دولة الامارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

الصف: الحادي عشر متقدم
GRADE : 11 ADV

مذكرة الفيزياء للجميع

الوحدة5 الشغل والطاقة الحركية

2024

إعداد : الأستاذ
عبدالكريم سيد وهبة
للتواصل: واتساب
0525481158

الصف: 11متقدم Grade: 11adv

المادة: فيزياء – الفصل الدراسي الثاني Subject: Physics – SEM2

الوحدة الخامسة : الطاقة الحركية والشغل والقدرة

Chapter 5th: Kinetic Energy ,Work and Power

❖ 5.2 الطاقة الحركية Kinetic Energy

وهي الطاقة المرتبطة بحركة جسم متحرك.

It is the energy associated with the motion of a moving object $K = \frac{1}{2}mv^2$; $K \geq 0$

الطاقة الحركية هي كمية قياسية وليست متجهة مثل جميع صور الطاقة الأخرى.

.Kinetic energy is a scalar quantity, not a vector. Like all other forms of energy.

إن واحدة القياس الأساسية للطاقة هي الجول J ومنه وفق علاقة الطاقة الحركية نستنتج ما يلي:

$$1\ J = 1\ kg.m^2.s^{-2} = 1\ kg\ .\ m.m.s^{-2}$$

$$\Rightarrow 1\ J = 1\ \mathbf{kg.m.s^{-2}}\ .m = 1\ \mathbf{N}.m$$

$$\Rightarrow \mathbf{1\ J = 1\ N.m}$$

$$\mathbf{1\ ev = 1.602 * 10^{-19}\ J}$$

$$\mathbf{1\ Cal = 4186\ J}$$

$$\mathbf{1\ Mt = 4.18 * 10^{15}\ J}$$

✓ تعاريف هامة!!: Important definitions :

1- ev الكترون فولت: هي الطاقة الحركية التي يكتسبها الكترون عندما يتسارع عن طريق جهد كهربائي مقداره 1volt .

1- ev (electron – volt): is the kinetic energy that an electron gains when Accelerated by an electric potential of 1 volt.

2- Cal السعرة الحرارية: هي الطاقة المكتسبة من تناول الطعام

2- Cal (Calories) : is the energy gained from eating food

3- Mt: هي الطاقة الناتجة عن انفجار 1 مليون طن متري من مادة TNT.

is the energy released by exploding 1 million metric tons of the Explosive TNT.

For motion in more than one dimension: بالنسبة للحركة في أكثر من بعد فإن:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2\right) = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}mv_y^2 + \frac{1}{2}mv_z^2.$$

الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل وتس 0525481158

❖ 5.3 الشغل: Work

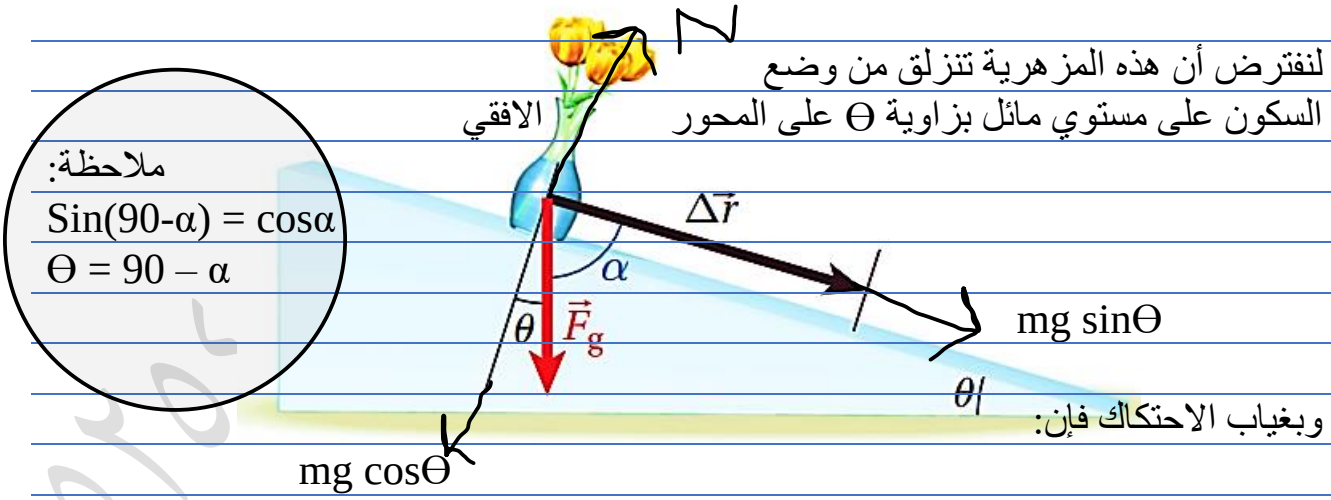
هو الطاقة التي تنتقل الى جسم أو من جسم نتيجة لحركة قوة

Is the energy transferred to or from an object as the result of the action of a force.

الشغل Work

الشغل الموجب positive work	الشغل السالب negative work
يمثل انتقال الطاقة من المحيط الخارجي إلى الجسم	يمثل انتقال الطاقة من الجسم الى المحيط الخارجي
Is a transfer of energy to the object	is a transfer of energy from the Object

❖ 5.4 الشغل المبذول من قوة ثابتة work done by a constant force



لنفترض أن هذه المزهرية تنزلق من وضع السكون على مستوي مائل بزاوية Θ على المحور

ملاحظة:

$\sin(90-\alpha) = \cos\alpha$

$\Theta = 90 - \alpha$

وبغياب الاحتكاك فإن:

$$F_{net,x} = mg\sin\Theta = m\,a_x$$

$$\Rightarrow \quad a = g\sin\Theta = g\cos\alpha$$

Suppose we let the vase slide from rest along an inclined plane that has an angle Θ with respect to the horizontal, for without friction

ملاحظة هامة: أخذنا بعين الاعتبار الزاوية α لأنها واقعة بين اتجاه الحركة واتجاه القوة لأن الشغل يتعلق بالانتقال (الازاحة) و القوة المطبقة.

الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل وتس 0525481158

يمكننا تحديد الطاقة الحركية للمزهرية في هذه الحالة كدالة للإزاحة $\Delta \vec{r}$ باستخدام العلاقة الخالية من الزمن : $v^2 = v_o^2 + 2a\,\Delta r$ مع العلم أن $v_o = 0$.

$\Rightarrow \quad V^2 = (2g\cos\alpha)\,\Delta r$

$\Rightarrow \quad K = 1/2\ mV^2 = mg\,\Delta r\cos\alpha$

We can determine the kinetic energy of the vase has in the situation as a Function of the displacement Δr .

وفق لتعريف الشغل فإن الطاقة الحركية التي انتقلت الى المزهرية هي محصلة الشغل المبذول الموجب من قوة الجاذبية : $\mathbf{\Delta K = mg\Delta r\cos\alpha = W_g}$ (1)

According to the definition of work , the kinetic energy transferred to the Vase was the result of positive work done by the gravitational force, SO:

$\alpha = 0 \rightarrow W_g = mg\Delta r$

$\alpha = 90 \rightarrow W_g = Zero$

من المعادلة (1) : نظراً لأن $|\vec{F_g}| = mg$ و $|\vec{\Delta r}| = \Delta r$ و الزاوية α محصورة بين القوة والازاحة فإن:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{\Delta r}$$

From formula (1) : Since $mg = |\vec{F_g}|$ & $\Delta r = |\vec{\Delta r}|$ & the angle α is between The force and the displacement SO:

ولأجل مجموعة من القوى فإن:

$$W_{net} = \vec{F}_{net} \cdot \vec{\Delta r}$$

Scaler product الضرب القياسي

the motion in one dimensional الحركة في بعد واحد

$W = F_x.\Delta x$

the Work – Kinetic energy theorem نظرية الشغل – الطاقة الحركية

$\Delta K = K - K_o = W_{net}$

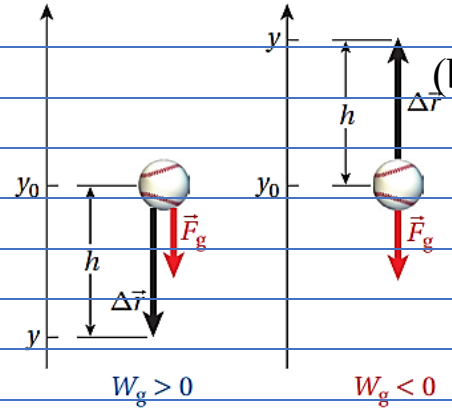
$\Rightarrow 1/2\ mv^2 - 1/2\ mv_o^2 = W_{net}$

اذن واحدة قياس الشغل work هي Joul (J)

Work done by the Gravitational force الشغل المبذول من قوة الجاذبية

1- **حالة الصعود Height up** : $W_g = -mgh$ الشكل(b)

2- **حالة السقوط falling** : $W_g = +mgh$ الشكل (a)



(a) (b)

الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل وتس 0525481158

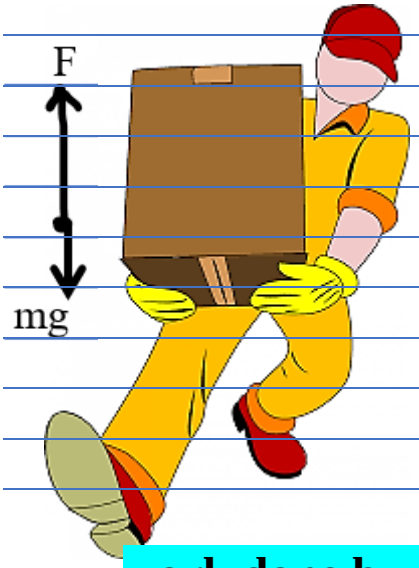
Work done in lifting & lowering an object: الشغل المبذول في رفع جسم و إنزاله

$K - K_0 = W_g + W_F$: $K = K_o = 0$

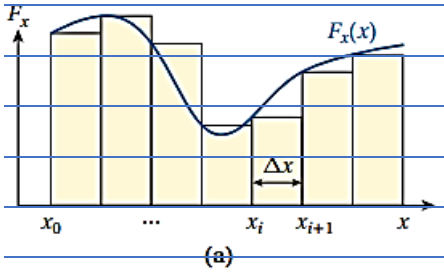
➔ $W_F = -W_g$

اذن للرفع Lifting $W_F = +mgh$

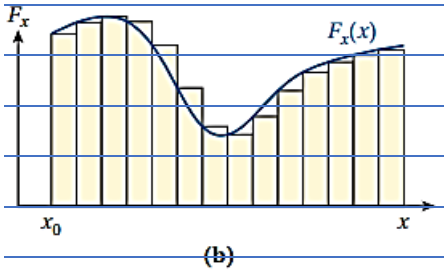
وللإنزال Lowering $W_g = -mgh$



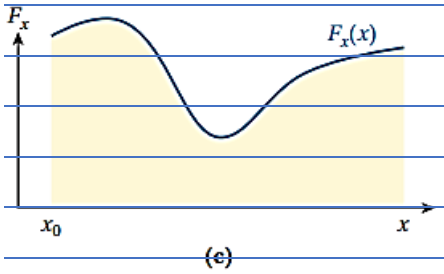
❖ الشغل المبذول من قوة متغيرة work done by a variable force



(a)



(b)



