Chương 8

Chuyển hóa năng lượng

Ch.	Ch.	Conceptual Questions	Problems
8	8	7, 9	2, 4, 6, 7, 14,15, 17, 21, 22, 23, 25, 38, 43, 46, 57, 59, 63, 64, 74

Conceptual Questions 7

In the general conservation of energy equation, state which terms predominate in describing each of the following devices and processes. For a process going on continuously, you may consider what happens in a 10-s time interval. State which terms in the equation represent original and final forms of energy, which would be inputs, and which outputs.

(a) a slingshot firing a pebble

(b) a fire burning

(c) a portable radio operating

(d) a car braking to a stop

(e) the surface of the Sun shining visibly

(f) a person jumping up onto a chair.

Trong phương trình bảo toàn năng lượng tổng quát, dạng năng lượng nào là năng lượng đầu, dạng năng lượng nào là năng lượng cuối trong mỗi quá trình sau. Xét quá trình xảy ra trong 10s.

(a) 1 súng bắn ra 1 viên đạn,

(b) lửa đang cháy,

(c) máy radio cầm tay đang hoạt động,

(d) một ô tô đạp phanh,

(e) bề mặt trời chiếu sáng,

(f) một người nhảy lên ghế.

CQ8.7

(a) original elastic potential energy into final kinetic energy

(b) original chemical energy into final internal energy

(c) original chemical potential energy in the batteries into final internal energy, plus a tiny bit of outgoing energy transmitted by mechanical waves

(d) original kinetic energy into final internal energy in the brakes

(e) energy input by heat from the lower layers of the Sun, into energy transmitted by electromagnetic radiation

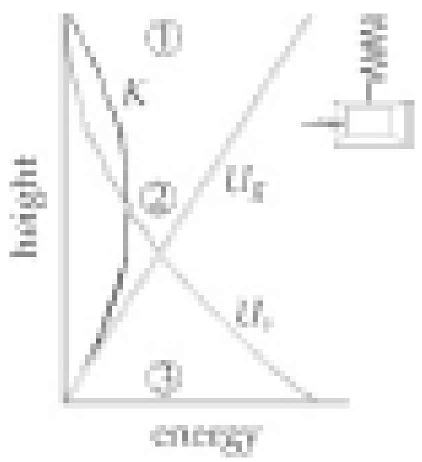
(f) original chemical energy into final gravitational energy

Conceptual Questions 9

A block is connected to a spring that is suspended from the ceiling. Assuming air resistance is ignored, describe the energy transformations that occur within the system consisting of the block, the Earth, and the spring when the block is set into vertical motion.

Nối vật với 1 dây và đầu kia của dây treo cố định trên trần nhà. Bỏ qua lực cản không khí, mô tả quá trình chuyển đổi năng lượng xảy ra trong hệ vật, trái đất và dây khi nó chuyển động trong mặt phẳng thẳng đứng.

CQ8.9 The figure illustrates the relative amounts of the forms of energy in the cycle of the block, where the vertical axis shows position (height) and the horizontal axis shows energy. Let the gravitational energy (U_g) be zero for the configuration of the system when the block is at the lowest point in the motion, point (3). After the block moves downward through position (2), where its kinetic energy (K) is a maximum, its kinetic energy converts into extra elastic potential energy in the spring (U_s). After the block starts moving up at its lower turning point (3), this energy becomes both kinetic energy and gravitational potential energy, and then just gravitational energy when the block is at its greatest height (1) where its elastic potential energy is the least. The energy then turns back into kinetic and elastic potential energy as the block descends, and the cycle repeats.



ANS. FIG. CQ8.9

Problems 2

A ball of mass *m* falls from a height *h* to the floor. (a) Write the appropriate version of Equation 8.2 for the system of the ball and the Earth and use it to calculate the speed of the ball just before it strikes the Earth. (b) Write the appropriate version of Equation 8.2 for the system of the ball and use it to calculate the speed of the ball just before it strikes the Earth.

Một quả bóng khối lượng m rơi từ độ cao h xuống mặt sàn. (a) Viết lại phương trình 8.2 cho hệ quả bóng – trái đất, sau đó dùng nó để tính tốc độ quả bóng lúc chạm đất. (b) Viết lại phương trình 8.2 cho hệ quả bóng và dùng nó tính tốc độ quả bóng khi chạm đất.

phương trình 8.2:

$$\Delta E_{hệ\ thống} = \Delta K + \Delta U + \Delta E_{int}$$
$$= W + Q + T_{MW} + T_{MT} + T_{ET} + T_{ER}$$

P8.2 (a) The system of the ball and the Earth is isolated. The gravitational energy of the system decreases as the kinetic energy increases.

$$\boxed{\Delta K + \Delta U = 0}$$

$$\left(\frac{1}{2}mv^2 - 0\right) + (-mgh - 0) = 0 \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgy$$

$$\boxed{v = \sqrt{2gh}}$$

(b) The gravity force does positive work on the ball as the ball moves downward. The Earth is assumed to remain stationary, so no work is done on it.

$$\Delta K = W$$

$$\left(\frac{1}{2}mv^2 - 0\right) = mgh \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgy$$

$$\boxed{v = \sqrt{2gh}}$$

Problems 4

A 20.0-kg cannonball is fired from a cannon with muzzle speed of 1 000 m/s at an angle of $37^0$with the horizontal. A second ball is fired at an angle of 90^0. Use the isolated system model to find (a) the maximum height reached by each ball and (b) the total mechanical energy of the ball–Earth system at the maximum height for each ball. Let $y = 0$ at the cannon.

Một quả đạn pháo nặng 20 kg được bắn ra từ một khẩu pháo có tốc độ 1000 m / s ở góc 37^0 so với phương ngang. Quả thứ hai được bắn vào góc 90^0. Sử dụng mô hình hệ kín để tìm

(a) chiều cao tối đa đạt được của mỗi quả đạn

(b) tổng năng lượng cơ học của hệ thống quả đạn-trái đất ở độ cao tối đa cho mỗi quả đạn.

Giả sử y = 0 tại vị trí bắt đầu bắn.

P8.4 (a) $\Delta K + \Delta U = 0 \rightarrow \Delta K = -\Delta U$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = -\left(mgy_f - mgy_i\right)$$

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

We use the Pythagorean theorem to express the original kinetic energy in terms of the velocity components (kinetic energy itself does not have components):

$$\left(\frac{1}{2}mv_{xi}^2 + \frac{1}{2}mv_{yi}^2\right) = \left(\frac{1}{2}mv_{xf}^2 + 0\right) + mgy_f$$

$$\frac{1}{2}mv_{xi}^2 + \frac{1}{2}mv_{yi}^2 = \frac{1}{2}mv_{xf}^2 + mgy_f$$

Because $v_{xi} = v_{xf}$, we have

$$\frac{1}{2} m v_{yi}^2 = m g y_f \rightarrow y_f = \frac{v_{yi}^2}{2g}$$

so for the first ball:

$$y_f = \frac{v_{yi}^2}{2g} = \frac{\left[(1\,000 \text{ m/s}) \sin 37.0°\right]^2}{2\left(9.80 \text{ m/s}^2\right)} = \boxed{1.85 \times 10^4 \text{ m}}$$

and for the second,

$$y_f = \frac{\left(1\,000 \text{ m/s}\right)^2}{2\left(9.80 \text{ m/s}^2\right)} = \boxed{5.10 \times 10^4 \text{ m}}$$

(b) The total energy of each ball-Earth system is constant with value

$$E_{\text{mech}} = K_i + U_i = K_i + 0$$

$$E_{\text{mech}} = \frac{1}{2}(20.0\ \text{kg})(1\,000\ \text{m/s})^2 = \boxed{1.00 \times 10^7\ \text{J}}$$

Problems 6

6. A block of mass $m = 5.00$ kg is released from point Ⓐ and slides on the frictionless track shown in Figure P8.6. Determine (a) the block's speed at points Ⓑ and Ⓒ and (b) the net work done by the gravitational force on the block as it moves from point Ⓐ to point Ⓒ.

