هيكل الفيزياء حادي عشر متقدم فصل ثاني

عمل / شهد عدنان مقبل
بإشراف استاذ مصطفى حمود.

ربّي عليك توكلت، فلا تضيّع لي تعبًا ولا دعاءً،
وأسألك توفيقًا يلازم خطاي فإن التوفيق من
عندك، وأسألك تسهيلًا لأموري فإن التسهيل من
لطفك، وأسألك نجاحًا يتبعه فلاح، اللهم إن اليسر
جند من جنودك فأيدني به يارب العالمين."

1	Apply the relationship between a particle's kinetic energy, mass, and speed as $K=\frac{1}{2}mv^2$, measured in joules (J) or N.m or $\frac{kgm^2}{s^2}$	Example 5.1	131
		Q.[5.11/5.19]	150

العلاقة بين السرعة والطاقة الحركية ← $K=\frac{1}{2}mv^2$
علاقة طردية

من أهم خصائص الطاقة الحركية :
← كمية قياسية موجبة دائماً
← تساوي صفراً اذا كان الجسم ساكناً
← تعتمد على كتلة الجسم ومربع سرعته

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

* وحدة قياس الطاقة الحركية :
N.m J أو ل $kg.m^2/s^2$
$kg.m^2.s^{-2}$

سرعة ثابتة ← $K=0$

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

(a) mgd (b) $-mgd$ (c) $\frac{1}{2}mv^2$ (d) $-\frac{1}{2}mv^2$ (e) صفر

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

a) $K=\frac{1}{2}mv^2$
$K=\frac{1}{2}\times10\times30^2$
$K_a=4500J$

b) $K=\frac{1}{2}mv^2$
$K=\frac{1}{2}\times\frac{100}{1000}\times60^2$
$K_b=180J$

c) $K=\frac{1}{2}mv^2$
$K=\frac{1}{2}\times\frac{20}{1000}\times300^2$
$K_c=900J$

$K_a > K_c > K_b$

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).

الإرتفاع ← Δy

$K=\frac{1}{2}mv^2$
$v_f^2=v_i^2+2g\Delta y$
$v_f=\sqrt{0+(2\times9.8\times1.3)}=5.04$ m/s
$K=\frac{1}{2}\times2.4\times5.04^2$
$K=30.5J$

2	Identify that electron-volt (eV) is the kinetic energy that an electron gains when accelerated by an electric potential of 1volt	Student Book	131

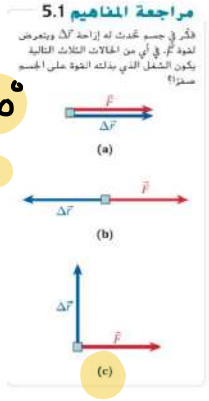
وحدات قياس أخرى للطاقة :
$1eV=1.602\times10^{-19}$ J (للإلكترونات)
1 cal = 4186J (سعرات غذائية)
1 Mt = 4.18×10^{15} J (متفجرات)

3	Show that the work done on a particle by a force F when the particle undergoes a displacement Δr, is given by the scalar product: $W=F\cdot\Delta r=F\Delta r\cos\alpha$.	Figure5.9	134
		Concept Check5.1	134
		Q.[5.9/5.15/5.17]	150

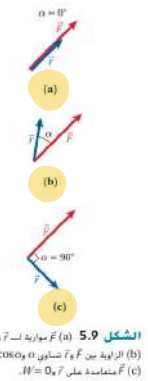
حالتان يكون بهما $W=0$
← تحرك الجسم بسرعة ثابتة
← تعامد f, d (زاوية 90° بين القوة والإزاحة)

θ between f & d 90°
→ W = 0

مراجعة المفاهيم 5.1
أكر في جسم تحدث له إزاحة $\Delta\vec{r}$ وتتعرض لقوة $\vec{F}$ في أي من الحالات الثلاث التالية يكون الشكل الذي بذلته القوة على الجسم صفرًا؟



$\theta=0°$, $W=fd$. بنفس الاتجاه d, f (a)
$\theta=....°$, $W=fd\cos\theta$, θ بينهما d, f (b)
$\theta=90°$, $W=0$ متعامدان d, f (c)
$\cos(90)=0$



الشكل 5.9 (a) $\vec{F}$ موازية لـ $\vec{r}$ و $W=|\vec{F}||\vec{r}|$
(b) الزاوية بين $\vec{F}$ و $\vec{r}$ تساوي α و $W=|\vec{F}||\vec{r}|\cos\alpha$
(c) $\vec{F}$ متعامدة على $\vec{r}$ و $W=0$

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 $x = 0.50\ \text{m}$؟

7.5 J (a	30 J (c	120 J (e
15 J (b	60 J (d	

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F\,dx \rightarrow W = \int_0^{0.5} 120$$

$$W = 15\text{J}$$

5.15 إذا كانت محصلة الشغل المبذول على جسيم تساوي صفرًا، فما الذي يُمكن قوله بشأن سرعة الجسيم؟

يتحرك بسرعة ثابتة

5.17 هل تبذل الأرض أي مقدار من الشغل على القمر بينما يدور في مداره؟

تؤثر الأرض على القمر بقوة متعامدة على اتجاه سرعة القمر لذلك لا يوجد شغل.

4	Define power as the rate at which work is done or energy is transferred.	Student Book	144

القدرة: المعدل الزمني لبذل شغل

قوانين القدرة: $P = \frac{dw}{dt}$, $P = Fv\cos\theta$, $P = \frac{W}{t}$

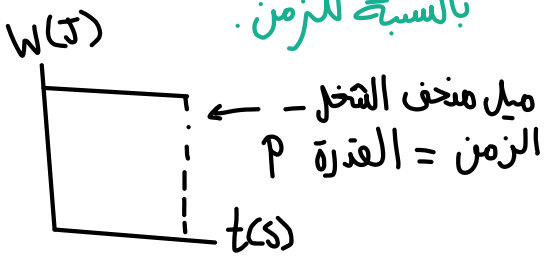
مشتقة الشغل بالنسبة للزمن.