(c)

$$W = \int_{x_0}^{x} F_x(x')\,dx'$$

ملاحظة: نظرية الشغل والطاقة الحركية تنطبق على القوة الثابتة والمتغيرة

أي أن الشغل = المساحة تحت المنحنى القوة - الازاحة

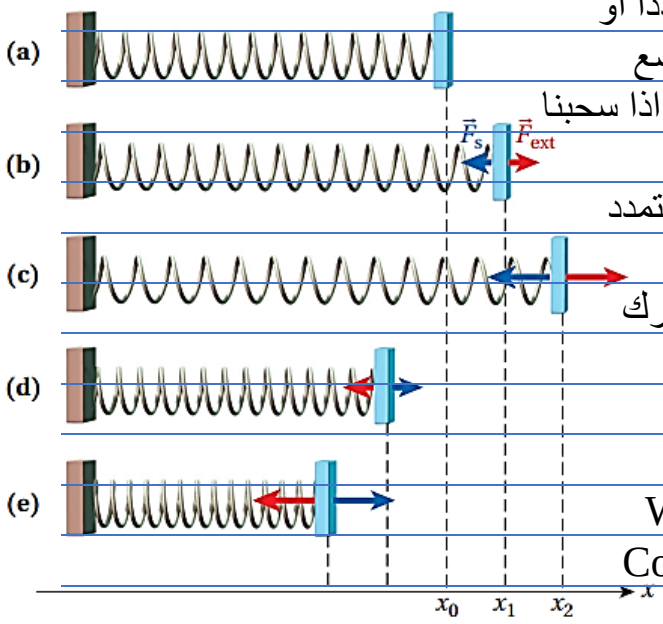
work = area under the force-displacement curve

الشكل 5.13 (a) مجموعة من المستطيلات تمثل المساحة أسفل المنحنى الذي تم الحصول عليه بتمثيل القوة بيانيًا كدالة للإزاحة. (b) يكون أفضل تمثيل باستخدام مستطيلات عرضها أصغر. (c) المساحة الدقيقة أسفل المنحنى.

FIGURE 5.13 (a) A series of rectangles approximates the area under the curve obtained by plotting the force as a function of the displacement; (b) a better approximation using rectangles of smaller width; (c) the exact area under the curve.

الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل وتس 0525481158

❖ 5.6 قوة الزنبرك Spring Force



الشكل 5.14 قوة الزنبرك. الزنبرك في موضع اتزانه في (a) ومتمدد في (b) و(c) ومضغوط في (d) و(e). في كل حالة من حالات عدم الاتزان، تكون القوة الخارجية التي تؤثر في طرف الزنبرك موضحة بسهم أحمر وتكون قوة الزنبرك موضحة بسهم أزرق.

FIGURE 5.14 Spring force. The spring is in its equilibrium position in (a), is stretched in (b) and (c), and is compressed in (d) and (e). In each nonequilibrium case, the external force acting on the end of the spring is shown as a red arrow, and the spring force as a blue arrow.

ليكن لدينا زنبرك بطوله الطبيعي بحيث لا يكون متمدداً أو منضغطاً ونسجل موقع طرف الزنبرك وهو في موضع الاتزان $x_0 = 0$ كما هو موضح في الشكل المجاور، اذا سحبنا طرف هذا الزنبرك قليلا نحو اليمين باستخدام قوة خارجية $\vec{F}_{ext}$ فسيزيد طول الزنبرك . خلال عملية التمدد يولد الزنبرك قوة في اتجاه اليسار. أي قوة متجهة نحو موضع الاتزان يزداد مقدارها بزيادة طول الزنبرك تسمى هذه القوة **قوة الزنبرك** F_s

Let's examine the force that is needed to Stretch or compress a spring.We start With a spring that is neither stretched nor Compressed from its normal length & take The end of the spring in this condition To be located at the equilibrium position $X_o = 0$, as shown in the figure. If we Pull the end of this spring a bit towered The right using an external force $\vec{F}_{ext}$, The spring gets longer. In the stretching process The spring generates a force directed to the left, That points the equilibrium position, and Increasing in magnitude with increasing length of the spring. This force is conventionally called the **spring force** $\vec{F}_s$

قانون هوك: مقدار قوة الزنبرك تتناسب طردياً مع مقدار إزاحة طرف الزنبرك عن موضع اتزانه أن اتجاه قوة الزنبرك يكون دائماً ناحية موضع الاتزان. ومن ثم هذه القوة تكون في الاتجاه المعاكس لمتجه الازاحة.

Hooke's Law: the magnitude of the spring force is proportional to the Magnitude of the displacement of the end of the spring from its Equilibrium position, & that the spring force always points toward the Equilibrium position and thus is in the direction opposite to the Displacement vector

$\Rightarrow F_s = -kx$; k is a spring constant ثابت الزنبرك

إن واحدة قياس k هي $N/m = kg.m.s^{-2}.m^{-1} = kg/s^2$

الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل وتس 0525481158

الشغل المبذول بواسطة قوة الزنبرك work done by the spring force

$$W_s = \int_{x_0}^{x} F_s(x')\,dx' = \int_{x_0}^{x} (-kx')\,dx' = -k\int_{x_0}^{x} x'\,dx'.$$

$$W_s = -k\int_{x_0}^{x} x'\,dx' = -\tfrac{1}{2}kx^2 + \tfrac{1}{2}kx_0^2.$$

$x_0 = 0$

$$W_s = -\tfrac{1}{2}kx^2.$$

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$$

$$\int (f(x) \pm g(x))\,dx = \int f(x)dx \pm \int g(x)dx$$

$$\int kf(x)\,dx = k\int f(x)\,dx$$

$$\int -f(x)\,dx = -\int f(x)\,dx$$

$$\int_a^b f(x)dx = [\int f(x)dx]_a^b = [F(x)]_a^b = F(b) - F(a)$$

❖ 5.7 القدرة power

هي معدل بذل الشغل is the rate at which work is done $P = \frac{dW}{dt}$

تقاس القدرة بالواط $1\text{watt} = 1\ J/s = 1\ kg.m^2/s^3$

$1\ \text{watt} = 550\ ft\ lb/s = 746\ hp$ تعني حصان hp

هناك وحدة قياس شائعة لقياس الطاقة هي kWh كيلو واط / ساعة $\bar{P} = \frac{W}{\Delta t}$

$kWh = 1000W(3600s) = 3.6*10^6\ J$

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} = Fv\cos\alpha$$

الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل وتس 0525481158

@grade12ua_e

قواعد الاشتقاق Derivative

ثابت k $f(x) = kx^n$ $f'(x) = nkx^{n-1}$	ثابت k $f(x) = k$ $f'(x) = 0$
ثابت k $f(x) = kx^2$ $f'(x) = k(2x)$	ثابت k $f(x) = kx + b$ $f'(x) = k$
$f(x) = \frac{1}{x}$ $f'(x) = -\frac{1}{x^2}$	$f(x) = \sqrt{x}$ $f'(x) = \frac{1}{2\sqrt{x}}$
$f(x) = g(x).\ k(x)$ $f'(x) = g'(x).\ k(x) + k'(x).g(x)$	$f(x) = g(x) + k(x) + l(x)$ $f'(x) = g'(x) \pm k'(x) \pm l'(x)$
$f(x) = k.g(x)$ $f'(x) = k.g'(x)$	$f(x) = \frac{g(x)}{l(x)}$ $f'(x) = \frac{g'(x).l(x) - l'(x).g(x)}{(l(x))^2}$
ثابت k $f(x) = \frac{g(x)}{k}$ $f(x) = \frac{g'(x)}{k}$	ثابت k $f(x) = \frac{k}{g(x)}$ $f'(x) = \frac{-k(g'(x))}{(g(x))^2}$

F'(x) = $\frac{df}{dx}$

الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل وتس 0525481158

الأستاذ: عبدالكريم وهبة ٠٥٢٥٤٨١١٥٨

مثال 5.1 سقوط مزهرية

المسألة

سقطت مزهرية (كتلتها = 2.40 kg) من ارتفاع 1.30 m على الأرض كما هو موضح في الشكل 5.6. ما طاقتها الحركية قبل الاصطدام بالأرض مباشرة؟ (تجاهل مقاومة الهواء الآن).

الحل

بمجرد أن نعرف السرعة المتجهة للمزهرية قبل الاصطدام بالأرض مباشرة، يمكننا التعويض عنها في المعادلة التي تحدد الطاقة الحركية. لمعرفة السرعة المتجهة، نتذكر كينماتيكا الأجسام التي تسقط سقوطًا حرًا. في هذه الحالة، من الأفضل أن نستخدم مباشرة العلاقة بين السرعات المتجهة الابتدائية والنهائية والارتفاعات التي حصلنا عليها في الوحدة 2 لحركة السقوط الحر:

$$v_y^2 = v_{y0}^2 - 2g(y - y_0).$$

(تذكّر أن المحور y يجب أن يكون اتجاهه إلى الأعلى لاستخدام هذه المعادلة). بما أن المزهرية تحررت من وضع السكون، فإن مركّبات السرعة المتجهة الابتدائية هي $v_{x0} = v_{y0} = 0$. وبما أنه لا توجد عجلة في الاتجاه x، فإن مركّبة x للسرعة المتجهة تظل صفرًا أثناء سقوط المزهرية: $v_x = 0$. ومن ثمّ، نحصل على

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 = 0 + v_y^2 = v_y^2.$$

نحصل بعد ذلك على

$$v^2 = v_y^2 = 2g(y_0 - y).$$

نستخدم هذه النتيجة في المعادلة 5.1:

$$K = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}m\big(2g(y_0 - y)\big) = mg(y_0 - y).$$

نحصل على الإجابة بالتعويض عن الأرقام الواردة في المسألة:

$$K = (2.40\ \text{kg})(9.81\ \text{m/s}^2)(1.30\ \text{m}) = 30.6\ \text{J}.$$

EXAMPLE 5.1 Falling Vase

PROBLEM

A crystal vase (mass = 2.40 kg) is dropped from a height of 1.30 m and falls to the floor, as shown in Figure 5.7. What is its kinetic energy just before impact? (Neglect air resistance for now.)

SOLUTION

Once we know the velocity of the vase just before impact, we can put it into the equation defining kinetic energy. To obtain this velocity, we recall the kinematics of free-falling objects. In this case, it is most straightforward to use the relationship between the initial and final velocities and heights that we derived in Chapter 2 for free-fall motion:

$$v_y^2 = v_{y0}^2 - 2g(y - y_0).$$

(Remember that the y-axis must be pointing up to use this equation.) Because the vase is released from rest, the initial velocity components are $v_{x0} = v_{y0} = 0$. Because there is no acceleration in the x-direction, the x-component of velocity remains zero during the fall of the vase: $v_x = 0$. Therefore, we have

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 = 0 + v_y^2 = v_y^2.$$

We then obtain

$$v^2 = v_y^2 = 2g(y_0 - y).$$

We use this result in equation 5.1:

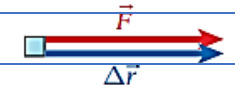
$$K = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}m\big(2g(y_0 - y)\big) = mg(y_0 - y).$$

Inserting the numbers given in the problem statement gives us the answer:

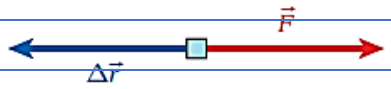
$$K = (2.40\ \text{kg})(9.81\ \text{m/s}^2)(1.30\ \text{m}) = 30.6\ \text{J}.$$

Concept Check 5.1

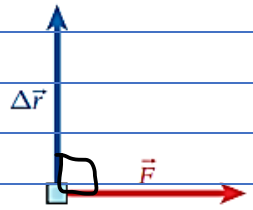
Consider an object undergoing a displacement $\Delta\vec{r}$ and experiencing a force $\vec{F}$. In which of the three cases shown below is the work done by the force on the object zero?