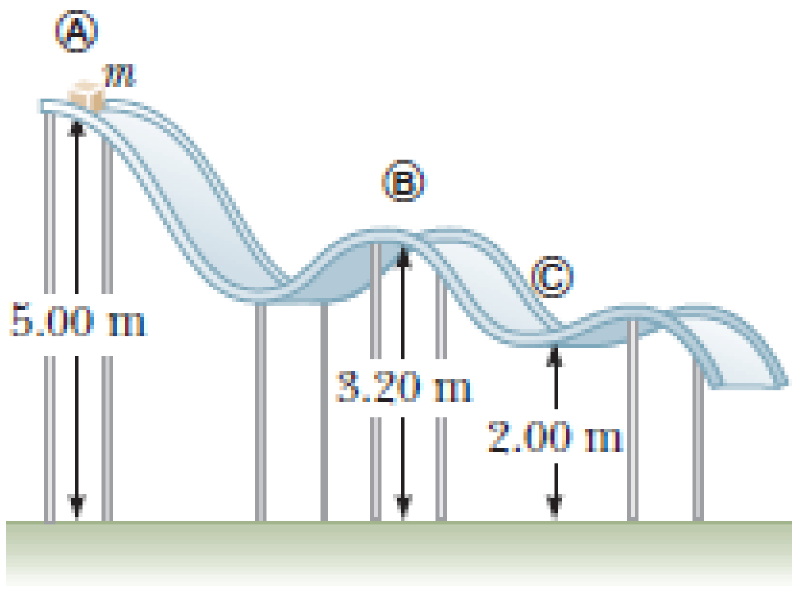
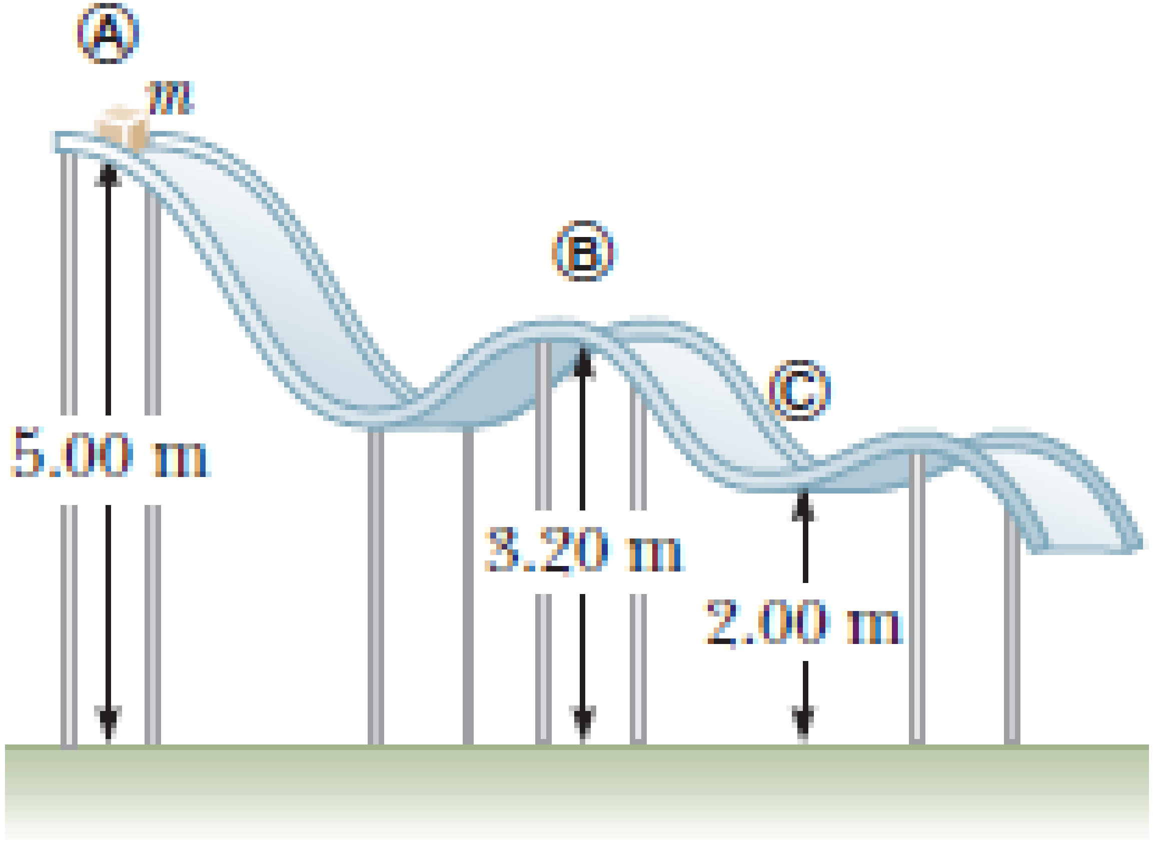


Figure P8.6

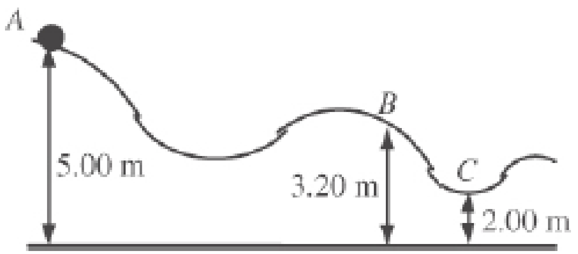
Một vật khối lượng m = 5 kg được thả từ điểm A và trượt trên đường đua không có ma sát như hình P8.6. Xác định

(a) Tốc độ của vật tại các điểm B và C

(b) Công tác dụng lên vật dưới tác dụng của lực hấp dẫn lên vật trong đoạn đường di chuyển từ điểm A đến điểm C.



P8.6 (a) Define the system as the block and the Earth.



ANS. FIG. P8.6

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

$$\left(\frac{1}{2}mv_B^2 - 0\right) + \left(mgh_B - mgh_A\right) = 0$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = mg\left(h_A - h_B\right)$$

$$v_B = \sqrt{2g\left(h_A - h_B\right)}$$

$$v_B = \sqrt{2\left(9.80\text{ m/s}^2\right)\left(5.00\text{ m} - 3.20\text{ m}\right)} = \boxed{5.94\text{ m/s}}$$

Similarly,

$$v_C = \sqrt{2g\left(h_A - h_C\right)}$$

$$v_C = \sqrt{2g\left(5.00 - 2.00\right)} = \boxed{7.67\text{ m/s}}$$

(b) Treating the block as the system,

$$W_g\Big|_{A\to C} = \Delta K = \frac{1}{2}mv_C^2 - 0 = \frac{1}{2}\left(5.00\text{ kg}\right)\left(7.67\text{ m/s}\right)^2 = \boxed{147\text{ J}}$$

Problems 7

Two objects are connected by a light string passing over a light, frictionless pulley as shown in Figure P8.7. The object of mass m1 = 5.00 kg is released from rest at a height h = 4.00 m above the table. Using the isolated system model, (a) determine the speed of the object of mass m2 = 3.00 kg just as the 5.00-kg object hits the table and (b) find the maximum height above the table to which the 3.00-kg object rises.

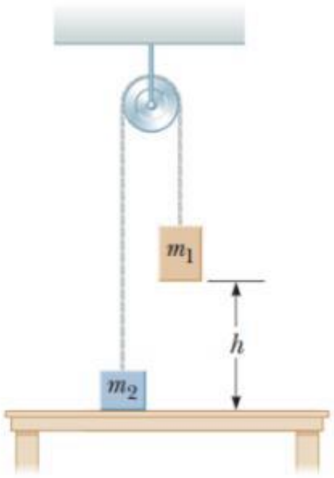


Figure P8.7
Problems 7 and 8.

Nối 2 vật bằng 1 dây mảnh, nhẹ bắt qua *một* rò*ng rọc nhẹ,* không *ma* sát *như* hình 8.7. *Vật* m1 = 5kg *được thả* ra *từ trạng* thái *nghỉ tại độ* cao h = 4m so *với mặt* bàn.

(a) *Tính tốc độ vật* m2 khi *vật* m1 *vừa chạm mặt* bàn.
(b) Tìm *độ* cao *cực đại* mà m2 *đạt được* sau khi m1 *chạm mặt* bàn.

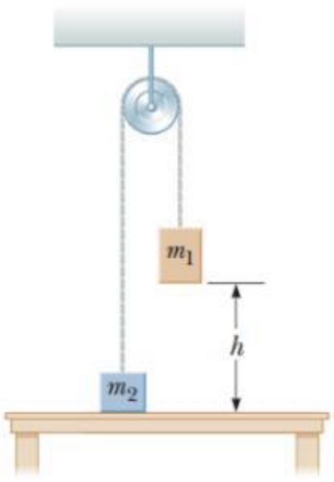
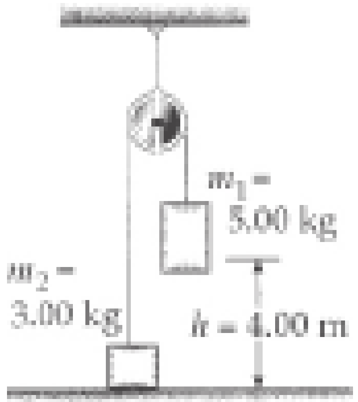


Figure P8.7
Problems 7 and 8.

P8.7 We assign height $y = 0$ to the table top. Using conservation of energy for the system of the Earth and the two objects:

(a) Choose the initial point before release and the final point, which we code with the subscript *fa*, just before the larger object hits the floor. No external forces do work on the system and no friction acts within the system. Then total mechanical energy of the system remains constant and the energy version of the isolated system model gives



ANS. FIG. P8.7

$$(K_A + K_B + U_g)_i = (K_A + K_B + U_g)_{fa}$$

At the initial point, K_{Ai} and K_{Bi} are zero and we define the gravitational potential energy of the system as zero. Thus the total initial energy is zero, and we have

$$0 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_{fa}^2 + m_2 gh + m_1 g(-h)$$

Here we have used the fact that because the cord does not stretch, the two blocks have the same speed. The heavier mass moves down, losing gravitational potential energy, as the lighter mass moves up, gaining gravitational potential energy. Simplifying,

$$(m_1 - m_2)gh = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_b^2$$

$$v_b = \sqrt{\frac{2(m_1 - m_2)gh}{(m_1 + m_2)}} = \sqrt{\frac{2(5.00\text{ kg} - 3.00\text{ kg})g(4.00\text{ m})}{(5.00\text{ kg} + 3.00\text{ kg})}}$$

$$= \sqrt{19.6}\text{ m/s} = \boxed{4.43\text{ m/s}}$$

(b) Now we apply conservation of energy for the system of the 3.00-kg object and the Earth during the time interval between the instant when the string goes slack and the instant at which the 3.00-kg object reaches its highest position in its free fall.

$$\Delta K + \Delta U = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta K = -\Delta U$$

$$0 - \frac{1}{2}m_2v^2 = -m_2 g\Delta y \rightarrow \Delta y = \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta y = 1.00\text{ m}$$

$$y_{max} = 4.00\text{ m} + \Delta y = \boxed{5.00\text{ m}}$$

Problems 14

14. **M** A crate of mass 10.0 kg is pulled up a rough incline with an initial speed of 1.50 m/s. The pulling force is 100 N parallel to the incline, which makes an angle of 20.0° with the horizontal. The coefficient of kinetic friction is 0.400, and the crate is pulled 5.00 m. (a) How much work is done by the gravitational force on the crate? (b) Determine the increase in internal energy of the crate–incline system owing to friction. (c) How much work is done by the 100-N force on the crate? (d) What is the change in kinetic energy of the crate? (e) What is the speed of the crate after being pulled 5.00 m?

