مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

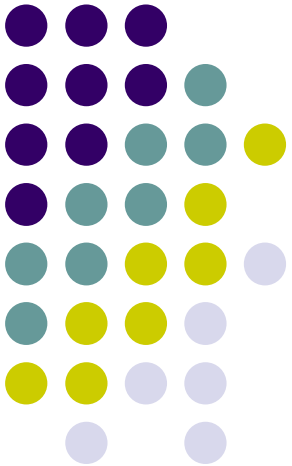
الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

Chapter 4

Energy of a System

طاقة النظام



Work done by constant Force

العمل المنجز من قبل القوة الثابتة

في تحليل القوى لتحديد العمل الذي يقومون به ، يجب أن نأخذ بعين الاعتبار طبيعة القوى المتجهة. يجب أن نعرف أيضًا إلى أي مدى تتحرك المحاة على طول الدرج إذا كنا نريد تحديد العمل المرتبط بهذا التشريد.
يتطلب تحريك المحاة 3 أمتار عملاً أكثر من تحريكه 2 سم.

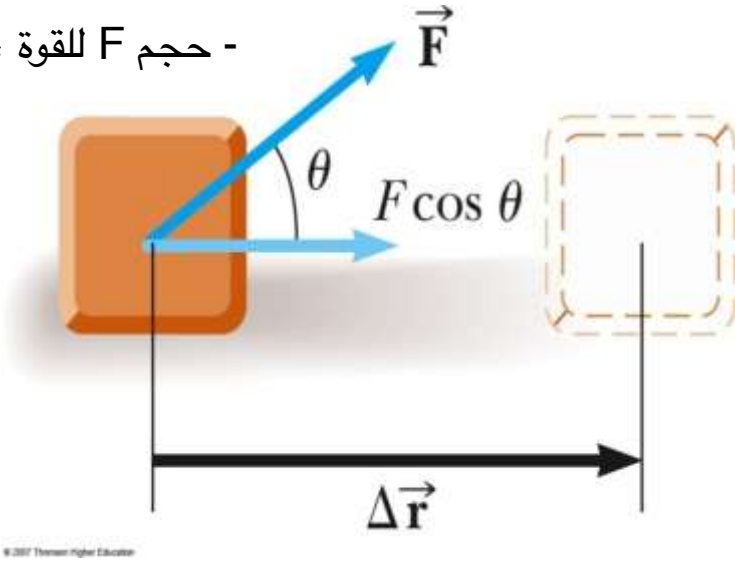
In analyzing forces to determine the work they do, we must consider the vector nature of forces. We must also know how far the eraser moves along the tray if we want to determine the work associated with that displacement.
Moving the eraser 3 m requires more work than moving it 2 cm.

عمل Work

إن العمل الذي تقوم به W على نظام من قبل وكيل يمارس قوة ثابتة على النظام هو نتاج

The work *W* done on a system by an agent exerting a constant force on the system is the product of

- the magnitude *F* of the force, - حجم F للقوة ،
- the magnitude Δr of the displacement of the point of application of the force,
- cos θ, where θ is the angle between the force and the displacement vectors



- حجمها r Δ من التشريد من نقطة تطبيق القوة ،

cos θ،

حيث θ هي الزاوية بين القوة وناقلات النزوح

$$W \equiv F\,\Delta r\cos\theta$$

•A force does no work on the object if the force does not move through a displacement