(a)



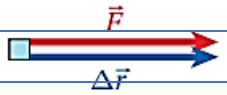
(b)



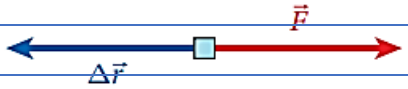
(c)

مراجعة المفاهيم 5.1

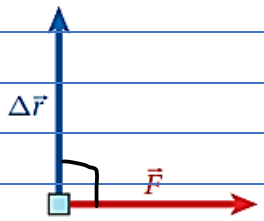
فكّر في جسم تحدث له إزاحة $\Delta\vec{r}$ ويتعرض لقوة $\vec{F}$. في أي من الحالات الثلاث التالية يكون الشغل الذي بذلته القوة على الجسم صفرًا؟



(a)



(b)



(c)

مسألة محلولة 5.1 رمي الكرة الحديدية

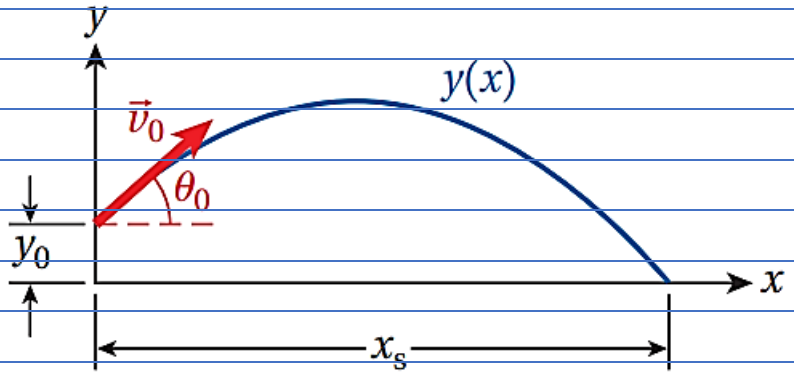
المسألة

تستخدم منافسات رمي الكرة الحديدية كرات معدنية كتلتها (7.26 kg). رمى أحد المتسابقين الكرة بزاوية 43.3° وأفلتها من ارتفاع 1.82 m، وقطعت الكرة مسافة أفقية 17.7 m من نقطة الإفلات. ما الطاقة الحركية لهذه الكرة لحظة مغادرتها يد الرامي؟

SOLVED PROBLEM 5.1 Shot Put

PROBLEM

Shot put competitions use metal balls with a mass of 7.26 kg. A competitor throws the shot at an angle of 43.3° and releases it from a height of 1.82 m above where it lands, and it lands a horizontal distance of 17.7 m from the point of release. What is the kinetic energy of the shot as it leaves the thrower's hand?



ابحث تحدد المعادلة التالية الطاقة الحركية الابتدائية K للكرة التي تبلغ كتلتها m

$$K = \frac{1}{2}mv_0^2.$$

يجب الآن أن نحدد طريقة معرفة v_0. لدينا المسافة، x_s، التي قطعتها الكرة حتى سقطت على الأرض، ولكنها لا تساوي المدى، R (الذي حصلنا على صيغة له في الوحدة 3)، لأن صيغة المدى تفترض أن ارتفاعات البداية والنهاية للمسار متساوية. يساوي الارتفاع الابتدائي للكرة y_0، بينما يساوي الارتفاع النهائي صفرًا. ومن ثمَّ، يجب أن نستخدم التعبير الكامل لمسار المقذوف المثالي من الوحدة 3:

$$y = y_0 + x\tan\theta_0 - \frac{x^2 g}{2v_0^2\cos^2\theta_0}.$$

تصف هذه المعادلة المركّبة y للمسار كدالة للمركّبة x.

في هذه المسألة، نعرف أنَّ $y(x = x_s) = 0$، أي أن الكرة لمست الأرض عندما $x = x_s$. بالتعويض عن x عندما $y = 0$ في معادلة المسار، ينتج

$$0 = y_0 + x_s\tan\theta_0 - x_s^2\frac{g}{2v_0^2\cos^2\theta_0}.$$

بسّط نحل هذه المعادلة لمعرفة قيمة v_0^2:

$$y_0 + x_s\tan\theta_0 = \frac{x_s^2 g}{2v_0^2\cos^2\theta_0} \Rightarrow$$

$$2v_0^2\cos^2\theta_0 = \frac{x_s^2 g}{y_0 + x_s\tan\theta_0} \Rightarrow$$

$$v_0^2 = \frac{x_s^2 g}{2\cos^2\theta_0(y_0 + x_s\tan\theta_0)}.$$

الآن، بالتعويض عن v_0^2 في تعبير الطاقة الحركية الابتدائية، ينتج

$$K = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{mx_s^2 g}{4\cos^2\theta_0(y_0 + x_s\tan\theta_0)}.$$

احسب باستخدام القيم العددية المُعطاة، نحصل على

$$K = \frac{(7.26\text{ kg})(17.7\text{ m})^2\left(9.81\text{ m/s}^2\right)}{4\left(\cos^2 43.3^\circ\right)\left[1.82\text{ m} + (17.7\text{ m})(\tan 43.3^\circ)\right]} = 569.295\text{ J}.$$

قرّب تتضمن كل القيم العددية المعطاة في هذه المسألة ثلاثة أرقام معنوية، ومن ثَمَّ، سنكتب إجابتنا كما يلي

$$K = 569\text{ J}.$$

EXAMPLE 5.3 Spring Constant

مثال 5.3 ثابت الزنبرك

PROBLEM 1

A spring has a length of 15.4 cm and is hanging vertically from a support point above it (Figure 5.15a). A weight with a mass of 0.200 kg is attached to the spring, causing it to extend to a length of 28.6 cm (Figure 5.15b). What is the value of the spring constant?

المسألة 1

يتدلى زنبرك طوله 15.4 cm رأسيًا من نقطة تثبيت علوية (الشكل 5.14a). وثُبّت في طرفه السفلي ثِقل كتلته 0.200 kg فتمدد الزنبرك حتى أصبح طوله 28.6 cm (الشكل 5.14b). أوجد قيمة ثابت الزنبرك؟

PROBLEM 2

How much force is needed to hold the weight at a position 4.6 cm above −28.6 cm (Figure 5.15c)?

المسألة 2

ما مقدار القوة اللازمة لتثبيت الثِقل عند موضع يقع فوق −28.6 cm بمقدار 4.6 cm (الشكل 5.14c)؟

$$F_s = -k(x - x_0).$$

$$k = -\frac{F_s}{x - x_0} = -\frac{1.962\text{ N}}{(-0.286\text{ m}) - (-0.154\text{ m})} = 14.9\text{ N/m}.$$

$$F_{ext} + F_s = 0 \Rightarrow F_{ext} = -F_s = kx = (0.046\text{ m})(14.9\text{ N/m}) = 0.68\text{ N}.$$

الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل واتساب 0525481158

انضغاط زنبرك

تعرض زنبرك عديم الكتلة موضوع على سطح أفقي أملس للانضغاط بواسطة قوة مقدارها 63.5 N. فنتج عن ذلك إزاحة مقدارها 4.35 cm عن موضع الاتزان الابتدائي. كما هو مُوضَّح في الشكل 5.15. وُضعت كرة معدنية كتلتها 0.075 kg أمام الزنبرك ثم تم إفلات الزنبرك.

المسألة

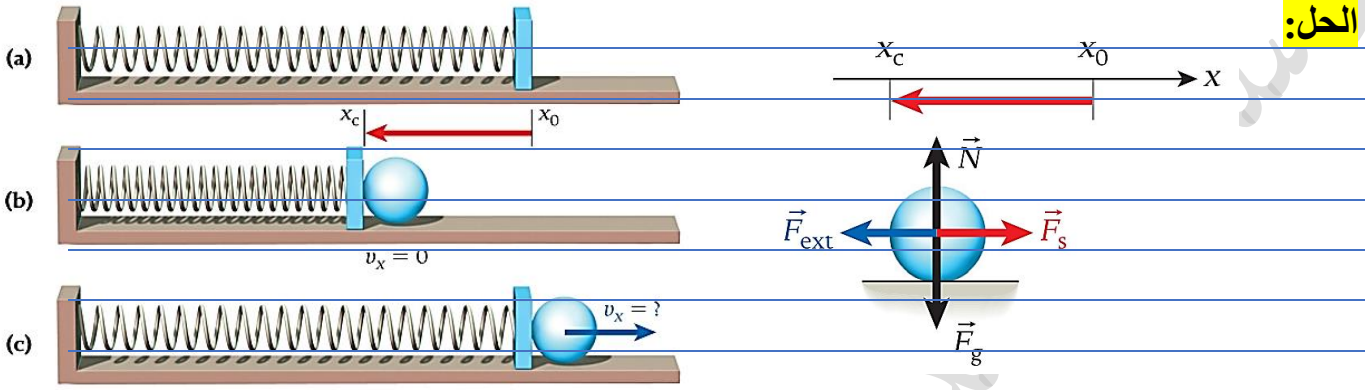
ما سرعة الكرة المعدنية عندما يدفعها الزنبرك، أي عند لحظة مغادرتها لجسم الزنبرك؟ (افترض انعدام الاحتكاك بين السطح والكرة المعدنية؛ أي أن الكرة المعدنية ستنزلق فحسب على السطح دون أن تتدحرج).

A massless spring located on a smooth horizontal surface is compressed by a force of 63.5 N, which results in a displacement of 4.35 cm from the initial equilibrium position. As shown in Figure 5.16, a steel ball of mass 0.075 kg is then placed in front of the spring and the spring is released.

PROBLEM

What is the speed of the steel ball when it is shot off by the spring, that is, right after it loses contact with the spring? (Assume there is no friction between the surface and the steel ball; the steel ball will then simply slide across the surface and will not roll.)

الحل:



Concept Check 5.3

If you compress a spring a distance h from its equilibrium position and do work W_h in the process, how much work will be required to compress the same spring a distance $2h$?

a) W_h

b) $2W_h$

c) $0.5W_h$

d) $4W_h$

e) $0.25W_h$

مراجعة المفاهيم 5.3

إذا ضَغَطْتَ زنبركًا مسافة h من موضع اتزانه وبذلت شغلًا W_h في العملية. فما مقدار الشغل المطلوب لضغط الزنبرك نفسه مسافة $2h$؟

a) W_h

b) $2W_h$

c) $0.5W_h$

d) $4W_h$

e) $0.25W_h$

Concept Check 5.4

Is each of the following statements true or false?

a) Work cannot be done in the absence of motion.

b) More power is required to lift a box slowly than to lift a box quickly.

c) A force is required to do work.

مراجعة المفاهيم 5.4

هل كل عبارة من العبارات التالية صحيحة أم خاطئة؟

a) لا يُمكن بذل شغل في غياب الحركة.

b) يلزم لرفع صندوق ببطء قدرة أكثر من القدرة المطلوبة لرفعه بسرعة.

c) القوة ضرورية لبذل الشغل.

EXAMPLE 5.4 Accelerating a Car

PROBLEM

Returning to the example of an accelerating car, let's assume that the car, of mass 1550 kg, can reach a speed of 60 mph (26.8 m/s) in 7.1 s. What is the average power needed to accomplish this?