* وحدة قياس القدرة:

Watt = $\text{Kg.m}^2/\text{s}^3$ = N.m/s = J/s

hp

1 horsepower = 746 watt

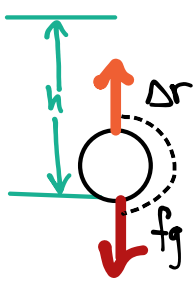


5	Relate the work done by the gravitational force and the gravitational potential energy for an object lifted from rest to a height h as: $\Delta U_g = -W_g$	Student Book	135

الشغل المبذول من قوة الجاذبية:

① رفع / انزال الجسم

الرفع:



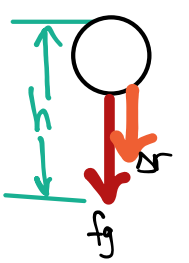
θ between fg and Δr : 180°

cos(180) = -1

$W_g = -\Delta U$

$W_g = -mgh$

إنزال:



θ between fg and Δr : 0

cos(0) = 1

$W_g = \Delta U$

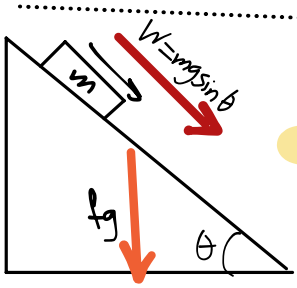
$W_g = mgh$

② هبوط / ارتفاع الجسم على مستوى مائل

ارتفاع:

$W_g = -mg\ \sin\theta \times d$

هبوط:



$W_g = mg\sin\theta \times d$

6	Apply Hook's Law to calculate the spring force, the spring constant, or the displacement of the end of the spring knowing the other two quantities.	Example 5.3	141
		Solved Problem 5.2	142
		Q.[5.42/5.43/5.44]	151

مثال 5.3 ثابت الزنبرك

المسألة 1

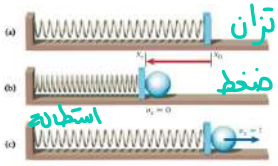
يتدلى زنبرك طوله 15.4 cm رأسيًا من نقطة تثبيت علوية (الشكل 5.14a). وثُبّت في طرفه السفلي ثقل كتلته 0.200 kg فتمدد الزنبرك حتى أصبح طوله 28.6 cm (الشكل 5.14b). أوجد قيمة ثابت الزنبرك؟

$x_1 = 0.154\,m$
$m = 0.2\,kg$
$x_2 = 0.286\,m$
$K = ?$

$f = Kx$
$mg = K(x_2 - x_1)$
$0.2 \times 9.8 = K(0.286 - 0.154)$
$K = 14.84\,N/m$

مسألة محلولة 5.2 انضغاط زنبرك

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



الشكل 5.16 (a) زنبرك في موضع الاتزان. (b) ضغط الزنبرك. (c) تمدد الضغط وتسريع الكرة الصغيرة من العوالة.

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).

$f = 63.5\,N$
$x = 0.0435\,m$
$m = 0.075\,kg$
$V_f = ?$
$V_i = 0$

$W = \Delta K$
$\frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}m(V_f^2 - V_i^2)$

نجد K: $f = Kx$
$63.5 = 0.0435K$
$K = 1460\,N/m$

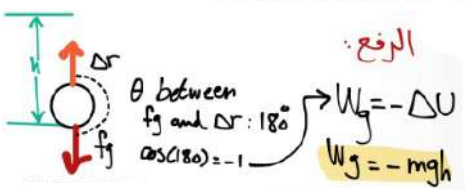
$\frac{1}{2}(1460)(0.0435)^2 = \frac{1}{2}(0.075)(V_f^2 - 0^2)$
$1.381 = 0.0375V_f^2$
$V_f = 6.06\,m/s$

7	(1) Calculate the gravitational potential energy of a particle–Earth system ($U_g = mgy$). (2) Relate the work done by the gravitational force and the gravitational potential energy for an object lifted from rest to a height h as: $\Delta U_g = -W_g$.	Example 6.1	155
		Solved Problem 6.1	156-157

مثال 6.1 رفع الأثقال

المسألة

لنفكر في طاقة الوضع الجذبية في حالة محددة، رافع أثقال يرفع ثقل كتلته m. ما طاقة الوضع الجذبية والشغل المبذول أثناء المراحل المختلفة من عملية الرفع؟



الرفع:
$W_g = -\Delta U$
$W_g = -mgh$
$U_g = mgh$

مسألة محلولة 6.1 الطاقة الناتجة عن شلالات نياجرا

المسألة

يبلغ متوسط كمية المياه الواردة من نهر نياجرا إلى قمة شلالات نياجرا $5520\,m^3$ في الثانية، حيث تسقط المياه من ارتفاع 49.0 m. إذا أمكن تحويل كل طاقة الوضع الناتجة عن هذه الكمية من المياه إلى طاقة كهربائية، فما مقدار الطاقة الكهربائية التي يمكن أن تنتجها شلالات نياجرا؟

$1\,m^3 = 1000\,kg$
$5520 = 5.5 \times 10^6\,kg$
$h = 49\,m$
U_g = الطاقة الكهربائية

$U = mgh$
$U = 5.5 \times 10^6 \times 9.8 \times 49 =$
$U = 2.6 \times 10^9\,J$
$P = \frac{U}{t} \rightarrow \frac{2.6 \times 10^9}{1}$
$P = 2.6 \times 10^9\,W$