Một thùng 10,0 kg được kéo lên một mặt phẳng nghiêng với tốc độ ban đầu là 1,50 m / s. Lực kéo là 100 N. Lực này song song với mặt phẳng nghiêng, hợp với phương ngang một góc 20^0. Hệ số ma sát trượt là 0.4, và thùng được kéo đi 5,00 m.

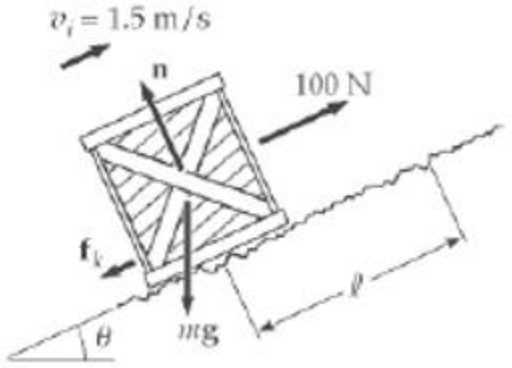
(A) Tính công do lực hấp dẫn tác dụng trên thùng?

(B) Tính độ tăng nội năng của hệ vật-mặt phẳng do ma sát.

(C) Tính công được thực hiện bởi lực 100-N lên thùng?

(D) Tính độ thay đổi động năng của thùng?

(E) Tính tốc độ của thùng sau khi được kéo đi 5,00 m?



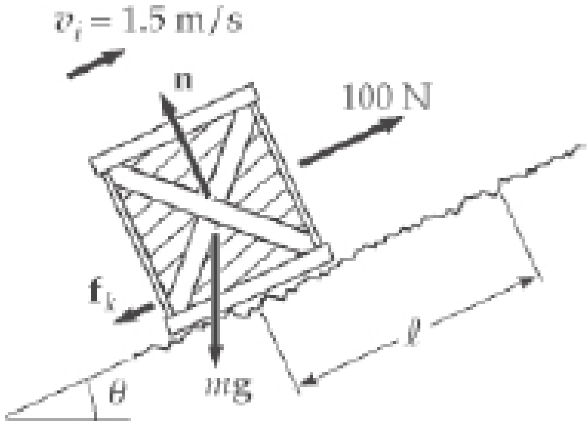
P8.14 (a) The force of gravitation is

$$(10.0\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2) = 98.0\ \text{N}$$

straight down, at an angle of

$$(90.0° + 20.0°) = 110.0°$$

with the motion. The work done by the gravitational force on the crate is



$$W_g = \vec{F}\cdot\Delta\vec{r} = mg\ell\cos(90.0° + \theta)$$

$$= (98.0\ \text{N})(5.00\ \text{m})\cos 110.0° = \boxed{-168\ \text{J}}$$

(b) We set the x and y axes parallel and perpendicular to the incline, respectively.

From $\sum F_y = ma_y$, we have

$$n - (98.0\text{ N})\cos 20.0° = 0$$

so $n = 92.1\text{ N}$

and

$$f_k = \mu_k n = 0.400\,(92.1\text{ N}) = 36.8\text{ N}$$

Therefore,

$$\Delta E_{\text{int}} = f_k d = (36.8\text{ N})(5.00\text{ m}) = \boxed{184\text{ J}}$$

(c) $W_F = F\ell = (100\text{ N})(5.00\text{ m}) = \boxed{500\text{ J}}$

(d) We use the energy version of the nonisolated system model.

$$\Delta K = -f_k d + \sum W_{\text{other forces}}$$

$$\Delta K = -f_k d + W_g + W_{\text{applied force}} + W_n$$

The normal force does zero work, because it is at 90° to the motion.

$$\Delta K = -184\text{ J} - 168\text{ J} + 500\text{ J} + 0 = \boxed{148\text{ J}}$$

(e) Again, $K_f - K_i = -f_k d + \sum W_{\text{other forces}}$, so

$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \sum W_{\text{other forces}} - f_k d$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2}{m}\left[\Delta K + \frac{1}{2}mv_i^2\right]}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2}{10.0\text{ kg}}\right)\left[148\text{ J} + \frac{1}{2}(10.0\text{ kg})(1.50\text{ m/s})^2\right]}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2\left(159\text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2\right)}{10.0\text{ kg}}} = \boxed{5.65\text{ m/s}}$$

Problems 15

15. **W** A block of mass $m = 2.00$ kg is attached to a spring of force constant $k = 500$ N/m as shown in Figure P8.15. The block is pulled to a position $x_i = 5.00$ cm to the right of equilibrium and released from rest. Find the speed the block has as it passes through equilibrium if (a) the horizontal surface is frictionless and (b) the coefficient of friction between block and surface is $\mu_k = 0.350$.

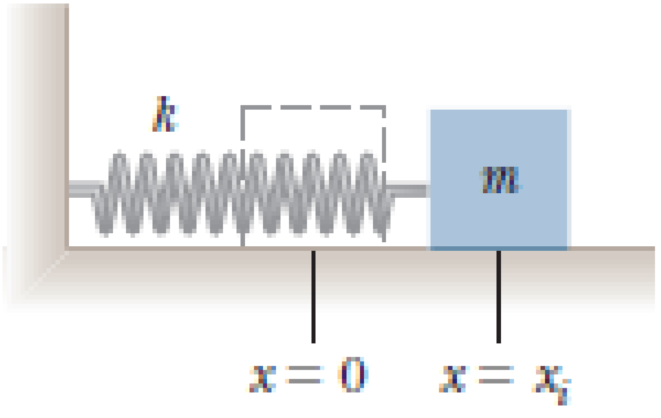
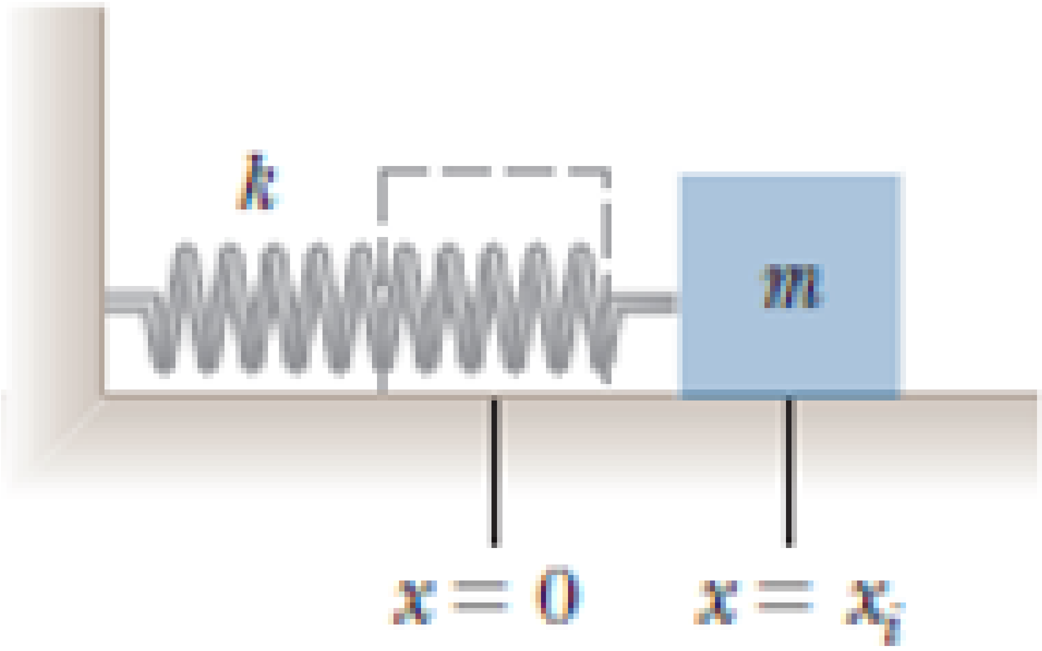


Figure P8.15

Một vật khối lượng m = 2 kg được gắn vào một lò xo với hệ số đàn hồi k = 500 N / m như hình P8.15. Vật được kéo đến một vị trí $x_i = 5\,cm$ về bên phải và thả ở trạng thái nghỉ. Tìm tốc độ của vật khi nó đi qua x = 0 trong 2 trường hợp:

(a) bề mặt nằm ngang không ma sát

(b) hệ số ma sát giữa vật và bề mặt ngang là $\mu_k = 0.35$



P8.15 (a) The spring does positive work on the block:

$$W_s = \frac{1}{2}kx_i^2 - \frac{1}{2}kx_f^2$$

$$W_s = \frac{1}{2}(500\text{ N/m})\left(5.00\times 10^{-2}\text{ m}\right)^2 - 0$$

$$= 0.625\text{ J}$$

Applying $\Delta K = W_s$:

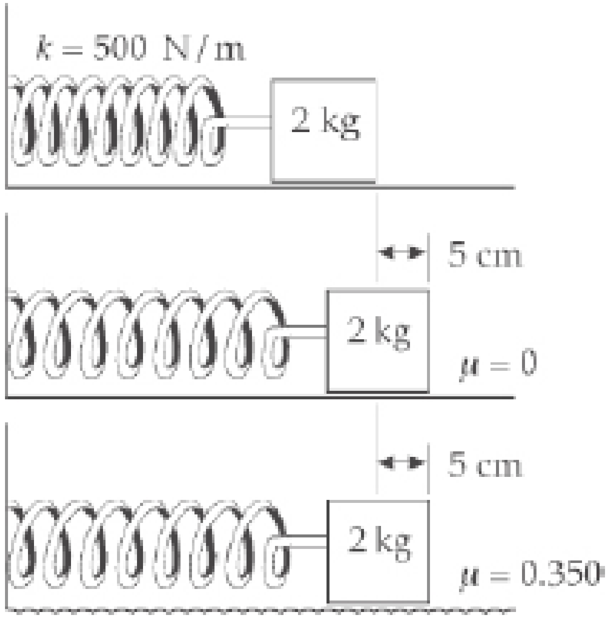
$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$= W_s \rightarrow \frac{1}{2}mv_f^2 - 0 = W_s$$

so

$$v_f = \sqrt{\frac{2(W_s)}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(0.625)}{2.00}}\text{ m/s} = \boxed{0.791\text{ m/s}}$$



ANS. FIG. P8.15

(b) Now friction results in an increase in internal energy $f_k d$ of the block-surface system. From conservation of energy for a nonisolated system,

$$W_s = \Delta K + \Delta E_{int}$$

$$\Delta K = W_s - f_k d$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = W_s - f_k d = W_s - \mu_s mgd$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = 0.625 \text{ J} - (0.350)(2.00 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(0.050\,0 \text{ m})$$

$$\frac{1}{2}(2.00 \text{ kg})v_f^2 = 0.625 \text{ J} - 0.343 \text{ J} = 0.282 \text{ J}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2(0.282)}{2.00}} \text{ m/s} = \boxed{0.531 \text{ m/s}}$$

Problems 17

A smooth circular hoop with a radius of 0.500 m is placed flat on the floor. A 0.400-kg particle slides around the inside edge of the hoop. The particle is given an initial speed of 8.00 m/s. After one revolution, its speed has dropped to 6.00 m/s because of friction with the floor.

(a) Find the energy transformed from mechanical to internal in the particle–hoop– floor system as a result of friction in one revolution.

(b) What is the total number of revolutions the particle makes before stopping? Assume the friction force remains constant during the entire motion.

Một vòng tròn có bán kính 0.5m đặt trên sàn. Một chất điểm trượt trên cạnh bên trong của vòng. Chất điểm có tốc độ ban đầu là 8m/s. Sau khi đi được 1 vòng, tốc độ của nó giảm xuống còn 6m/s do ma sát với sàn.

(a) Tìm năng lượng dịch chuyển từ cơ năng sang nội năng trong hệ chất điểm – vòng – sàn khi có mặt ma sát.

(b) Chất điểm quay được bao nhiêu vòng trước khi dừng lại? Giả sử ma sát không đổi trong suốt quá trình chất điểm chuyển động.

P8.17 (a) $\Delta E_{int} = -\Delta K = -\frac{1}{2}m\left(v_f^2 - v_i^2\right)$:

$$\Delta E_{int} = -\frac{1}{2}(0.400\text{ kg})\left[(6.00)^2 - (8.00)^2\right](\text{m/s})^2 = \boxed{5.60\text{ J}}$$

(b) After N revolutions, the object comes to rest and $K_f = 0$.

Thus,

$$\Delta E_{int} = -\Delta K$$

$$f_k d = -(0 - K_i) = \frac{1}{2}mv_i^2$$

or

$$\square_k mg \square N(2\pi r) \square\square \frac{1}{2}mv_i^2$$

This gives

$$N = \frac{\frac{1}{2}mv_i^2}{\mu_k mg(2\pi r)} = \frac{\frac{1}{2}(8.00\text{ m/s})^2}{(0.152)\left(9.80\text{ m/s}^2\right)2\pi(1.50\text{ m})}$$

$$= \boxed{2.28\text{ rev}}$$

Problems 21

A toy cannon uses a spring to project a 5.30-g soft rubber ball. The spring is originally compressed by 5.00 cm and has a force constant of 8.00 N/m. When the cannon is fired, the ball moves 15.0 cm through the horizontal barrel of the cannon, and the barrel exerts a constant friction force of 0.032 0 N on the ball. (a) With what speed does the projectile leave the barrel of the cannon?

(b) At what point does the ball have maximum speed?

(c) What is this maximum speed?

Một khẩu pháo đồ chơi sử dụng 1 lò xo có độ cứng 8N/m để bắn viên đạn cao su nặng 5.3g. Một viên đạn sẽ nén lò xo 1 đoạn 5cm rồi được thả cho nó bắn ra. Viên đạn chạy dọc theo nòng súng dài 15cm, ma sát giữa viên đạn và nòng súng là 0.032N.

(a) Tốc độ của viên đạn khi rời khỏi nòng là bao nhiêu?

(b) Xác định vị trí viên đạn đạt tốc độ cực đại.

(c) Tính tốc độ cực đại của viên đạn.

P8.21 Use Equation 8.16: $\Delta E_{mech} = \Delta K + \Delta U = -f_k d$

$$\left(K_f - K_i\right) + \left(U_f - U_i\right) = -f_k d$$

$$K_i + U_i - f_k d = K_f + U_f$$

(a) $K_i + U_i - f_k d = K_f + U_f$

$$0 + \frac{1}{2}kx^2 - f\Delta x = \frac{1}{2}mv^2 + 0$$

$$\frac{1}{2}(8.00\text{ N/m})\left(5.00\times10^{-2}\text{ m}\right)^2 - \left(3.20\times10^{-2}\text{ N}\right)(0.150\text{ m})$$

$$= \frac{1}{2}\left(5.30\times10^{-3}\text{ kg}\right)v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2\left(5.20\times10^{-3}\text{ J}\right)}{5.30\times10^{-3}\text{ kg}}} = \boxed{1.40\text{ m/s}}$$

(b) When the spring force just equals the friction force, the ball will stop speeding up. Here $\left|\vec{F}_s\right| = kx;$ the spring is compressed by

$$\frac{3.20\times10^{-2}\text{ N}}{8.00\text{ N/m}} = 0.400\text{ cm}$$

and the ball has moved

$$5.00\text{ cm} - 0.400\text{ cm} = \boxed{4.60\text{ cm from the start}}$$

(c) Between start and maximum speed points,

$$\frac{1}{2}kx_i^2 - f\Delta x = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx_f^2$$

$$\frac{1}{2}(8.00\text{ N/m})\left(5.00\times10^{-2}\text{ m}\right)^2 - \left(3.20\times10^{-2}\text{ N}\right)\left(4.60\times10^{-2}\text{ m}\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(5.30\times10^{-3}\text{ kg}\right)v^2 + \frac{1}{2}(8.00\text{ N/m})\left(4.00\times10^{-3}\text{ m}\right)^2$$

$$v = \boxed{1.79\text{ m/s}}$$

Problems 22

22. AMT W The coefficient of friction between the block of mass $m_1 = 3.00$ kg and the surface in Figure P8.22 is $\mu_k = 0.400$. The system starts from rest. What is the speed of the ball of mass $m_2 = 5.00$ kg when it has fallen a distance $h = 1.50$ m?

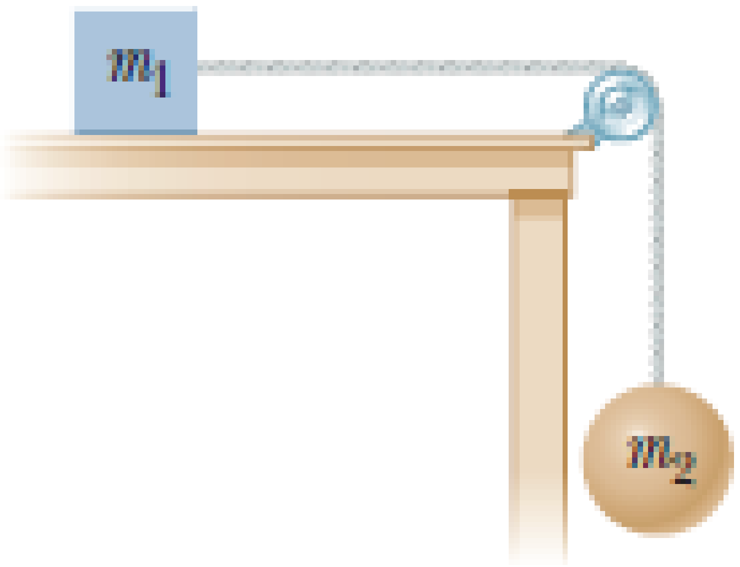


Figure P8.22

Cho vật có khối lượng $m_1 = 3\ kg$ và hệ số ma sát giữa vật và bề mặt là μ_k= 0.4. Đầu tiên giữ hệ đứng yên, sau đó thả cho hệ chuyển động. Tìm tốc độ của quả bóng có khối lượng $m_1 = 5\ kg$ khi nó đi được quãng đường h = 1,50 m?

