## ما تعلمناه | دليل المذاكرة للاختبار

- طاقة الوضع، $U$، هي الطاقة المختزنة في نظام مكون من أجسام يبذل بعضها قوى على بعض.
- تعرَّف طاقة الوضع الجذبية بأنها $U_g = mgy$.
- طاقة الوضع المرتبطة باستطالة زنبرك من نقطة اتزانه عند $x = 0$ هي $U_s(x) = \frac{1}{2}kx^2$
- القوة المحافظة هي قوة يكون مقدار الشغل المبذول لها عبر أي مسار مغلق صفرًا. وتسمى القوة التي لا يتحقق فيها هذا الشرط قوة غير محافظة.
- بالنسبة إلى أي قوة محافظة، يساوي التغير في طاقة الوضع، بسبب إعادة الترتيب المكاني للنظام، سالبَ الشغل الذي تبذله القوة المحافظة أثناء إعادة الترتيب المكاني هذه.
- العلاقة بين طاقة الوضع والقوة المحافظة المقابلة هي $\Delta U = U(x) - U(x_0) = -\int_{x_0}^{x} F_x(x')\,dx'$.
- في الحالات ذات البُعد الواحد، يمكن الحصول على مركَّبة القوة من طاقة الوضع باستخدام $F_x(x) = -\frac{dU(x)}{dx}$
- الطاقة الميكانيكية، $E$، هي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع: $E = K + U$.
- تُحفظ الطاقة الميكانيكية الكلية لأي عملية ميكانيكية تحدث داخل نظام معزول بشمل قوى محافظة فقط $\Delta E = \Delta K + \Delta U = 0$. وتوجد طريقة بديلة للتعبير عن هذا القانون الخاص بحفظ الطاقة الميكانيكية، وهي $K + U = K_0 + U_0$.
- تُحفظ الطاقة الكلية – أي مجموع كل أشكال الطاقة، سواء أكانت ميكانيكية أم غيرها – في النظام المعزول دائمًا. ويشمل ذلك القوى المحافظة وكذا القوى غير المحافظة: $E_{total} = E_{mechanical} + E_{other} = K + U + E_{other}$ = ثابت.
- يمكن حل مسائل القوى غير المحافظة باستخدام نظرية الشغل – الطاقة: $W_f = \Delta K + \Delta U$.
- في نقاط الاتزان المستقرة، تنتج عن الاضطرابات البسيطة ذبذبات صغيرة حول نقطة الاتزان؛ وعند نقاط الاتزان غير المستقرة، تنتج عن الاضطرابات البسيطة حركة تسارعية بعيدًا عن نقطة الاتزان.
- نقاط الانقلاب هي نقاط تكون عندها الطاقة الحركية صفرًا وعندها تنقل القوة المحصلة الجسم بعيدًا عن النقطة.

www.almanahj.com

## أسئلة الاختيار من متعدد صفحة 182

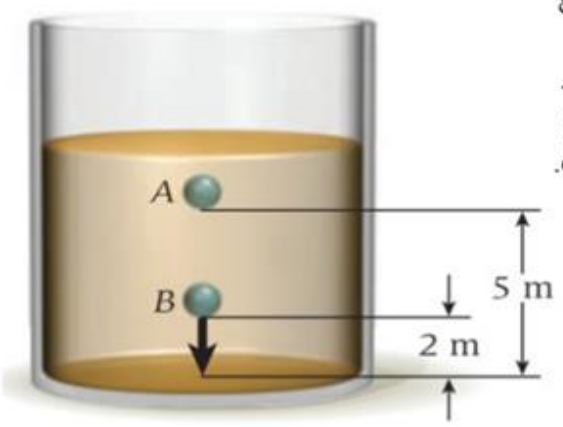
**6.1** انزلق قالب كتلته 5.0 kg دون احتكاك بسرعة 8.0 m/s على سطح طاولة أفقي حتى اصطدم بزنبرك أفقي والتصق به (ثابت الزنبرك $k$ = 2000. N/m وكتلته صغيرة للغاية). وكان الزنبرك متصلًا بجدار. إلى أي مدى ينضغط الزنبرك قبل أن تصل الكتلة إلى وضع السكون؟

A) 0.40 m
b) 0.54 m
c) 0.30 m
d) 0.020 m
e) 0.67 m

**6.2** يتأرجح بندول في مستوى رأسي. عند أسفل نقطة من مسار التأرجح، تكون الطاقة الحركية 8 J وطاقة الوضع الجذبية 4 J. وعند أعلى نقطة من مسار التأرجح، تكون الطاقة الحركية وطاقة الوضع الجذبية كما يلي

a) الطاقة الحركية = 0 J وطاقة الوضع الجذبية = 4 J.
b) الطاقة الحركية = 12 J وطاقة الوضع الجذبية = 0 J.
c) الطاقة الحركية = 0 J وطاقة الوضع الجذبية = 12 J.
d) الطاقة الحركية = 4 J وطاقة الوضع الجذبية = 8 J.
e) الطاقة الحركية = 8 J وطاقة الوضع الجذبية = 4 J.

**6.3** أُفلتت كرة كتلتها 0.50 kg من وضع السكون عند نقطة A ترتفع 5.0 m فوق قاع خزان للزيت، كما هو موضح في الشكل. عند النقطة B التي ترتفع 2.0 m عن قاع خزان الزيت، بلغت سرعة الكرة 6.0 m/s. يكون الشغل المبذول على الكرة بواسطة قوة احتكاك السائل




a) +15 J.
b) +9 J.
c) -15 J.
d) -9 J.
e) -5.7 J.

**6.4** ألقى طفل ثلاث كرات زجاجية متماثلة من الارتفاع نفسه عن الأرض لتهبط على سطح مستوٍ لأحد المباني. وأُطلقت الكرات الزجاجية بالسرعة الابتدائية نفسها. أُلقيت الكرة الزجاجية الأولى، الكرة A، بزاوية 75° فوق المستوى الأفقي، بينما أُلقيت الكرتان B وC بزاويتي إطلاق 60° و45° على التوالي. متجاهلًا مقاومة الهواء، رتِّب الكرات الزجاجية وفق سرعات اصطدامها بالسطح.

a) A < B < C
b) C < B < A
c) A وC لهما السرعة نفسها؛ وB لها سرعة أقل.
d) B لها أعلى سرعة؛ وA وC لهما السرعة نفسها.
e) كل من A وB وC تصطدم بالسطح بالسرعة نفسها.

www.almanahj.com

**6.5** أي مما يلي لا يُعد دالة طاقة وضع صحيحة لقوة الزنبرك $F = -kx$؟

a) $(\frac{1}{2})kx^2$
b) $(\frac{1}{2})kx^2 + 10$ J
c) $(\frac{1}{2})kx^2 - 10$ J
d) $-(\frac{1}{2})kx^2$
e) لا شيء مما سبق صحيح.

**6.6** تستخدمُ يدك لتمديد زنبرك إلى إزاحة $x$ من موضع اتزانه، ثم تُعيده ببطء إلى ذلك الموضع. أي من العبارات التالية صحيحة؟

a) $\Delta U$ للزنبرك موجبة.
b) $\Delta U$ للزنبرك سالبة.
c) $\Delta U$ لليد موجبة.
d) $\Delta U$ لليد سالبة.
e) لا شيء من العبارات السابقة صحيح.

**6.7** في السؤال 6، ما الشغل المبذول باليد؟

a) $-(\frac{1}{2})kx^2$
b) $+(\frac{1}{2})kx^2$
c) $(\frac{1}{2})mv^2$، حيث v سرعة اليد
d) صفر
e) لا شيء مما سبق

**6.8** أي مما يلي لا يُعد وحدة طاقة؟

a) نيوتن متر
b) جول
c) كيلوواط–ساعة
d) $kg\ m^2/s^2$
e) كل ما سبق وحدات للطاقة.

**6.9** زنبرك ثابته 80. N/m. ما مقدار طاقة الوضع التي يخزّنها عند تمديده بمقدار 1.0 cm؟

a) $4.0 \cdot 10^{-3}$ J
b) 0.40 J
c) 80 J
d) 800 J
e) 0.8 J

**6.10** ما أقصى عجلة تكتسبها القذيفة البشرية الواردة في "المسألة المحلولة 6.4"؟

a) 1.00g
b) 2.14g
c) 3.25g
d) 4.48g
e) 7.30g

**6.11** بالنسبة إلى جسم ينزلق على الأرض، تسلك قوة الاحتكاك

a) الاتجاه نفسه الذي تسلكه الإزاحة دائمًا.
b) اتجاهًا متعامدًا على الإزاحة دائمًا.
c) اتجاهًا معاكسًا للإزاحة دائمًا.
d) الاتجاهَ نفسه الذي تسلكه الإزاحة، أو اتجاهًا معاكسًا للإزاحة، حسب قيمة معامل الاحتكاك الحركي.

**6.12** تختلف بعض القوى في الطبيعة مع معكوس مربع المسافة بين جسمين. بالنسبة إلى قوة كهذه، كيف تختلف طاقة الوضع مع المسافة بين الجسمين؟

www.almanahj.com

a) تختلف طاقة الوضع مع المسافة.
b) تختلف طاقة الوضع مع مربع المسافة.
c) تختلف طاقة الوضع مع معكوس المسافة.
d) تختلف طاقة الوضع مع معكوس مربع المسافة.
e) لا تعتمد طاقة الوضع على المسافة.

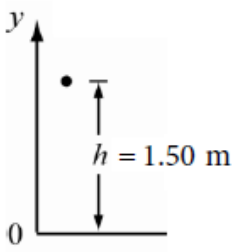
**6.13** أُلقيت كرة بيسبول من أعلى مبنى. وكانت مقاومة الهواء تؤثر في كرة البيسبول أثناء سقوطها. أي من العبارات التالية تُعد صحيحة؟

a) يساوي التغير في طاقة الوضع لكرة البيسبول أثناء سقوطها الطاقةَ الحركية لكرة البيسبول قبل اصطدامها بالأرض مباشرة.
b) يكون التغير في طاقة الوضع لكرة البيسبول أثناء سقوطها أكبر من الطاقة الحركية لكرة البيسبول قبل اصطدامها بالأرض مباشرة.
c) يكون التغير في طاقة الوضع لكرة البيسبول أثناء سقوطها أصغر من الطاقة الحركية لكرة البيسبول قبل اصطدامها بالأرض مباشرة.
d) يساوي التغير في طاقة الوضع لكرة البيسبول الطاقةَ المفقودة بسبب الاحتكاك الناتج عن مقاومة الهواء أثناء سقوط الكرة.