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

$K = 440\,N/m$
$x = ?$
$W = 25\,J$

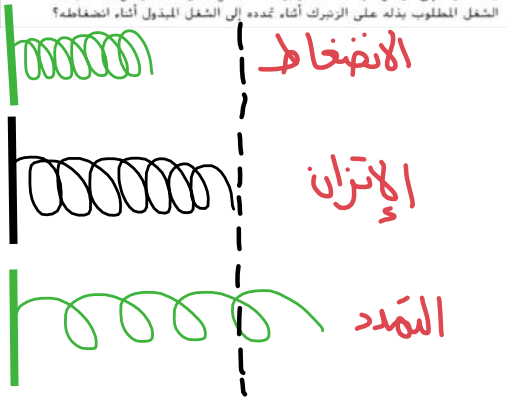
$W = \frac{1}{2}kx^2$
$25 = \frac{1}{2}(440)(x^2)$
$x = 0.337\,m$

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

$x = 0.05\,m$
$W = 30\,J$
$K = ?$

$W = \frac{1}{2}kx^2$
$30 = \frac{1}{2}(0.05)^2 K$
$K = 24000\,N/m$

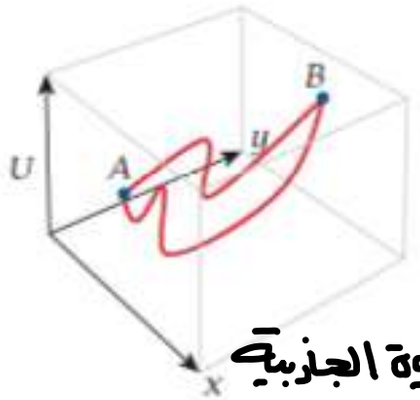
5.44 تعرض زنبرك بثابت زنبرك k لانضغاط ابتدائي لمسافة x_0 عن موضع اتزانه. بعد العودة إلى موضع اتزانه، تمدد الزنبرك مسافة x_0 عن هذا الموضع. ما نسبة الشغل المطلوب بذله على الزنبرك أثناء تمدده إلى الشغل المبذول أثناء انضغاطه؟



نسبة الشغل من التمدد إلى الانضغاط: 1:1

8	(1) Identify that the work done by a conservative force along a closed path is zero: $W_{(A\to B)} + W_{(B\to A)} = 0$. (2) Identify that for a particle moving between two points, the work done by a conservative force does not depend on the path taken by the particle : $W_{(A\to B),path\,1} = W_{(A\to B),path\,2}$	Student Book	157-159

القوى المحافظة



التعريف

القوة المحافظة هي أي قوة يكون مقدار الشغل المبذول لها في أي مسار مغلق صفرا. وتسمى القوة التي لا تستوفي هذا الشرط **قوة غير محافظة**.

* الشغل الذي تبذله قوة أثناء انتقال جسم على المسار (1) من النقطة (A) إلى النقطة B، يساوي بالمقدار ويعاكس بالإشارة إلى الشغل الذي تبذله تلك القوة أثناء انتقال الجسم على المسار (2) من النقطة (B) إلى النقطة (A)، ويعبر ذلك رياضيا بـ :

$$W_{A\to B} = -W_{B\to A}$$

- قوة الجاذبية
- قوة النابض : $F_x = -kx$

← لا يعتمد الشغل للقوى المحافظة على المسار بل على نقطتي البداية والنهاية.

القوى الغير محافظة :

* الشغل الذي تبذله على الجسم لا يمكن استعادته بشكل كامل، الشغل الكلي في مسار مغلق $\neq 0$.

← يعتمد على المسار المسلوك.

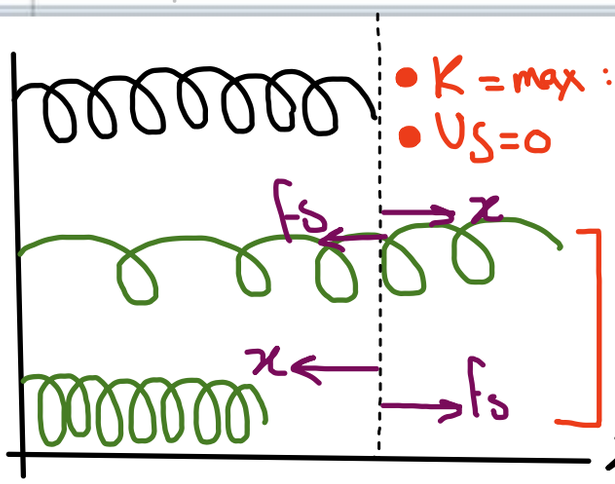
9	State the law of conservation of mechanical energy: "For a mechanical process that occurs inside an isolated system and involves only conservative forces, the total mechanical energy is conserved; $\Delta E_{mech} = \Delta K + \Delta U = 0$ or $K + U = K_0 + U_0$.	Student Book	157-159

الحفاظ على الطاقة الميكانيكية ← $K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

(في القوى المحافظة)

$$\frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_2$$

10	Solve problems related to work and energy for the spring force	Student Book	168
		Solved Problem 6.4	169
		Q.[6.48/6.49]	184



• $K = max$: $x = 0$ الإتزان
• $U_S = 0$

قوة الزنبرك: $F = kx$
شغل الزنبرك: $W = \frac{1}{2}kx^2$

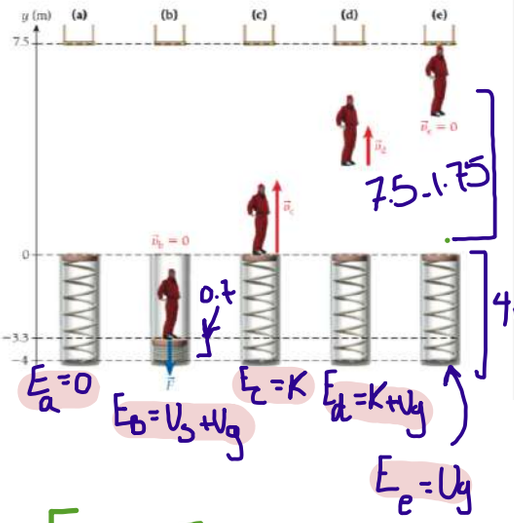
عند اقصى ازاحة (استطالة/انضغاط):
• $U_S = max$
• $K = 0$

قوة الإرجاع F_S: دائماً بعكس اتجاه الإزاحة.