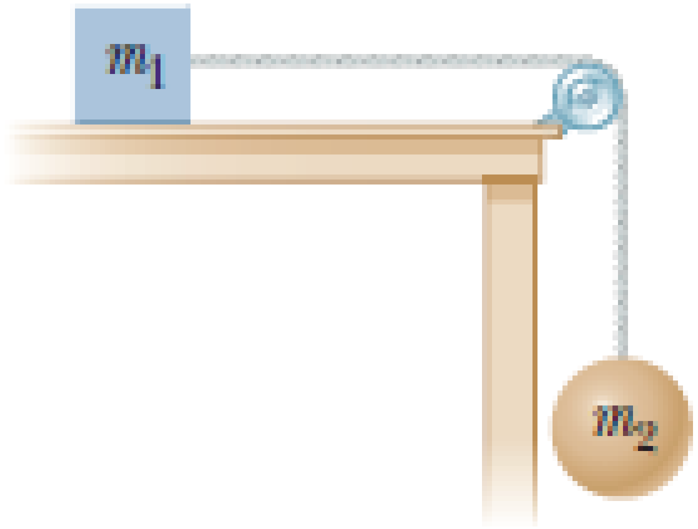
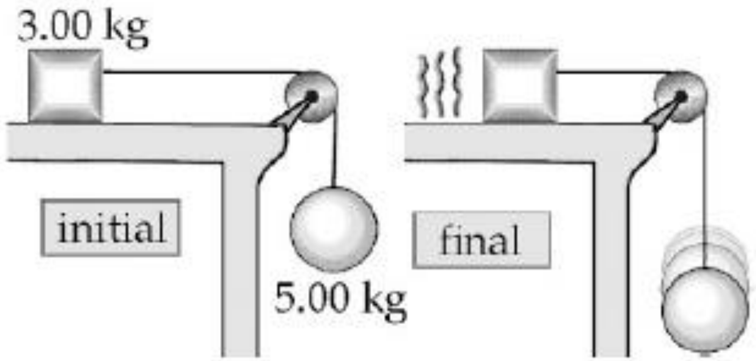


Figure P8.22

P8.22 For the Earth plus objects 1 (block) and 2 (ball), we write the energy model equation as

$$(K_1 + K_2 + U_1 + U_2)_f$$
$$-(K_1 + K_2 + U_1 + U_2)_i$$
$$= \sum W_{\text{other forces}} - f_k d$$



ANS. FIG. P8.22

Choose the initial point before release and the final point after each block has moved 1.50 m. Choose $U = 0$ with the 3.00-kg block on the tabletop and the 5.00-kg block in its final position.

So $$K_{1i} = K_{2i} = U_{1i} = U_{1f} = U_{2f} = 0$$

We have chosen to include the Earth in our system, so gravitation is an internal force. Because the only external forces are friction and normal forces exerted by the table and the pulley at right angles to the motion,

$$\sum W_{\text{other forces}} = 0$$

We now have

$$\frac{1}{2}m_1v_f^2 + \frac{1}{2}m_2v_f^2 + 0 + 0 - 0 - 0 - 0 - m_2gy_{2i} = 0 - f_kd$$

where the friction force is

$$f_k = \mu_k n = \mu_k m_A g$$

The friction force causes a negative change in mechanical energy because the force opposes the motion. Since all of the variables are known except for v_f, we can substitute and solve for the final speed.

$$\frac{1}{2}m_1v_f^2 + \frac{1}{2}m_2v_f^2 - m_2gy_{2i} = -f_kd$$

$$v^2 = \frac{2gh(m_2 - \mu_k m_1)}{m_1 + m_2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(9.80\ \text{m/s}^2)(1.50\ \text{m})[5.00\ \text{kg} - 0.400(3.00\ \text{kg})]}{8.00\ \text{kg}}}$$

$$= \boxed{3.74\ \text{m/s}}$$

Problems 23

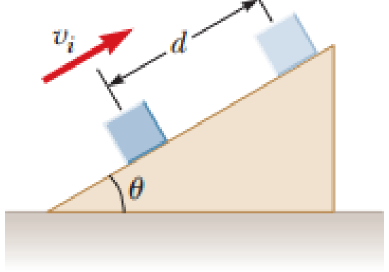


Figure P8.23

A 5.00-kg block is set into motion up an inclined plane with an initial speed of v_i =8.00 m/s (Fig. P8.23). The block comes to rest after traveling d = 3.00 m along the plane, which is inclined at an angle of $\theta = 30^0$ to the horizontal. For this motion, determine

(a) the change in the block's kinetic energy,

(b) the change in the potential energy of the block–Earth system, and

(c) the friction force exerted on the block (assumed to be constant).

(d) What is the coefficient of kinetic friction?

Một vật nặng 5kg đi lên mặt phẳng nghiêng với tốc độ ban *đầu* v_i = 8m/s (hình). Sau khi *đi được đoạn đường* d = 3m, nó *dừng lại, biết góc nghiêng của mặt phẳng* là $\theta = 30^0$ so *với phương ngang. Tính*

(a) *độ biến* thiên *động năng của vật,*

(b) *độ biến* thiên *thế năng của hệ vật*-trái *đất,* và

(c) ma sát *tác dụng* vào *vật (giả sử* nó là *hằng số).*

(d) *Tính hệ số* ma sát *nghỉ.*

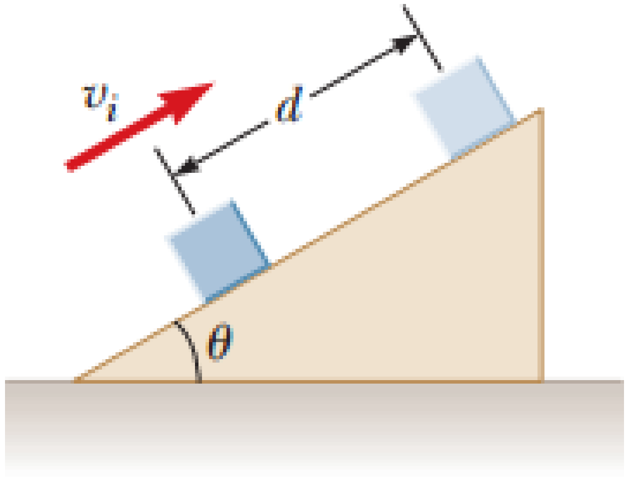
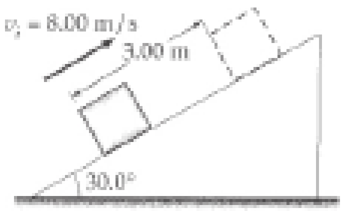


Figure P8.23

P8.23 We consider the block-plane-planet system between an initial point just after the block has been given its shove and a final point when the block comes to rest.



ANS. FIG. P8.23

(a) The change in kinetic energy is

$$\Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$= 0 - \frac{1}{2}(5.00\text{ kg})(8.00\text{ m/s})^2 = \boxed{-160\text{ J}}$$

(b) The change in gravitational potential energy is

$$\Delta U = U_f - U_i = mgh$$

$$= (5.00\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)(3.00\text{ m})\sin 30.0° = \boxed{73.5\text{ J}}$$

(c) The nonisolated system energy model we write as

$$\Delta K + \Delta U = \sum W_{\text{other forces}} - f_k d = 0 - f_k d$$

The force of friction is the only unknown, so we may find it from

$$f_k = \frac{\Delta K - \Delta U}{d} = \frac{+160\text{ J} - 73.5\text{ J}}{3.00\text{ m}} = \boxed{28.8\text{ N}}$$

(d) The forces perpendicular to the incline must add to zero.

$$\sum F_y = 0: \quad +n - mg\cos 30.0° = 0$$

Evaluating,

$$n = mg\cos 30.0° = (5.00\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)\cos 30.0° = 42.4\text{ N}$$

Now $f_k = \mu_k n$ gives

$$\mu_k = \frac{f_k}{n} = \frac{28.8\text{ N}}{42.4\text{ N}} = \boxed{0.679}$$

Problems 25

A 200-g block is pressed against a spring of force constant 1.40 kN/m until the block compresses the spring 10.0 cm. The spring rests at the bottom of a ramp inclined at 60.0° to the horizontal. Using energy considerations, determine how far up the incline the block moves from its initial position before it stops (a) if the ramp exerts no friction force on the block and (b) if the coefficient of kinetic friction is 0.400.

Một lò xo có độ cứng 1.4kN/m đang đứng yên ở điểm cuối mặt nghiêng với góc nghiêng 60^0 so với phương ngang. Một vật 200g nén lò xo trên một đoạn 10cm rồi được thả ra. Xác định quãng đường vật đi được trước khi dừng lại (a) nếu không có ma sát trên mặt nghiêng, (b) hệ số ma sát giữa vật và mặt nghiêng là 0.4.

P8.25 The spring is initially compressed by $x_i = 0.100$ m. The block travels up the ramp distance d.

The spring does work $W_s = \frac{1}{2}kx_i^2 - \frac{1}{2}kx_f^2 = \frac{1}{2}kx_i^2 - 0 = \frac{1}{2}kx_i^2$ on the block.

Gravity does work $W_g = mgd\cos(90° + 60.0°) = mgd\sin(60.0°)$ on the block. There is no friction.