SOLUTION

We already found that the car's kinetic energy at 60 mph is

$$K = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}(1550\ \text{kg})(26.8\ \text{m/s})^2 = 557\ \text{kJ}.$$

The work to get the car to the speed of 60 mph is then

$$W = \Delta K = K - K_0 = 557\ \text{kJ}.$$

The average power needed to get to 60 mph in 7.1 s is therefore

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{5.57\times10^5\ \text{J}}{7.1\ \text{s}} = 78.4\ \text{kW} = 105\ \text{hp}.$$

مثال 5.4 تسارع سيارة

المسألة

لنعد إلى مثال تسارع سيارة. لنفترض أن السيارة التي كتلتها 1550 kg تستطيع الوصول إلى السرعة 26.8 m/s خلال 7.1 s. فما متوسط القدرة اللازمة لتحقيق ذلك؟

الحل

وجدنا بالفعل أن الطاقة الحركية للسيارة عند 26.8 m/s هي

$$K = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}(1550\ \text{kg})(26.8\ \text{m/s})^2 = 557\ \text{kJ}.$$

وعندئذٍ يكون الشغل اللازم لتصل السيارة إلى السرعة 26.8 m/s هو

$$W = \Delta K = K - K_0 = 557\ \text{kJ}.$$

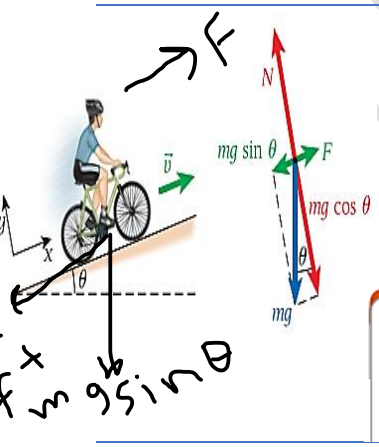
إذًا، يكون متوسط القدرة اللازمة للوصول إلى السرعة 26.8 m/s خلال 7.1 s هو

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{5.57\cdot10^5\ \text{J}}{7.1\ \text{s}} = 78.4\ \text{kW} = 105\ \text{hp}.$$

مسألة محلولة 5.4 ركوب دراجة

المسألة

يهبط راكب دراجة منحدرًا يميل بزاوية 4.2° بسرعة ثابتة 5.1 m/s. إذا افترضنا أن إجمالي الكتلة هو 82.2 kg (كتلة الدراجة والراكب). فما إجمالي القدرة التي يجب أن يبذلها الدرّاج ليصعد المنحدر نفسه بالسرعة نفسها؟



SOLVED PROBLEM 5.4 Riding a Bicycle

PROBLEM

A bicyclist coasts down a 4.2° slope at a steady speed of 5.1 m/s. Assuming a total mass of 82.2 kg (bicycle plus rider), what power output must the cyclist expend to pedal up the same slope at the same speed?

الحل: عند الهبوط (falling) يكون $F_f = mg\sin\Theta$ أي من هذه المسالة نجد ان عند الصعود او الهبوط قوة الاحتكاك F_f تساوي ل $mg\sin\Theta$ (السبب في هذا لأن محصلة القوى تساوي صفر لأن السرعة ثابتة).

اذن عند الصعود (boarding) هناك قوة خارجية F وهي تساوي:

$$F = mg\sin\Theta + F_f = 2mg\sin\Theta$$

$$P = Fv\cos\alpha = Fv = 2mg\sin\Theta \cdot v$$

$$P = 2(82.2\text{ kg})(9.81\text{ m/s}^2)\sin(4.2°)(5.1\text{ m/s}) = 602.391\text{ W}.$$

أسئلة الاختيار من متعدد

5.1 أي مما يلي تُعد وحدة صحيحة للطاقة؟

a) kg m/s^2 c) $\text{kg m}^2/\text{s}^2$ e) $\text{kg}^2\text{ m}^2/\text{s}^2$

b) $\text{kg m}^2/\text{s}$ d) $\text{kg}^2\text{ m/s}^2$

5.2 دفع صندوق قوته 800 N إلى أعلى مستوى مائل طوله 4.0 m. ويلزم بذل شغل 3200 J ليصل الصندوق إلى أعلى المستوى الذي يرتفع بمقدار 2.0 m عن القاعدة. ما مقدار متوسط قوة الاحتكاك على الصندوق؟ (افترض أن الصندوق يبدأ من السكون وينتهي عند السكون).

a) صفر c) أكبر من 400 N

b) ليس صفرًا لكنه أقل من 400 N d) 400 N e) 800 N

5.3 يضخ المحرك مياهًا باستمرار عبر خرطوم، إذا كانت السرعة التي تمر بها المياه عبر فتحة الخرطوم تساوي v وإذا كانت k هي الكتلة لكل وحدة طول من رشاش المياه، عندما تترك المياه الفتحة، فما القدرة التي تكتسبها المياه؟

a) $\frac{1}{2}kv^3$ c) $\frac{1}{2}kv$ e) $\frac{1}{2}v^3/k$

b) $\frac{1}{2}kv^2$ d) $\frac{1}{2}v^2/k$

5.4 تتحرك سيارة كتلتها 1500 kg بعجلة تتراوح بين 0 و 25 m/s في زمن 7.0 s. ما متوسط القدرة التي يبذلها المحرك (1 hp = 746 W)؟

a) 60 hp c) 80 hp e) 180 hp

b) 70 hp d) 90 hp

5.5 أي مما يلي تُعد وحدة صحيحة للقدرة؟

a) kg m/s^2 c) J e) W

b) N d) m/s^2

5.6 ما مقدار الشغل المبذول عندما يصعد شخص كتلته 75.0 kg سلالم عالية يبلغ ارتفاعها 10.0 m بسرعة ثابتة؟

a) 7.36×10^5 J c) 75 J e) 7360 J

b) 750 J d) 7500 J

5.7 ما مقدار الشغل الذي يبذله الناقلون (أفنيًا) لدفع صندوق كتلته 150 kg مسافة 12.3 m على أرضية بسرعة ثابتة إذا كان معامل الاحتكاك يساوي 0.70؟

a) 1300 J c) 1.3×10^4 J e) 130 J

b) 1845 J d) 1.8×10^4 J

5.8 توجد ثمانية كتب على طاولة مسطحة، يبلغ سمك كل منها 4.6 cm وكتلته 1.8 kg. ما مقدار الشغل المطلوب لتكديسها بعضها فوق بعض؟

a) 141 J c) 230 J e) 14 J

b) 23 J d) 0.81 J

5.9 يتحرك جسيم بالتوازي مع المحور x. تزداد محصلة القوة المؤثرة في الجسيم مع x وفقًا للصيغة $F_x = (120\text{ N/m})x$، حيث تُقاس القوة بوحدة النيوتن، بينما تُقاس x بوحدة المتر. ما مقدار الشغل الذي تبذله هذه القوة على الجسيم عندما يتحرك من $x = 0$ إلى $x = 0.50$ m؟

a) 7.5 J c) 30 J e) 120 J

b) 15 J d) 60 J

5.10 يتعرض قافز مظلات لقوتين: هما الجاذبية ومقاومة الهواء. عندما يهبط عموديًا، يصل إلى أقصى سرعة ثابتة في زمن معين بعد القفز من السطح المستوي. وحيث إنه يتحرك بسرعة متجهة ثابتة منذ ذلك الوقت حتى فتح مظلته، نستنتج من نظرية الشغل والطاقة الحركية خلال هذه الفترة الزمنية أن

a) الشغل الذي بذلته الجاذبية يساوي صفرًا.

b) الشغل الذي بذلته مقاومة الهواء يساوي صفرًا.

c) الشغل الذي بذلته الجاذبية يساوي سالب الشغل الذي بذلته مقاومة الهواء.

d) الشغل الذي بذلته الجاذبية والشغل الذي بذلته مقاومة الهواء متساويان.

e) طاقته الحركية تزداد.

5.11 يمسك جاك صندوقًا كتلته تساوي m kg، ومشى مسافة d m بسرعة ثابتة تساوي v m/s. ما مقدار الشغل الذي بذله جاك على الصندوق بالجول؟

a) mgd c) $\frac{1}{2}mv^2$ e) صفر

b) $-mgd$ d) $-\frac{1}{2}mv^2$

5.12 إذا بذل جسم شغلًا سالبًا، فأي من العبارات التالية صواب؟

a) يتحرك الجسم في اتجاه x السالب.

b) تكون الطاقة الحركية للجسم سالبة.

c) تنتقل الطاقة من الجسم.

c) تنتقل الطاقة إلى الجسم.

5.13 تعادل نظرية الشغل والطاقة الحركية

a) قانون نيوتن الأول. d) قانون نيوتن الرابع.

b) قانون نيوتن الثاني. e) ليس أيًا من قوانين نيوتن.

c) قانون نيوتن الثالث.

5.14 تصعد شمسة سلالم عالية، ماذا يُمكننا أن نقول عن الشغل الذي بذلته الجاذبية عليها؟

a) بذلت الجاذبية شغلًا سالبًا عليها. a) لم تبذل الجاذبية شغلًا عليها.

a) بذلت الجاذبية شغلًا موجبًا عليها. d) لا يُمكننا معرفة مقدار الشغل الذي بذلته الجاذبية عليها.

MULTIPLE-CHOICE QUESTIONS

5.1 Which of the following is a correct unit of energy?

a) $kg\ m/s^2$ c) $kg\ m^2/s^2$ e) $kg^2\ m^2/s^2$

b) $kg\ m^2/s$ d) $kg^2\ m/s^2$

5.2 An 800-N box is pushed up an inclined plane that is 4.0 m long. It requires 3200 J of work to get the box to the top of the plane, which is 2.0 m above the base. What is the magnitude of the average friction force on the box? (Assume the box starts at rest and ends at rest.)

a) zero c) greater than 400 N

b) not zero but less than 400 N d) 400 N

e) 800 N

5.3 An engine pumps water continuously through a hose. If the speed with which the water passes through the hose nozzle is v and if k is the mass per unit length of the water jet as it leaves the nozzle, what is the power being imparted to the water?

a) $\frac{1}{2}kv^3$ c) $\frac{1}{2}kv$ e) $\frac{1}{2}v^3/k$

b) $\frac{1}{2}kv^2$ d) $\frac{1}{2}v^2/k$

5.4 A 1500-kg car accelerates from 0 to 25 m/s in 7.0 s. What is the average power delivered by the engine (1 hp = 746 W)?

a) 60 hp c) 80 hp e) 180 hp

b) 70 hp d) 90 hp

5.5 Which of the following is a correct unit of power?

a) $kg\ m/s^2$ c) J e) W

b) N d) m/s^2

5.6 How much work is done when a 75.0-kg person climbs a flight of stairs 10.0 m high at constant speed?

a) 7.36×10^5 J c) 75 J e) 7360 J

b) 750 J d) 7500 J

5.7 How much work do movers do (horizontally) in pushing a 150-kg crate 12.3 m across a floor at constant speed if the coefficient of friction is 0.70?

a) 1300 J c) 1.3×10^4 J e) 130 J

b) 1845 J d) 1.8×10^4 J

5.8 Eight books, each 4.6 cm thick and of mass 1.8 kg, lie on a flat table. How much work is required to stack them on top of one another?

a) 141 J c) 230 J e) 14 J

b) 23 J d) 0.81 J

5.9 A particle moves parallel to the x-axis. The net force on the particle increases with x according to the formula $F_x = (120\ N/m)x$, where the force is in newtons when x is in meters. How much work does this force do on the particle as it moves from $x = 0$ to $x = 0.50$ m?

a) 7.5 J c) 30 J e) 120 J

b) 15 J d) 60 J

5.10 A skydiver is subject to two forces: gravity and air resistance. Falling vertically, he reaches a constant terminal speed at some time after jumping from a plane. Since he is moving at a constant velocity from that time until his chute opens, we conclude from the work-kinetic energy theorem that, over that time interval,

a) the work done by gravity is zero.

b) the work done by air resistance is zero.

c) the work done by gravity equals the negative of the work done by air resistance.

d) the work done by gravity equals the work done by air resistance.

e) his kinetic energy increases.