# تمارين صفحة 183

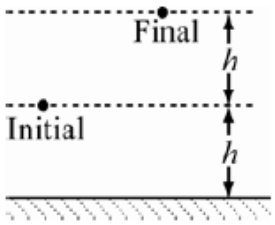
## القسم 6.1

**6.31** ما طاقة الوضع الجذبية لكتاب كتلته 2.00 kg يرتفع عن سطح الأرض بمسافة 1.50 m؟




$U_g = mgh.$ $U_g = 29.4\ \text{J}.$

**6.32** a) إذا كانت طاقة الوضع الجذبية لحجر كتلته 40.0 kg هي 500 J بالنسبة إلى القيمة صفر على الأرض، فما ارتفاع الحجر عن الأرض؟



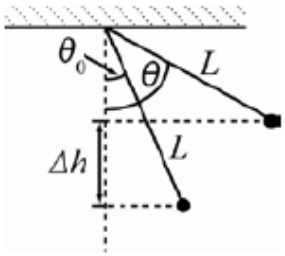

$U_g = mgh.$

$h = 1.27\ \text{m}$

b) إذا رُفع الحجر إلى ضعف ارتفاعه الأصلي، فكيف تتغير قيمة طاقة الوضع الجذبية له؟ $\Delta U_g = U_g - U_{g,0}.$ $\Delta U_g = 500\ \text{J}$

www.almanahj.com

**6.33** حجر كتلته 0.773 kg معلق في سلسلة طولها 2.45 m على سطح القمر، حيث يبلغ تسارع الجاذبية سُدسه على الأرض. ما التغير في طاقة الوضع الجذبية لهذا الحجر عند تحركه بحيث تتغير زاوية السلسلة من 3.31° إلى 14.01°؟ (تقاس كلتا الزاويتين بالنسبة إلى المحور الرأسي).




$g_M = g/6.$

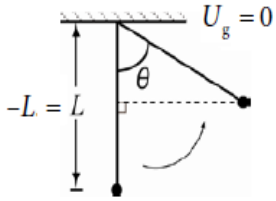
$\Delta h = L\cos\theta_0 - L\cos\theta$

$\Delta U = mg_M\Delta h.$

$\Delta U = 0.0869\ \text{J}.$

رائد عبد الجبار

**6.34** طفل كتلته 20.0 kg على أرجوحة مثبتة في حبال يبلغ طولها L = 1.50 m. خذ الصفر من طاقة الوضع الجذبية ليكون في موضع الطفل عندما تكون الحبال أفقية.




بما أن الصفر المرجعي لطاقة الوضع الجذبية عندما تكون الحبال أفقية أي أن $U_g = 0$ سيكون ارتفاع الأرجوحة هو $-L$ أي تحت المستوى الأفقي

a) حدّد طاقة الوضع الجذبية للطفل عندما يكون في أدنى نقطة من المسار الدائري.

$U_g = -mgL.$ $U_g = -294\ \text{J}$

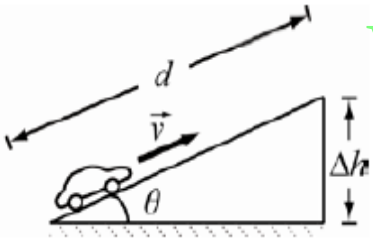
b) حدّد طاقة الوضع الجذبية للطفل عندما تصنع الحبال زاوية 45° مع المحور الرأسي.

$h = -L\cos\theta$ $U_g = -208\ \text{J}$

c) بناءً على هذه النتائج، ما الموقع الذي له طاقة وضع أعلى؟

## القسم 6.3 صفحة 184

www.almanahj.com




**6.35** سيارة $1.50 \cdot 10^3$ kg تسير بسرعة متجهة ثابتة 2.50 km أعلى منحدَر. وتبلغ زاوية المنحدَر 3.00° مع المستوى الأفقي. ما مقدار التغير في طاقة الوضع لسيارة؟ ما محصلة الشغل المبذول على السيارة؟

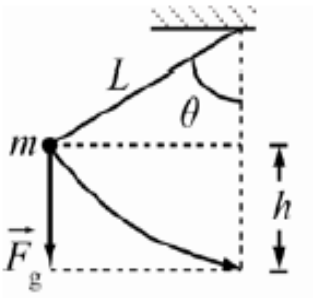
$\Delta h = d\sin\theta.$ $\Delta U = mg\Delta h$

$W_{net} = \Delta K.$ $\Delta U = 1925309\ \text{J} = 1.93 \cdot 10^6\ \text{J}$ $W_{net} = 0$

**6.36** تلزم قوة ثابتة 40.0 N للحفاظ على سير السيارة بسرعة ثابتة أثناء تحركها 5.00 km على الطريق. ما مقدار الشغل المبذول؟ هل الشغل مبذول على السيارة أم بواسطة السيارة؟

$W = Fd$ $W = 200{,}000\ \text{J} = 2.0 \cdot 10^5\ \text{J}.$

الشغل مبذول على السيارة بواسطة قوة ثابتة ولذلك الشغل الناتج موجب




**6.37** دمية بيناتا كتلتها 3.27 kg مربوطة في سلسلة متصلة بخطاف في السقف. طول السلسلة هو 0.810 m. وتم تحرير دمية بيناتا من وضع السكون من موقع ابتدائي تصنع عنده السلسلة زاوية 56.5° مع المحور الرأسي. ما الشغل الذي تبذله الجاذبية عندما تكون السلسلة في موضع رأسي للمرة الأولى؟

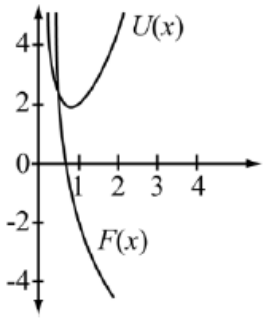
$W_g = \vec{F}_g h = mgh$ $h = L(1-\cos\theta)$ $W_g = 11.6\ \text{J}.$

## القسم 6.4 صفحة 184

• **6.38** يتحرك جسيم على طول محور x وفق دالة طاقة الوضع

$$U(x) = a(1/x) + bx^2 + cx - d$$

حيث $a = 7.00\ \text{J m}$، $b = 10.0\ \text{J/m}^2$، و $c = 6.00\ \text{J/m}$، و $d = 28.0\ \text{J}$.




a) اذكر تعبيرًا للقوة التي يتأثر بها الجسيم كدالة x $F(x) = -\frac{d}{dx}U(x).$

www.almanahj.com

b) مثّل دالة هذه القوة وطاقة الوضع. ⇦

c) حدد القوة المحصلة التي تؤثر في الجسيم عند الإحداثي x = 2.00 m $F(2.00\ \text{m})$

• **6.39** احسب القوة F(y) المرتبطة بكل من قوى الوضع التالية:

$F(y) = -\frac{\partial U(y)}{\partial y}$

(a) $U(y) = ay^3 - by^2$ $F(y) = 2by - 3ay^2$

b) $U(y) = U_0 \sin(cy)$ $F(y) = -cU_0\cos(cy)$

• **6.40** يمكن الحصول على طاقة الوضع لجسم معين بواسطة

$$U(x.z) = ax^2 + bz^3$$

حيث a و b *ثابتان*. أوجد متجه القوة المبذولة على الجسيم.

$$\vec{F}(x,y,z) = -\left(\frac{\partial}{\partial x}U\hat{x} + \frac{\partial}{\partial y}U\hat{y} + \frac{\partial}{\partial z}U\hat{z}\right)$$

$$\vec{F} = -\frac{\partial\left(ax^2+bz^3\right)\hat{x}}{\partial x} - \frac{\partial\left(ax^2+bz^3\right)\hat{y}}{\partial y} - \frac{\partial\left(ax^2+bz^3\right)\hat{z}}{\partial z}$$

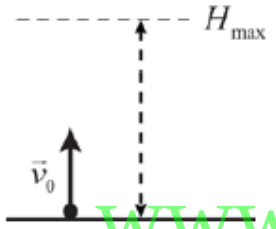
$$= -(2ax)\hat{x} - 0\hat{y} - \left(3bz^2\right)\hat{z}$$

$$= -(2ax)\hat{x} - \left(3bz^2\right)\hat{z}$$

## القسم 6.5 صفحة 184

**6.41** أُلقيت كرة إلى أعلى في الهواء، لتصل إلى ارتفاع 5.00 m. مستخدمًا اعتبارات حفظ الطاقة، حدِّد سرعتها الابتدائية.

**الاجابة** $v_0 = 9.90$ m/s




$$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow K_f - K_i = -\left(U_f - U_i\right) = U_i - U_f$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh_0 - mgH_{max}$$

www.almanahj.com

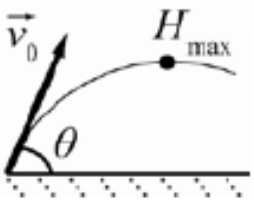
**6.42** تُطلَق قذيفة كتلتها 5.99 kg من مدفع بزاوية 50.21° بالنسبة إلى المستوى الأفقي وبسرعة ابتدائية 52.61 m/s. عند وصول القذيفة إلى أعلى نقطة في مسارها، ما طاقة الوضع التي تكتسبها بالنسبة إلى النقطة التي أُطلقت منها؟

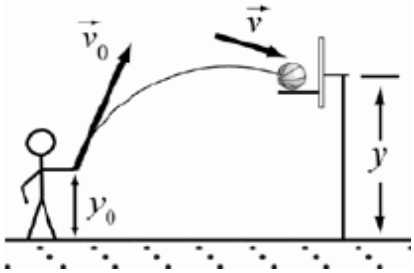
**الاجابة**

$\Delta U = 4890$ J

$$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow \Delta U = -\Delta K = -\left(K_f - K_i\right) = K_i - K_f$$

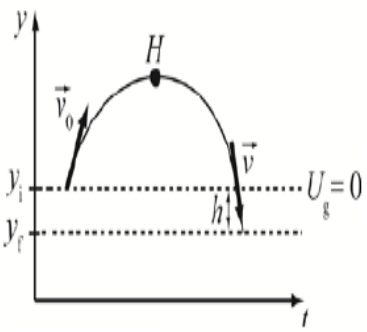
$$\Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m\left(v_0\cos\theta\right)^2$$






**6.43** تُطلق كرة سلة كتلتها 0.624 kg من ارتفاع رأسي 1.20 m وبسرعة 20.0 m/s. بعد وصول الكرة إلى أقصى ارتفاع لها، تتحرك في طوق على مسارها المتجه إلى أسفل، على ارتفاع 3.05 m فوق سطح الأرض. باستخدام مبدأ حفظ الطاقة، حدد سرعة تحرك الكرة قبل دخولها الطوق مباشرة.

