Term 2 Grade 11 Advance Unit 6: Potential Energy and Energy Conservation

## 6.6 Work and Energy for the Spring Force 6.6 الشغل وطاقة الوضع للزنبرك

$$F_s = -k\Delta x \qquad F_{ex} = k\Delta x$$

$$+ \longleftarrow U_s = \frac{1}{2}k\Delta x^2 + \text{constant}$$

$$W_s = -\Delta U_s = -\frac{1}{2}k(\Delta x_f^2 - \Delta x_i^2)$$

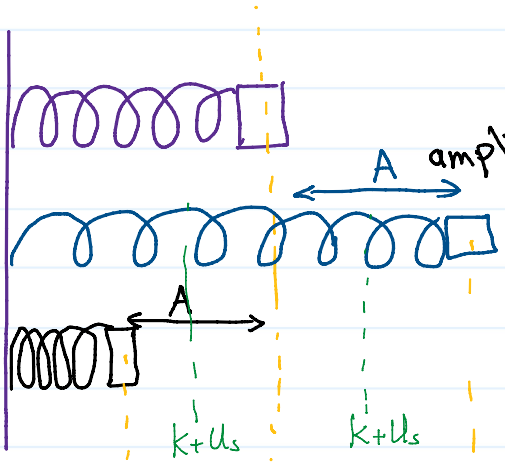
$$W_{ex} = \Delta U_s = \frac{1}{2}k(\Delta x_f^2 - \Delta x_i^2)$$

mechanical energy $E = K + U_g + U_s$

for conservative force and isolated system

$$E_i = E_f$$

$$K_i + U_{g_i} + U_{s_i} = K_f + U_{g_f} + U_{s_f}$$




amplitude = maximum displacement from equilibrium position

$x=0$
equilibrium position

| $x=-A$ | | $x=+A$ |
|---|---|---|
| $K=0$ | $K_{max}$ | $K=0$ |
| $U_s=max$ | $U_s=0$ | $U_s=max=\frac{1}{2}kA^2$ |

To find the velocity at any point between $x=0$ and $x=A$ at $x=A$

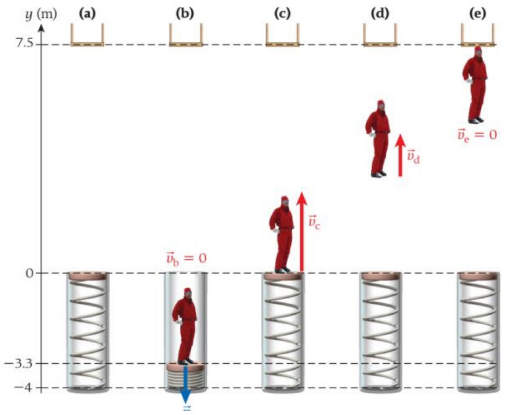
$$E_i = E_f$$

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

$$\frac{kA^2 - kx^2}{m} = \frac{mv^2}{m}$$

$$v=\sqrt{\frac{k}{m}(A^2-x^2)}$$

## 6.6 Work and Energy for the Spring Force  6.6 الشغل وطاقة الزنبرك

| 1 | |
|---|---|
| Assume the barrel is 4.00 m long, with a spring that extends the entire length of the barrel. Further, the barrel is upright, so it points vertically toward the ceiling of the circus tent. The human cannonball is lowered into the barrel and compresses the spring to some degree. An external force is added to compress the spring even further, to a length of only 0.70 m. At a height of 7.50 m above the top of the barrel is a spot on the tent that the human cannonball, of height 1.75 m and mass 68.4 kg, is supposed to touch at the top of his trajectory. Removing the external force releases the spring and fires the human cannonball vertically upward.<br>1- What is the value of the spring constant needed to accomplish this stunt?<br>2- What is the speed that the human cannonball reaches as he passes the equilibrium position of the spring? | افترض أن طول البرميل (4.00 m)، وبه زنبرك يمتد على طول البرميل بالكامل. علاوة على ذلك، فإن البرميل قائم، لذا فهو يشير عموديًا نحو سقف خيمة السيرك. يتم إنزال قذيفة المدفع البشرية في البرميل وتضغط الزنبرك إلى حد ما. تمت إضافة قوة خارجية لضغط الزنبرك بشكل أكبر حتى يصل طوله إلى (0.70 m) فقط .على ارتفاع 7.50 m فوق قمة البرميل توجد نقطة في الخيمة من المفترض أن تلمسها قذيفة المدفع البشرية، التي يبلغ ارتفاعها 1.75 مترًا وكتلتها (68.4 kg ) ، في قمة مسارها.<br>عند إزالة القوة الخارجية يطلق الزنبرك ويطلق قذيفة المدفع البشرية عموديًا إلى الأعلى.<br>1- ما قيمة ثابت الزنبرك اللازم لإنجاز هذه المهمة؟<br>2- ما السرعة التي تصل إليها قذيفة الإنسان عند مروره بوضعية توازن الزنبرك؟ |
|  | |