مسألة محلولة 6.4 عرض القذيفة البشرية

في حركة أكروباتية مفضلة في السيرك، يطلق عليها "القذيفة البشرية"، يتم إطلاق شخص من برميل طويل، يصحب ذلك عادةً قدر كبير من الدخان مع صوت قرع شديد لإضفاء جو مسرحي على المشهد. قبل أن يخترع الأخوان زاكّيني مدفع الهواء المضغوط لإطلاق القذائف البشرية في عشرينيات القرن العشرين، استخدم الإنجليزي جورج فاريني مدفعًا يعمل بانضغاط الزنبرك لهذا الغرض في سبعينيات القرن التاسع عشر.

افترض أن شخصًا ما يريد إعادة اختراع حركة القذيفة البشرية التي تعمل بزنبرك التي ابتكرها فاريني باستخدام زنبرك داخل برميل. واقترض أن طول البرميل يبلغ 4.00 m ويحتوي على زنبرك يتمدد بطول البرميل بأكمله. إضافة إلى ذلك، وضع البرميل قائم. لذا فهو يتجه بشكل رأسي نحو سقف خيمة السيرك. يتم خفض القذيفة البشرية داخل البرميل مع ضغط الزنبرك إلى درجة معينة. ثم تُضاف قوة خارجية لضغط الزنبرك بشكل أكبر، حتى 0.70 m فقط. وعند ارتفاع 7.50 m فوق الجزء العلوي للبرميل، توجد نقطة في الخيمة من المفترض أن تلمسها القذيفة البشرية التي طولها 1.75 m وكتلة 68.4 kg. عند أعلى نقطة في مسارها. وبإزالة القوة الخارجية، تحرّر الزنبرك وانطلقت القذيفة البشرية رأسيًا إلى أعلى.



1.75m : طول الرجل

المسألة 1

ما قيمة ثابت الزنبرك المطلوبة لتحقيق هذه الحركة البهلوانية؟

نختار موضعين من الرسم لايجاد K:

$E_e = E_B$

$U_g = U_S + U_g$

$mgh = \frac{1}{2}kx^2 + mgh$

$(68.4 \times 9.8 \times (7.5 - 1.75)) = (\frac{1}{2}k(-3.3)^2) + (68.4 \times 9.8 \times -3.3)$

$3854.34 = 5.445K - 2212$

$K = 1114.1\ N/m$

$E_c = E_e$

$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ (1.75)

$\frac{68.4}{2}v^2 = 68.4 \times 9.8 \times (7.5 \downarrow$

$v = 10.6\ m/s$

المسألة 2

ما السرعة التي تصل إليها القذيفة البشرية عند مرورها بموضع اتزان الزنبرك؟

6.48 قالب كتلته 0.773 kg على زنبرك ثابته 239.5 N/m يتأرجح رأسيًا بسعة 0.551 m. ما سرعة هذا القالب على مسافة 0.331 m من موضع الاتزان؟

$$E_i = E_f$$

$$\frac{1}{2}kx_i^2 = \frac{1}{2}kx_f^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{1}{2}\times 239.5 \times 0.551^2 = \frac{1}{2}\times 239.5 \times 0.331 + \left(\frac{1}{2}\times 0.773\, v_f^2\right)$$

$$v_f = 7.75 \text{ m/s}$$

6.49 تمدد زنبرك بقوة $k = 10.0$ N/cm بشكل ابتدائي مسافة 1.00 cm عن طول اتزانه.

a) ما مقدار الطاقة الإضافية اللازم لزيادة تمديد الزنبرك إلى 5.00 cm عن طول اتزانه؟

b) من هذا الموقع الجديد، ما مقدار الطاقة اللازمة لانضغاط الزنبرك ليقل طوله 5.00 cm عن موضع اتزانه؟

المطلوب

$K = 10 \text{ N/cm}$

$\frac{10\text{N}}{\text{cm}} \times \frac{100\text{cm}}{1\text{m}}$

$K = 1000 \text{ N/m}$

$x_1 = 0.01\text{m}$

$x_2 = 5\text{m}$

$U_{s_1} + K_1 = U_{s_2}$

$\left(\frac{1}{2}\times 1000 \times 0.01^2\right) + K = \frac{1}{2}\times 1000 \times 0.05^2$

(a)

$K = 1.2 \text{ J}$

$x_i = 0.05\text{m}$

$x_f = -0.05\text{m}$

طاقة $K = ?$

المطلوب

$\frac{1}{2}kx_i^2 + K = \frac{1}{2}kx_f^2$

(B)

$\frac{1}{2}(1000)(0.05)^2 + K = \frac{1}{2}(1000)(-0.05)^2$

$K = 0 \text{ J}$

		Figure 6.11	167
12	Show that for a one-dimensional case, the work-kinetic energy theorem is equivalent to newton's second law $\left[\left(\frac{1}{2}mv_x^2\right)-\left(\frac{1}{2}mv_o^2\right)\right]=ma_x(x-x_o)=F_x\Delta x=W$.	Student Book	135