$(1/2)mv^2 - (1/2)mv_0^2 = mgy_0 - mgy$ $\quad \Delta K = -\Delta U$ $\quad$ **الاجابة** $v = 19.1$ m/s




• **6.44** يُلقي زميلك كتابًا كتلته 1.00 kg من ارتفاع 1.00 m فوق سطح الأرض مباشرة في الهواء. ويصل الكتاب إلى أقصى ارتفاع 3.00 m فوق سطح الأرض ثم يبدأ في السقوط. افترض أن المسافة 1.00 m فوق سطح الأرض هي المستوى المرجعي لطاقة الوضع الجذبية الصفرية. حدّد

a) طاقة الوضع الجذبية للكتاب عند اصطدامه بالأرض.

$U_g = mgh = mg(y_f - y_i).$ $\quad y_i$ عند $\Rightarrow U_g = 0$ $\quad$ **الاجابة** $U_g = -9.8$ J

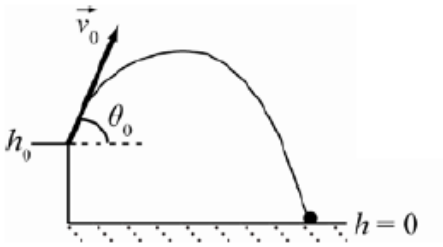
www.almanahj.com

b) السرعة المتجهة للكتاب قبل أن يصطدم بالأرض.

**الاجابة لأسفل** $v_f = -7.7$ m/s أو 7.7 m/s

$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow K_f - K_i = -(U_f - U_i).$ $\Rightarrow$ $(1/2)mv^2 = mgH - mgy_f = mgH.$

• **6.45** لنفترض أنك تلقي كرة كتلتها 0.0520 kg بسرعة 10.0 m/s وبزاوية 30.0° أعلى المستوى الأفقي من مبنى ارتفاعه 12.0 m.




a) ما الطاقة الحركية له عندما يصطدم بالأرض؟

$$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow K_f = U_i + K_i = mgh_0 + \frac{1}{2}mv_0^2$$

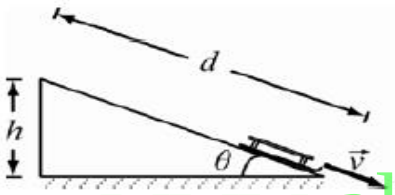
الاجابة $K_f = 8.72$ J

b) ما سرعته عندما يصطدم بالأرض؟

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

الاجابة $v = 18.3$ m/s

• **6.47** إذا كنت عند قمة ميدان للتزلج ارتفاعه 40.0 m.




a) فما السرعة التي ستسير بها في الأسفل، شريطة إمكانية تجاهل الاحتكاك بين الزلاجة والمسار؟

$$K_f = U_i \Rightarrow \frac{1}{2}mv_f^2 = mgh$$

الاجابة $v = 28.0$ m/s.

www.almanahj.com

b) هل تؤثر شدة انحدار الميدان في السرعة التي ستتحرك بها في الأسفل؟

c) إذا لم تتجاهل قوة الاحتكاك الصغيرة، فهل تؤثر شدة انحدار المسار في قيمة السرعة في الأسفل؟

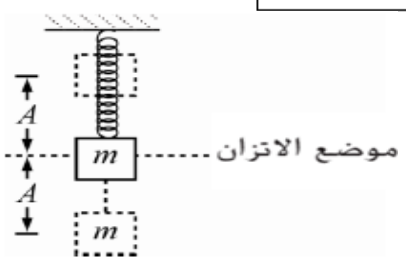
## القسم 6.6 صفحة 184

**6.48** قالب كتلته 0.773 kg على زنبرك ثابته 239.5 N/m يتأرجح رأسيًا بسعة 0.551 m.

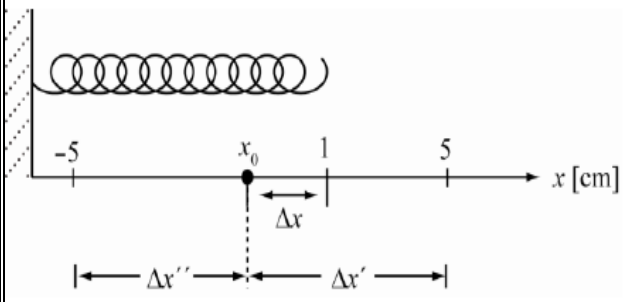
ما سرعة هذا القالب على مسافة 0.331 m من موضع الاتزان؟

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

الاجابة $v = 7.75$ m/s



**6.49** تمدد زنبرك بقوة $k = 10.0\ \text{N/cm}$ بشكل ابتدائي مسافة 1.00 cm عن طول اتزانه.

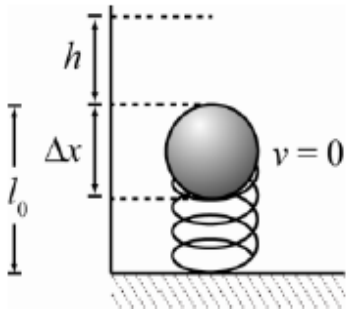



a) ما مقدار الطاقة الإضافي اللازم لزيادة تمديد الزنبرك إلى 5.00 cm عن طول اتزانه؟ الاجابة $W_a = 1.20\ \text{J}$

$$W_a = -W_s = -\left[\left(kx_i^2\right)/2\right] + \left[\left(kx_f^2\right)/2\right] = k\left(x_f^2 - x_i^2\right)/2$$

b) من هذا الموقع الجديد، ما مقدار الطاقة اللازمة لانضغاط الزنبرك ليقل طوله 5.00 cm عن موضع اتزانه؟ الاجابة $W_a = 0.$

• **6.50** كرة صلصال كتلتها 5.00 kg أُلقيت إلى أسفل من ارتفاع 3.00 m بسرعة 5.00 m/s على زنبرك ثابته $k = 1600.\ \text{N/m}$ تضغط كرة الصلصال الزنبرك إلى أقصى درجة قبل التوقف للحظة.




www.almanahj.com

الاجابة $\Delta x = 0.543\ \text{m}$

a) اوجد اقصى انضغاط للزنبرك.

$$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow K_f - K_i = U_{si} - U_{sf} + U_{gi} - U_{gf}$$

$$-\frac{1}{2}mv_0^2 = -\frac{1}{2}k(\Delta x)^2 + mg(l_0 + h) - mg(l_0 - \Delta x),$$

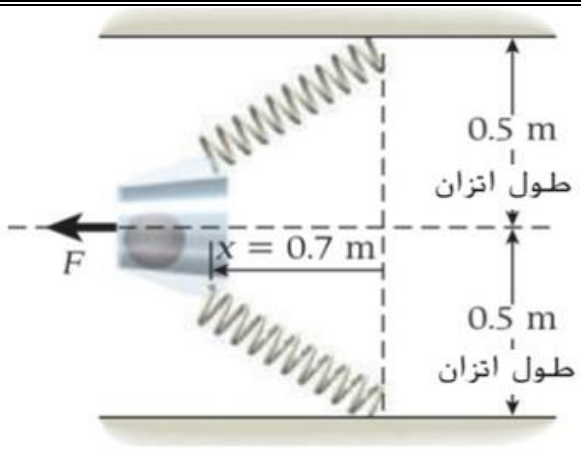
b) أوجد الشغل الكلي المبذول على الصلصال أثناء انضغاط الزنبرك. الاجابة $W_{net} = -210.\ \text{J}$

$$W_{net} = \Delta K = -\Delta U = -\Delta U_s - \Delta U_g = U_{si} - U_{sf} + U_{gi} - U_{gf}$$

$$W_{net} = 0 - \frac{1}{2}k(\Delta x)^2 + mgl_0 - mg(l_0 - \Delta x)$$

**6.51** مقلاع يُطلق حجرًا أفقيًا ويتكون من زنبركين خفيفين متماثلين (بثابتي زنبرك 30.0 N/m) ووعاء خفيف يسع حجرًا كتلته 1.00 kg ولكل زنبرك طول اتزان 50.0 cm. عندما يكون الزنبركان في موضع الاتزان، فإنهما يصطفان رأسيًا.

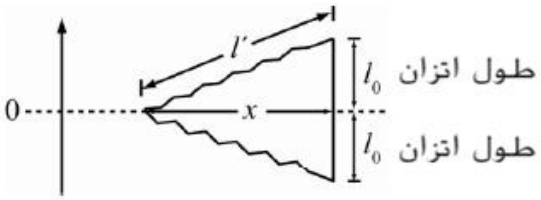
افترض أن الوعاء الذي يحتوي على الكتلة يُسحب إلى $x = 70.0$ cm إلى يسار الوضع الرأسي ثم يُحرر. حدِّد




a) الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام؛ الاجابة $E_{mec} = 3.89$ J

$E_{mec} = K + U = U_s = U_{s1} + U_{s2}$ ميكانيكية

$= \frac{1}{2}k_1(l_0 - l')^2 + \frac{1}{2}k_2(l_0 - l')^2 = k(l_0 - l')^2.$

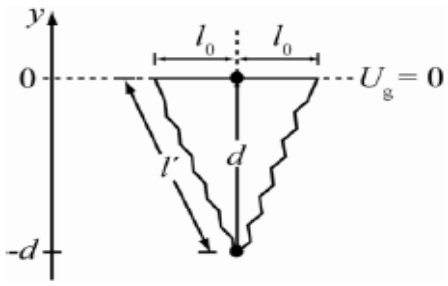



b) سرعة الحجر عند $x = 0$ الاجابة $v = 2.79$ m/s

$\frac{1}{2}mv^2 = E_{mec}$ $K_f = E_{mec}$

www.almanahj.com

**6.52** افترض أن الحجر في المسألة 6.51 يُطلق رأسيًا، والكتلة أصغر كثيرًا من ($m = 1.00$ kg). خذ القيمة صفرًا لطاقة الوضع الجذبية لتكون نقطة الاتزان.