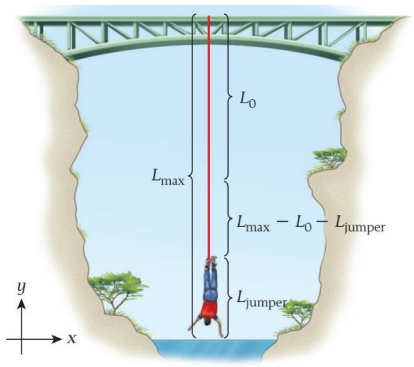
| 2 | |
|---|---|
| A spring with spring constant $k$ is oriented vertically and compressed downward a distance $x$ from its equilibrium position. An object of mass $m$ is placed on the upper end of the spring , and the spring is released. The object rises a distance $h$ (with $h \gg x$) above the equilibrium position of the spring. If the spring is then compressed downward by the same distance $x$ and an object of mass $3m$ is placed on it, how high will the object rise when the spring is released? | زنبرك ذو ثابت زنبركي k موجه عموديًا ومضغوط لأسفل بمسافة x من موضع توازنه. يتم وضع جسم كتلته m على الطرف العلوي للزنبرك، ويتم تحرير الزنبرك. يرتفع الجسم مسافة h حيث ( $h \gg x$) فوق موضع توازن الزنبرك. إذا تم ضغط الزنبرك لأسفل بنفس المسافة x وتم وضع جسم كتلته (3m) عليه، فإلى أي ارتفاع سيرتفع الجسم عند تحرير الزنبرك؟ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| h | 3h | h/3 | $\sqrt{h}$ |

| 3 | |
|---|---|
| A ball of mass $m$ is thrown vertically into the air with an initial speed $v$. Which of the following equations correctly describes the maximum height, $h$, of the ball? | كرة ذات كتلة m تُلقى عموديًا في الهواء بسرعة ابتدائية v. أي من المعادلات التالية تصف بشكل صحيح الارتفاع الأقصى، h، للكرة؟ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h = \sqrt{\frac{v}{2g}}$ | $h = \frac{mv^2}{g}$ | $h = \frac{v^2}{mg}$ | $h = \frac{v^2}{2g}$ |

| 4 | |
|---|---|
| A bungee jumper locates a suitable bridge that is 75.0 m above the river below, as shown in Figure. The jumper has a mass of $m$ = 80.0kg and a height of $L_{jumper}$=1.85 m. We can think of a bungee cord as a spring. The spring constant of the bungee cord is $k$ = 50.0 N/m. Assume that the mass of the bungee cord is negligible compared with the jumper's mass. The jumper wants to know the maximum length of bungee cord he can safely use for this jump | يقوم قافز البانجي بالعثور على جسر مناسب يقع على ارتفاع 75.0m فوق النهر أدناه، كما هو موضح في الشكل. الرامي لديه كتلة مقدارها m = 80.0kg وارتفاع Ljumper = 1.85m . يمكننا أن نفكر في حبل البانجي كأنه زنبرك. ثابت الزنبرك لحبل القفز هو k = 50.0N/m. افترض أن كتلة حبل البانجي لا تذكر مقارنة بكتلة القافز. يريد القافز أن يعرف الطول الأقصى لحبل البانجي الذي يمكنه استخدامه بأمان لهذه القفزة. |




قطوف فيزيائية

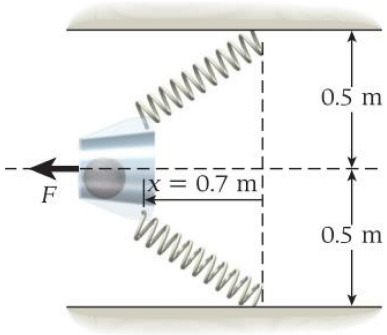
| 5 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| At the moment of maximum stretching of the bungee cord in Example 6.3, what is the net acceleration that the jumper experiences (in terms of $g$ = 9.81 m/s$^2$)? | | في لحظة أقصى تمدد لحبل البانجي في المثال السابق، ما هو محصلة العجلة التي يكتسبها لاعب القفز ؟ ($g$ = 9.81 m/s$^2$) | | |
| 0$g$ | 1.0$g$ downward | 1.0$g$ upward | 2.1$g$ upward | 2.1$g$ downward |

| 6 | | | |
|---|---|---|---|
| A block of mass 5.0 kg slides without friction at a speed of 8.0 m/s on a horizontal table surface until it strikes and sticks to a horizontal spring (with spring constant of $k$ = 2000 N/m and very small mass), which in turn is attached to a wall. How far is the spring compressed before the mass comes to rest? | | كتلة كتلتها (5.0 kg) تنزلق بدون احتكاك بسرعة ( 8.0 m/s) على سطح طاولة أفقي حتى تصطدم وتلتصق بنابض أفقي) بثابت نابض ($k$ = 2000 N/m) وكتلتة صغيرة جدًا والذي بدوره متصل بجدار.<br><br>إلى أي مدى يتم ضغط الزنبرك قبل أن يتوقف الكتلة؟ | |
| 0.40m | 0.30 m | 0.67m | 0.54m |
| | | | |
| 7 | | | |
| A block of mass 0.773 kg on a spring with spring constant 239.5 N/m oscillates vertically with amplitude 0.551 m. What is the speed of this block at a distance of 0.331 m from the equilibrium position? | | كتلة كتلتها (0.773 kg) على نابض بثابت نابض (239.5 N/m) تهتز عموديًا بسعة (0.551 m).<br>ما هي سرعة هذه الكتلة عند مسافة (0.331 m) من موضع التوازن؟ | |
| | | | |