نظرية الشغل - الطاقة الحركية:

$$W=\Delta K$$

$$fd\cos\theta=\frac{1}{2}m(v_f^2-v_i^2)$$

13	Relate momentum to kinetic energy $K=\frac{p^2}{2m}$	Student Book	190
		Q.[7.25]	217
14	Apply the conservation of linear momenta for an isolated system of particles to relate the initial momenta of the particles to their final momenta at any later instant.	Student Book	194-195
		Student Book	196

$$p_{1x}=p_{2x}$$

$$m_1v_{1i}+m_2v_{2i}=m_1v_{f_1}+m_2v_{f_2}$$

$m_1=1200kg$

$m_2=\frac{11}{2}m_1$

$v_1=72mph$

$v_2=\frac{2}{3}v_1$

7.25 سيارة كتلتها 1200 kg، تتحرك بسرعة 72.0 mph على طريق سريع. تتخطى سيارة رياضية متعددة الأغراض صغيرة كتلتها أكبر بمقدار $\frac{11}{2}$ مرة. وتتحرك بسرعة تصل إلى 2/3 من سرعة السيارة.

a) ما نسبة كمية حركة السيارة الرياضية متعددة الأغراض إلى كمية حركة هذه السيارة؟

a) ما نسبة الطاقة الحركية للسيارة الرياضية متعددة الأغراض إلى الطاقة الحركية لهذه السيارة؟

(a) $\frac{p_2}{p_1}\rightarrow\frac{m_2v_2}{m_1v_1}\rightarrow\frac{\frac{11}{2}m_1\times\frac{2}{3}v_1}{m_1\times v_1}=\frac{11}{3}$

(b) $\frac{K_2}{K_1}\rightarrow\frac{\frac{1}{2}m_2v_2^2}{\frac{1}{2}m_1v_1^2}\rightarrow\frac{\frac{1}{2}\times\frac{11}{2}m\left(\frac{2}{3}v_1\right)^2}{\frac{1}{2}m_1v_1^2}$

$\frac{11}{2}\times\left(\frac{2}{3}\right)^2=\frac{22}{9}$

15	Apply the conservation laws of momentum and total kinetic energy for elastic collisions in one dimension to relate the initial kinetic energies and momenta of the two colliding bodies before collision to their final kinetic energies and momenta after collision.	Student Book	196
		Q.[7.51]	219
	(1) Apply the equation ($W=F\cdot\Delta r=F\Delta r\cos\alpha$) to calculate the work done on an object by a constant force by taking the dot product of the force vector F and the displacement vector Δr.		

الحالة الخاصة	ناتج التصادم
الجسمان يتحركان والكتلتان متساويتان	يتبادل الجسمان السرعة وكمية الحركة بينهما
احد الجسمان ساكن والكتلتان متساويتان	يتوقف الجسم المتحرك ويتحرك الجسم الساكن بنفس السرعة الإبتدائية للجسم المتحرك
الجسم المتوقف أكبر من الجسم المتحرك	يرتد الجسم المتحرك إلى الخلف ويتغير اتجاه حركته
الجسم المتحرك أكبر من الجسم الساكن	تتحرك الكتلة المتحركة في نفس الإتجاه ولكن تقل سرعتها وكمية حركتها
الجسم الساكن أكبر بكثير من الجسم المتحرك	يظل الجسم الساكن في وضع السكون تقريبا ويعكس الجسم المتحرك سرعته
الجسم المتحرك أكبر بكثير من الجسم الساكن	يتحرك الجسم الساكن بضعف السرعة الإبتدائية للجسم المتحرك ويظل الجسم المتحرك بنفس سرعته المتجهة تقريبا

أحد الجسمان بدأ الحركة من السكون

معادلتا إيجاد السرعة النهائية لجسمان تصادما تصادما مرنا في بعد واحد

$$v_{f1,x}=\left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)v_{i1,x}+\left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right)v_{i2,x}$$
$$v_{f2,x}=\left(\frac{2m_1}{m_1+m_2}\right)v_{i1,x}+\left(\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\right)v_{i2,x}.$$

7.51 اصطدمت كرة كتلتها 0.280 kg تصادمًا مرنًا مواجهًا مع كرة أخرى في وضع سكون مبدئيًا. تحركت الكرة الثانية بمقدار نصف السرعة الأصلية للكرة الأولى.

a) ما كتلة الكرة الثانية؟

b) ما نسبة الطاقة الحركية الأصلية ($\Delta K/K$) التي انتقلت إلى الكرة الثانية؟

$m_1=0.28kg$

$V_{2i}=0$

$V_{f2}=\frac{1}{2}V_{i1}$

$m_2=?$

$$V_{f2}=\left(\frac{2m_1}{m_1+m_2}\right)V_{i1}+\left(\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\right)V_{i2}\ 0$$

$$\frac{1}{2}V_i=\left(\frac{2\times0.28}{0.28+m_2}\right)V_i$$

a

$$\frac{1}{2}=\frac{2\times0.28}{0.28+m_2}$$

$m_2=0.84kg$

$$\frac{K_{f2}}{K_{i1}}=\frac{\frac{1}{2}m_2V_{f_2}^2}{\frac{1}{2}mV_{f_1}^2}$$

b

$$\frac{0.84\left(\frac{1}{2}V_i\right)^2}{0.28(V_i)^2}\rightarrow\frac{0.84\times\frac{1}{2}^2}{0.28}=\frac{3}{4}$$

$=75\%$

16	(1) Apply the equation ($W=F\cdot dr=Fdr\cos\alpha$) to calculate the work done on an object by a constant force by taking the dot product of the force vector F and the displacement vector Δr. (2) Apply the relationship between average power, the work done by a force or the associated energy transfer, and the time interval in which that work is done, or energy is transferred ($Pavg=\frac{W}{\Delta t}$).	Q.(5.26/5.30/5.32/5.33)	151