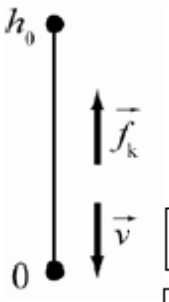

a) حدِّد الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام. الاجابة $E_{mec} = 3.21$ J

$E_{mec} = K + U = U_g + U_{s1} + U_{s2} = mg(-d) + 2\left(\frac{1}{2}k(l' - l_0)^2\right)$

b) ما سرعة حركة الحجر أثناء عبوره نقطة الاتزان؟ الاجابة $v = 8.01$ m/s.

$\frac{1}{2}mv^2 = E_{mec}$

## القسم 6.7 صفحة 184

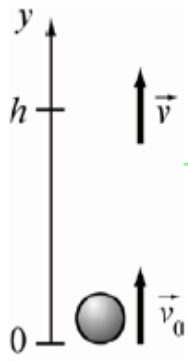



**6.53** رجل إطفاء كتلته 80.0 kg، يهبط على عمود بطول 3.00 m عن طريق بذل قوة احتكاك 400. N على العمود بيديه. إذا هبط من وضع السكون، فما سرعة حركته لحظة وصوله إلى الأرض؟

الإجابة $v = 5.37\ \text{m/s}$

$K = (mv^2)/2$ $\quad U_g = mgh_0$ $\quad \Delta E_{th} = f_k d$

$\Delta E_{tot} = \Delta K + \Delta U + \Delta E_{th} = 0.$



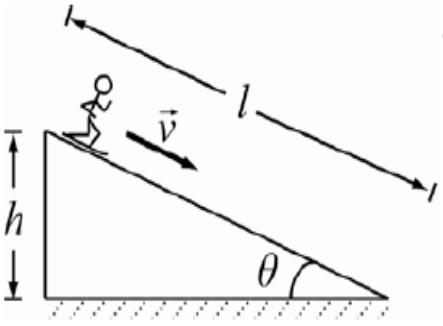

**6.54** كرة بلاستيكية كبيرة منفوخة بالهواء كتلتها 0.100 kg تُلقى في الهواء بسرعة ابتدائية 10.0 m/s. وعلى ارتفاع 3.00 m، تكون سرعة الكرة 3.00 m/s. ما جزء طاقتها الأصلية الذي فُقد بسبب احتكاك الهواء؟

الإجابة $\Delta E_f = 0.321 E_i$

www.almanahj.com

$\Delta E_{tot} = \Delta K + \Delta U + \Delta E_{other} = 0.$

$\dfrac{\Delta E_{friction}}{E_{initial}} = \dfrac{\Delta E_f}{E_i}$ $\quad \dfrac{\Delta E_f}{E_i} = 0.321 \Rightarrow$

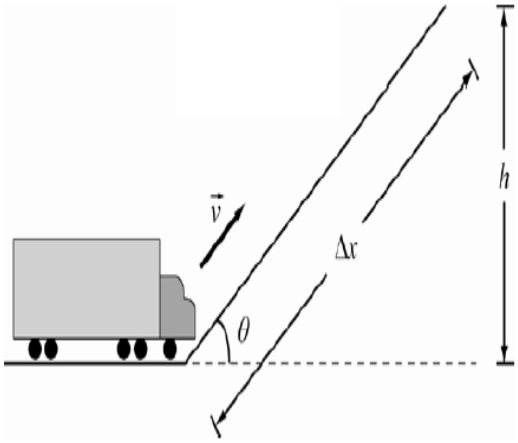



**6.55** ما مقدار الطاقة الميكانيكية التي تُفقد بسبب الاحتكاك إذا كان متزلّج كتلته 55.0 kg يهبط منحدر تزلج بسرعة ثابتة 14.4 m/s؟ علمًا بأن طول المنحدَر 123.5 m ويصنع زاوية 14.7° مع المستوى الأفقي.

الإجابة $\Delta E_{th} = 16909\ \text{J}$

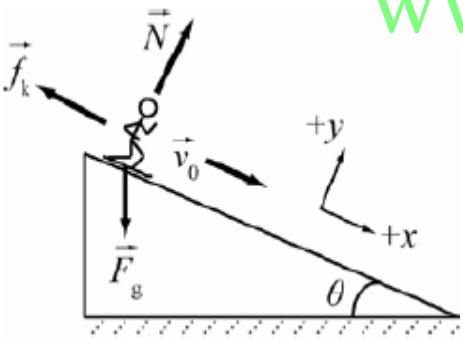
$\Delta E_{tot} = \Delta K + \Delta U + \Delta E_{th} = 0.$

$\Delta E_{th} = -\Delta U = -(U_f - U_i) = U_i = mgh$




• **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 ($\Delta X$) التي تقطعها الشاحنة قبل توقفها؟ الإجابة $\Delta x = 33.8$ m

$\Delta E_{tot} = 0$ $\Delta K + \Delta U + \Delta E_{th} = 0$ $-\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh + f_k \Delta x = 0$

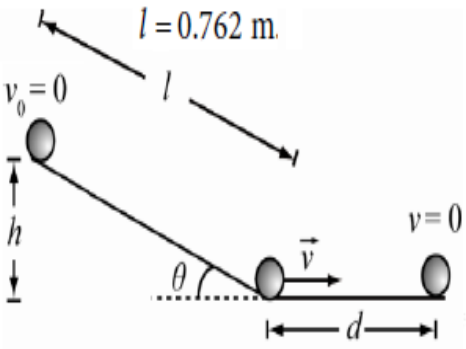



www.almanahj.com

• **6.57** متزلّج على لوح كتلته 70.1 kg (بما في ذلك المعدات والملابس) يبدأ بسرعة 5.10 m/s في هبوط منحدَر يميل بزاوية $\theta = 37.1°$ مع المستوى الأفقي. كان معامل الاحتكاك الحركي 0.116 ما محصلة الشغل المبذول على المتزلّج على اللوح في أول 5.72 s من الانحدار؟ الإجابة $W_{net} = 39.0$ kJ

$W_{net} = \Delta K$ $f_k = \mu_k N$ $F_{x\,net} = ma_{net}$ $v = v_0 + at.$

• **6.58** يستخدم عمال العناية بملاعب الجولف جهازًا لقياس سرعة الكرة لتحديد "سرعة" جري الكرة على العشب. وهذا الجهاز عبارة عن قضيب مستقيم مصنوع من الألومنيوم ومجوف على شكل حرف V يمكن أن تجري عليه كرة جولف. وهو مصمم لتحرير كرة الجولف عند وصول الزاوية بين القضيب والأرض إلى قيمة $\theta = 20.0°$. تجري كرة الجولف (كتلتها 1.62 oz = 0.0459 kg) مسافة 30.0 cm أسفل القضيب، ثم تستمر في الجري على طول العشب لأمتار قليلة. تسمى هذه المسافة "القراءة". يُجرى الاختبار على مساحة عشبية مستوية، وتعد قراءات جهاز قياس سرعة الكرة التي بين 2 m و3.6 m مقبولة. بالنسبة إلى قراءة جهاز قياس سرعة الكرة البالغة 3.38 m، ما معامل الاحتكاك بين الكرة والعشب؟ (تجري الكرة ولا تنزلق، كما نفترض عادة عند أخذ الاحتكاك في الاعتبار، لكن ذلك لا يغير النتيجة في هذه الحالة).




طول الساق $l = 0.762$ m

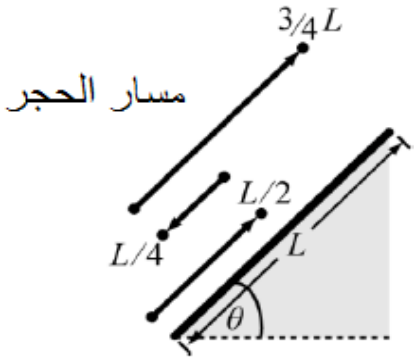
الإجابة $\mu_k = 0.0770$

$\Delta K + \Delta U + \Delta E_{th} = 0$

$\Delta E_{tot} = 0.$

www.almanahj.com

• **6.59** يُدفع حجر كتلته 1.00 kg إلى أعلى وإلى أسفل على لوحٍ خشبي خشن طوله $L = 2.00$ m، منحدرًا بزاوية 30.0° أعلى المستوى الأفقي. من الجزء السفلي، يُدفع مسافة $L/2$ أعلى اللوح الخشبي، ثم مرة أخرى إلى الخلف لمسافة $L/4$، وأخيرًا يُدفع مرة أخرى إلى أعلى اللوح الخشبي حتى يصل إلى الطرف العلوي منه. إذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين القالب والقالب الخشبي 0.300، فحدد الشغل الذي يبذله القالب مقابل الاحتكاك.




الإجابة $W_b = 7.65$ J

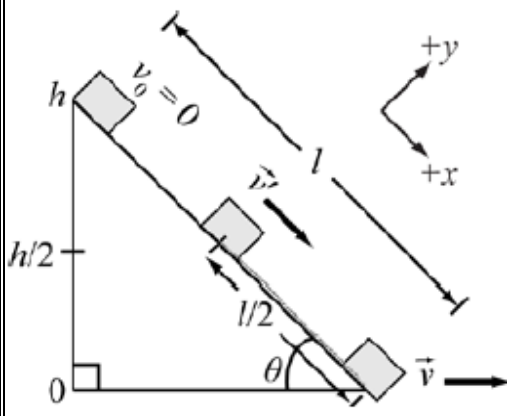
$d = L/2 + L/4 + 3L/4 = 1.5L.$

$W_b = f_k d.$

$W_b = -W_f$

**6.60** •• يبدأ قالب كتلته 1.00 kg موجود في وضع السكون أعلى منحدَر طوله 4.00 m يميل بزاوية 45.0° في الهبوط إلى أسفل المنحدَر. النصف العلوي من المنحدَر عديم الاحتكاك، بينما النصف السفلي خشن، مع معامل احتكاك حركي $\mu_k = 0.300$.

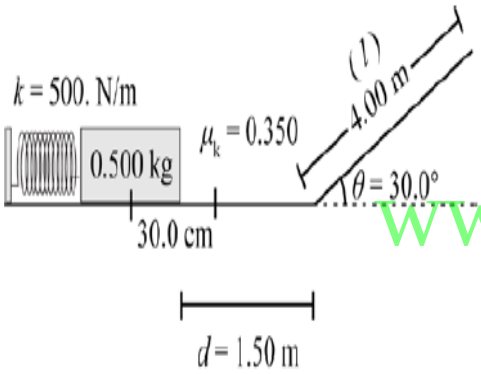
a) ما السرعة التي يتحرك بها القالب منتصف المسافة على المنحدَر، قبل وصوله إلى الجزء الخشن؟ $\Delta K + \Delta U = 0.$ الا جابة $v' = 5.27$ m/s




b) ما سرعة حركة القالب أسفل المنحدَر؟ الا جابة $v = 6.87$ m/s.