5.11 Jack is holding a box that has a mass of m kg. He walks a distance of d m at a constant speed of v m/s. How much work, in joules, has Jack done on the box?

a) mgd c) $\frac{1}{2}mv^2$ e) zero

b) $-mgd$ d) $-\frac{1}{2}mv^2$

5.12 If negative work is being done by an object, which one of the following statements is true?

a) An object is moving in the negative x-direction.

b) An object has negative kinetic energy.

c) Energy is being transferred from an object.

d) Energy is being transferred to an object.

5.13 The work-kinetic energy theorem is equivalent to

a) Newton's First Law. d) Newton's Fourth Law.

b) Newton's Second Law. e) none of Newton's laws.

c) Newton's Third Law.

5.14 Shamsa climbs a flight of stairs. What can we say about the work done by gravity on her?

a) Gravity does negative work on her. c) Gravity does no work on her.

b) Gravity does positive work on her. d) We can't tell what work gravity does on her.

❖ 5.2 الطاقة الحركية: Kinetic energy

5.19 يرتبط الضرر الذي أحدثه مقذوف عند تصادمه بطاقته الحركية. احسب الطاقات الحركية لهذه المقذوفات وقارن بينها:

a) حجر كتلته 10.0 kg يتحرك بسرعة 30.0 m/s

b) كرة بيسبول كتلتها 100.0 g تتحرك بسرعة 60.0 m/s

c) رصاصة كتلتها 20.0 g تتحرك بسرعة 300. m/s

5.19 The damage done by a projectile on impact is correlated with its kinetic energy. Calculate and compare the kinetic energies of these three projectiles:

a) a 10.0 kg stone at 30.0 m/s

b) a 100.0 g baseball at 60.0 m/s

c) a 20.0 g bullet at 300. m/s

➔

5.20 تتحرك سيارة ليموزين بسرعة 100km/h . إذا كانت كتلتها بما في ذلك الركاب تساوي 1900 kg فما طاقتها الحركية؟

5.20 A limo is moving at a speed of 100km/h. If the mass of the limo Including passengers , is 1900 kg , what is its kinetic energy?

Solution:

5.21 اصطدمت عربتان من عربات القطار . كتلة كل منهما تساوي 7000 kg وتسيران بسرعة 90 km /h ببعضهما البعض ووصلتا الى السكون. ما مقدار الطاقة الميكانيكية المفقودة في هذا التصادم؟

5.21 Two railroad cars, each of mass 7000 kg and traveling at 90 km/h Collide head on and come to rest. How much mechanical energy is lost In this collision?

Solution:

5.22 Think about the answers to these questions next time you are driving a car:

a) What is the kinetic energy of a 1500 kg car moving at 15.0 m/s?

b) If the car changed its speed to 30.0 m/s, how would the value of its kinetic energy change?

5.22 فكر في إجابات هذه الأسئلة في المرة القادمة التي تقود فيها سيارة:

a) ما الطاقة الحركية لسيارة كتلتها 1500 kg تتحرك بسرعة 15.0 m/s؟

b) إذا غيرت السيارة سرعتها إلى 30.0 m/s. فكيف ستتغير قيمة طاقتها الحركية؟

Solution:

5.23 إذا كانت الطاقة الحركية لنمر، 200 kg، أثناء حركته تساوي 14.400 J. فما سرعة هذا النمر؟

5.23 A 200 kg moving tiger has a kinetic energy of 14,400 J. What is the speed of the tiger?

Solution:

•5.24 سيارتان تتحركان. تبلغ كتلة السيارة الأولى ضعف كتلة السيارة الثانية ولكن لديها نصف طاقتها الحركية فقط. عندما تزيد سرعة كلتا السيارتين بمقدار 5.00 m/s. تصبح طاقتهما الحركية متماثلة. احسب السرعات الأصلية للسيارتين.

•5.24 Two cars are moving. The first car has twice the mass of the second car but only half as much kinetic energy. When both cars increase their speed by 5.00 m/s, they then have the same kinetic energy. Calculate the original speeds of the two cars.

المعطيات: $m_1 = 2m_2$

$K_1=1/2\ K_2$

For speeds (v_1+5)& $(v_2+5) \rightarrow K_1=K_2$

⇨

⇨

⇨

⇨

⇨

⇨

•5.25 ما الطاقة الحركية لمقذوف مثالي كتلته 20.1 kg في قمة (أعلى نقطة) مساره، إذا أُطلق بسرعة ابتدائية 27.3 m/s وزاوية ابتدائية 46.9° على الخط الأفقي؟

•5.25 What is the kinetic energy of an ideal projectile of mass 20.1 kg at the apex (highest point) of its trajectory, if it was launched with an initial speed of 27.3 m/s and at an initial angle of 46.9° with respect to the horizontal?

Solution:

⇨

❖ 5.4 الشغل المبذول بواسطة قوة ثابتة work done by constant force

5.26 تُؤثر قوة 5.00 N لمسافة 12.0 m في اتجاه القوة. أوجد الشغل المبذول.

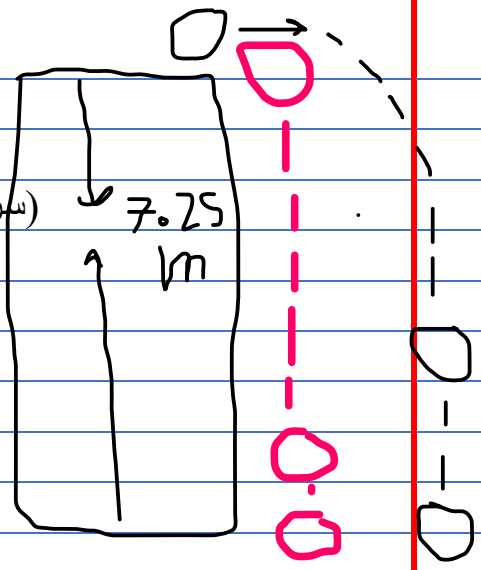
5.26 A force of 5.00 N acts over a distance of 12.0 m in the direction of the force. Find the work done.

Solution:

⇨

5.27 أُلقيت كرتا بيسبول من قمة مبنى ارتفاعه 7.25 m. أُلقيت كلتاهما بسرعة ابتدائية 28.4 m/s. أُلقيت الكرة الأولى أفقيًا وأُلقيت الكرة الثانية إلى أسفل مباشرة. ما الفرق في سرعات الكرتين عندما تلمسان الأرض؟ (أهمل مقاومة الهواء).

5.27 Two baseballs are thrown off the top of a building that is 7.25 m high. Both are thrown with initial speed of 28.4 m/s. Ball 1 is thrown horizontally, and ball 2 is thrown straight down. What is the difference in the speeds of the two balls when they touch the ground? (Neglect air resistance.)



Solution:

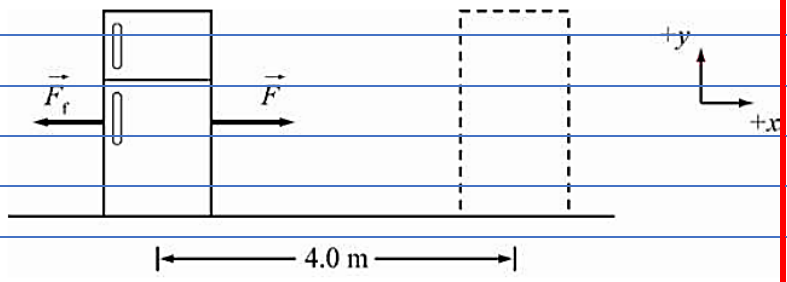
طالما الكرتان لهما الكتلة نفسها ولهما السرعة الابتدائية نفسها (سرعة المقذوف الافقي الابتدائية كمقدار تعادل مقدار سرعة المقذوف الرأسي في هذه المسالة) اذن لهما نفس الطاقة الحركية الابتدائية. وطالما ارتفاع المبنى نفسه للحالتين فالطاقة الحركية النهائية نفسها للكرتين . اذن الفرق بين سرعتي المرتين عندما تلمسان الأرض تساوي صفر

THINK: The initial speeds are the same for the two balls, so they have the same initial kinetic energy. Since the initial height is also the same for both balls, the gravitational force does the same work on them on their way down to the ground, adding the same amount of kinetic energy in the process. This automatically means that they hit the ground with the same value for their final kinetic energy. Since the balls have the same mass, they consequently have to have the same speed upon ground impact. This means that the difference in speeds that the problem asks for is 0. No further steps are needed in this solution.

5.28 استقرت ثلاجة كتلتها 95.0 kg على الأرضية. ما مقدار الشغل اللازم لتحريكها بسرعة ثابتة مسافة 4.00 m على طول الأرضية ضد قوة الاحتكاك 180 N؟

5.28 A 95.0-kg refrigerator rests on the floor. How much work is required to move it at constant speed for 4.00 m along the floor against a friction force of 180 N?

Solution:



5.29 تم إسقاط مطرقة كتلتها $m = 2.00$ kg على مسمار من ارتفاع $h = 0.400$ m. احسب الحد الأقصى لمقدار الشغل الذي يُمكن أن تبذله على المسمار.

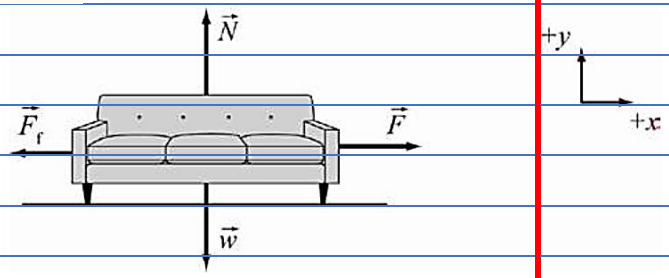
5.29 A hammerhead of mass $m = 2.00$ kg is allowed to fall onto a nail from a height $h = 0.400$ m. Calculate the maximum amount of work it could do on the nail.

Solution:

5.30 دفعت أريكتك مسافة 4.00 m على أرضية غرفة المعيشة بقوة أفقية 200.0 N. إذا كانت قوة الاحتكاك تساوي 150.0 N، فما مقدار الشغل الذي تبذله أنت وقوة الاحتكاك ومحصلة القوة؟

5.30 You push your couch a distance of 4.00 m across the living room floor with a horizontal force of 200.0 N. The force of friction is 150.0 N. What is the work done by you, by the friction force, by gravity, and by the net force?

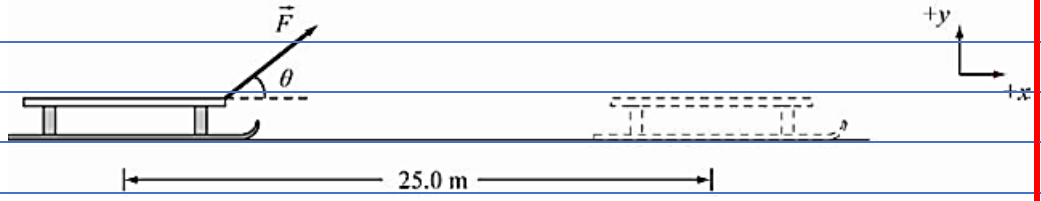
Solution



•5.31 افترض أنك سحبت زلاجة بحبل يصنع زاوية 30.0° على الخط الأفقي. ما مقدار الشغل المبذول إذا سحبت بقوة 25.0 N وتحركت الزلاجة مسافة 25.0 m؟

•5.31 Suppose you pull a sled with a rope that makes an angle of 30.0° to the horizontal. How much work do you do if you pull with 25.0 N of force and the sled moves 25.0 m?

