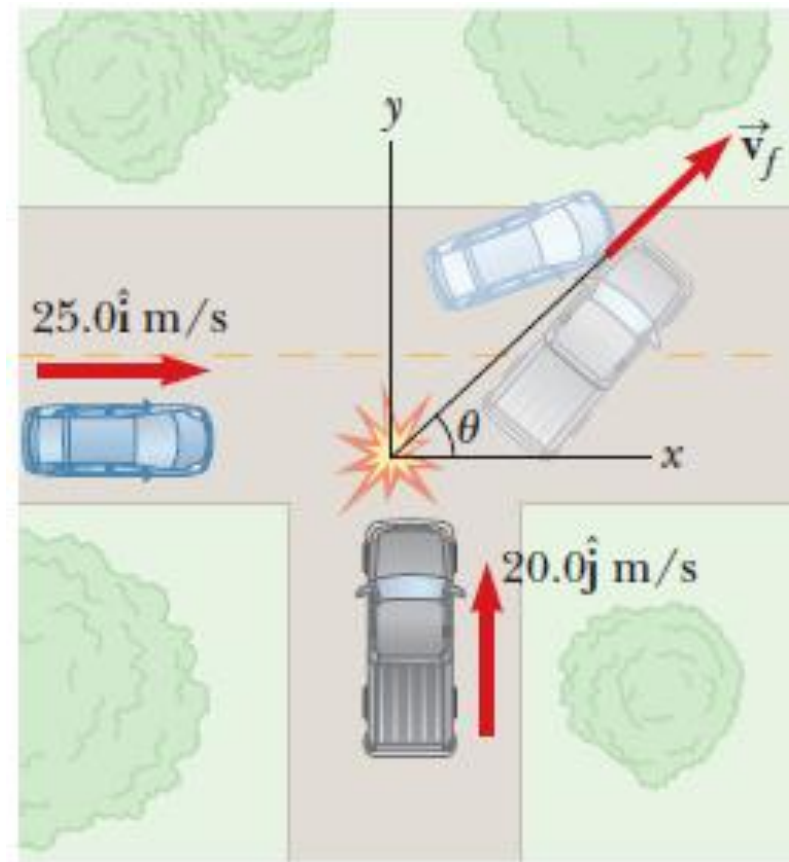
BÀI TẬP LÀM THÊM

Bài 1: 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.

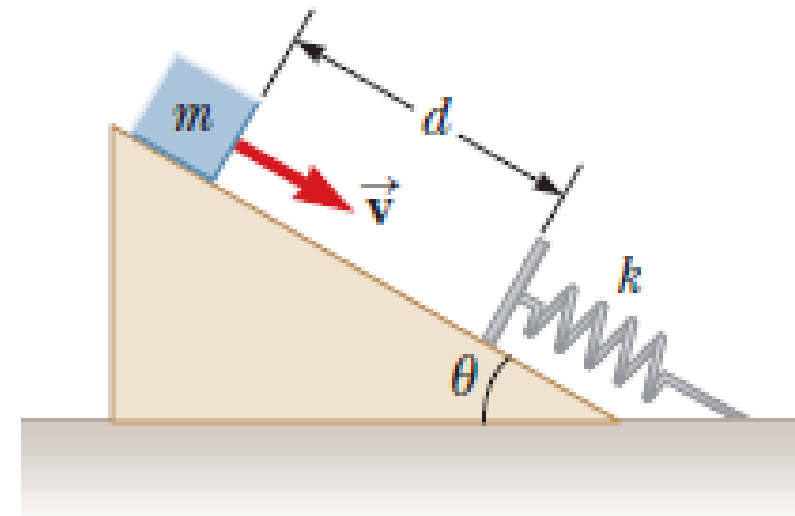


Bài 2: Một chiếc xe có khối lượng 1500 kg di chuyển theo hướng đông với vận tốc 25 m/s thì va chạm với một xe tải có khối lượng 2500 kg đang di chuyển theo hướng bắc với vận tốc 20 m/s như hình vẽ. Xác định phương chiều và độ lớn của vận tốc của hai xe sau va chạm. Biết đây là va chạm không đàn hồi, sau va chạm hai xe dính liền nhau.