$\Delta K + \Delta U + \Delta E_{th} = 0.$ $\Delta E_{th} = f_k d = \mu_k N d.$

**6.61** •• زنبرك له ثابت زنبرك 500 N/m يُستخدم لدفع كتلة 0.500 kg أعلى مستوى منحدر. وينضغط الزنبرك 30.0 cm عند موضع اتزانه. مطلقًا الكتلة من وضع السكون على سطح أفقي ومنه إلى المستوى. وكان طول المستوى 4.00 m وكانت زاوية انحداره 30.0°. ولكل من المستوى والسطح الأفقي معامل احتكاك حركي مقداره 0.350. عند انضغاط الزنبرك، تبعد الكتلة 1.50 m عند أسفل المستوى.




a) ما سرعة الكتلة عند وصولها إلى أسفل السطح المستوي؟ الاجابة $v_b = 8.93$ m/s

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

b) ما سرعة الكتلة عند وصولها إلى قمة السطح المستوي؟ الاجابة $v_{top} = 4.08$ m/s

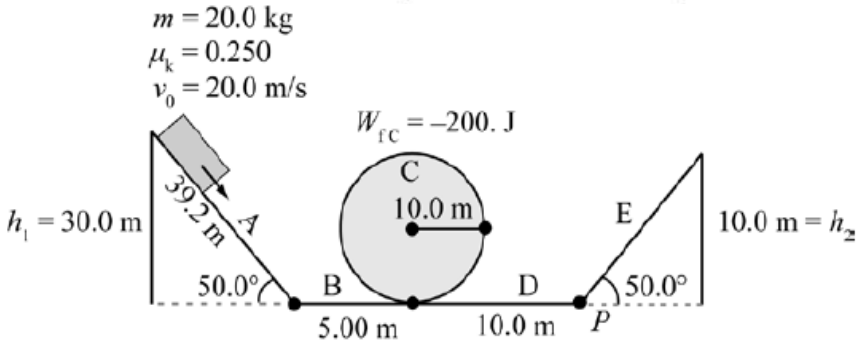
$K_{top} = K_b - \mu_k mgl\cos\theta - mgl\sin\theta.$

c) ما الشغل الكلي المبذول بواسطة الاحتكاك من بداية حركة الكتلة حتى نهايتها؟ $W_f = -\mu_k mgd - \mu_k mg(\cos\theta)l$ الاجابة $W_f = -8.52$ J

www.almanahj.com

**6.62** •• تغادر الزلاجة الموضَّحة في الشكل نقطة البداية بسرعة متجهة 20.0 m/s.
استخدم نظرية الشغل - الطاقة لحساب سرعة الزلاجة في نهاية المسار أو أقصى ارتفاع تصل إليه عند توقفها قبل أن تصل إلى النهاية.

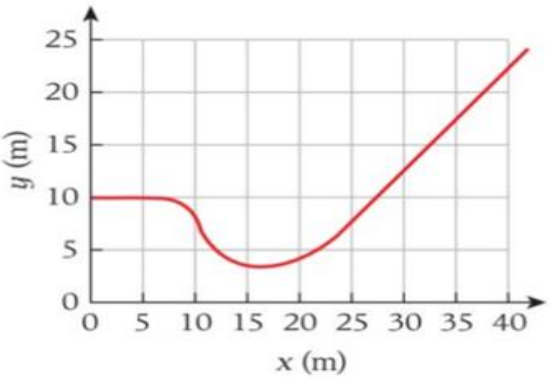
$v_{top} = 23.11$ m/s.




www.almanahj.com

## القسم 6.8 صفحة 185

**6.63** • على جزء مسار العربة الأفعوانية الموضَّح في الشكل، تبدأ عربة كتلتها 237.5 kg عند $x = 0$ بسرعة 16.5 m/s. بافتراض أن تبدد الطاقة بسبب الاحتكاك صغير جدًا ويمكن تجاهله، أين نقطة الانقلاب لهذا المسار؟




نقطة الانقلاب عندما $v = 0$

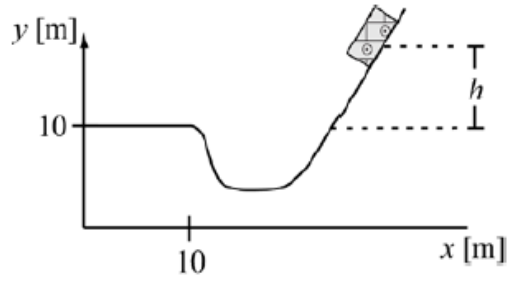
وعليه يكون $y = 10.\text{ m} + h$

$$U_{max} = K_{max} \Rightarrow mgh = \frac{mv_0^2}{2}. \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g}$$

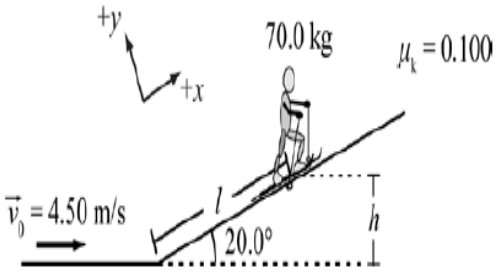
$$h = \frac{(16.5\text{ m/s})^2}{2(9.81\text{ m/s}^2)} = 13.9\text{ m},$$

ومن الشكل عندما $y = 10.\text{ m} + 13.9\text{ m} = 23.9\text{ m}$

فان $x = 42\text{ m}.$



• **6.64** متزلّجة كتلتها 70.0 kg تتحرك أفقيًا بسرعة 4.50 m/s وتواجه منحَدرًا بزاوية 20.0°.



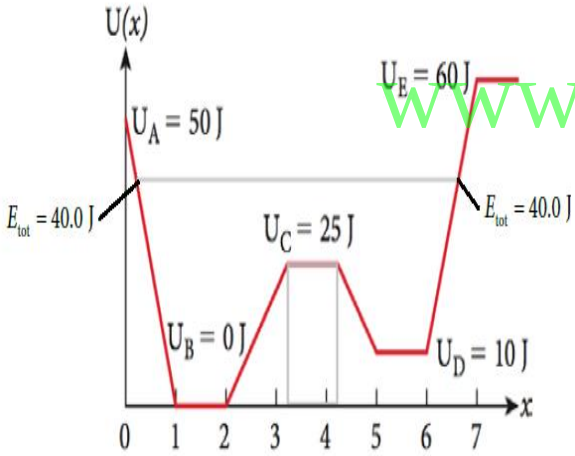

a) ما المسافة أعلى المنحدَر التي ستتحرَّكها المتزلّجة قبل توقفها بشكل مؤقت، مع تجاهل الاحتكاك؟ الاجابة $l = 3.02$ m

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgl_1 \sin\theta$$

b) ما المسافة التي ستتحركها المتزلجة أعلى المنحدَر إذا كان معامل الاحتكاك الحركي بينها والثلج 0.100؟ الاجابة $l = 2.37$ m

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgl_2 \sin\theta + \mu_k mgl_2 \cos\theta$$

• **6.65** يتحرك جسيم كتلته 0.200 kg على طول محور $x$، متأثرًا بدالة طاقة الوضع الموضَّحة في الشكل، حيث $U_A$ = 50.0 J، و$U_B$ = 0 J، و$U_C$ = 25.0 J، و$U_D$ = 10.0 J، و$U_E$ = 60.0 J على طول المسار. إذا كان الجسيم في البداية على مسافة $x$ = 4.00 m وتبلغ طاقته الميكانيكية الكلية 40.0 J، فحدِّد:




a) سرعة الجسيم عند x = 3.00 m

$$E_{tot} = K + U \Rightarrow K_3 = E_{tot} - U_3 \qquad K_3 = \frac{mv_3^2}{2}$$

الاجابة $v_{4.5} = 14$ m/s

b) سرعة الجسيم عند x = 4.50 m

$$K_{4.5} = E_{tot} - U_{4.5} \qquad K_{4.5} = \left(mv_{4.5}^2\right)/2.$$

الاجابة $v_3 = 14$ m/s

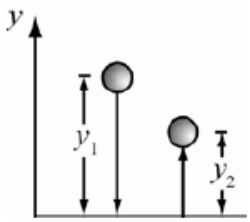
c) نقاط انقلاب الجسيم.

الطاقة الميكانيكية الكلية تساوي $E_{tot} = 40.0$ J وعند النقطة $x = 4.00$ طاقة الوضع القصوى تساوي $U_C = 25.0$ J ⇦ $E_{tot} - U_C = K_C$ وعليه فان طاقة الحركة $K_C$ ستتحول تماما الى طاقة وضع قصوى و تساوى صفرا وتكون عندها نقطة الانقلاب

الاجابة نقاط الانقلاب $x_R = 6.6$ m يمين، $x_L = 0.2$ m يسار

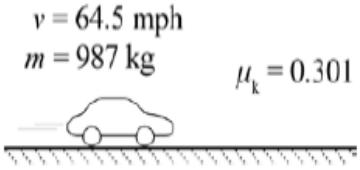
www.almanahj.com

## تمارين إضافية صفحة 185




**6.66** أُلقيت كرة كتلتها 1.84 kg من ارتفاع $y_1 = 1.49$ m ثم ارتدت إلى أعلى إلى ارتفاع $y_2 = 0.87$ m. ما مقدار الطاقة الميكانيكية المفقودة أثناء الارتداد؟ لقد ثبت بالتجربة أن مقاومة الهواء يمكن تجاهلها في هذه الحالة، لذا يمكنك تجاهلها.