لا تعمل القوة على الجسم إذا لم تتحرك القوة خلال التشرد

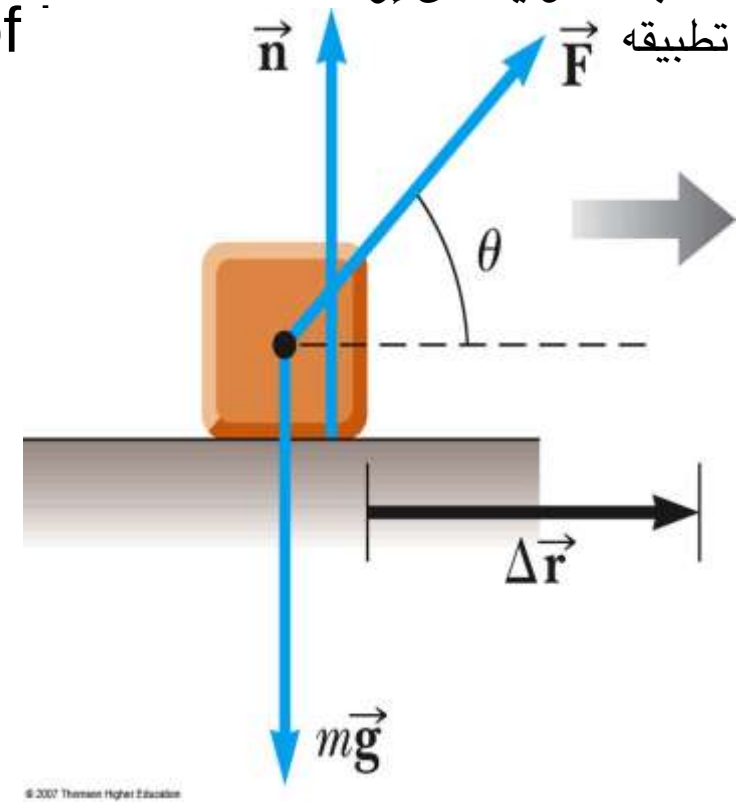
$\Delta r=0 \longrightarrow W=0$

•The work is zero when the force applied is perpendicular to the displacement of point of application

• يكون العمل صفر عندما تكون القوة المطبقة عمودية على إزاحة نقطة تطبيقه

إذا كانت ثم لأن

if Θ= 90°, then W =0 because cos 90° = 0.



For example,

The normal force and the gravitational force do no work on the object فمثلا،

القوة الطبيعية وقوة الجاذبية لا تعمل على الجسم

More About Work المزيد عن العمل

The sign of the work depends on علامة العمل يعتمد على

the direction of the force relative to the displacement $\Delta \mathbf{r}$ اتجاه القوة بالنسبة إلى النزوح rΔ

- Work is positive when projection of **F** onto $\Delta \mathbf{r}$ is in the same direction as the displacement $\Delta \mathbf{r}$ - العمل إيجابي عند إسقاط F
Δr هو فى نفس اتجاه نزوح Δr

- Work is negative when the projection is in the opposite direction as the displacement $\Delta \mathbf{r}$

- العمل سلبى عندما يكون الإسقاط فى الاتجاه المعاكس مثل التشرد Δr

The factor cos Θ in the definition of *W takes care* of the sign. العامل cos Θ في تعريف W يعتني بالعلامة.

If an applied force **F** is in the same direction as the displacement Δ**r**, then Θ= 0 and cos 0 = 1. In this case, و Θ = 0 عندئذ ، Δ r، إذا كانت القوة المطبقة F في نفس اتجاه الإزاحة
cos 0 = 1. في هذه الحالة ،

$$W = F \Delta r$$

Work is a scalar quantity العمل هو كمية العددية

The SI unit of work is the **joule (J)** **which equals to newton.meter (N.m)**

وحدة SI للعمل هي الجول (J) التي تساوي نيوتن.ميتر (N.m)

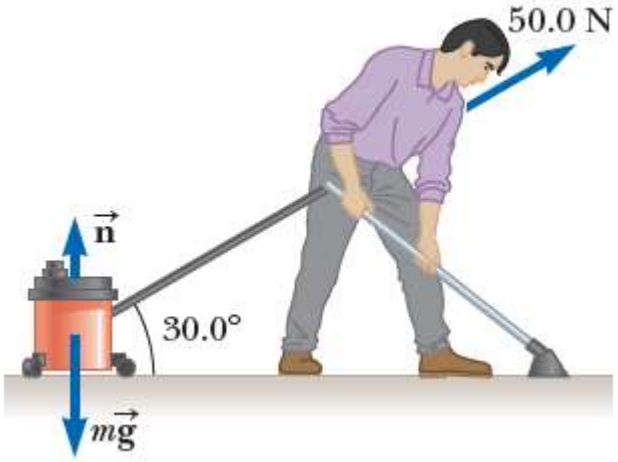
Example 7.1 مثال 7.1

Aman cleaning a floor pulls a vacuum cleaner with a force of magnitude F =50.0 N at an angle of 30.0° with the horizontal. Calculate the work done by the force on the vacuum cleaner as the vacuum cleaner is displaced 3.00 m to the right.

$$W \equiv F \Delta r \cos\theta$$

$$= (50)(3)(\cos 30^0)$$

$$W = 130 \text{ J}$$



أمان تنظيف أرضية يسحب مكنسة كهربائية بقوة قوة F = 50.0 N بزاوية 30.0 درجة مع الأفقي. احسب العمل الذي تقوم به القوة على المكنسة الكهربائية حيث يتم تهشيم المكنسة الكهربائية 3.00 م إلى اليمين.