ĐS: $53,1^0$; 15,6 m/s



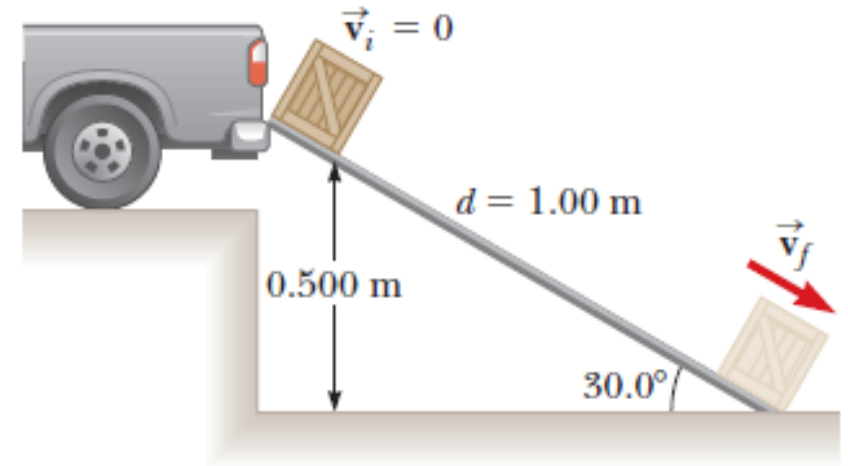
Bài 3: Một mặt phẳng nghiêng hợp với phương ngang một góc $\theta = 20^\circ$. Lò xo có độ cứng $k = 500 \text{ N/m}$ song song với mặt phẳng nghiêng như hình vẽ. Một khối gỗ có khối lượng $m = 2,5 \text{ kg}$ được đặt trên mặt phẳng nghiêng cách lò xo một đoạn $d = 0,3 \text{ m}$. Khối gỗ di chuyển 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).



Đáp án: 11,34 cm

Bài 4: Một hộp gỗ có khối lượng 3 kg trượt xuống một mặt phẳng nghiêng có chiều dài 1 m và góc nghiêng là 30° như hình vẽ. Hộp gỗ đứng yên trước khi trượt xuống mặt nghiêng. Biết lực ma sát giữa vật và mặt nghiêng là 5 N. Vật vẫn di chuyển một đoạn trên mặt phẳng ngang sau khi chạm đất.

- Xác định vận tốc vật khi chạm đất.
- Vật còn trượt trên mặt phẳng ngang một đoạn bằng bao nhiêu trước khi dừng lại (giả sử lực ma sát 5 N vẫn tác dụng lên vật trong quá trình di chuyển trên mặt phẳng ngang).

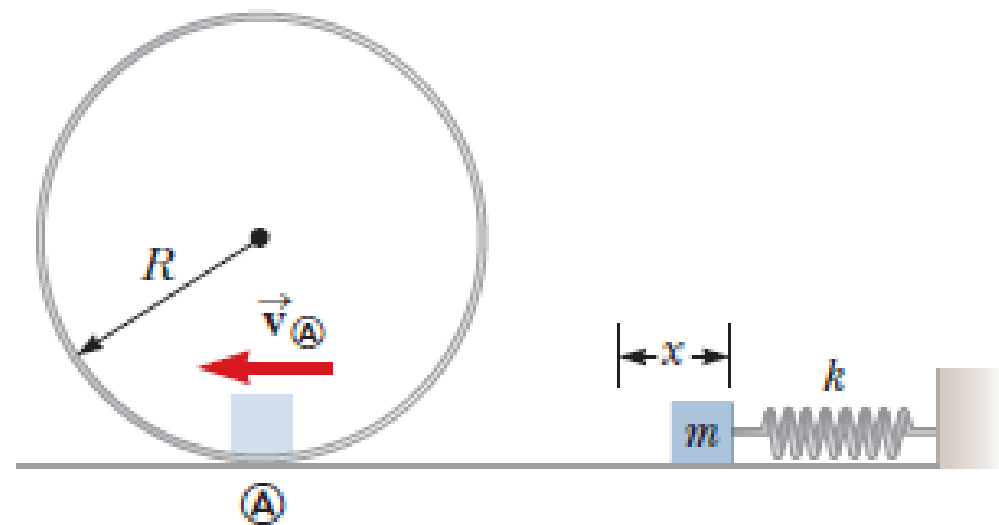


(ĐS: 4 m/s; 4,8 m)

Bài 5: Một vật có khối lượng $0,5 \text{ kg}$ ban đầu nén lò xo một đoạn x như hình vẽ. Độ cứng của lò xo là 450 N/m . Khi vật chuyển động dọc theo mặt phẳng ngang không ma sát đến điểm A (đáy của một rãnh tròn thẳng đứng bán kính $R = 5 \text{ m}$ và tiếp tục di chuyển lên trên rãnh). Vận tốc vật tại A là 12 m/s . Vật chịu tác dụng bởi một lực ma sát 7 N trong quá trình dịch chuyển lên rãnh tròn.

- Xác định giá trị của x .
- Vật có đi lên vị trí cao nhất của rãnh tròn được hay không?