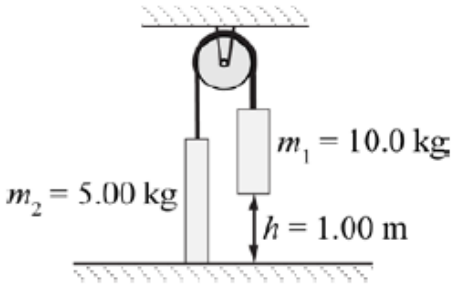
$E_{lost} = U_1 - U_2$ $E_{lost} = 11$ J **الاجابة**




**6.67** تسير سيارة كتلتها 987 kg أفقيًا على طريق سريع فارغ بسرعة 28.8 m/s. وفجأة، اضطر السائق إلى شد المكابح بقوة لتفادي حادثة وشيكة. لم تكن السيارة مزودة بنظام منع انغلاق المكابح (ABS)، فانغلقت العجلات مما أدى إلى انزلاق السيارة لمسافة معينة قبل أن تتوقف بسبب قوة الاحتكاك بين إطاراتها وسطح الطريق. كان معامل الاحتكاك الحركي 0.301 ما مقدار الطاقة الميكانيكية المفقودة في صورة حرارة في هذه العملية؟

$E_{lost} = \frac{1}{2}mv^2$ $E_{lost} = 4.10 \cdot 10^5$ J.

www.almanahj.com



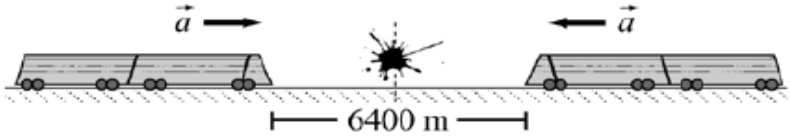

**6.68** كتلتان مربوطتان في سلسلة خفيفة تمر عبر بكرة خفيفة عديمة الاحتكاك، كما يوضّح الشكل. حُررت الكتلة 10.0 kg وسقطت مسافة رأسية 1.00 m قبل الاصطدام بالأرض. استخدم مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية لتحديد:

a) سرعة الكتلة 5.00 kg قبل اصطدام الكتلة 10.0 kg بالأرض

$\Delta K = -\Delta U$ $K_f - K_i = U_i - U_f$ $v = 2.56$ m/s

b) أقصى ارتفاع تصل إليه الكتلة 5.00 kg. $U = K$ $h_{max} = 1.33$ m.

**6.69** في عام 1896، وبمدينة واكو بولاية تكساس، وضع ويليام جورج كراش، صاحب شركة K-T (أو "كاتي") للسكك الحديدية، قاطرتين مقابل بعضهما على قضبان بطول 6.4 km، ثم أطلقهما مع فتح خانقيهما فاتجهتا تجاه بعضهما واصطدمتا من الأمام بأقصى سرعة لهما أمام 30,000 متفرج. وقد جُرح المئات بسبب الشظايا المتطايرة؛ ومات عدد قليل. إذا افترضنا أن كل قاطرة وزنها $1.2\cdot10^6$ N وتحركت على القضبان بعجلة ثابتة تساوي $0.26\ m/s^2$. فما الطاقة الحركية الكلية للقاطرتين قبل التصادم مباشرة؟



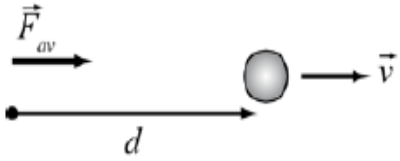

$K_{tot} = 2K = 2\left((mv^2)/2\right)$

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x.$

$m = w/g.$

الاجابة $K_{tot} = 2.035\cdot10^8\ \text{J} = 2.0\cdot10^8\ \text{J}$

**6.70** يمكن للاعب رام في كرة البيسبول رمي كرة بيسبول كتلتها 0.14175 kg بسرعة تُقاس بمسدس الرادار تبلغ 40.2325 m/s إذا افترضنا أن القوة التي يبذلها الرامي على الكرة تؤثر عبر مسافة بطول ساعدين، طول كل منهما 1.4224 m. فما القوة التي يبذلها الرامي على الكرة؟

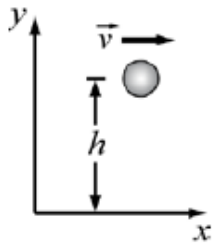



$\Delta K = -\Delta U = W_c \Rightarrow K_f - K_i = W_c \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = F_{av}d$

الاجابة $F_{av} = 80.7$ N.

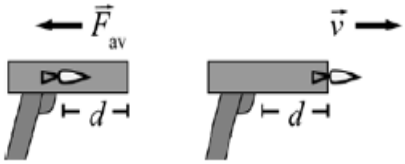
www.almanahj.com

**6.71** لكرة كتلتها 1.50 kg سرعة 20.0 m/s عندما تكون على مسافة 15.0 m فوق سطح الأرض. فما الطاقة الكلية للكرة؟



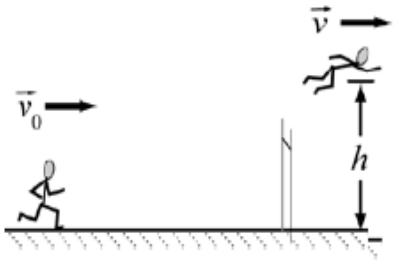

$E_{tot} = K + U$ $K = (mv^2)/2$ $U = mgh.$ $E_{tot} = 521$ J.

**6.72** إذا استغرق دفع سهم مريش كتلته 4.50 g مسافة 6.00 cm في بندقية سهام مريشة متوسط قوة 5.50 N، فلنفترض أن ماسورة البندقية عديمة الاحتكاك. فما السرعة التي سيخرج بها السهم المريش من البندقية؟



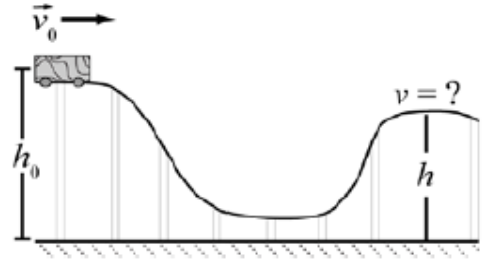

$v = 12$ m/s.

$\Delta K = -\Delta U = W_c = F_{av}d \Rightarrow K_f - K_i = F_{av}d$ $K = (mv^2)/2$




**6.73** يصل قافز من الارتفاعات إلى العقبة بسرعة 9.00 m/s. فما أعلى ارتفاع يمكن أن يصله القافز، إذا لم يستخدم أي دفع إضافي عن الأرض وتحرّك بسرعة 7.00 m/s أثناء انطلاقه من العقبة، وإذا ظل متجهًا رأسيًا أثناء القفز؟

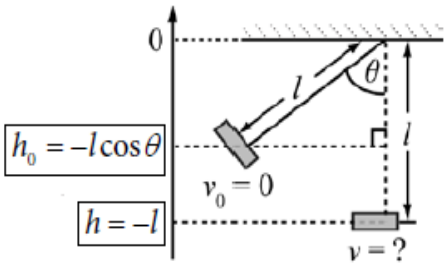
$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -mgh \Rightarrow K_f - K_i = U_i - U_f \quad \Delta K = -\Delta U \quad$ الاجابة $h = 1.63$ m




**6.74** تتحرك عربة أفعوانية بسرعة 2.00 m/s على قمة التل الأول (h = 40.0 m). بتجاهل الاحتكاك ومقاومة الهواء، ما السرعة التي ستتحرك بها العربة الأفعوانية على قمة تل تالٍ ارتفاعه 15.0 m؟

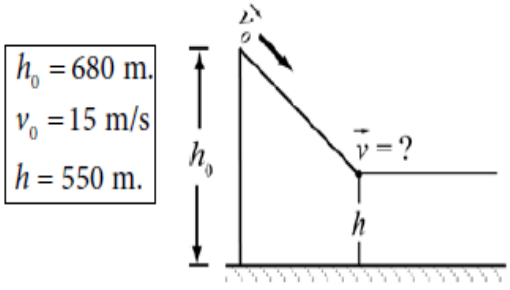
$\Delta K = -\Delta U \quad K = (mv^2)/2 \quad U = mgh. \quad$ الاجابة $v = 22.2$ m/s

www.almanahj.com




**6.75** تجلس على أرجوحة مربوطة في سلسلة طولها 4.00 m. إذا كانت أقصى إزاحة لك عن الوضع الرأسي 35.0°، فما السرعة التي ستتحرك بها أسفل القوس؟

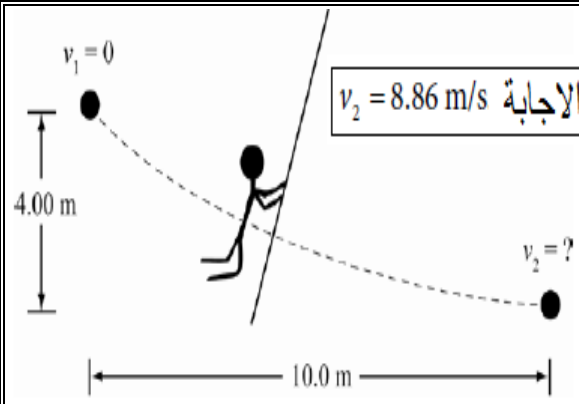
$K_i = 0 \quad v_0 = 0 \quad \Delta K = -\Delta U \quad K = (mv^2)/2 \quad U = mgh. \quad$ الاجابة $v = 3.77$ m/s




**6.76** تهبط شاحنة على طريق جبلي متعرج. وعندما كانت الشاحنة على مسافة 680. m فوق سطح البحر وتسير بسرعة 15.0 m/s، تعطلت مكابحها. فما أقصى سرعة ممكنة للشاحنة عند سفح الجبل، 550. m فوق مستوى البحر؟

$\Delta K = -\Delta U \quad K_f - K_i = U_i - U_f \quad K = (mv^2)/2 \quad U = mgh. \quad$ الاجابة $v = 53$ m/s

**6.77** يتأرجح رجل على كرمة مشدودة من كوخه الشجري إلى فرع شجرة مجاورة، موجود على مسافة أفقية 10.0 m من نقطة بدايته ومسافة رأسية 4.00 m أسفلها. ومن حسن حظه أن الكرمة لم تتمدد أو تنكسر؛ لذا يمثل مسار الرجل جزءًا من دائرة. إذا كانت سرعة الرجل عند نقطة البداية صفرًا، فما سرعته عندما يصل إلى فرع الشجرة؟

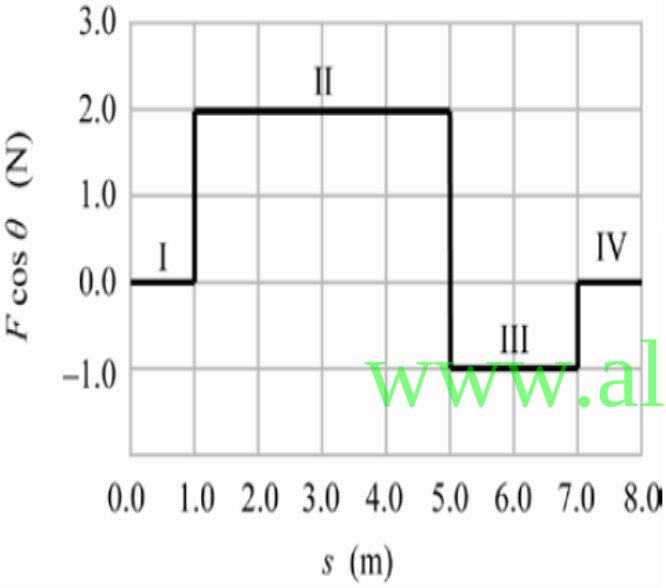



الإجابة $v_2 = 8.86\ \text{m/s}$

$\Delta U = -\Delta K$ $\quad mgh_2 - mgh_1 = -\left(\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2\right)$