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

$W=fd\cos\theta$

$W=5\times12\cos(0)$

$W=60$

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؟

P

$W_P=fd\rightarrow 200\times4=800\,J$

$W_{f_K}=-fd\rightarrow -150\times4=-600\,J$

$800-600=200\,J$

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؟

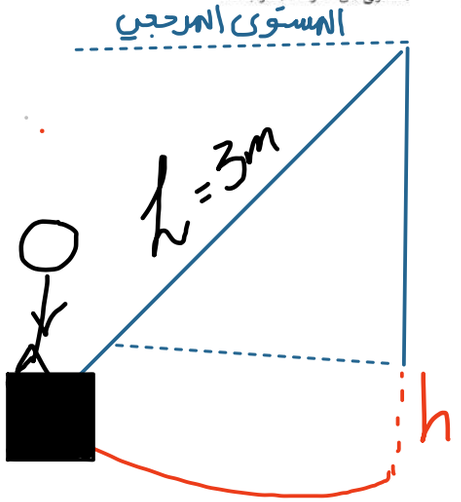
$m=25kg$

$l=3m$

$\theta=33.6^\circ$

$v_i=0$

$v_f=?$



$h=l(1-\cos\theta)$

$h=3(1-\cos(33.6))$

$h=0.5m$

$W=\Delta K$

$mgh=\frac{1}{2}m(v_f^2-v_i^2)$

$25\times9.8\times0.5=\frac{1}{2}\times25\times(v_f^2-0)$

$v_f=3.13m/s$

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

$f_1=(4.79,-3.79,2.09)$

$r=(4.25,3.69,-2.45)$

$W=fd$

$W_x=f_xd_x$

$W_y=f_yd_y$

$W_z=f_zd_z$

$W_x=4.79\times4.25=$

$W_x=20.35J$

$W_y=-3.79\times3.69$

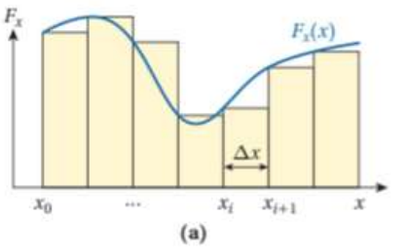
$W_y=-13.98J$

$W_z=2.09\times-2.45=-5.12\,J$

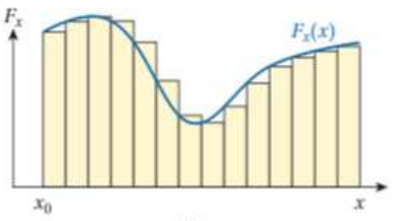
$W_{tot}=20.35-13.98-5.12=1.25\,J$

17	(1) Calculate graphically the work done on an object from an initial to a final position using a force versus position graph. (2) Solve problems related to work done by a general variable force. (3) Apply the work-kinetic energy theorem to situations where an object is moved by a variable force.	Figure 5.13 Q.[6.78]	139 186

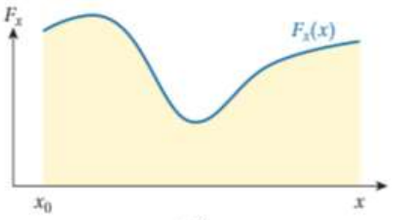
ينتج الرسم البياني للقوة والإزاحة الشغل الذي تبذله قوة ما
وتستخدم هذه الطريقة للقوة المتغيرة .



(a)



(b)



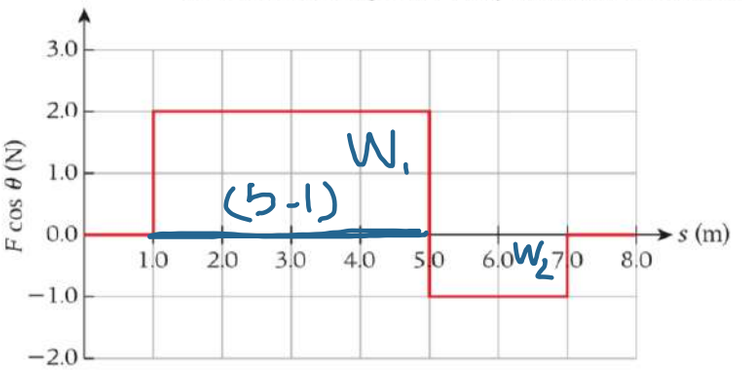
(c)

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 تساوي بالضبط المساحة أسفل المنحنى.

6.78 يوضّح التمثيل البياني المركَّبة ($F\cos\theta$) للقوة المحصلة التي تؤثر في قالب كتلته 2.00 kg أثناء تحركه على سطح أفقي مستوٍ. أوجد

a) محصلة الشغل المبذول على القالب؛

b) السرعة النهائية للقالب إذا بدأ من وضع السكون عند s = 0.