Work Done by a Varying Force

عمل تم بواسطة قوة مختلفة

The work done by F_x as the particle moves from x_i to x_f as the area bounded by the F_x curve and the x axis

العمل الذي تقوم به Fx عندما يتحرك الجسيم من xi إلى xf

كالمنطقة التي يحدها منحنى Fx و x محور

Example 7.4 Calculating Total Work Done from a Graph

مثال 7.4 حساب إجمالي العمل تم من الرسم البياني

The work done by the force is equal to the area under the curve from $x_A = 0$ to $x_C = 6.0$ m. This area is

العمل الذي تقوم به القوة يساوي المنطقة تحت المنحنى من xA = 0 إلى xC = 6.0 m.

هذه المنطقة هي منطقة الثلاثي

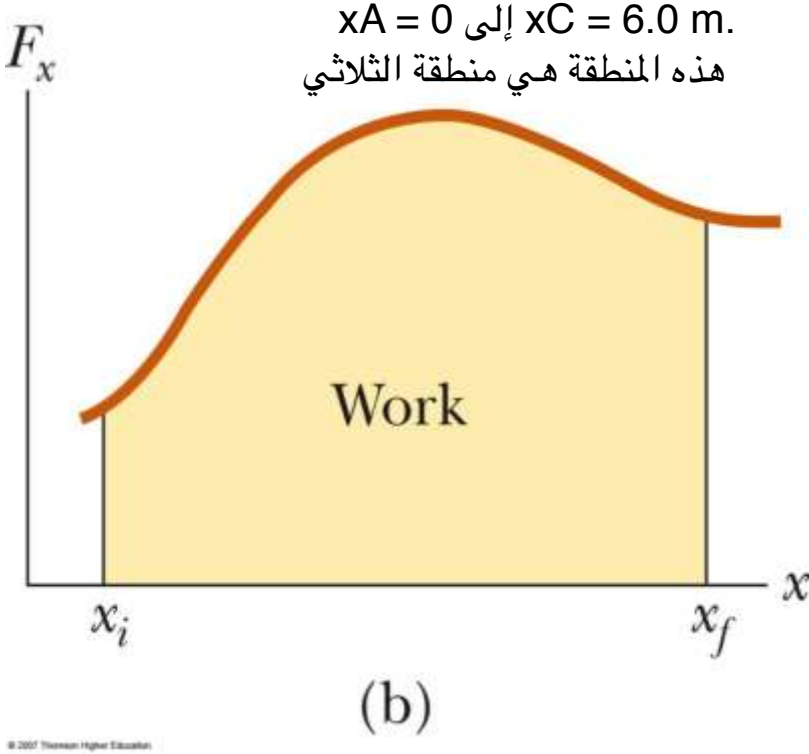
The area of the triangular is

$$5 \times 4 = 20\text{J}$$

Plus زائد

the area of the triangle is منطقة المثلث هو

$$\frac{1}{2}(5 \times 2) = 5\text{J}$$



The area of the the total work done by the force on the particle.

مساحة العمل الكلي الذي تقوم به القوة على الجسيم.

$$5 + 20 = 25\text{J}$$

Kinetic Energy الطاقة الحركية

- Kinetic Energy is the energy of a particle due to its motion

الطاقة الحركية هي طاقة جسيم بسبب حركتها

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

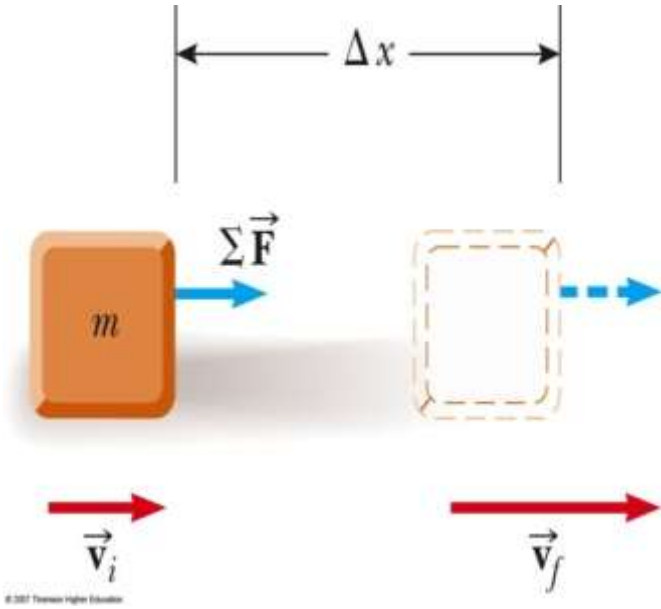
- Kinetic energy is a scalar quantity

الطاقة الحركية هي كمية قياسية

- The SI unit of Energy is the **joule (J).** (the same units as work).

وحدة SI للطاقة هي الجول (J). (نفس وحدات العمل).