**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؛




الإجابة $W_{net} = 6.0\ \text{N m}$

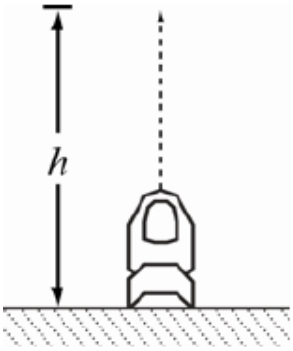
$W_{net} = \sum W_i$ $\quad W_i = F_i d_i.$

www.almanahj.com

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

$W_{net} = \Delta K$ $\quad \Delta K = \left(mv_2^2\right)/2 - \left(mv_1^2\right)/2.$ $\quad$ الإجابة $v_2 = 2.4\ \text{m/s}$

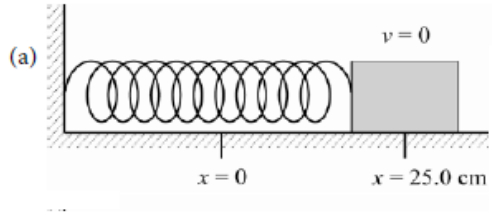
**6.79•** أُطلق نموذج صاروخ كتلته 3.00 kg رأسيًا إلى أعلى بسرعة ابتدائية كافية ليصل إلى ارتفاع $1.00 \cdot 10^2$ m، رغم وجود مقاومة هواء (قوة غير محافظة) تبذل $-8.00 \cdot 10^2$ J من الشغل على الصاروخ. ما الارتفاع الذي يجب أن يصل إليه الصاروخ في حال انعدام مقاومة الهواء؟




$U_t = -W_{air} \Rightarrow mgh_t = -W_{air}$

$h_{tot} = h_0 + h_t$ $\quad$ الإجابة $h_{tot} = 1.27 \cdot 10^2\ \text{m}$

• **6.80** رُبطت كتلة 0.500 kg في زنبرك أفقي ثابته k = 100. N/m. وانزلقت الكتلة على سطح عديم الاحتكاك. وتمدد الزنبرك مسافة 25.0 cm عن موضع الاتزان. ثم انطلقت الكتلة من وضع السكون.

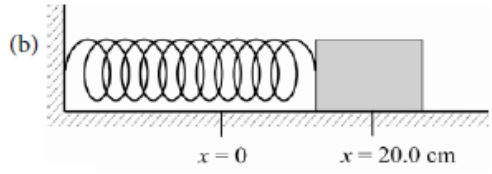



a) أوجد الطاقة الميكانيكية للنظام.

$$E_{tot} = U_{max} = \frac{1}{2}kx_{max}^2.$$

الاجابة $E_{tot} = 3.13$ J

b) أوجد سرعة الكتلة حين تحركت لمسافة 5.00 cm.

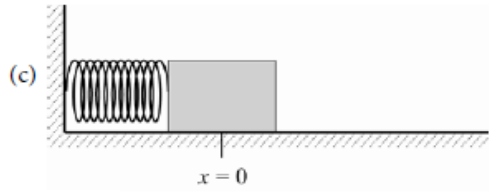



$$K(x) = -\Delta U = \frac{kx_{max}^2}{2} - \frac{kx^2}{2}$$

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

الاجابة $v_{max} = 3.54$ m/s.

c) أوجد أقصى سرعة للكتلة.

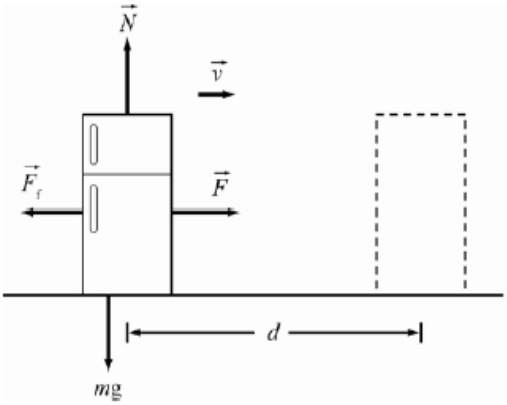



$$\frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{1}{2}kx_{max}^2$$

الاجابة $v_x = 2.12$ m/s

www.almanahj.com

• **6.81** قررتَ نقل ثلاجة (كتلتها = 81.3 kg، شاملة محتوياتها) إلى الجانب الآخر من الغرفة، حيث تدفعها على الأرض في مسار مستقيم طوله 6.35 m، وكان معامل الاحتكاك الحركي بين الأرض والثلاجة 0.437. وبعدما انتهيت من ذلك فرحًا، غادرت الشقة. ثم وصل زميلك ودخل الغرفة، فاندهش من تحريك الثلاجة إلى الجانب الآخر من الغرفة، فأمسك بها (حيث يتمتع ببنية قوية)، وحملها معيدًا إياها إلى مكانها الأصلي ثم أنزلها. ما مقدار محصلة الشغل الميكانيكي الذي بذلتماه معًا؟




$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F - F_f = 0 \Rightarrow F = \mu_k N \Rightarrow F = \mu_k mg$$

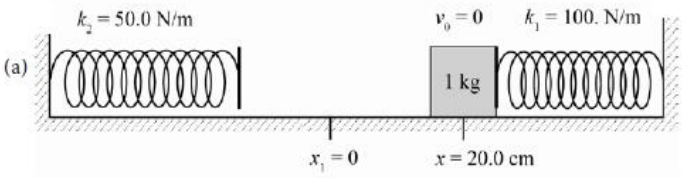
$$W = Fd = \mu_k mgd.$$

الاجابة : الشغل بواسطتك أنت $W = 2213.17$ J

الشغل بواسطة زميلك $W = 0$

• **6.82** يضغط قالب كتلته 1.00 kg زنبركًا ثابته k = 100. N/m لمسافة 20.0 cm؛ فتحرر الزنبرك وتحرك القالب على طاولة أفقية عديمة الاحتكاك. حيث اصطدم بزنبرك آخر فضغطه، وكان ثابته k = 50.0 N/m. حدّد

a) الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام.




$$E_{tot} = \frac{1}{2}k_1 x_{max,1}^2 \qquad E_{tot} = 2.00 \text{ J}$$

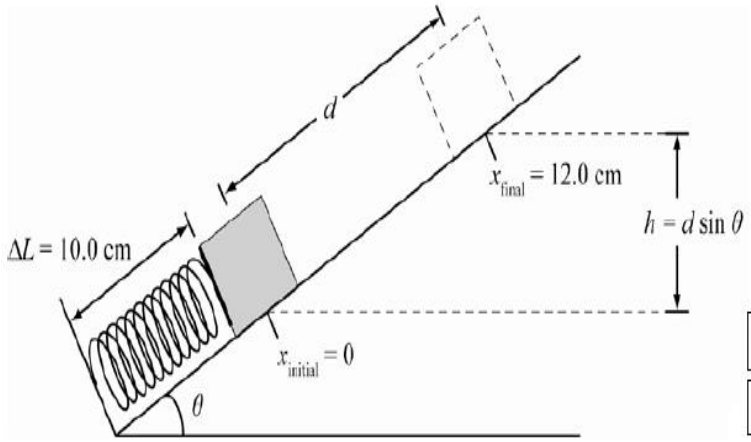
b) سرعة الكتلة أثناء تحركها الحر بين الزنبركين

$$K_{max} = U_{max} \Rightarrow \left(mv_{max}^2\right)/2 = \left(k_1 v_{max,1}^2\right)/2. \qquad v_{max} = 2.00 \text{ m/s}$$

c) أقصى ضغط للزنبرك الثاني.

$$U_{max,2} = K_{max} \Rightarrow \frac{1}{2}k_2 v_{max,2}^2 = K_{max} \qquad x_{max,2} = 28.3 \text{ cm.}$$

www.almanahj.com




• **6.83** يضغط قالب كتلته 1.00 kg في وضع السكون زنبركًا خفيفًا عند النقطة السفلية لسطح خشن بزاوية انحدار 30.0°؛ ومعامل الاحتكاك الحركي بين القالب والسطح $\mu_k = 0.100$. لنفترض أن الزنبرك مضغوط لمسافة 10.0 cm عن طول اتزانه. ثم حُرّر الزنبرك وانفصل القالب عن الزنبرك ثم اندفع إلى أعلى المنحدَر لمسافة 2.00 cm عن الطول الطبيعي للزنبرك قبل أن يتوقف. حدّد

a) التغير في الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام.

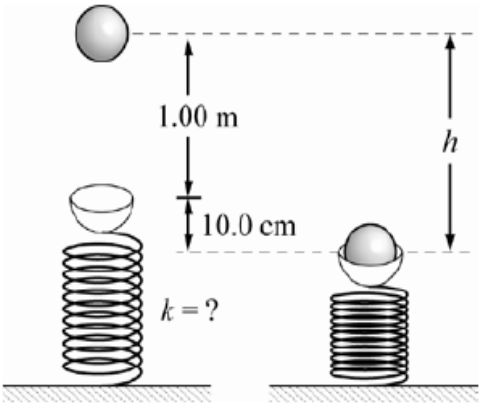
$$\Delta E_{tot} = -W_{friction} = -\mu_k mg(\cos\theta)d.$$

$\Delta E_{tot} = -1.02 \cdot 10^{-1}$ J الإجابة

b) ثابت الزنبرك $k$.

$$\Delta E_{tot} = U_{final} - U_{initial} = mgd\sin\theta - \frac{1}{2}k\Delta L^2$$

$k = 138$ N/m الإجابة




• **6.84** أُلقيت كرة كتلتها 0.100 kg من ارتفاع 1.00 m وهبطت على وعاء خفيف (يكاد يكون منعدم الكتلة) مثبت أعلى زنبرك خفيف في وضع رأسي وفي موضع الاتزان الابتدائي له. وكان أقصى ضغط للزنبرك 10.0 cm.