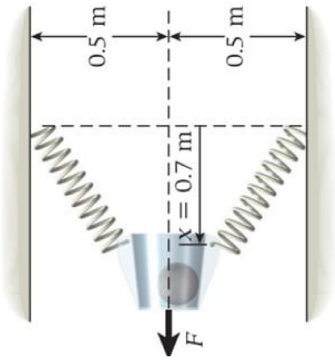
| 8 | |
|---|---|
| A spring with $k$ = 10.0 N/cm is initially stretched 1.00 cm from its equilibrium length.<br>a) How much more energy is needed to further stretch the spring to 5.00 cm beyond its equilibrium length?<br>b) From this new position, how much energy is needed to compress the spring to 5.00 cm shorter than its equilibrium position? | زنبرك له ثابت k = 10.0 N/cm يتمدد في البداية بمقدار (1.00 cm) من طوله التوازن<br>a) كم من الطاقة الإضافية مطلوبة لتمديد الزنبرك إلى (5.00 cm) أبعد من طوله التوازن؟<br>b) من هذا الموضع الجديد، كم من الطاقة المطلوبة لضغط الزنبرك ليصبح أقصر بمقدار (5.00 cm) عن موضع توازنه؟ |
| | |

| 9 | |
|---|---|
| A 5.00-kg ball of clay is thrown downward from a height of 3.00 m with a speed of 5.00 m/s onto a spring with $k$ = 1600 N/m. The clay compresses the spring a certain maximum amount before momentarily stopping.<br>a) Find the maximum compression of the spring.<br>b) Find the total work done on the clay during the spring's compression | كرة من الصلصال كتلتها (5.00-kg) تُلقى لأسفل من ارتفاع (3.00 m) بسرعة (5.00 m/s) على زنبرك له ثابت ($k$ = 1600 N/m). الصلصال يضغط على الزنبرك بقدر معين من الضغط الأقصى قبل أن يتوقف للحظة<br>a) احسب الحد الأقصى لضغط الزنبرك.<br>b) احسب الشغل المبذول على الصلصال أثناء انضغاط الزنبرك |
| | |

| 10 | |
|---|---|
| A slingshot that launches a stone horizontally consists of two light, identical springs (with spring constants of 30.0 N/m) and a light cup that holds a 1.00 kg stone. Each spring has an equilibrium length of 50.0 cm. When the springs are in equilibrium, they line up vertically. Suppose that the cup containing the mass is pulled to $x$ = 70.0 cm to the left of the vertical and then released. Determine<br>a) the system's total mechanical energy;<br>b) the speed of the stone at $x$ = 0 | منجنيق يطلق حجرًا أفقيًا يتكون من زنبركين خفيفين متطابقين (بثوابت زنبركية تبلغ 30.0 N/m) ووعاء خفيف يحمل حجرًا كتلته (1.00 kg) . كل زنبرك له طول اتزان يبلغ (50.0 cm). عندما يكون الزنبركان في موضع الاتزان، فإنهما يصطفان رأسياً.افترض أن الوعاء الذي يحتوي على الكتلة قد تم سحبه إلى x = 70.0cm إلى اليسار الوضع الرأسي ثم تم إطلاقه.<br>حدد<br>a) الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام<br>b) سرعة الحجر عند x = 0 |




قطوف فيزيا

| 11 | |
|---|---|
| A slingshot that launches a stone vertically consists of two light, identical springs (with spring constants of 30.0 N/m) and a light cup that holds a 1.00 kg stone. Each spring has an equilibrium length of 50.0 cm. When the springs are in equilibrium, they line up horizontally. Suppose that the cup containing the mass is pulled to $x$ = 70.0 cm to down of the horizontal and then released. Determine<br>a) the system's total mechanical energy;<br>b) the speed of the stone at $x$ = 0 | منجنيق يطلق حجرًا رأسياً يتكون من زنبركين خفيفين متطابقين (بثوابت زنبركية تبلغ 30.0 N/m) ووعاء خفيف يحمل حجرًا كتلته (0.100kg) . كل زنبرك له طول اتزان يبلغ (50.0 cm). عندما يكون الزنبركان في موضع الاتزان، فإنهما يصطفان أفقياً .افترض أن الوعاء الذي يحتوي على الكتلة قد تم سحبه إلى x = 70.0 سم إلى أسفل الوضع الأفقي ثم تم إطلاقه.<br>حدد<br>a) الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام<br>b) سرعة الحجر عند x = 0 |
|  | |