- At rest the kinetic energy of an object is zero عند الراحة تكون الطاقة الحركية للجسم صفر



Work-Kinetic Energy Theorem

نظرية الطاقة الحركية للعمل

The Work-Kinetic Energy Theorem states

نظرية طاقة العمل الحركية تنص

$$\sum W = K_f - K_i = \Delta K$$

$$W_{ext} = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

- When work is done on a system and the only change in the system is in its speed, the work done by the net force equals the change in kinetic energy of the system.

  عندما يتم العمل على نظام ويكون التغيير الوحيد في النظام في سرعته ، فإن العمل الذي تقوم به القوة الصافية يساوي التغير في الطاقة الحركية للنظام.

- The work-kinetic energy theorem relates work to a change in the speed of an object

  نظرية العمل الحركية للطاقة ترتبط بالعمل بتغيير في سرعة الجسم

- The speed of the system increases if the work done on it is positive because the final kinetic energy will be greater than the initial kinetic energy.

  تزداد سرعة النظام إذا كان العمل المنجز عليه إيجابيًا لأن الطاقة الحركية النهائية ستكون أكبر من الطاقة الحركية الأولية.

- The speed of the system decreases if the net work is negative because the final kinetic energy will be less than the initial kinetic energy

  سرعة النظام ينخفض إذا كان صافي العمل سلبيًا لأن الطاقة الحركية النهائية ستكون أقل من الطاقة الحركية الأولية

Example 7.7

A 6.0-kg block initially at rest is pulled to the right along a horizontal, frictionless surface by a constant horizontal force of 12 N. Find the speed of the block after it has moved 3.0 m.

$$w = F\Delta x = (12)(3) = 36\text{J}$$

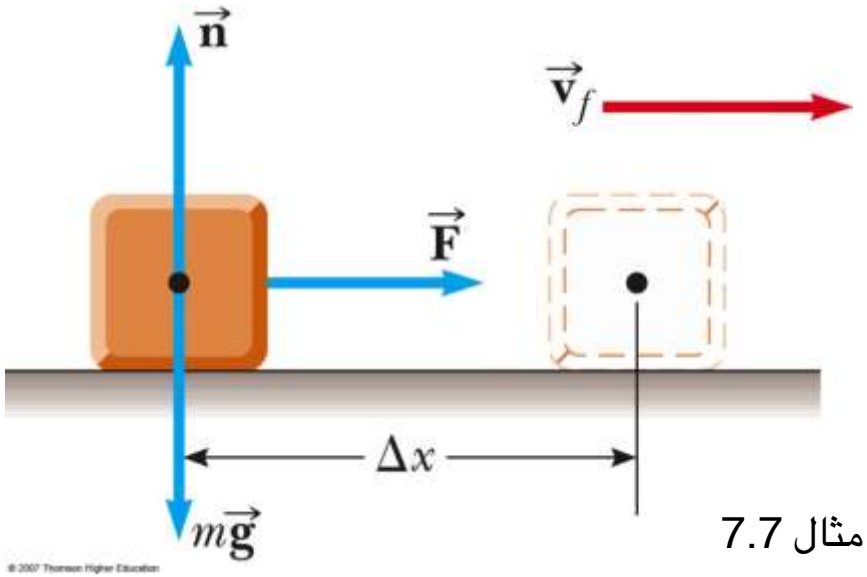
$$\mathrm{K}_i = \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}(6)(0) = 0$$

$$\mathrm{K}_f = \frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}(6)v_f^2 = 3v_f^2$$

$$\mathrm{w} = \mathrm{K}_f - K_i$$

$$\mathrm{w} = 3v_f^2$$

$$v_f = \sqrt{\frac{w}{3}} = \sqrt{\frac{36}{3}} = \sqrt{12} = 3.46 = 3.5$$



مثال 7.7

يتم سحب كتلة 6.0 كغم مبدئياً عند الراحة إلى اليمين على طول سطح أفقي بدون احتكاك بواسطة قوة أفقية ثابتة تبلغ 12 نيوتن. ابحث عن سرعة الكتلة بعد تحركها 3.0 م.

Q15 Two persons are pulling a boat as shown in the figure, if the angles of the two robes are equal to 60° and the force F_1=20 N, F_2=30 N. What is the work done to move the boat a distance of 10 m?

Q15

يقوم شخصان بسحب قارب كما هو موضح في الشكل ، إذا كانت زاويتين من الجلباب تساوي 60 درجة وقوة = F1 = 20 N ، F2 = 30 N. ما هو العمل الذي تم إنجازه لتحريك القارب مسافة 10 م؟

$$W_1 = F_1 \Delta r \cos\theta \longrightarrow W_1 = 20 \times 10 \times \cos(60) = 100\ J$$

$$W_2 = F_2 \Delta r \cos\theta \longrightarrow W_2 = 30 \times 10 \times \cos(60) = 150\ J$$

$$W_{net} = W_1 + W_2 \longrightarrow W = 100 + 150 = 250\ J$$

Q16 In the same problem, the mass of the boat is 20 Kg and it was initially at rest. What is its final speed?