Solution:



الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل واتساب 0525481158

•5.32 يسحب أب ابنه الذي تبلغ كتلته 25.0 kg ويجلس على أرجوحة مربوطة بحبال طولها 3.00 m. ويحرك الأبُ الأرجوحةَ إلى الخلف حتى تصنع الحبال زاوية 33.6° على الخط الرأسي. ثم يحرر الأب ابنه من السكون. ما سرعة الابن عند أدنى مستوى من الحركة المتأرجحة؟

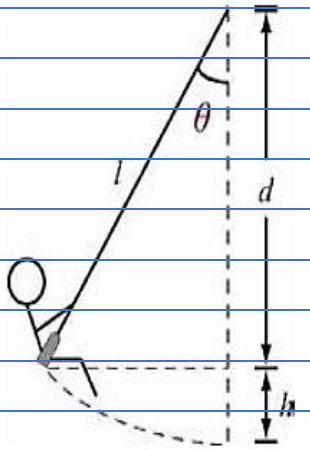
•5.32 A father pulls his son, whose mass is 25.0 kg and who is sitting on a swing with ropes of length 3.00 m, backward until the ropes make an angle of 33.6° with respect to the vertical. He then releases his son from rest. What is the speed of the son at the bottom of the swinging motion?

Solution:

⇨

⇨

➔



•5.33 تؤثر قوة ثابتة $\vec{F} = (4.79, -3.79, 2.09)$ N في جسم كتلته 18.0 kg. مما يتسبب في إزاحة هذا الجسم $\vec{r} = (4.25, 3.69, -2.45)$ m. ما إجمالي الشغل الذي تبذله هذه القوة؟

•5.33 A constant force, $\vec{F} = (4.79, -3.79, 2.09)$ N, acts on an object of mass 18.0 kg, causing a displacement of that object by $\vec{r} = (4.25, 3.69, -2.45)$ m. What is the total work done by this force?

Solution:

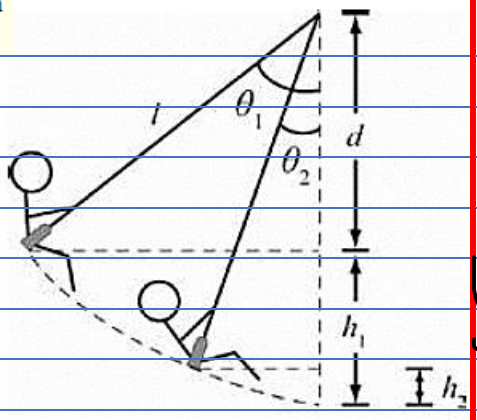
➔

•5.34 تسحب أم ابنتها التي تبلغ كتلتها 20.0 kg وتجلس على أرجوحة مربوطة بحبال طولها 3.50 m. وتحرك الأمُ الأرجوحةَ إلى الخلف حتى تصنع الحبال زاوية 35.0° على الخط الرأسي. ثم تحرر الأم ابنتها من السكون. ما سرعة الابنة عندما تصنع الحبال زاوية 15.0° على الخط الرأسي؟

•5.34 A mother pulls her daughter, whose mass is 20.0 kg and who is sitting on a swing with ropes of length 3.50 m, backward until the ropes make an angle of 35.0° with respect to the vertical. She then releases her daughter from rest. What is the speed of the daughter when the ropes make an angle of 15.0° with respect to the vertical?

Solution

⇨



⇨

⇨

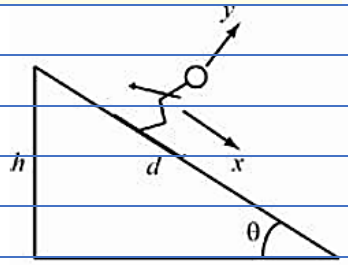
⇨

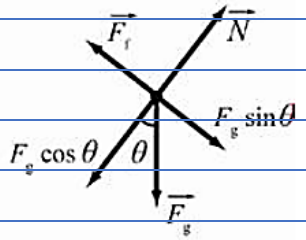
⇨

•5.35 يتزلج لاعب القفز التزلجي ميلًا 30.0° لمسافة 24.4 m قبل الانطلاق من منحدر أفقي قصير بصورة طفيفة. إذا كانت سرعة انطلاق اللاعب تساوي 13.7 m/s. فما سرعة معامل الاحتكاك الحركي بين الزلاجة والميل؟

•5.35 A ski jumper glides down a 30.0° slope for 24.4 m before taking off from a negligibly short horizontal ramp. If the jumper's takeoff speed is 13.7 m/s, what is the coefficient of kinetic friction between skis and slope?

Solution:





•5.36 عند مستوى سطح البحر، يبلغ متوسط الطاقة الحركية لجزيء النيتروجين 6.2×10^{-21} J. وتبلغ كتلته 4.7×10^{-26} kg. إذا تمكن الجزيء من الانطلاق إلى أعلى مباشرة دون تصادم مع الجزيئات الأخرى، فما الارتفاع الذي سيبلغه؟ ما النسبة المئوية لهذا الارتفاع بالنسبة إلى نصف قطر الأرض؟ ما السرعة الابتدائية للجزيء؟ (افترض أنه يمكنك استخدام $g = 9.81\ m/s^2$؛ على الرغم من أننا سنلاحظ في الوحدة 12 أن هذا الافتراض قد لا يكون مبررًا لهذه الحالة).

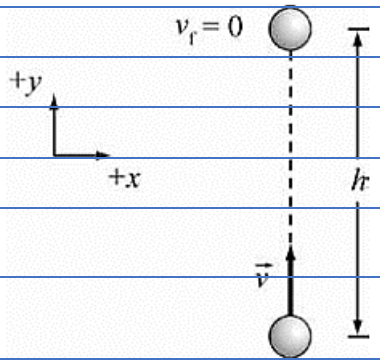
•5.36 At sea level, a nitrogen molecule in the air has an average kinetic energy of 6.2×10^{-21} J. Its mass is 4.7×10^{-26} kg. If the molecule could shoot straight up without colliding with other molecules, how high would it rise? What percentage of the Earth's radius is this height? What is the molecule's initial speed? (Assume that you can use $g = 9.81\ m/s^2$

Solution: $W_g = K - K_o$; $K = 0$

$W_g = W_{lifting} = -mgh = -1/2\ mv^2 = 6.2*10^{-21}$J

⇨ $h = = 6.2*10^{-21} / (4.7*10^{-26} * 9.81)$

$h = 1.3447 *10^4$ m



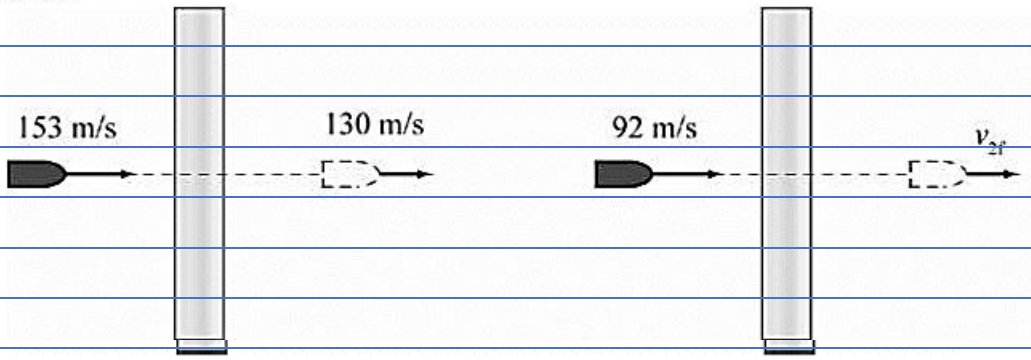
% of Earth's radius: $p = \frac{h}{R_E} \times 100\%$

$p = \frac{(1.3447 \cdot 10^4\ \text{m})}{(6.37 \cdot 10^6\ \text{m})} \times 100\% = 0.21110\%$

$v = \sqrt{\frac{2(6.2 \cdot 10^{-21}\ \text{J})}{4.7 \cdot 10^{-26}\ \text{kg}}} = 513.64\ \text{m/s}$

●●5.37 تتحرك رصاصة بسرعة 153 m/s وتخترق لوحًا خشبيًا. وبعدما تخترق اللوح، تُصبح سرعتها 130 m/s. اخترقت رصاصة أخرى لها الكتلة والحجم أنفسهما لوحًا متطابقًا، لكنها تتحرك بسرعة 92.0 m/s. ما سرعة الرصاصة الثانية هذه بعد اختراقها اللوح؟ افترض أن مقاومة اللوح لا تعتمد على سرعة الرصاصة.

●●**5.37** A bullet moving at a speed of 153 m/s passes through a plank of wood. After passing through the plank, its speed is 130 m/s. Another bullet, of the same mass and size but moving at 92.0 m/s, passes through an identical plank. What will this second bullet's speed be after passing through the plank? Assume that the resistance offered by the plank is independent of the speed of the bullet.



RESEARCH: $K = \frac{1}{2}mv^2,\ \Delta K = \frac{1}{2}m(v_{1f}^2 - v_{1i}^2) = \frac{1}{2}m(v_{2f}^2 - v_{2i}^2)$

SIMPLIFY: $(v_{1f}^2 - v_{1i}^2) = (v_{2f}^2 - v_{2i}^2),\ v_{2f} = \sqrt{v_{1f}^2 - v_{1i}^2 + v_{2i}^2}$

CALCULATE: $v_{2f} = \sqrt{(130.\ \text{m/s})^2 - (153\ \text{m/s})^2 + (92.0\ \text{m/s})^2} = 44.215\ \text{m/s}$

5.55 في دورة الألعاب الأوليمبية عام 2004 في أثينا في اليونان، فاز اللاعب حسين رضا زاده بالميدالية الذهبية في الوزن الثقيل الممتاز. حيث رفع ما مجموعه 472.5 kg في اثنتين من أفضل رفعاته في المسابقة. عند افتراض أنه رفع هذه الأوزان على ارتفاع 196.7 cm، ما مقدار الشغل الذي بذله؟

5.55 At the 2004 Olympic Games in Athens, Greece, athlete Hossein Rezazadeh won the super-heavyweight class gold medal in weightlifting. He lifted 472.5 kg combined in his two best lifts in the competition. Assuming that he lifted the weights a height of 196.7 cm, what work did he do?

Solution:

5.56 ما مقدار الشغل المبذول ضد الجاذبية عند رفع وزن 6.00 kg على مسافة 20.0 cm؟

5.56 How much work is done against gravity in lifting a 6.00 kg weight through a distance of 20.0 cm?

5.60 تسير سيارة كتلتها $m = 1250$ kg بسرعة $v_0 = 105$ km/h (29.2 m/s). احسب الشغل الذي يتعين على المكابح بذله لإيقاف السيارة تمامًا.

5.60 A car of mass $m = 1250$ kg is traveling at a speed of $v_0 = 105$ km/h (29.2 m/s). Calculate the work that must be done by the brakes to completely stop the car.

Solution:

5.61 أُطلق سهم كتلته $m = 88.0\ \text{g}\ (0.0880\ \text{kg})$ من قوس. يبذل وتر القوس قوة متوسطها $F = 110\ \text{N}$ على السهم على مسافة $d = 78.0\ \text{cm}\ (0.780\ \text{m})$ احسب سرعة السهم عند انطلاقه من القوس.