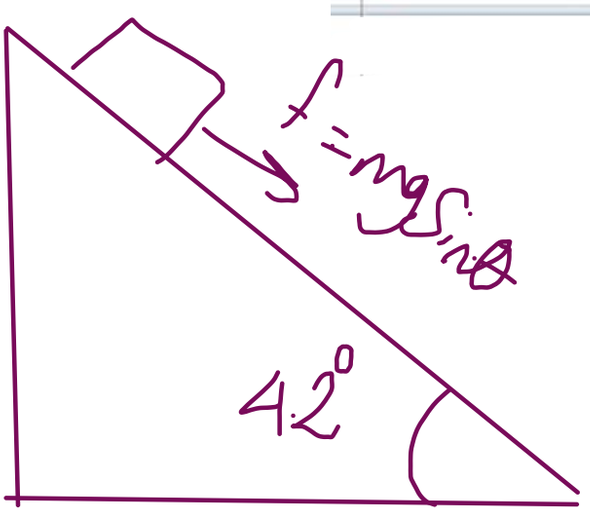
$W_1 = (5-1)\times 2 = 8$

$W_2 = (7-5)\times -1 = -2$

$8 - 2$

$W_{tot} = 6\,J$

18	(1) Determine the instantaneous power by taking the dot product of the force vector and an object's velocity vector. (2) Relate the total energy to the mechanical energy plus the other forms of energy in the presence of nonconservative forces: $E_{total} = E_{mechanical} + E_{other} = K + U + E_{other}$. (3) Generalize the work-energy theorem, in the presence of nonconservative forces: $W_f = \Delta K + \Delta U$	Solved Problem (5.4) Solved Problem (6.6) Q.[6.55/6.56]	147 176 184



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 الـ ـاج ليصعد المنحدر نفسه بالسرعة نفسها؟

سرعة ثابتة : $V_i = V_f$

$V = 5.1\,m/s$

$m = 82.5\,kg$

$P = ?$

$P = 2 \cdot mg\sin\theta \cdot V$

صعود + هبوط

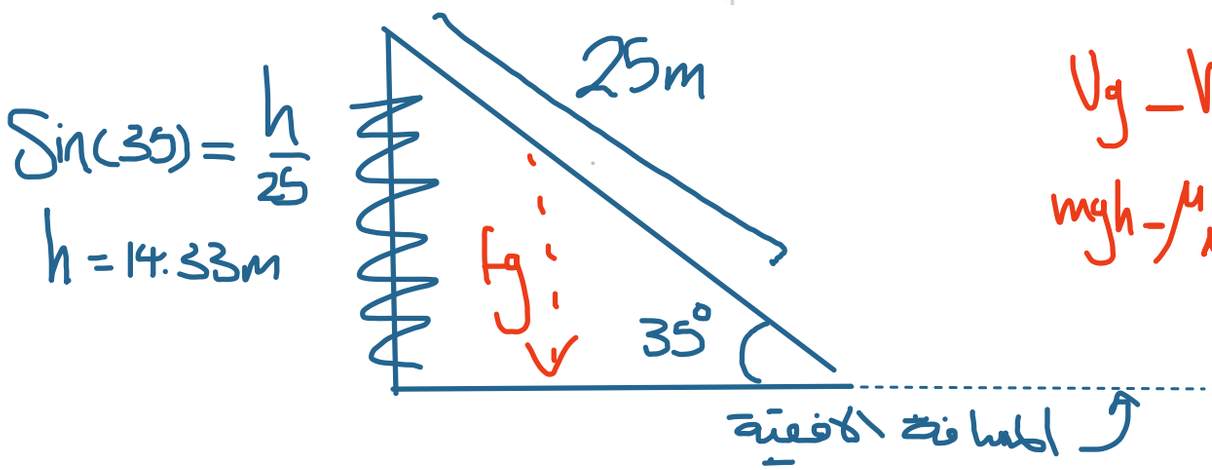
$P = 2\times 82.2\times 9.8\times \sin(4.2)\times 5.1$

$P = 602\,W$

مسألة محلولة 6.6 — التزلج على تل

المسألة

يركب صبي زلاجةً تبدأ من وضع السكون وينزلق إلى أسفل تل مغطى بالثلج. تبلغ كتلة الصبي والزلاجة معًا 23.0 kg. وتبلغ زاوية انحدار التل $\theta = 35.0°$ على المحور الأفقي. بينما يبلغ طول سطح التل 25.0 m. عندما يصل الصبي والزلاجة إلى سفح التل، فإنهما يستمران في التزلج على مساحة أفقية مغطاة بالثلج. يبلغ معامل الاحتكاك الحركي بين الزلاجة والثلج 0.100. ما المسافة التي سيتحركها الصبي والزلاجة على المساحة الأفقية قبل التوقف؟



$$\sin(35) = \frac{h}{25}$$

$$h = 14.33m$$

$$U_g - W_{f_K} = W_{f_K}$$

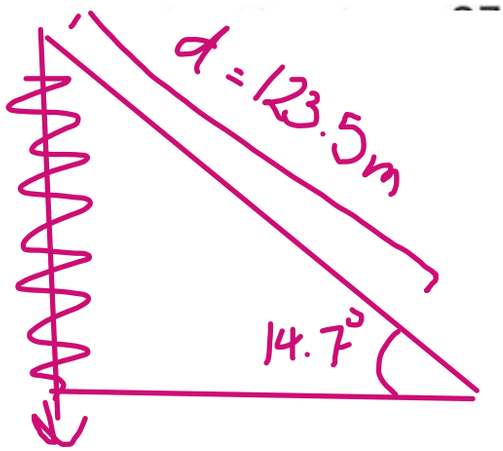
$$mgh - \mu_K mg\cos\theta \cdot d = \mu_K mgd$$

$$(23\times9.8\times14.33) - (0.1\times23\times9.8\times25) = (0.1\times23\times9.8d)$$

$$d = 118.3\,m$$

6.55 ما مقدار الطاقة الميكانيكية التي تُفقد بسبب الاحتكاك إذا كان متزلّج كتلته 55.0 kg يهبط منحدر تزلج بسرعة ثابتة 14.4 m/s؟ علمًا بأن طول المنحدَر 123.5 m ويصنع زاوية 14.7° مع المستوى الأفقي.