Q16

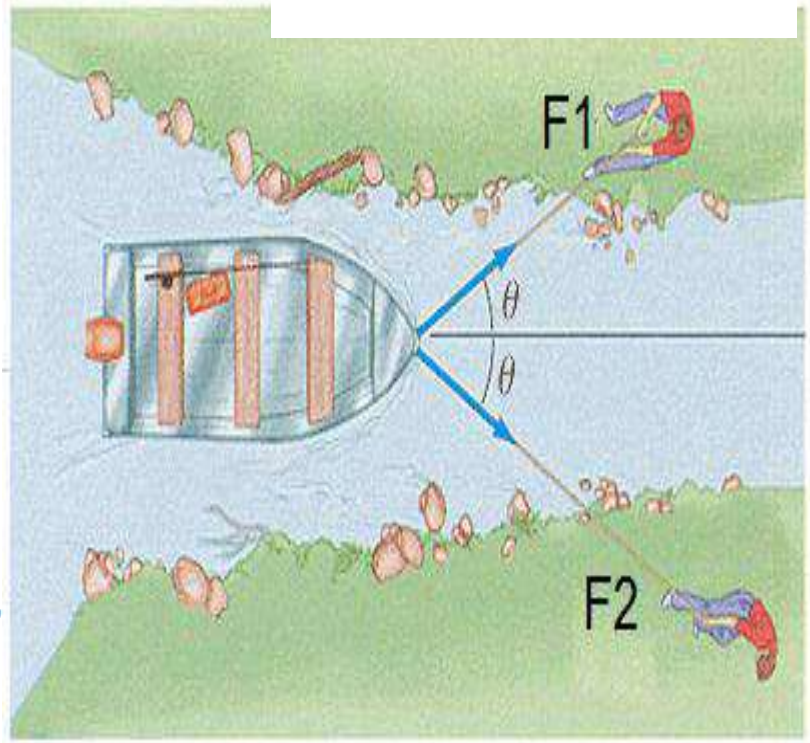
في نفس المشكلة ، فإن كتلة القارب 20 كجم وكانت في البداية في حالة راحة. ما هي سرعته النهائية؟

$$W = K_f - K_i$$

$$W = K_f - 0 \longrightarrow W = K_f = 250\ J$$

$$K_f = \frac{1}{2} m v_f^2$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2K_f}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 250}{20}} = 5 m/s$$



Power قوة

power is the rate of doing work, the amount of energy transferred per unit time. الطاقة هي معدل القيام بالعمل ، كمية الطاقة المنقولة لكل وحدة زمنية.

$$P_{avg} = \frac{W}{\Delta t}$$

But لكن $W = F\Delta r$

$$P_{avg} = \frac{F\Delta r}{\Delta t}$$

$$P_{avg} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

The power is a scalar quantity القوة هي كمية قياسية

➢The SI unit of power is joules per second **(J/s), also called the watt (W).**

وحدة SI للسلطة هي جول في الثانية (J / s) ، وتسمى أيضا واط (W).

➢A unit of power in the U.S. customary system is the **horsepower (hp):** وحدة القوة في النظام العرفي بالولايات المتحدة هي القدرة الحصانية (hp):

$$1\ \text{hp} = 746\ \text{W}$$

Q13

A unit of energy (or work)

One **kilowatt-hour (kWh) is the energy transferred in 1 h at the constant rate of 1 kW = 1000 J/s. The amount of energy represented by 1 kWh is**

$$1\ \text{kWh} = (10^3\ \text{W})(3\,600\ \text{s}) = 3.60 \times 10^6\ \text{J}$$

Q13

وحدة الطاقة (أو العمل)

كيلوواط واحد / ساعة (kWh) هي الطاقة المنقولة في ساعة واحدة بمعدل ثابت قدره 1 كيلو وات = 1000 ي / ث. كمية الطاقة التي تمثلها 1 كيلو وات ساعة

Q17 A rescue helicopter hovers above a soldier as in the figure. The soldier is lifted vertically upwards at a constant speed of 4 m/s. The tension in the cable is 880 N. Assume that there is no sideways motion during the lift and air friction is ignored. What is the power of that helicopter?