5.61 An arrow of mass $m = 88.0\ \text{g}\ (0.0880\ \text{kg})$ is fired from a bow. The bowstring exerts an average force of $F = 110\ \text{N}$ on the arrow over a distance $d = 78.0\ \text{cm}\ (0.780\ \text{m})$. Calculate the speed of the arrow as it leaves the bow.

Solution:

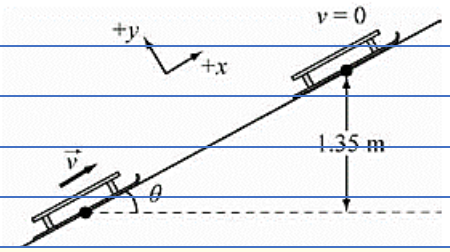
5.63 تم دفع زلاجة كتلتها m على منحدر عديم الاحتكاك يصنع زاوية $28.0°$ مع الخط الأفقي. في النهاية توقفت الزلاجة عند ارتفاع $1.35\ \text{m}$ فوق النقطة التي بدأت منها. احسب سرعتها الابتدائية.

5.63 A sled, with mass m, is given a shove up a frictionless incline, which makes a $28.0°$ angle with the horizontal. Eventually, the sled comes to a stop at a height of $1.35\ \text{m}$ above where it started. Calculate its initial speed.

Solution

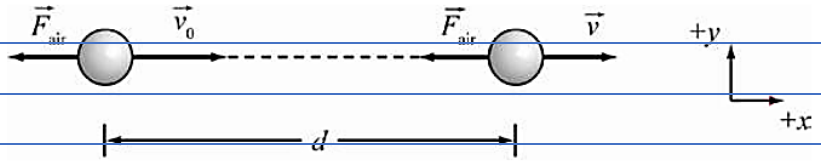
➔

➔



•5.66 تم رمي كرة بيسبول كتلتها $m = 0.250\ \text{kg}$ بسرعة $v_0 = 26.4\ \text{m/s}$. بسبب مقاومة الهواء، تباطأ وصول الكرة إلى دائرة وسط الملعب بنسبة 10.0%. وتساوي المسافة بين دائرة الوسط واللاعب $d = 15.0\ \text{m}$. احسب متوسط قوة مقاومة الهواء F_{air}، المبذولة على الكرة أثناء انتقالها من اللاعب إلى دائرة الوسط.

•5.66 A softball, of mass $m = 0.250\ \text{kg}$, is pitched at a speed $v_0 = 26.4\ \text{m/s}$. Due to air resistance, by the time it reaches home plate, it has slowed by 10.0%. The distance between the plate and the pitcher is $d = 15.0\ \text{m}$. Calculate the average force of air resistance, F_{air}, that is exerted on the ball during its movement from the pitcher to the plate.

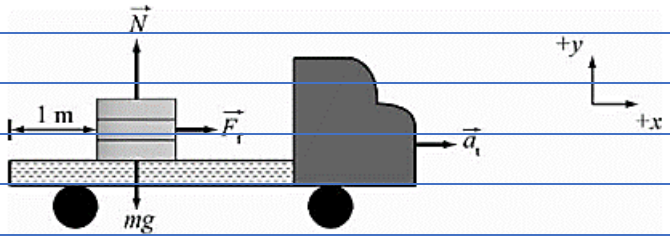


Solution:

•5.67 تم تحميل شاحنة مسطحة بمجموعة من أكياس الأسمنت كتلتها الإجمالية 1143.5 kg. معامل الاحتكاك السكوني بين فرشة الشاحنة والكيس السفلي في المجموعة يساوي 0.372. مع العلم بأن الأكياس غير مربوطة لكنها ثابتة في مكانها بفضل قوة الاحتكاك بين الفرش والكيس السفلي. تتسارع الشاحنة من السكون بسرعة منتظمة لتصل إلى مسافة 56.6 mph في زمن 22.9 s. وتبتعد مجموعة الأكياس عن طرف فرشة الشاحنة مسافة 1 m. هل تنزلق مجموعة الأكياس من فوق فرشة الشاحنة؟ إذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الكيس السفلي وفرشة الشاحنة يساوي 0.257. فما مقدار الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك بين الكيس وفرشة الشاحنة على الكيس؟

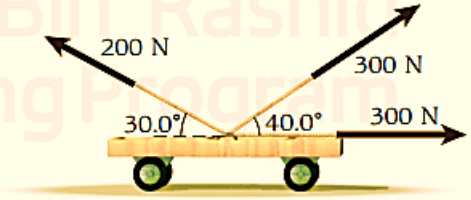
•5.67 A flatbed truck is loaded with a stack of sacks of cement whose combined mass is 1143.5 kg. The coefficient of static friction between the bed of the truck and the bottom sack in the stack is 0.372, and the sacks are not tied down but held in place by the force of friction between the bed and the bottom sack. The truck accelerates uniformly from rest to 56.6 mph in 22.9 s. The stack of sacks is 1 m from the end of the truck bed. Does the stack slide on the truck bed? The coefficient of kinetic friction between the bottom sack and the truck bed is 0.257. What is the work done on the stack by the force of friction between the stack and the bed of the truck?

Solution:



•5.69 في الشكل، تبدأ عربة كتلتها 125 kg من السكون وتتدحرج بمعدل احتكاك لا يكاد يُذكر. يتم سحب العربة بثلاثة حبال كما هو موضح في الشكل. وتتحرك مسافة 100 m أفقيًا. أوجد السرعة المتجهة النهائية للعربة.

•5.69 The 125-kg cart in the figure starts from rest and rolls with negligible friction. It is pulled by three ropes as shown. It moves 100 m horizontally. Find the final velocity of the cart.



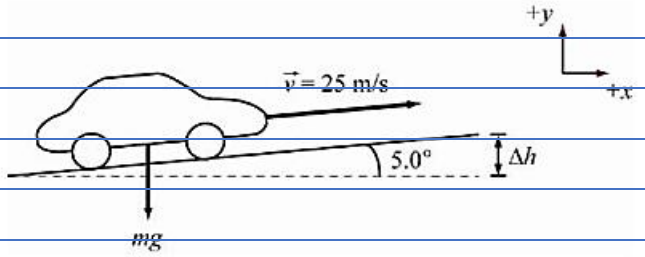
$F_1 = 300$ N at 0°
$F_2 = 300$ N at 40.0°
$F_3 = 200$ N at 150°

Solution:

•**5.70** احسب القوة اللازمة لدفع سيارة كتلتها 1000.0 kg بسرعة 25.0 m/s على ميل مستقيم ينحرف بزاوية 5.00° فوق الخط الأفقي. تجاهل الاحتكاك ومقاومة الهواء.

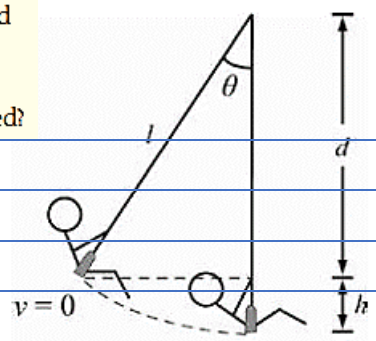
•**5.70** Calculate the power required to propel a 1000.0 kg car at 25.0 m/s up a straight slope inclined 5.00° above the horizontal. Neglect friction and air resistance.

Solution:



•**5.71** يسحب جد حفيدته التي تبلغ كتلتها 21.0 kg وتجلس على أرجوحة مربوطة بحبال طولها 2.50 m، ويحرك الجدُّ الأرجوحةَ إلى الخلف ويحررها من السكون. تبلغ سرعة الحفيدة عند أدنى مستوى من الحركة المتأرجحة 3.00 m/s. ما الزاوية (بالدرجات ومقيسة بالنسبة إلى الخط الرأسي) التي يحررها منها؟

•**5.71** A grandfather pulls his granddaughter, whose mass is 21.0 kg and who is sitting on a swing with ropes of length 2.50 m, backward and releases her from rest. The speed of the granddaughter at the bottom of the swinging motion is 3.00 m/s. What is the angle (in degrees, measured relative to the vertical) from which she is released?

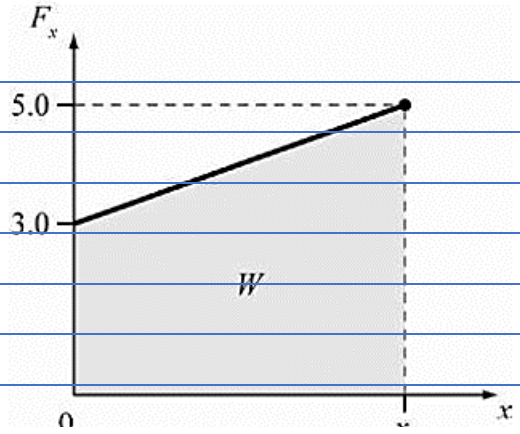


❖ 5.5 الشغل المبذول بواسطة قوة متغيرة work done by variable force

•**5.38** يتعرض جسيم كتلته m لقوة تؤثر في الاتجاه (x) $F_x = (3.00 + 0.500x)$ N. أوجد مقدار الشغل الذي تبذله القوة بينما يتحرك الجسيم من $x = 0.00$ إلى $x = 4.00$ m.

•**5.38** A particle of mass m is subjected to a force acting in the x-direction. $F_x = (3.00 + 0.500x)$ N. Find the work done by the force as the particle moves from $x = 0.00$ to $x = 4.00$ m.

الأستاذ: عبدالكريم سيد وهبة / للتواصل واتساب 0525481158



SIMPLIFY: $W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)dx = \int_0^4 (3.0 + 0.50x)dx$

CALCULATE: $W = \int_0^{4.0} (3.0 + 0.50x)dx = \left[3x + \frac{1}{4}x^2\right]_{x=0}^{x=4.0} = 3(4) + \frac{1}{4}(4)^2 - 0 = 12 + 4 = 16 \text{ J}$

5.41• تؤثر قوة معطاة من خلال الصيغة $\vec{F}(x) = 5x^3\hat{x}$ (بوحدة N/m^3) في كتلة متحركة على سطح عديم الاحتكاك 1.00 kg. تتحرك الكتلة من $x = 2.00$ m إلى $x = 6.00$ m.

a) ما مقدار الشغل الذي تبذله القوة؟

b) إذا كانت سرعة الكتلة 2.00 m/s عند $x = 2.00$ m. فما سرعتها عند $x = 6.00$ m؟

•5.41 A force given by $\vec{F}(x) = 5x^3\hat{x}$ (in N/m^3) acts on a 1.00 kg mass moving on a frictionless surface. The mass moves from $x = 2.00$ m to $x = 6.00$ m.

a) How much work is done by the force?

b) If the mass has a speed of 2.00 m/s at $x = 2.00$ m, what is its speed at $x = 6.00$ m?

5.76 أُعطيت قوة متغيرة بالصيغة $F(x) = Ax^6$. حيث $A = 11.45 \text{ N/m}^6$. تؤثر هذه القوة في جسم كتلته 2.735 kg يتحرك على سطح عديم الاحتكاك. يبدأ الجسم من السكون ويتحرك من $x = 1.093$ m إلى $x = 4.429$ m. ما مقدار التغيير في الطاقة الحركية للجسم؟

5.76 A variable force is given by $F(x) = Ax^6$, where $A = 11.45 \text{ N/m}^6$. This force acts on an object of mass 2.735 kg that moves on a frictionless surface. Starting from rest, the object moves from $x = 1.093$ m to $x = 4.429$ m. How much does the kinetic energy of the object change?