(a) كم يبلغ ثابت هذا الزنبرك؟

$$U_{\text{gravity}} = U_{\text{spring}} \Rightarrow mgh = (1/2)kx^2.$$

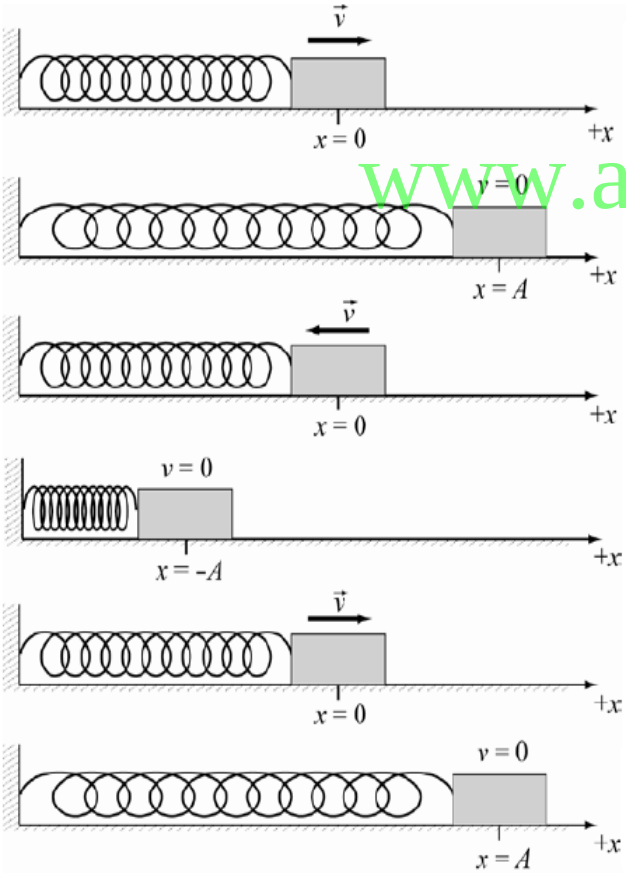
الإجابة $k_1 = 216\ \text{N/m}$

(b) لنفترض أنك تجاهلت التغير في الطاقة الجذبية للكرة أثناء الضغط لمسافة 10.0 cm. ما فارق المسافة المئوية بين ثابت الزنبرك المحسوب لهذه الحالة والإجابة التي حصلنا عليها في الجزء (a)؟

$$k_2 = \frac{2mg(h-x)}{x^2}$$

$$\%\ \text{difference} = \frac{|k_1 - k_2|}{(k_1 + k_2)/2}(100\%) = \frac{2x}{2h - x}$$

$$\%\ \text{difference} = \frac{2(0.100\ \text{m})}{2(1.10\ \text{m}) - 0.100\ \text{m}} = 9.52\%$$




• **6.85** رُبطت كتلة 1.00 kg في زنبرك ثابته 100. N/m يتأرجح أفقيًا على طاولة ملساء عديمة الاحتكاك بسعة 0.500 m. عندما تبتعد الكتلة مسافة 0.250 m عن موضع الاتزان، حدّد:

(a) الطاقة الميكانيكية الكلية لها.

$$E_{tot} = U_{max} = K_{max} \Rightarrow U_{max} = (kA^2)/2.$$

$$E_{\text{tot}} = 12.5\ \text{J}$$

(b) طاقة الوضع للنظام والطاقة الحركية للكتلة.

$$K_{x_1} = U_{\max} - U_{x_1} = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2}k\left(A^2 - x_1^2\right)$$

$$U_{x_1} = 3.13\text{J}\ \ K_{x_1} = 9.38\ \text{J}$$

(c) الطاقة الحركية للكتلة عندما تكون عند نقطة الاتزان.

$$K_{\max} = U_{\max} = \frac{1}{2}kA^2$$

$$K_{\max} = 12.5\ \text{J}$$

(d) لنفترض وجود احتكاك بين الكتلة والطاولة؛ بحيث تُقطع نصف السعة بعد جزء من الزمن. ما العامل الذي يؤدي إلى تغير الطاقة الحركية القصوى للكتلة؟

$$K_{\max}{}^* = \frac{1}{4}K_{\max} \Rightarrow K_{\max} = U_{\max} = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow K_{\max}{}^* = \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}\left(\frac{1}{2}kA^2\right).$$

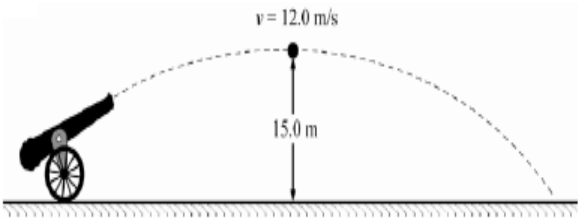
$K_{\max}$ changes by a factor of ¼.

(e) ما العامل الذي يؤدي إلى تغير طاقة الوضع القصوى للكتلة؟

$$U_{\max}{}^* = \frac{1}{4}U_{\max}.$$

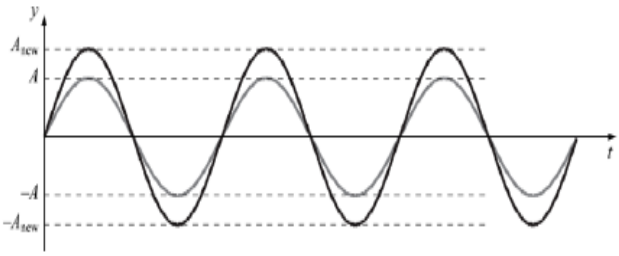
$U_{\max}$ changes by a factor of ¼.

www.almanahj.com




• **6.86** يُقذف مازن، القذيفة البشرية، من برميل بطول 3.50 m. إذا كانت سرعة مازن ($m$ = 80.0 kg) تبلغ 12.0 m/s عند أعلى نقطة في مساره، و15.0 m فوق سطح الأرض، فما متوسط القوة المبذولة عليه وهو في البرميل؟

$W = Fd$ $W = E_{tot}$ $E_{tot} = U + K = mgh + \frac{1}{2}mv^2$ الاجابة $F = 5010$ N




• **6.87** عُلِّقت كتلة 1.00 kg رأسيًا في زنبرك بقوة k = 100. N/m وتأرجح بسعة 0.200 m. عند أعلى نقطة من مسار تأرجحه، اصطدمت الكتلة فتحركت إلى أسفل بسرعة 1.00 m/s. حدِّد

a) الطاقة الميكانيكية الكلية لها.

$E_{new} = \frac{1}{2}kA^2 + \frac{1}{2}mv_{push}^2$ الاجابة $E_{new} = 2.50$ J

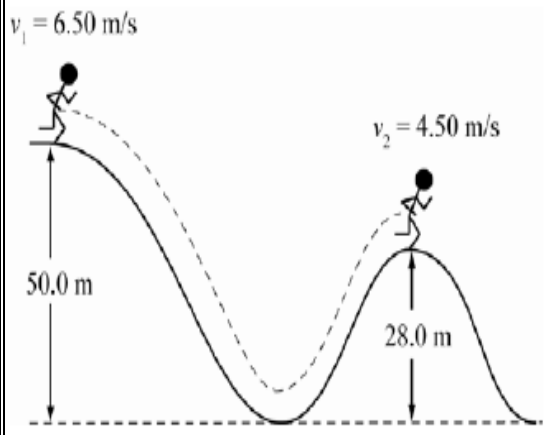
www.almanahj.com

b) سرعة تحركه أثناء عبوره نقطة الاتزان.

$\frac{1}{2}mv_{new}^2 = E_{new}$ الاجابة $v_{max,2} = 2.24$ m/s

c) سعته الجديدة.

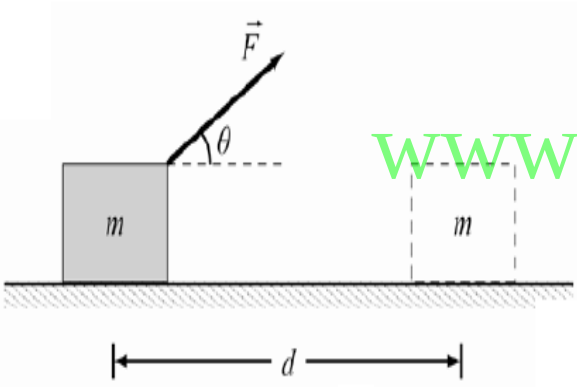
$\frac{1}{2}kA_{new}^2 = E_{new}$ الاجابة $A_2 = 22.4$ cm




• **6.88** وصل عدَّاء إلى قمة تل بسرعة 6.50 m/s. فنزل مسافة 50.0 m ثم صعد 28.0 m إلى قمة التل الآخر. فأصبحت سرعته 4.50 m/s. وتبلغ كتلة العدَّاء 83.0 kg. المسافة الكلية التي يقطعها العدَّاء 400. m، وتوجد مقاومة ثابتة للحركة قدرها 9.00 N. استخدم اعتبارات الطاقة لإيجاد الشغل الذي يبذله العدَّاء خلال المسافة الكلية.

$W_1 = \Delta K$ $W_2 = \Delta U$ $W_3 = F_r d.$

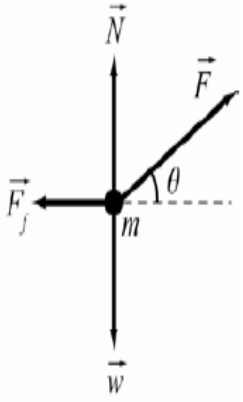
$E_{lost} = \Delta E_{tot} + W_{friction}$ الاجابة $E_{lost} = 2.25 \cdot 10^4$ J




• **6.90** يبذل والد قوة $2.40 \cdot 10^2$ N لسحب زلاجة تركبها ابنته (كتلتهما معًا 85.0 kg) على سطح أفقي. ويشكِّل الحبل الذي يسحب به الزلاجة زاوية 20.0° مع المستوى الأفقي. وكان معامل الاحتكاك الحركي 0.200. فتحركت الزلاجة مسافة 8.00 m. أوجد

www.almanahj.com

a) الشغل الذي بذله الوالد. $W_{father} = F_{father} d \cos\theta$ الاجابة $W_{father} = 1.80 \cdot 10^3$ J




b) الشغل المبذول بواسطة قوة الاحتكاك $W_{friction} = F_{friction} d$ $F_{friction} = \mu_k (mg - F \sin\theta)$

الاجابة $W_{friction} = -1.20 \cdot 10^3$ J

c) إجمالي الشغل الذي تبذله كل القوى. الاجابة $W_{total} = 601$ J.