$V_i = V_f$



$$E_i - W_{f_K} = E_f$$

$$K_1 + U_g - W_{f_K} = K_2$$

$$\frac{1}{2}mv_i^2 + mgh - W_{f_K} = K_2$$

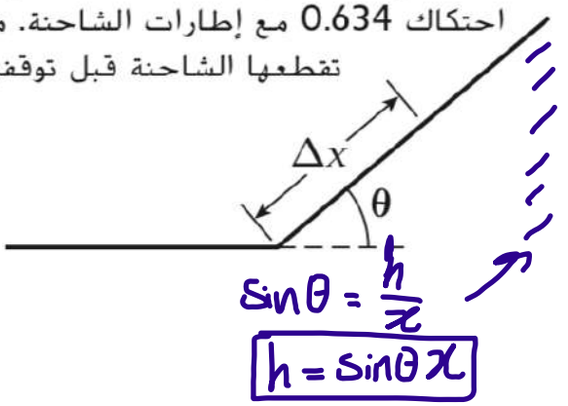
$$\frac{1}{2}(55)(14.4^2) + (55\times9.8\times31.33) - W_{f_K} = \frac{1}{2}\times55\times14.4^2$$

$$\sin(14.7) = \frac{h}{123.5}$$

$$h = 31.33m$$

$$W_{f_K} = -1.6\times10^4\,J$$

• **6.56** شاحنة كتلتها 10,212 kg تتحرك بسرعة 27.4 m/s فتعطلت مكابحها. لحسن الحظ، وجد السائق طريقًا جانبيًا للخروج، عبارة عن منحدر مغطى بالحصى بحيث يستخدم الاحتكاك لإيقاف شاحنة في مثل هذا الحالة؛ انظر الشكل. في هذه الحالة، يصنع المنحدَر زاوية $\theta = 40.15°$ مع المستوى الأفقي، وللحصى معامل احتكاك 0.634 مع إطارات الشاحنة. ما المسافة على طول المنحدَر (ΔX) التي تقطعها الشاحنة قبل توقفها؟



$$E_i - W_{f_K} = E_f$$

$$\frac{1}{2}mv_i^2 - \mu_K mg\cos\Delta x = mgh$$

$$\sin\theta = \frac{h}{x}$$

$$h = \sin\theta\, x$$

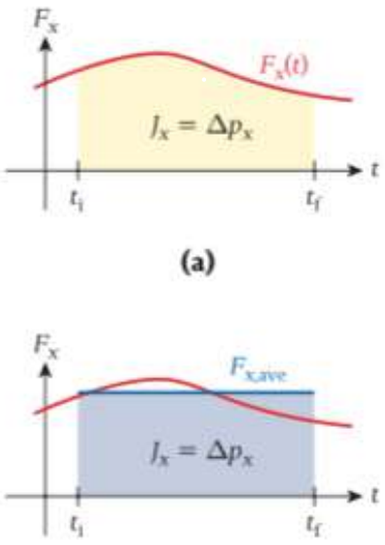
$$\frac{1}{2}\times 27.4^2 - (0.634\times 9.81\cos(40.15))\Delta x = 9.8\Delta x \sin(40.15)$$

$$\Delta x = 33.9\,m$$

		Q.[6.55/6.56]	184
19	(1) Calculate the elastic potential energy of a mass–spring system: $U=\frac{1}{2}kx^2$ (2) Apply the law of conservation of mechanical energy to a mass-spring system to calculate different physical quantities (spring constant, displacement from equilibrium position or velocity at any time, or other).	Solved Problem (5.2)	174
		Q.[6.48/6.49/6.50(a)]	184

تكرر بالهيكل، بالصفحات السابقة.

20	Apply the relationship between impulse, change in momentum, average force, and the time interval over which the impulse acts on the object to calculate unknown physical quantities.	Figure7.3	191
		Example7.1	192
		Q.[7.30]	217/218



الشكل 7.3 (a) الدفع (المنطقة الصفراء) هو تكامل القوة بالنسبة إلى الزمن؛ (b) الدفع ذاته الناتج عن متوسط القوة.

مثال 7.1 الضربة إلى خارج الملعب في كرة البيسبول

يرمي الرامي في دوري كرة البيسبول كرة سريعة تعبر القاعدة الرئيسة بسرعة قدرها 90.0 mph (40.23 m/s) وبزاوية 5.0° أسفل المستوى الأفقي. ويضربها الضارب بقوة إلى خارج الملعب، حيث بدأت بسرعة 110.0 mph (49.17 m/s) وبزاوية 35.0° أعلى من المستوى الأفقي (الشكل 7.4). يلزم أن تكون كتلة كرة البيسبول بين 5 و5.25 oz. لنفترض أن كتلة الكرة هنا تساوي 5.10 oz (0.145 kg).

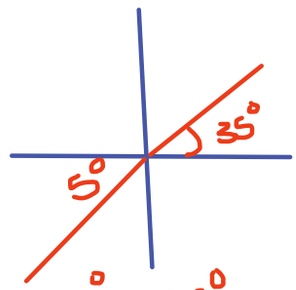
ΔP_x

$mv_{xf} - mv_{xi}$

$\Delta P_x = \Delta P_{xf} - \Delta P_{xi}$

$\Delta P_x = (0.145 \times 49.17 \cos(35)) - (0.145 \times 49.17 \cos(185))$

$\Delta P_x = 11.65 \text{ kg.m/s}$



$5° \rightarrow 185°$ مع الموجب

ΔP_y

$\Delta P_y = \Delta P_{yf} - \Delta P_{yi}$

$(0.145 \times 49.17 \sin(35)) - (0.145 \times 40.23 \sin(185))$

$\Delta P_y = 4.59 \text{ kg.m/s}$

$\sqrt{4.59^2 + 11.65^2}$

المحصلة فيثاغورس

$\Delta P = 12.5 \text{ kg.m/s}$