Q17

تحوم مروحية انقاذ فوق جندي كما في الشكل. يتم رفع الجندي عموديًا بسرعة ثابتة تبلغ 4 م / ث. التوتر في الكابل هو 880 N. نفترض أنه لا يوجد حركة جانبية أثناء الرفع ويتم تجاهل احتكاك الهواء. ما هي قوة تلك الطائرة؟

$$P = \mathbf{T}.\mathbf{v}$$

$$P = Tv = 880 \times 4 = 3520W = 3.5KW$$

Q18 In the previous question, what is the total work done on to lift the soldier for 20 s

Q18

في السؤال السابق ، ما هو العمل الإجمالي الذي تم إنجازه لرفع الجندي لمدة 20 ثانية

$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = P \times t = 3520 \times 20 = 70400J = 70KJ$$

مثال 7.12 الطاقة التي يتم تسليمها بواسطة محرك المصعد

Example 7.12 Power Delivered by an Elevator Motor

An elevator car has a mass of 1600 kg and is carrying passengers having a combined mass of 200 kg. A constant friction force of 4000 N retards its motion upward, as shown in **Figure 7.19a**.

(A) What power delivered by the motor is required to lift the elevator car at a constant speed of 3.00 m/s?

(أ) ما هي الطاقة التي يسلمها المحرك المطلوبة لرفع سيارة المصعد بسرعة ثابتة 3.00 م / ث؟

$$\sum F_y = T - f - F_g = 0$$

$$T = f + Mg$$

$$T = 4000 + (1600 + 200)(9.8)$$

$$T = 21640\ N$$

$$P = \mathbf{T}.\mathbf{v} = Tv$$

$$P = 21640 \times 3 = 64800\ W$$

(B) What power must the motor deliver at the instant the speed of the elevator is v if the motor is designed to provide the elevator car with an upward acceleration of 1.00 m/s²?

(ب) ما هي القوة التي يجب أن يوفرها المحرك في لحظة سرعة المصعد هو v إذا تم تصميم المحرك لتوفير سيارة المصعد مع تسارع صاعد 1.00 m / s2؟

$$\sum F_y = T - f - F_g = \mathrm{Ma}$$

$$T = f + Mg + \mathrm{Ma} \longrightarrow T = f + M(g + \mathrm{a})$$

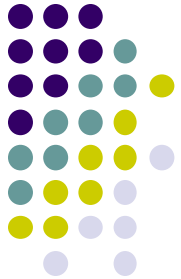
$$T = 4000 + 1800(9.8 + 1)$$

$$T = 23440N$$

$$P = Tv = 23400 \times 3 = 70200W$$

يبلغ وزن سيارة المصعد 1600 كجم ، وهي تحمل ركابًا يصل مجموع كتلته إلى 200 كجم. قوة احتكاك ثابتة تبلغ 4000 نيوتن تؤخر حركتها صعودًا ، كما هو موضح فى الشكل 7.19 أ.

Hooke's Law قانون هوك



➢If the spring is either stretched or compressed a small distance from its unstretched (equilibrium) configuration, it exerts on the block a force that can be expressed as

- إذا كان الربيع إما ممتدًا أو مضغوطًا على مسافة صغيرة من تكوينه غير المتمدد (equilibrium) ، فإنه يمارس على الكتلة قوة يمكن التعبير عنها

$$F_s = -kx$$

x هو موقف الكتلة نسبة إلى التوازن (س = 0) الموقف

k هو ثابت موجب يسمى ثابت القوة أو ثابت الربيع من الربيع.

x is the position of the block relative to its equilibrium (x = 0) position

k is a positive constant called the force constant or the spring constant of the spring.

قيمة هي مقياس لصلابة ال زنبرك

- The value of k is a measure of the stiffness of the spring
- The unit of force constant k is N/m