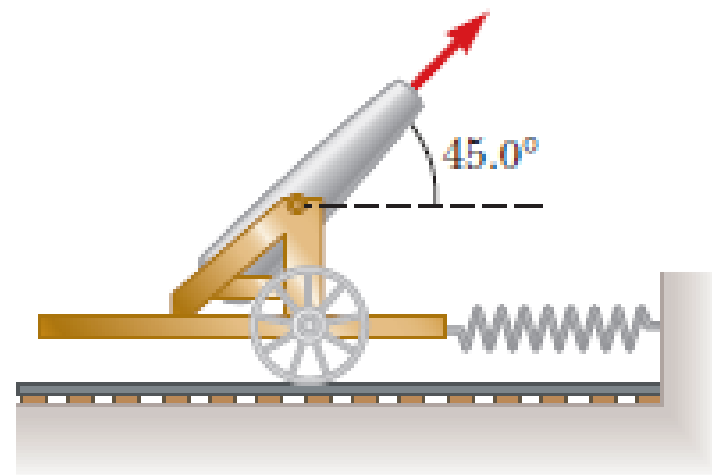
(ĐS: $0,4 \text{ m}$; không)



Bài 6: Một khẩu pháo được nối với một chiếc xe có thể di chuyển trên rãnh nằm ngang và được nối với một lò xo lớn, ban đầu lò xo ở trạng thái tự nhiên có độ cứng $k = 2 \times 10^4 \text{ N/m}$ như hình vẽ. Đạn pháo có khối lượng 200 kg bắn ra với vận tốc 125 m/s hợp với phương ngang một góc 45° .

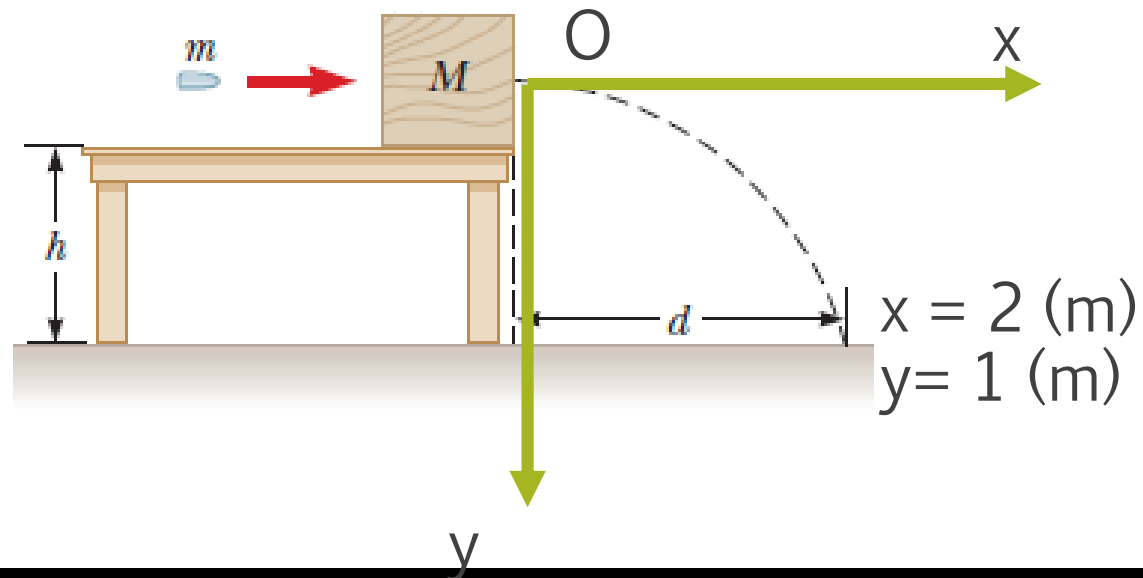
- Giả sử khẩu pháo và xe gỗ có khối lượng 5000 kg, xác định vận tốc giật lùi của khẩu pháo và xe sau khi bắn.
- Xác định độ dãn cực đại của lò xo.

(ĐS: 3,5 m/s; 1,75 m)



Bài 7: 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. Cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

(ĐS: 142 m/s)



Bài 9: Vật $m_1 = 1,6 \text{ kg}$ di chuyển về phía bên phải với vận tốc 4 m/s trên mặt phẳng không ma sát đến và chạm với một lò xo được nối vào vật có khối lượng $m_2 = 2,1 \text{ kg}$ đang di chuyển về phía bên trái với vận tốc $2,5 \text{ m/s}$ như hình vẽ. Độ cứng của lò xo $k = 60 \text{ N/m}$. Xác định vận tốc của hai vật sau va chạm.