(a) $\sum W = \Delta K$: $\qquad W_s + W_g = 0$

$$\frac{1}{2}kx_i^2 - mgd\ \sin(60.0°) = 0$$

$$\frac{1}{2}(1.40\times 10^3\ \text{N/m})(0.100\ \text{m})^2$$
$$-(0.200\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)d(\sin 60.0°) = 0$$

$$d = \boxed{4.12\ \text{m}}$$

(b) Within the system, friction transforms kinetic energy into internal energy:

$$\Delta E_{int} \square f_k d \square (\square_k n)d \square \square_k(mg\cos 60.0\square)d$$
$$\sum W \square \Delta K \square \Delta E_{int}: \quad W_s \square W_g - \Delta E_{int} \square 0$$

$$\frac{1}{2}kx_i^2 - mgd\sin 60.0° - \mu_k mg\cos 60.0° d = 0$$

$$\frac{1}{2}(1.40\times 10^3\ \text{N/m})(0.100\ \text{m})^2$$
$$-(0.200\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)d(\sin 60.0°)$$
$$-(0.400)(0.200\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)(\cos 60.0°)d = 0$$

$$d = \boxed{3.35\ \text{m}}$$

Problems 38

38. A 650-kg elevator starts from rest. It moves upward for 3.00 s with constant acceleration until it reaches its cruising speed of 1.75 m/s. (a) What is the average power of the elevator motor during this time interval? (b) How does this power compare with the motor power when the elevator moves at its cruising speed?

Một thang máy nặng 650kg bắt đầu chuyển động từ trạng thái nghỉ. Nó đi lên với gia tốc không đổi cho đến khi đạt tốc độ 1.75m/s.

(a) Tính công suất trung bình trong suốt khoảng thời gian trên.

(b) So sánh công suất tại thời điểm đạt tốc độ 1.75m/s với công suất trung bình ở câu a.

P8.38 (a) The distance moved upward in the first 3.00 s is

$$\Delta y = \bar{v}\Delta t = \left[\frac{0 + 1.75\text{ m/s}}{2}\right](3.00\text{ s}) = 2.63\text{ m}$$

The motor and the Earth's gravity do work on the elevator car:

$$W_{\text{motor}} + W_{\text{gravity}} = \Delta K$$

$$W_{\text{motor}} + (mg\Delta y)\cos 180° = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$W_{\text{motor}} - (mg\Delta y) = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$W_{\text{motor}} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 + mg\Delta y$$

$$W_{\text{motor}} = \frac{1}{2}(650\text{ kg})(1.75\text{ m/s})^2 - 0 + (650\text{ kg})g(2.63\text{ m})$$

$$= 1.77 \times 10^4\text{ J}$$

Also, $W = \bar{P}\Delta t$ so $\bar{P} = \dfrac{W}{\Delta t} = \dfrac{1.77 \times 10^4\text{ J}}{3.00\text{ s}} = \boxed{5.91 \times 10^3\text{ W}} = 7.92\text{ hp}$.

(b) When moving upward at constant speed (v = 1.75 m/s), the applied force equals the weight = (650 kg)(9.80 m/s^2) = 6.37×10^3 N. Therefore,

$$P = Fv = \left(6.37 \times 10^3 \text{ N}\right)\left(1.75 \text{ m/s}\right) = \boxed{1.11 \times 10^4 \text{ W}} = 14.9 \text{ hp}$$

Problems 43

A small block of mass m= 200 g is released from rest at point A along the horizontal diameter on the inside of a frictionless, hemispherical bowl of radius R =30.0 cm (Fig. P8.43). Calculate (a) the gravitational potential energy of the block–Earth system when the block is at point A relative to point B, (b) the kinetic energy of the block at point B, (c) its speed at point B, and (d) its kinetic energy and the potential energy when the block is at point C.

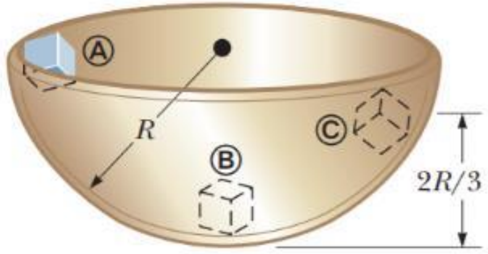


Figure P8.43 Problems 43 and 44.

Một vật m = 200g được thả từ trạng thái nghỉ tại A trong một vật dạng nửa mặt cầu bán kính R = 30cm (hình 8.43). Bỏ qua ma sát giữa các mặt tiếp xúc. Tính (a) thế năng của hệ vật – trái đất khi vật ở A so với vị trí B, (b) động năng của vật tại B, (c) tốc độ của nó ở điểm B, và (d) động năng và thế năng của nó khi vật ở C.

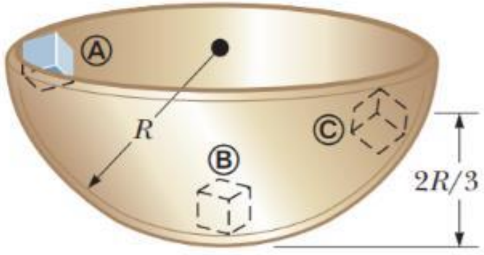


Figure P8.43 Problems 43 and 44.

P8.43

(a) $U_A = mgR = (0.200\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)(0.300\text{ m}) = \boxed{0.588\text{ J}}$

(b) $K_A + U_A = K_B + U_B$

$$K_B = K_A + U_A - U_B = mgR = \boxed{0.588\text{ J}}$$

(c) $v_B = \sqrt{\dfrac{2K_B}{m}} = \sqrt{\dfrac{2(0.588\text{ J})}{0.200\text{ kg}}} = \boxed{2.42\text{ m/s}}$

(d) $U_C = mgh_C = (0.200\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)(0.200\text{ m}) = \boxed{0.392\text{ J}}$

$$K_C = K_A + U_A - U_C = mg(h_A - h_C)$$

$$K_C = (0.200\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)(0.300 - 0.200)\text{ m} = \boxed{0.196\text{ J}}$$

Problems 46

As shown in Figure P8.46, a light string that does not stretch changes from horizontal to vertical as it passes over the edge of a table. The string connects m1 = 3.50-kg block originally at rest on the horizontal table at a height h=1.20 m above the floor, to m2, a hanging 1.90-kg block originally a distance d=0.900 m above the floor. Neither the surface of the table nor its edge exerts a force of kinetic friction. The blocks start to move from rest. The sliding block m1 is projected horizontally after reaching the edge of the table. The hanging block m2 stops without bouncing when it strikes the floor. Consider the two blocks plus the Earth as the system. (a) Find the speed at which m1 leaves the edge of the table. (b) Find the impact speed of m1 on the floor. (c) What is the shortest length of the string so that it does not go taut while m1 is in flight?

(d) Is the energy of the system when it is released from rest equal to the energy of the system just before m1 strikes the ground? (e) Why or why not?

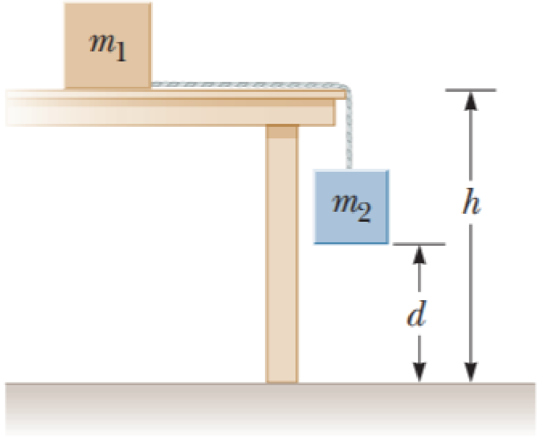


Figure P8.46

Cho cơ hệ như hình 8.46, dây treo mảnh, nhẹ, m1 = 3.5kg, m2 = 1.9kg, h = 1.2m, d = 0.9m. Bỏ qua ma sát trên mặt ngang. Các khối được thả cho chuyển động từ trạng thái nghỉ. Vật m1 khi đến mép bàn thì bị văng ra khỏi mặt bàn (xem như ném ngang). Vật m2 thì dừng chuyển động khi chạm sàn. Xét hệ bao gồm các vật và trái đất.

(a) Tính tốc độ m1 khi rời khỏi mép bàn.

(b) Tính tốc độ m1 khi nó chạm sàn.

(c) Độ dài ngắn nhất của dây để dây không bị căng khi m1 bay xuống sàn.

(d) Năng lượng của hệ khi bắt đầu chuyển động và năng lượng của hệ khi m1 chạm sàn có bằng nhau không? Giải thích tại sao?