قطوف فيزيا

| 12 | |
|---|---|
| A 0.500 kg mass is attached to a horizontal spring with $k$ = 100 N/m. The mass slides across a frictionless surface. The spring is stretched 25.0 cm from equilibrium, and then the mass is released from rest.<br>a) Find the mechanical energy of the system.<br>b) Find the speed of the mass when it has moved 5.00 cm.<br>c) Find the maximum speed of the mass | كتلة (0.500 kg) مرتبطة بزنبرك أفقي له ثابت ($k$ = 100 N/m). تسحب الكتلة عبر سطح عديم الاحتكاك. تمدد الزنبرك بمقدار (25.0 cm) من وضع الإتزان، ثم تم إطلاق الكتلة من السكون.<br>a) احسب الطاقة الميكانيكية للنظام.<br>b) احسب سرعة الكتلة عندما تتحرك 5.00 cm.<br>c) احسب السرعة القصوى للكتلة |
| | |
| **13** | |
| A 1.00 kg block compresses a spring for which $k$ = 100 N/m by 20.0 cm; the spring is then released, and the block moves across a horizontal, frictionless table, where it hits and compresses another spring, for which $k$ = 50.0 N/m. Determine<br>a) the total mechanical energy of the system,<br>b) the speed of the mass while moving freely between springs, and<br>c) the maximum compression of the second spring | كتلة (1.00 kg) تضغط زنبركاً له ثابت ( $k$ = 100 N/m) بمقدار (20.0 cm ) ؛ ثم يتم تحرير الزنبرك، وتتحرك الكتلة عبر طاولة أفقية عديمة الاحتكاك، حيث تصطدم وتضغط نابضًا آخر له ثابت( $k$ = 50.0 N/m) حدد<br>a) الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام<br>b) سرعة الكتلة أثناء حركتها بحرية بين النابضين<br>c) أقصى انضغاط للنابض الثاني. |
| | |

## 6.6 Work and Energy for the Spring Force  6.6 الشغل وطاقة الزنبرك

**1**

**Assume the barrel is 4.00 m long, with a spring that extends the entire length of the barrel. Further, the barrel is upright, so it points vertically toward the ceiling of the circus tent. The human cannonball is lowered into the barrel and compresses the spring to some degree. An external force is added to compress the spring even further, to a length of only 0.70 m. At a height of 7.50 m above the top of the barrel is a spot on the tent that the human cannonball, of height 1.75 m and mass 68.4 kg, is supposed to touch at the top of his trajectory. Removing the external force releases the spring and fires the human cannonball vertically upward.**

**1- What is the value of the spring constant needed to accomplish this stunt?**

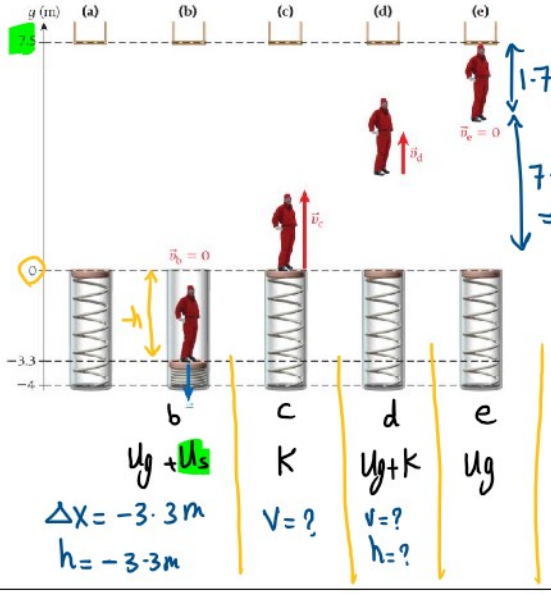
**2- What is the speed that the human cannonball reaches as he passes the equilibrium position of the spring?**

افترض أن طول البرميل (4.00 m)، وبه زنبرك يمتد على طول البرميل بالكامل. علاوة على ذلك، فإن البرميل قائم، لذا فهو يشير عموديًا نحو سقف خيمة السيرك. يتم إنزال قذيفة المدفع البشرية في البرميل وتضغط الزنبرك إلى حد ما. تمت إضافة قوة خارجية لضغط الزنبرك بشكل أكبر حتى يصل طوله إلى (0.70 m) فقط .على ارتفاع 7.50 m فوق قمة البرميل توجد نقطة في الخيمة من المفترض أن تلمسها قذيفة المدفع البشرية، التي يبلغ ارتفاعها 1.75 مترًا وكتلتها (68.4 kg ) ، في قمة مسارها.

عند إزالة القوة الخارجية يطلق الزنبرك ويطلق قذيفة المدفع البشرية عموديًا إلى الأعلى.