→

5.78 أُعطيت قوة متغيرة بالصيغة $F(x) = Ax^6$ حيث $A = 16.05\ \text{N/m}^6$. تؤثر هذه القوة في جسم كتلته $3.127\ \text{kg}$ يتحرك على سطح عديم الاحتكاك. يبدأ الجسم من السكون ويتحرك من موقع x_0 إلى موقع جديد $x = 3.313\ \text{m}$. يكتسب الجسم طاقة حركية $5.662 \cdot 10^4\ \text{J}$. ما الموقع الأوّلي x_0؟

5.78 A variable force is given by $F(x) = Ax^6$, where $A = 16.05\ \text{N/m}^6$. This force acts on an object of mass 3.127 kg that moves on a frictionless surface. Starting from rest, the object moves from a position x_0 to a new position, $x = 3.313$ m. The object gains 1.00396×10^4 J of kinetic energy. What is the initial position x_0?

❖ 5.6 الزنبرك spring

5.42 زنبرك مثالي لديه ثابت زنبرك $k = 440\ \text{N/m}$. احسب المسافة التي يجب أن يتمددها الزنبرك من موضع اتزانه لبذل شغل 25.0 J.

5.42 An ideal spring has the spring constant $k = 440$ N/m. Calculate the distance this spring must be stretched from its equilibrium position for 25.0 J of work to be done.

5.43 يتمدد زنبرك من موضع اتزانه مسافة 5.00 cm. إذا تَطَلَّبَ هذا التمدد شغل 30.0 J. فما ثابت هذا الزنبرك؟

5.43 A spring is stretched 5.00 cm from its equilibrium position. If this stretching requires 30.0 J of work, what is the spring constant?

5.44 تعرض زنبرك بثابت زنبرك k لانضغاط ابتدائي لمسافة x_0 عن موضع اتزانه. بعد العودة إلى موضع اتزانه، تمدد الزنبرك مسافة x_0 عن هذا الموضع. ما نسبة الشغل المطلوب بذله على الزنبرك أثناء تمدده إلى الشغل المبذول أثناء انضغاطه؟

5.44 A spring with spring constant k is initially compressed a distance x_0 from its equilibrium length. After returning to its equilibrium position, the spring is then stretched a distance x_0 from that position. What is the ratio of the work that needs to be done on the spring in the stretching to the work done in the compressing?

•**5.45** ضُغط زنبرك بثابت زنبرك 238.5 N/m مسافة 0.231 m. ثم وُضع محمل كرة من الفولاذ كتلته 0.0413 kg على طرف الزنبرك وأُطلق الزنبرك. ما سرعة محمل الكرة بعد عدم ملامسة الزنبرك مباشرة؟ (سينفصل محمل الكرة عن الزنبرك تمامًا بمجرد عودة الزنبرك إلى موضع اتزانه. افترض أنه يمكن إهمال كتلة الزنبرك).

•**5.45** A spring with a spring constant of 238.5 N/m is compressed by 0.231 m. Then a steel ball bearing of mass 0.0413 kg is put against the end of the spring, and the spring is released. What is the speed of the ball bearing right after it loses contact with the spring? (The ball bearing will come off the spring exactly as the spring returns to its equilibrium position. Assume that the mass of the spring can be neglected.)

5.82 إذا ضُغط زنبرك أفقيًا بثابت زنبرك $k = 15.19$ N/m مسافة 23.11 cm من موضع اتزانه. ووُضع قرص هوكي كتلته $m = 170.0$ g على طرف الزنبرك. وتم تحرير الزنبرك وانزلق القرص أفقيًا على الجليد بمعامل احتكاك حركي 0.02221 بين القرص والجليد. ما المسافة التي يقطعها قرص الهوكي على الجليد بعد تركه الزنبرك؟

5.82 A horizontal spring with spring constant $k = 15.19$ N/m is compressed 23.11 cm from its equilibrium position. A hockey puck with mass $m = 170.0$ g is placed against the end of the spring. The spring is released, and the puck slides on horizontal ice, with a coefficient of kinetic friction of 0.02221 between the puck and the ice. How far does the hockey puck travel on the ice after it leaves the spring?

❖ القدرة power

5.47 يسحب حصان زلاجة أفقيًّا على الثلج بسرعة ثابتة. ويُمكن للحصان توليد قدرة 1.060 hp. يبلغ معامل الاحتكاك بين الزلاجة والثلج 0.115. وتبلغ كتلة الثلج، بما في ذلك الحمل، 204.7 kg. ما السرعة التي تتحرك بها الزلاجة عبر الثلج؟

5.47 A horse draws a sled horizontally on snow at constant speed. The horse can produce a power of 1.060 hp. The coefficient of friction between the sled and the snow is 0.115, and the mass of the sled, including the load, is 204.7 kg. What is the speed with which the sled moves across the snow?

5.49 تحركت سيارة كتلتها 1214.5 kg بسرعة 27.9 m/s عندما انحرفت عن مسارها على الطريق واصطدمت بركائز الجسر. إذا وصلت السيارة إلى نقطة السكون في زمن 0.236 s، فما متوسط القدرة المبذولة (بالواط) في هذه الفترة الزمنية؟

5.49 A car of mass 1214.5 kg is moving at a speed of 27.9 m/s when it misses a curve in the road and hits a bridge piling. If the car comes to rest in 0.236 s, how much average power (in watts) is expended in this interval?

•**5.53** يُستخدم منطاد صغير لأغراض الدعاية في إحدى مباريات كرة القدم. تبلغ كتلة هذا المنطاد 93.5 kg ويُربط بحبل سحب على شاحنة على الأرض. يصنع حبل السحب زاوية 53.3° نزولًا من الخط الأفقي، ويحلق المنطاد على ارتفاع ثابت 19.5 m فوق الأرض. تتحرك الشاحنة في خط مستقيم مسافة 840.5 m على سطح مستوٍ لساحة انتظار السيارات في الإستاد بسرعة متجهة ثابتة 8.90 m/s. إذا كان معامل السحب (K في $F = Kv^2$) يساوي 0.500 kg/m، فما مقدار الشغل الذي تبذله الشاحنة لسحب المنطاد (مع افترض عدم وجود رياح)؟

•**5.53** A small blimp is used for advertising purposes at a football game. It has a mass of 93.5 kg and is attached by a towrope to a truck on the ground. The towrope makes an angle of 53.3° downward from the horizontal, and the blimp hovers at a constant height of 19.5 m above the ground. The truck moves on a straight line for 840.5 m on the level surface of the stadium parking lot at a constant velocity of 8.90 m/s. If the drag coefficient (K in $F = Kv^2$) is 0.500 kg/m, how much work is done by the truck in pulling the blimp (assuming there is no wind)?

5.54 تتسارع سيارة كتلتها m من السكون على طول مسار مستقيم مستوٍ بعجلة غير ثابتة ولكن بقدرة محرك ثابتة، P. افترض أن مقاومة الهواء ضئيلة جدًا.

a) أوجد سرعة السيارة المتجهة كدالة زمنية.

b) تبدأ سيارة ثانية من السكون بجانب السيارة الأولى على المضمار نفسه، لكنها تحتفظ بعجلة ثابتة. أي السيارتين ستتقدم أولًا؟ هل تستطيع السيارة الأخرى تخطيها؟ إذا كانت الإجابة بنعم، فاكتب صيغة للمسافة من نقطة البداية التي يحدث فيها ذلك.

c) أنت في سباق سيارات على مضمار مستوٍ مستقيم مع خصم تحتفظ سيارته بعجلة ثابتة $12.0\ m/s^2$. للسيارتين الكتلة نفسها $1000\ kg$. تبدأ السيارتان معًا من السكون. يُفترض أن مقاومة الهواء ضئيلة جدًا. احسب الحد الأدنى للقدرة التي يحتاج إليها محرك سيارتك للفوز بالسباق، مع افتراض أن محصلة القدرة ثابتة والمسافة إلى نقطة النهاية تساوي $0.250\ mi$.

5.54 A car of mass m accelerates from rest along a level straight track, not at a constant acceleration but with constant engine power, P. Assume that air resistance is negligible.

a) Find the car's velocity as a function of time.

b) A second car starts from rest alongside the first car on the same track, but maintains a constant acceleration. Which car takes the initial lead? Does the other car overtake it? If yes, write a formula for the distance from the starting point at which this happens.

c) You are in a drag race, on a straight level track, with an opponent whose car maintains a constant acceleration of $12.0\ m/s^2$. Both cars have identical masses of 1000 kg. The cars start together from rest. Air resistance is assumed to be negligible. Calculate the minimum power your engine needs for you to win the race, assuming the power output is constant and the distance to the finish line is 0.250 mi.

الأستاذ: عبدالكريم وهبة ٠٥٢٥٤٨١١٥٨

•**5.68** لاحظت سائقة أن سرعة سيارتها التي كتلتها 1000 kg تقل من $v_0 = 90.0$ km/h (25.0 m/s) إلى $v = 70.0$ km/h (19.4 m/s) في زمن $t = 6.00$ s أثناء تحرك السيارة على أرض مستوية مع فك تعشيق المسننات احسب القدرة اللازمة للحفاظ على حركة السيارة بسرعة ثابتة $v_{ave} = 80.0$ km/h (22.2 m/s). افترض أن الطاقة تُفقد بمعدل ثابت أثناء التباطؤ.

•**5.68** A driver notices that her 1000 kg car slows from $v_0 =$ 90.0 km/h (25.0 m/s) to $v = 70.0$ km/h (19.4 m/s) in $t = 6.00$ s moving on level ground in neutral gear. Calculate the power needed to keep the car moving at a constant speed, $v_{ave} = 80.0$ km/h (22.2 m/s). Assume that energy is lost at a constant rate during the deceleration.

•**5.72** يتسلق متجول كتلته 65 kg معسكر القاعدة الثاني في ناجا باربات في باكستان على ارتفاع 3900 m بدءًا من معسكر القاعدة الأولى على ارتفاع 2200 m. استغرق التسلق 5.0 h. احسب (a) الشغل المبذول ضد الجاذبية و(b) متوسط محصلة القدرة و(c) معدل إدخال الطاقة مع افتراض أن كفاءة تحويل الطاقة لجسم الإنسان هي 15%.

•**5.72** A 65 kg hiker climbs to the second base camp on Nanga Parbat in Pakistan, at an altitude of 3900 m, starting from the first base camp at 2200 m. The climb is made in 5.0 h. Calculate (a) the work done against gravity, (b) the average power output, and (c) the rate of energy input required, assuming the energy conversion efficiency of the human body is 15%.

5.79 يسحب غزال الرنة مزلجة عبر الجليد بسرعة 3.333 m/s. تبلغ كتلة المزلجة، بما في ذلك السائق والأمتعة، 537.3 kg. عند افتراض أن معامل الاحتكاك الحركي بين نعلي المزلجة والجليد هو 0.1337، ما إجمالي القدرة (بوحدة hp) التي يوفرها غزال الرنة؟

5.79 Reindeer pull a sleigh through the snow at a speed of 3.333 m/s. The mass of the sleigh, including the driver and packages, is 537.3 kg. Assuming that the coefficient of kinetic friction between the runners of the sleigh and the snow is 0.1337, what is the total power (in hp) that the reindeer are providing?

الأستاذ: عبدالكريم وهبة ٠٥٢٥٤٨١١٥٨

الأستاذ: عبدالكريم وهبة ٠٥٢٥٤٨١١٥٨