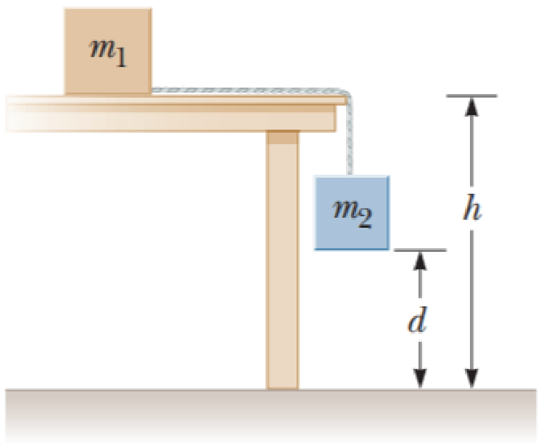


Figure P8.46

P8.46 (a) Mechanical energy is conserved in the two blocks-Earth system:

$$m_2gy = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2$$

$$v = \left[\frac{2m_2gy}{m_1 + m_2}\right]^{1/2} = \left[\frac{2(1.90\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)(0.900\text{ m})}{5.40\text{ kg}}\right]^{1/2}$$

$$= \boxed{2.49\text{ m/s}}$$

(b) For the 3.50-kg block from when the string goes slack until just before the block hits the floor, conservation of energy gives

$$\frac{1}{2}(m_2)v^2 + m_2gy = \frac{1}{2}(m_2)v_d^2$$

$$v_d = \left[2gy + v^2\right]^{1/2} = \left[2(9.80\text{ m/s}^2)(1.20\text{ m}) + (2.49\text{ m/s})^2\right]^{1/2}$$

$$= \boxed{5.45\text{ m/s}}$$

(c) The 3.50-kg block takes this time in flight to the floor: from $y = (1/2)gt^2$ we have $t = [2(1.2)/9.8]^{1/2} = 0.495$ s. Its horizontal component of displacement at impact is then

$$x = v_d t = (2.49\text{ m/s})(0.495\text{ s}) = \boxed{1.23\text{ m}}$$

(d) $\boxed{\text{No.}}$

(e) $\boxed{\text{Some of the kinetic energy of } m_2 \text{ is transferred away as sound and some is transformed to internal energy in } m_1 \text{ and the floor.}}$

Problems 57

As the driver steps on the gas pedal, a car of mass 1 160 kg accelerates from rest. During the first few seconds of motion, the car's acceleration increases 2with time according to the expression $a = 1.16t - 0.210t^2 + 0.240t^3$ where t is in seconds and a is in m/s^2. (a) What is the change in kinetic energy of the car during the interval from t= 0 to t= 2.50 s? (b) What is the minimum average power output of the engine over this time interval? (c) Why is the value in part (b) described as the *minimum* value?

Một tài xế bắt đầu đạp ga từ trạng thái nghỉ. Gia tốc xe thay đổi theo hệ thức sau: $a = 1.16t - 0.210t^2 + 0.240t^3$ (m/s^2). Biết xe nặng 1160kg.

(a) Tính độ biến thiên động năng của xe từ t = 0 đến t = 2.5s.

(b) Tính công suất trung bình tối thiểu của động cơ trong khoảng thời gian trên.

(c) Tại sao giá trị ở câu b là giá trị nhỏ nhất?

P8.57 (a) To calculate the change in kinetic energy, we integrate the expression for a as a function of time to obtain the car's velocity:

$$v = \int_0^t a\,dt = \int_0^t \left(1.16t - 0.210t^2 + 0.240t^3\right)dt$$

$$= 1.16\frac{t^2}{2} - 0.210\frac{t^3}{3} + 0.240\frac{t^4}{4}\Big|_0^t = 0.580t^2 - 0.070t^3 + 0.060t^4$$

At $t = 0$, $v_i = 0$. At $t = 2.5$ s,

$$v_f = \left(0.580\text{ m/s}^3\right)(2.50\text{ s})^2 - \left(0.070\text{ m/s}^4\right)(2.50\text{ s})^3 + \left(0.060\text{ m/s}^5\right)(2.50\text{ s})^4 = 4.88\text{ m/s}$$

The change in kinetic energy during this interval is then

$$K_i + W = K_f$$

$$0 + W = \frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}(1\,160\text{ kg})(4.88\text{ m/s})^2 = \boxed{1.38 \times 10^4\text{ J}}$$

(b) The road does work on the car when the engine turns the wheel: and the car moves. The engine and the road together transform chemical potential energy in the gasoline into kinetic energy of the car.

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{1.38 \times 10^4\text{ J}}{2.50\text{ s}}$$

$$P = \boxed{5.52 \times 10^3\text{ W}}$$

(c) $\boxed{\text{The value in (b) represents only energy that leaves the engine and is transformed to kinetic energy of the car. Additional energy leaves the engine by sound and heat. More energy leaves the engine to do work against friction forces and air resistance.}}$

Problems 59

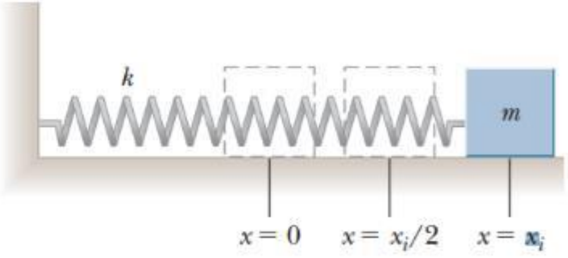


Figure P8.59

A horizontal spring attached to a wall has a force constant of k=850 N/m. A block of mass m= 1.00 kg is attached to the spring and rests on a frictionless, horizontal surface as in Figure P8.59. (a) The block is pulled to a position xi= 6.00 cm from equilibrium and released. Find the elastic potential energy stored in the spring when the block is 6.00 cm from equilibrium and when the block passes through equilibrium. (b) Find the speed of the block as it passes through the equilibrium point. (c) What is the speed of the block when it is at a position xi/2=3.00 cm? (d) Why isn't the answer to part (c) half the answer to part (b)?

Một lò xo có độ cứng k = 850N/m có một đầu gắn cố định vào tường, đầu kia nối với 1 vật khối lượng m = 1kg. Hệ ban đầu ở trạng thái nghỉ và đặt trên mặt ngang không ma sát như hình 8.59.

(a) Kéo vật đến vị trí x_i= 6cm so với vị trí cân bằng rồi thả ra. Tìm thế năng đàn hồi khi vật ở vị trí 6cm và vị trí cân bằng.

(b) Tìm tốc độ của vật khi nó đi qua trạng thái cân bằng.

(c) Tìm tốc độ của vật khi nó ở vị trí ${}^{x_i}/_2$= 3cm.

(d) Tại sao câu trả lời câu c không bằng 1 nửa câu b.

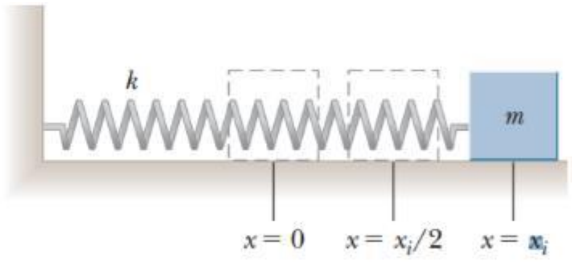


Figure P8.59

P8.59 (a) The energy stored in the spring is the elastic potential energy, $U = \frac{1}{2}kx^2$, where $k = 850$ N/m. At $x = 6.00$ cm,

$$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(850 \text{ N/m})(0.0600 \text{ m})^2 = \boxed{1.53 \text{ J}}$$

At the equilibrium position, $x = 0$, $U = \boxed{0 \text{ J}}$.

(b) Applying energy conservation to the block-spring system:

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

$$\left(\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2\right) + \left(U_f - U_i\right) = 0 \rightarrow \left(\frac{1}{2}mv_f^2 - 0\right) = -\left(U_f - U_i\right)$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = U_i - U_f$$

because the block is released from rest. For $x_f = 0$, $U = 0$, and

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = U_i - U_f \rightarrow v_f = \sqrt{\frac{2\left(U_i - U_f\right)}{m}}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2(1.53 \text{ J})}{1.00 \text{ kg}}}$$

$$\boxed{v_f = 1.75 \text{ m/s}}$$

(c) From (b) above, for $x_f = x_i/2 = 3.00$ cm,

$$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(850 \text{ N/m})(0.0300 \text{ m})^2 = 0.383 \text{ J}$$

and

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = U_i - U_f \rightarrow v_f = \sqrt{\frac{2(U_i - U_f)}{m}}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2(1.53\ \text{J} - 0.383\ \text{J})}{1.00\ \text{kg}}} = \sqrt{\frac{2(1.15\ \text{J})}{1.00\ \text{kg}}}$$

$$\boxed{v_f = 1.51\ \text{m/s}}$$

Problems 63

A 10.0-kg block is released from rest at point A in Figure P8.63. The track is frictionless except for the portion between points B and C, which has a length of 6.00 m. The block travels down the track, hits a spring of force constant 2250 N/m, and compresses the spring 0.300 m from its equilibrium position before coming to rest momentarily. Determine the coefficient of kinetic friction between the block and the rough surface between points B and C.

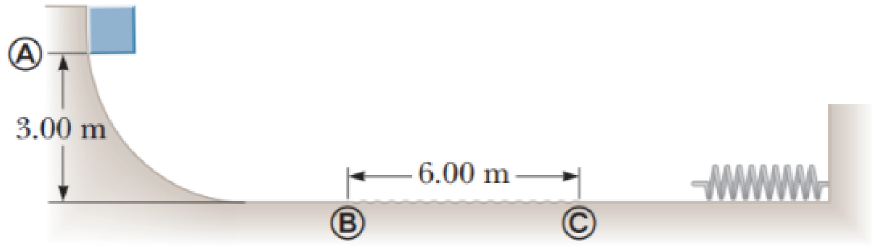


Figure P8.63

Một vật 10kg được thả từ vị trí A (hình 8.63). Trên rảnh mà vật chuyển động không có ma sát trừ đoạn BC có độ dài 6m. Vật đi đến cuối rảnh thì chạm vào 1 lò xo có độ cứng 2250N/m và làm lò xo bị nén 1 đoạn 0.3m từ vị trí cân bằng trước khi dừng lại. Xác định hệ số ma sát trượt trên đoạn BC.