1- ما قيمة ثابت الزنبرك اللازم لإنجاز هذه المهمة؟

2- ما السرعة التي تصل إليها قذيفة الإنسان عند مروره بوضعية توازن الزنبرك؟




$m = 68.4kg$  ① $K = ?$

$E_b = E_e$

$U_g + U_s = U_g$

$mgh_b + \frac{1}{2}k\Delta x^2 = mgh_e$

$68.4 \times 9.8 \times -3.3 + \frac{1}{2}K \times (-3.3)^2 = 68.4 \times 9.8 \times 5.75$

$K = 1114 \quad N/m = 1.114 \times 10^3 \ N/m$

② $E_c = E_e$

$\frac{1}{2}mv_c^2 = mgh_e$

$v_c = \sqrt{2gh_e} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 5.75} = 10.6 \ m/s$

## 2

A spring with spring constant $k$ is oriented vertically and compressed downward a distance $x$ from its equilibrium position. An object of mass $m$ is placed on the upper end of the spring , and the spring is released. The object rises a distance $h$ (with $h \gg x$) above the equilibrium position of the spring. If the spring is then compressed downward by the same distance $x$ and an object of mass $3m$ is placed on it, how high will the object rise when the spring is released?

زنبرك ذو ثابت زنبركي k موجه عموديًا ومضغوط لأسفل بمسافة x من موضع توازنه. يتم وضع جسم كتلته m على الطرف العلوي للزنبرك، ويتم تحرير الزنبرك. يرتفع الجسم مسافة h حيث ( $h \gg x$) فوق موضع توازن الزنبرك. إذا تم ضغط الزنبرك لأسفل بنفس المسافة x وتم وضع جسم كتلته (3m) عليه، فإلى أي ارتفاع سيرتفع الجسم عند تحرير الزنبرك؟

| | | | |
|---|---|---|---|
| h | 3h | h/3 | $\sqrt{h}$ |




$$E_i = E_f$$

$$\frac{1}{2}k\Delta x^2 = 3mgh$$

Same

$$\frac{1}{2}k\Delta x^2 = mgh$$

$$\frac{1}{2}k\Delta x^2 = 3mgh_2$$

$$1 = \frac{h}{3h_2} \Rightarrow h_2 = \frac{h}{3}$$

## 3

A ball of mass $m$ is thrown vertically into the air with an initial speed $v$. Which of the following equations correctly describes the maximum height, $h$, of the ball?

كرة ذات كتلة m تُلقى عموديًا في الهواء بسرعة ابتدائية v. أي من المعادلات التالية تصف بشكل صحيح الارتفاع الأقصى، h، للكرة؟

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h = \sqrt{\frac{v}{2g}}$ | $h = \frac{mv^2}{g}$ | $h = \frac{v^2}{mg}$ | $h = \frac{v^2}{2g}$ |




$$E_i = E_f$$

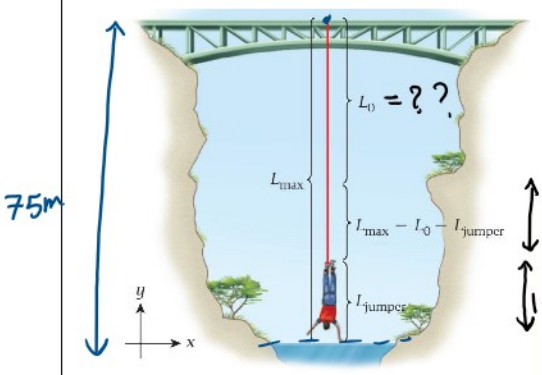
$$\frac{1}{2}mv_i^2 = mgh$$

$$h = \frac{\frac{1}{2}v^2}{g} = \frac{v^2}{2g}$$

## 4

A bungee jumper locates a suitable bridge that is 75.0 m above the river below, as shown in Figure. The jumper has a mass of $m$ = 80.0kg and a height of $L_{jumper}$=1.85 m. We can think of a bungee cord as a spring. The spring constant of the bungee cord is $k$ = 50.0 N/m. Assume that the mass of the bungee cord is negligible compared with the jumper's mass. The jumper wants to know the maximum length of bungee cord he can safely use for this jump

يقوم قافز البانجي بالعثور على جسر مناسب يقع على ارتفاع 75.0m فوق النهر أدناه، كما هو موضح في الشكل. الرامي لديه كتلة مقدارها m = 80.0kg وارتفاع Ljumper = 1.85m . يمكننا أن نفكر في حبل البانجي كأنه زنبرك. ثابت الزنبرك لحبل القفز هو k = 50.0N/m. افترض أن كتلة حبل البانجي لا تذكر مقارنة بكتلة القافز. يريد القافز أن يعرف الطول الأقصى لحبل البانجي الذي يمكنه استخدامه بأمان لهذه القفزة.




m = 80.0kg  k = 50.0N/m

$E_i = E_f$

$mgh = \frac{1}{2} k \Delta x^2$

$80.0 \times 9.8 \times 75 = \frac{1}{2} \times 50.0 \, \Delta x^2$

$\Delta x = 48.5$ m

$L_o = 75 - 48.5 - 1.85 = 24.6$ m

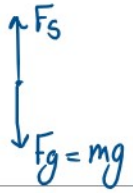
## 5

At the moment of maximum stretching of the bungee cord in Example 6.3, what is the net acceleration that the jumper experiences (in terms of $g$ = 9.81 m/s$^2$)?