وحدة القوه k هي N / m

F_s the spring force is sometimes called the *restoring force*

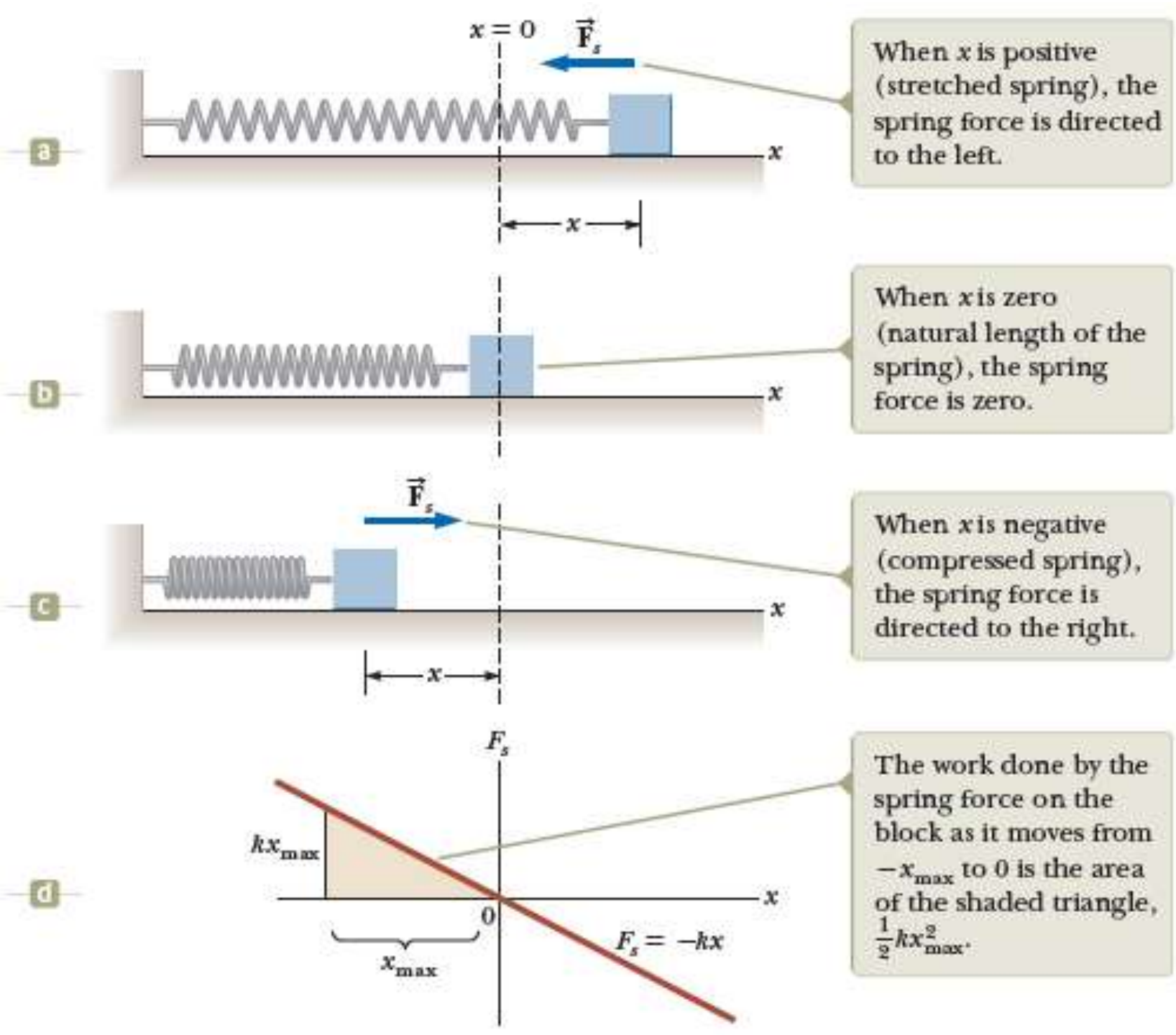
Fs تسمى قوة الربيع أحيانا باستعادة القوة

The negative sign signifies that the force exerted by the spring is always directed *opposite to the displacement from equilibrium.*

تشير العلامة السلبية إلى أن القوة التي تمارسها النبع موجهة دائمًا إلى النزوح من التوازن.

➢In other words, The force required to stretch or compress a spring is proportional to the amount of stretch or compression x.

- وبعبارة أخرى ، فإن القوة المطلوبة لتمديد أو ضغط النابض تتناسب مع كمية الامتداد أو الضغط x.


a
$x = 0$
$\vec{F}_s$
x
x
When x is positive (stretched spring), the spring force is directed to the left.
b
x
When x is zero (natural length of the spring), the spring force is zero.
c
$\vec{F}_s$
x
x
When x is negative (compressed spring), the spring force is directed to the right.
d
F_s
kx_{max}
x
0
x_{max}
$F_s = -kx$
The work done by the spring force on the block as it moves from $-x_{max}$ to 0 is the area of the shaded triangle, $\frac{1}{2}kx_{max}^2$.

Work Done by a Spring عمل من قبل زنبرك

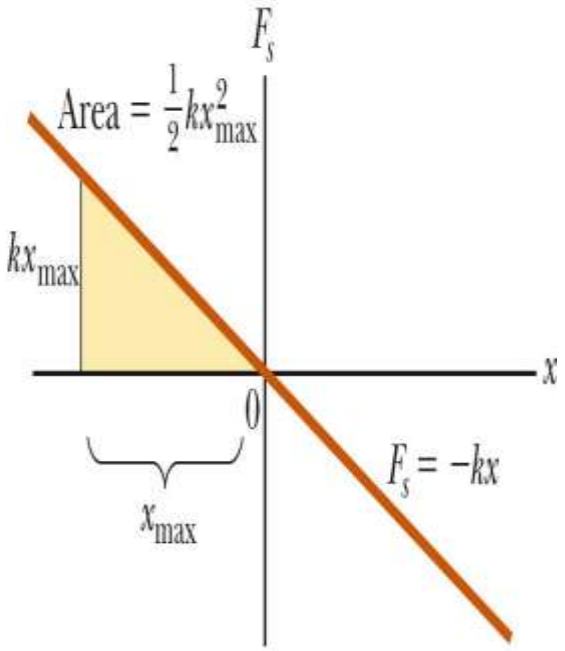
The work done by the spring force on the block as it moves from