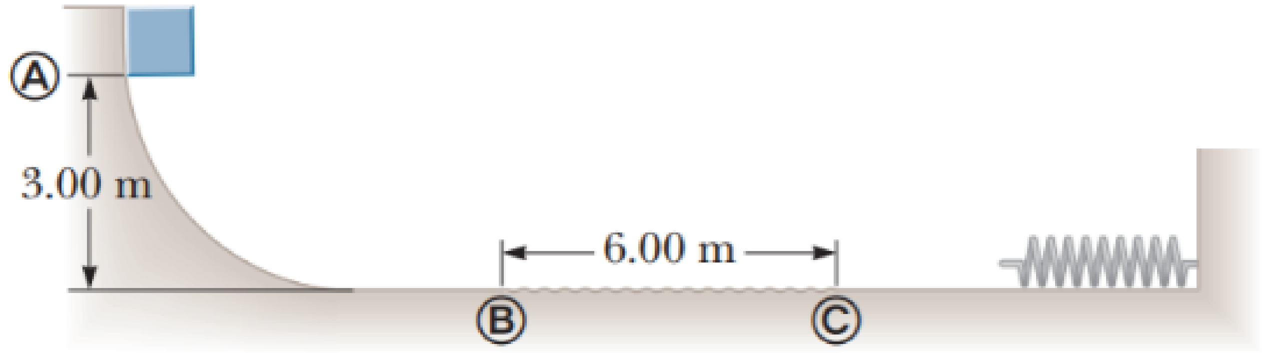
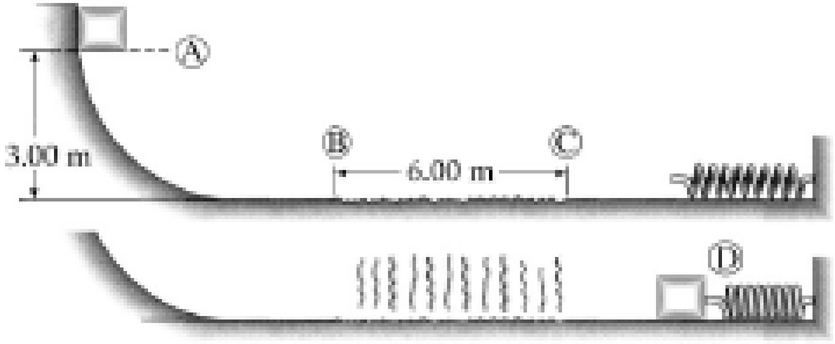


Figure P8.63

P8.63 The easiest way to solve this problem about a chain-reaction process is by considering the energy changes experienced by the block between the point of release (initial) and the point of full compression of the spring (final). Recall that the change in potential energy (gravitational and elastic) plus the change in kinetic energy must equal the work done on the block by non-conservative forces. We choose the gravitational potential energy to be zero along the flat portion of the track.



ANS. FIG. P8.63

There is zero spring potential energy in situation Ⓐ and zero gravitational potential energy in situation Ⓓ. Putting the energy equation into symbols:

$$K_D - K_A - U_{gA} + U_{sD} = -f_k d_{BC}$$

Expanding into specific variables:

$$0 - 0 - mgy_A + \frac{1}{2}kx_s^2 = -f_k d_{BC}$$

The friction force is $f_k = \mu_k mg$, so

$$mgy_A - \frac{1}{2}kx^2 = \mu_k mgd$$

Solving for the unknown variable μ_k gives

$$\mu_k = \frac{y_A}{d} - \frac{kx^2}{2mgd}$$

$$= \frac{3.00\ \text{m}}{6.00\ \text{m}} - \frac{(2\,250\ \text{N/m})(0.300\ \text{m})^2}{2(10.0\ \text{kg})\left(9.80\ \text{m/s}^2\right)(6.00\ \text{m})} = \boxed{0.328}$$

Problems 64

A block of mass $m_1 = 20.0$ kg is connected to a block of mass $m_2 = 30.0$ kg by a massless string that passes over a light, frictionless pulley. The 30.0-kg block is connected to a spring that has negligible mass and a force constant of k =250 N/m as shown in Figure P8.64. The spring is unstretched when the system is as shown in the figure, and the incline is frictionless. The 20.0-kg block is pulled a distance h = 20.0 cm down the incline of angle θ =40.0° and released from rest. Find the speed of each block when the spring is again unstretched.

Một vật $m_1 = 20kg$ *nối với* $m_2 = 30kg$ *bằng 1 sợi dây mảnh, nhẹ bắt* qua 1 ròng *rọc nhẹ*, không ma sát. *Đầu* còn *lại của* m_2 *nối với* lò *xo* có *độ cứng* k = 250N/m *như* hình 8.64. *Bỏ* qua ma sát *trên mặt* nghiêng, *góc* nghiêng θ =40^0. *Ban đầu, hệ* cân *bằng*, lò *xo* không *bị giãn*. *Kéo* m_1 *đi xuống một đoạn* h = 20cm *rồi thả ra*. *Tìm tốc độ mỗi vật* khi lò *xo trở lại trạng* thái không *bị giãn*.

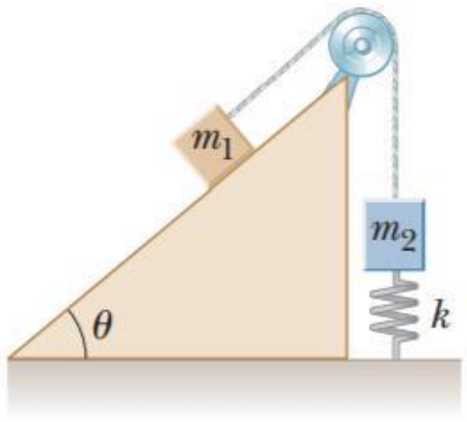
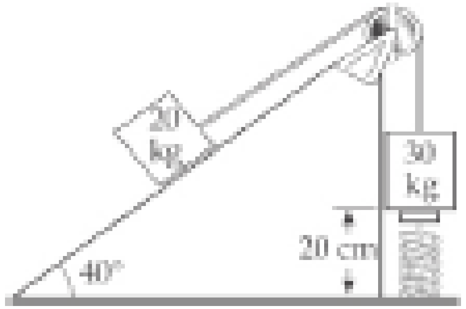


Figure P8.64

P8.64 We choose the zero configuration of potential energy for the 30.0-kg block to be at the unstretched position of the spring, and for the 20.0-kg block to be at its lowest point on the incline, just before the system is released from rest. From conservation of energy, we have



ANS. FIG. P8.64

$$(K+U)_i = (K+U)_f$$

$$0 + (30.0\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)(0.200\text{ m}) + \frac{1}{2}(250\text{ N/m})(0.200\text{ m})^2$$

$$= \frac{1}{2}(20.0\text{ kg} + 30.0\text{ kg})v^2$$

$$+ (20.0\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)(0.200\text{ m})\sin 40.0°$$

$$58.8\text{ J} + 5.00\text{ J} = (25.0\text{ kg})v^2 + 25.2\text{ J}$$

$$\boxed{v = 1.24\text{ m/s}}$$

Problems 74

An airplane of mass 1.50×10^4 kg is in level flight, initially moving at 60.0 m/s. The resistive force exerted by air on the airplane has a magnitude of 4×10^4 N. By Newton's third law, if the engines exert a force on the exhaust gases to expel them out of the back of the engine, the exhaust gases exert a force on the engines in the direction of the airplane's travel. This force is called thrust, and the value of the thrust in this situation is 7.5×10^4 N. (a) Is the work done by the exhaust gases on the airplane during some time interval equal to the change in the airplane's kinetic energy? Explain. (b) Find the speed of the airplane after it has traveled 5×10^2 m.

Một máy bay nặng 1.50×10^4 kg đang bay trên trời với tốc độ đầu 60m/s. Lực cản tác dụng vào máy bay có độ lớn 4×10^4 N. Theo định luật 3 Newton, nếu động cơ tác dụng 1 lực lên lượng khí thoát ra thì các khí thải này cũng tác dụng vào máy bay một lực làm máy bay di chuyển. Lực đó gọi là lực đẩy, và giá trị của lực đẩy lúc này là 7.5×10^4 N.

(a) Có phải công của lực gây ra bởi khí thải trong suốt quá trình trên bằng độ biến thiên động năng trong quá trình đó? Giải thích.

(b) Tính tốc độ của máy bay sau khi nó bay được 5×10^2m.

P8.74 (a) $\boxed{\text{No.}}$ The system of the airplane and the surrounding air is nonisolated. There are two forces acting on the plane that move through displacements, the thrust due to the engine (acting across the boundary of the system) and a resistive force due to the air (acting within the system). Since the air resistance force is nonconservative, some of the energy in the system is transformed to internal energy in the air and the surface of the airplane. Therefore, the change in kinetic energy of the plane is less than the positive work done by the engine thrust. So,

$\boxed{\text{mechanical energy is not conserved in this case.}}$

(b) Since the plane is in level flight, $U_{gf} = U_{gi}$ and the conservation of energy for nonisolated systems reduces to

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

or

$$W = W_{\text{thrust}} = K_f - K_i - fs$$

$$F(\cos 0°)s = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 - f(\cos 180°)s$$

This gives

$$v_f = \sqrt{v_i^2 + \frac{2(F - f)s}{m}}$$

$$= \sqrt{(60.0\ \text{m/s})^2 + \frac{2\left[(7.50 - 4.00)\times 10^4\ \text{N}\right](500\ \text{m})}{1.50\times 10^4\ \text{kg}}}$$

$$v_f = \boxed{77.0\ \text{m/s}}$$