في لحظة أقصى تمدد لحبل البانجي في المثال السابق، ما هو محصلة العجلة التي يكتسبها لاعب القفز ؟

($g$ = 9.81 m/s$^2$)

| 0g | 1.0g downward | 1.0g upward | 2.1g upward | 2.1g downward |
|---|---|---|---|---|




$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{F_S - F_g}{m} = \frac{-k\Delta x - mg}{m}$

$a = \frac{(-50.0 \times -48.5) - 80.0 \times 9.8}{80.0} = 20.5$ m/s$^2$ upward

$\frac{20.5}{9.8} = 2.1g$

## 6

A block of mass 5.0 kg slides without friction at a speed of 8.0 m/s on a horizontal table surface until it strikes and sticks to a horizontal spring (with spring constant of $k$ = 2000 N/m and very small mass), which in turn is attached to a wall. How far is the spring compressed before the mass comes to rest?

كتلة كتلتها (5.0 kg) تنزلق بدون احتكاك بسرعة ( 8.0 m/s) على سطح طاولة أفقي حتى تصطدم وتلتصق بنابض أفقي) بثابت نابض ($k$ = 2000 N/m) وكتلة صغيرة جدًا والذي بدوره متصل بجدار.

إلى أي مدى يتم ضغط الزنبرك قبل أن يتوقف الكتلة؟

0.40m | 0.30 m | 0.67m | 0.54m

$m = 5.0\ kg$ $K = 2000\ N/m$

$v_i = 8.0\ m/s$ $\Delta x = ?$ $v_f = 0$

$$E_i = E_f$$

$$\frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}k\Delta x^2$$

$$5.0 \times 8.0^2 = 2000\,\Delta x^2$$

$$\Delta x = 0.4\ m$$

## 7

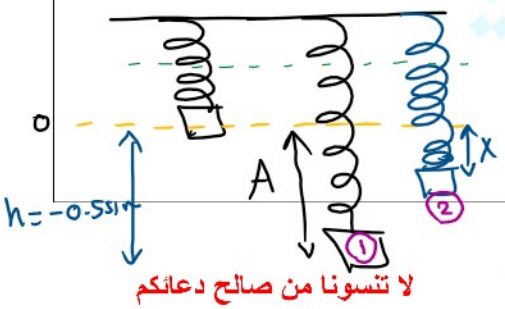
A block of mass 0.773 kg on a spring with spring constant 239.5 N/m oscillates vertically with amplitude 0.551 m. What is the speed of this block at a distance of 0.331 m from the equilibrium position?

كتلة كتلتها (0.773 kg) على نابض بثابت نابض (239.5 N/m) تهتز عموديًا بسعة (0.551 m).
ما هي سرعة هذه الكتلة عند مسافة (0.331 m) من موضع التوازن؟

$m = 0.773\ kg$ $K = 239.5\ N/m$ $A = 0.551\ m$

$v = ?$ $\Delta x = 0.331\ m$

$$v = \sqrt{\frac{K}{m}(A^2 - x^2)} = \sqrt{\frac{239.5}{0.773}(0.551^2 - 0.331^2)} = 7.75\ m/s$$




$$E_i = E_f$$

$$\frac{1}{2}kA^2 + mgh_i = \frac{1}{2}k\Delta x^2 + mgh_f + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{1}{2}\times 239.5 \times 0.551^2 + 0.773 \times 9.8 \times -0.551 = \frac{1}{2}\times 239.5 \times 0.331^2 + 0.773 \times 9.8 \times -0.331 + \frac{1}{2}\times 0.773\, v^2$$

$$v = 7.5\ m/s$$

## 8

**A spring with $k$ = 10.0 N/cm is initially stretched 1.00 cm from its equilibrium length.**
**a) How much more energy is needed to further stretch the spring to 5.00 cm beyond its equilibrium length?**
**b) From this new position, how much energy is needed to compress the spring to 5.00 cm shorter than its equilibrium position?**

زنبرك له ثابت k = 10.0 N/cm يتمدد في البداية بمقدار (1.00 cm) من طوله التوازن
a) كم من الطاقة الإضافية مطلوبة لتمديد الزنبرك إلى (5.00 cm) أبعد من طوله التوازن؟
b) من هذا الموضع الجديد، كم من الطاقة المطلوبة لضغط الزنبرك ليصبح أقصر بمقدار (5.00 cm) عن موضع توازنه؟

$K = 10\ \frac{N}{cm \times 10^{-2}} = 1000\ N/m$ $\quad \Delta X = 1\,cm = 0.01\,m$ $\quad \Delta X = 5\,cm = 0.05\,m$

① $\Delta U = \frac{1}{2} K(\Delta X_f^2 - \Delta X_i^2) = \frac{1}{2} \times 1000(0.05^2 - 0.01^2)$
$= 1.2\ J$

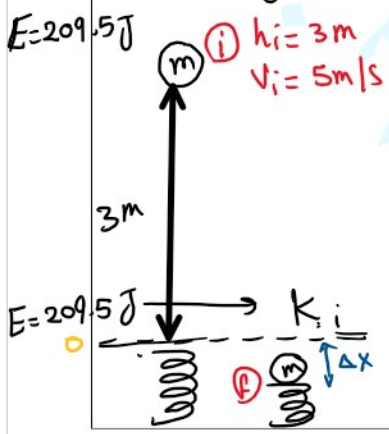
② $\Delta U = \frac{1}{2} \times 1000\ ((-0.05)^2 - 0.05^2) =$ zero

## 9

**A 5.00-kg ball of clay is thrown downward from a height of 3.00 m with a speed of 5.00 m/s onto a spring with $k$ = 1600 N/m. The clay compresses the spring a certain maximum amount before momentarily stopping.**
**a) Find the maximum compression of the spring.**
**b) Find the total work done on the clay during the spring's compression**

كرة من الصلصال كتلتها (5.00-kg) تُلقى لأسفل من ارتفاع (3.00 m) بسرعة (5.00 m/s) على زنبرك له ثابت ($k$ = 1600 N/m). الصلصال يضغط على الزنبرك بقدر معين من الضغط الأقصى قبل أن يتوقف للحظة
a) احسب الحد الأقصى لضغط الزنبرك.
b) احسب الشغل المبذول على الصلصال أثناء انضغاط الزنبرك

$m = 5\,kg$ $\quad h = 3.00\,m$ $\quad v_i = 5\,m/s$ $\quad v_f = 0$ $\quad K = 1600\ N/m$ $\quad \Delta X = ?$




(a) $E_i = E_f$

$\frac{1}{2} m v_i^2 + mgh_i = mgh_f + \frac{1}{2} K \Delta X^2$

$\frac{1}{2} \times 5 \times 5^2 + 5 \times 9.8 \times 3 = 5 \times 9.8 \times -\Delta X + \frac{1}{2} \times 1600 \Delta X^2$

$209.5 = -49\Delta X + 800\Delta X^2$

$800\Delta X^2 - 49\Delta X - 209.5 = 0$

$\Delta X = 0.54\,m$ or $\Delta X = -0.48\,m$

(b) $W = \Delta K = K_f - K_i$
$= -209.5\,J$

## 10

**A slingshot that launches a stone horizontally consists of two light, identical springs (with spring constants of 30.0 N/m) and a light cup that holds a 1.00 kg stone. Each spring has an equilibrium length of 50.0 cm. When the springs are in equilibrium, they line up vertically. Suppose that the cup containing the mass is pulled to $x = 70.0$ cm to the left of the vertical and then released. Determine**

**a) the system's total mechanical energy;**

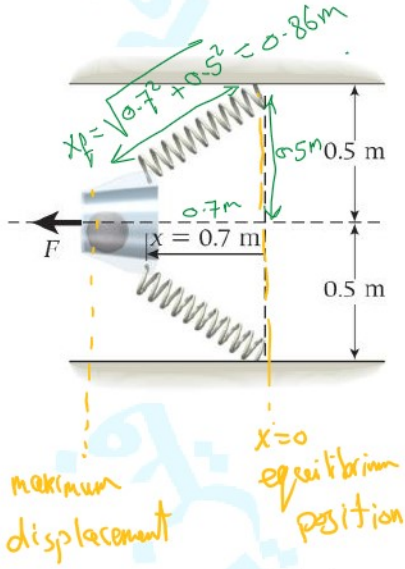
**b) the speed of the stone at $x = 0$**

منجنيق يطلق حجرًا أفقيًا يتكون من زنبركين خفيفين متطابقين (بثوابت زنبركية تبلغ 30.0 N/m) ووعاء خفيف يحمل حجرًا كتلته (1.00 kg) . كل زنبرك له طول اتزان يبلغ (50.0 cm). عندما يكون الزنبركان في موضع الاتزان، فإنهما يصطفان رأسياً.افترض أن الوعاء الذي يحتوي على الكتلة قد تم سحبه إلى x = 70.0cm إلى اليسار الوضع الرأسي ثم تم إطلاقه.

حدد

a) الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام

b) سرعة الحجر عند x = 0




maximum displacement

$E = U_s$

$x=0$ equilibrium position

$E = K$

$K = 30.0\ N/m$ $\quad m = 1\ kg$

$x_i = 50\ cm = 0.50\ m$ $\quad x_f = 0.86\ m$

$\Delta x = 0.86 - 0.50 = 0.36\ m$

(a) $E = 2\,U_s$

$= 2 \times \frac{1}{2} k \Delta x^2$

$= 30.0 \times 0.36^2 = 3.888\ J$

(b) $E = K$

$3.888 = \frac{1}{2} m v^2$

$3.888 = \frac{1}{2} \times 1 \times v^2$

$v = 2.79\ m/s$

## 11

A slingshot that launches a stone vertically consists of two light, identical springs (with spring constants of 30.0 N/m) and a light cup that holds a ~~1.00~~ 0.1 kg stone. Each spring has an equilibrium length of 50.0 cm. When the springs are in equilibrium, they line up horizontally. Suppose that the cup containing the mass is pulled to $x = 70.0$ cm to down of the horizontal and then released. Determine

a) the system's total mechanical energy;

b) the speed of the stone at $x = 0$

منجنيق يطلق حجرًا رأسياً يتكون من زنبركين خفيفين متطابقين (بثوابت زنبركية تبلغ 30.0 N/m) ووعاء خفيف يحمل حجرًا كتلته (0.100kg) . كل زنبرك له طول اتزان يبلغ (50.0 cm). عندما يكون الزنبركان في موضع الاتزان، فإنهما يصطفان أفقياً .افترض أن الوعاء الذي يحتوي على الكتلة قد تم سحبه إلى x = 70.0 سم إلى أسفل الوضع الأفقي ثم تم إطلاقه.

حدد

a) الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام

b) سرعة الحجر عند x = 0

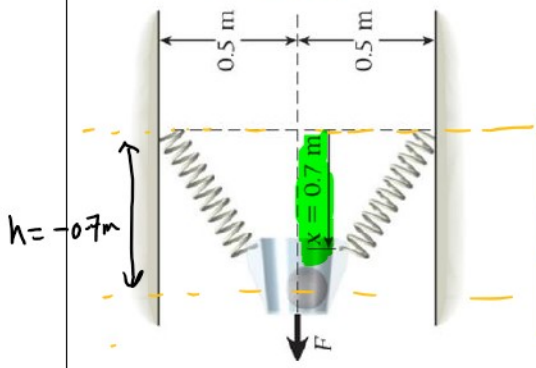
$x_i = 50cm = 0.50m$

$K = 30.0 N/m$

$m = 0.1 kg$

$x_f = 0.86 m$

$\Delta x = 0.36 m$




$E = K$

$E = U_s + U_g$

(a) $E = U_s + U_g$

$E = \frac{1}{2} k \Delta x^2 + mgh$

$E = 30.0 \times 0.36^2 + 0.1 \times 9.8 \times 0.7$

$E = 3.202 \ J$

(b) $E = K$

$3.202 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times v^2$

$v = 8 \ m/s$

## 12

A 0.500 kg mass is attached to a horizontal spring with $k = 100$ N/m. The mass slides across a frictionless surface. The spring is stretched 25.0 cm from equilibrium, and then the mass is released from rest.
a) Find the mechanical energy of the system.
b) Find the speed of the mass when it has moved 5.00 cm.
c) Find the maximum speed of the mass

كتلة (0.500 kg) مرتبطة بزنبرك أفقي له ثابت ($k = 100$ N/m). تسحب الكتلة عبر سطح عديم الاحتكاك. تمدد الزنبرك بمقدار (25.0 cm) من وضع الإتزان، ثم تم إطلاق الكتلة من السكون.
a) احسب الطاقة الميكانيكية للنظام.
b) احسب سرعة الكتلة عندما تتحرك 5.00 cm.
c) احسب السرعة القصوى للكتلة

$m = 0.500\,kg$ $\quad K = 100\ N/m$ $\quad \Delta X = 25\,cm = 0.25\,m$

$v_i = 0$

(a) At the maximum displacement: $E = U_s = \frac{1}{2} K \Delta X^2$

$= \frac{1}{2} \times 100 \times 0.25^2 = 3.125\,J$

(b) $V = \sqrt{\frac{K}{m}(A^2 - x^2)} = \sqrt{\frac{100}{0.5}(0.25^2 - 0.05^2)} = 3.46\ m/s$

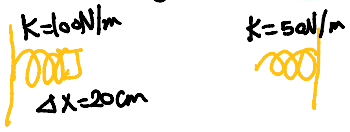
(c) At equilibrium position $x = 0$ $\quad v = \sqrt{\frac{100}{0.5}(0.25^2 - 0)} = 3.54\,m/s$

## 13

A 1.00 kg block compresses a spring for which $k = 100$ N/m by 20.0 cm; the spring is then released, and the block moves across a horizontal, frictionless table, where it hits and compresses another spring, for which $k = 50.0$ N/m. Determine
a) the total mechanical energy of the system,
b) the speed of the mass while moving freely between springs, and
c) the maximum compression of the second spring

كتلة (1.00 kg) تضغط زنبركاً له ثابت ($k = 100$ N/m) بمقدار (20.0 cm)؛ ثم يتم تحرير الزنبرك، وتتحرك الكتلة عبر طاولة أفقية عديمة الاحتكاك، حيث تصطدم وتضغط نابضًا آخر له ثابت ($k = 50.0$ N/m) حدد
a) الطاقة الميكانيكية الكلية للنظام
b) سرعة الكتلة أثناء حركتها بحرية بين النابضين
c) أقصى انضغاط للنابض الثاني.

$m = 1\,kg$ $\quad K_1 = 100\ N/m$ $\quad \Delta X = 20\,cm$ $\quad K_2 = 50\ N/m$




① $E = \frac{1}{2} K \Delta X^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 0.20^2 = 2\,J$

② $E_i = E_f$

$2 = \frac{1}{2} m v^2$ $\quad 2 = \frac{1}{2} \times 1 \times v^2$

$v = 2\,m/s$

③ $E_i = E_f$

$2 = \frac{1}{2} K \Delta X^2$ $\quad 2 = \frac{1}{2} \times 50 \times \Delta X^2$ $\quad \Delta X = 0.28\,m$