العمل الذي تقوم به قوة ال زنبرك على الكتلة لأنها تنتقل من

$x = x_i$ to $x = x_f$

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

- $x_i = -x_{max}$ to $x_f = 0$ $\quad W_s = \frac{1}{2}kx_{max}^2$
- $x_i = 0$ to $x_f = x_{max}$ $\quad W_s = -\frac{1}{2}kx_{max}^2$
- $x_i = -x_{max}$ to $x_f = x_{max}$ $\quad W_s = 0$



© 2007 Thomson Higher Education

the work done by the spring force is zero for any motion that ends where it began ($x_i = x_f$).

العمل الذي تقوم به قوة الزنبرك هو صفر لأي حركة تنتهي حيث بدأت (xi = xf).

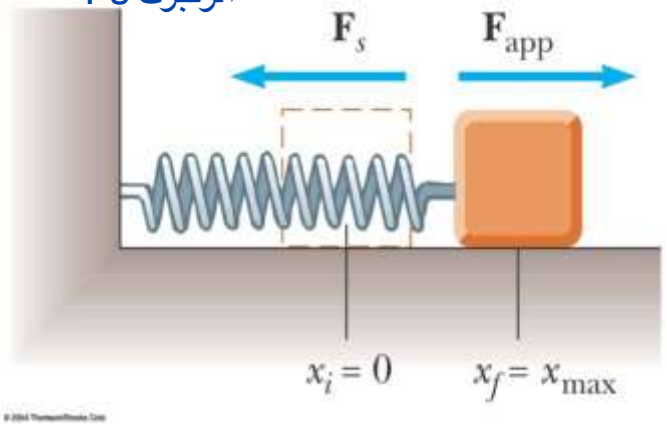
The work done on the spring by an external agent

العمل المنجز في الزنبرك من قبل وكيل خارجي

لنفترض أن أحد العوامل الخارجية ، Fapp ، يمد الزنبرك

- Suppose an external agent, Fapp, stretches the spring
- The applied force F_{app} is equal and opposite to the spring force F_s القوة المطبقة Fapp تساوي وتعكس قوة الزنبرك Fs

$$F_{app} = -F_s = -(-kx) = kx$$



- Work done by F_{app} is العمل الذي قام به Fapp هو

$$W_{F_{app}} = \frac{1}{2}kx_{max}^2$$

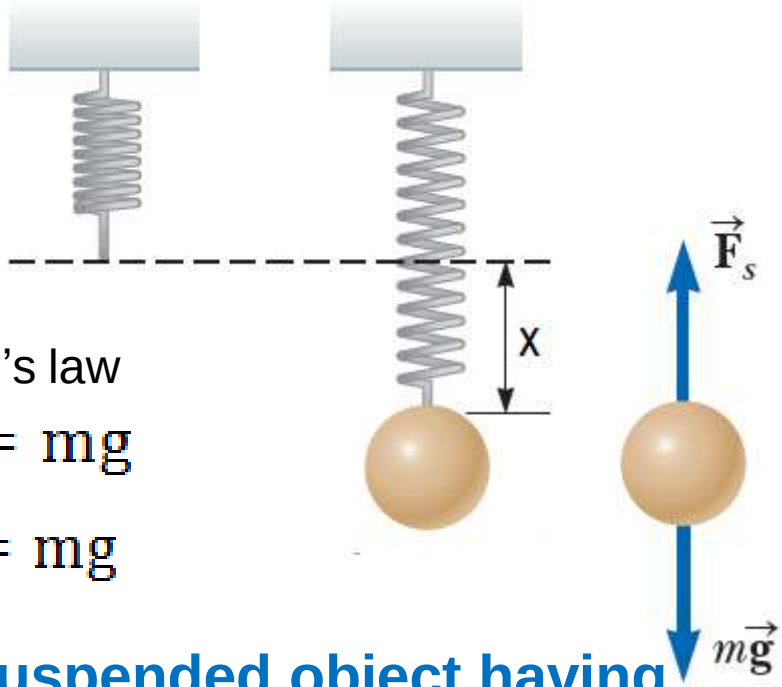
this work is equal to the negative of the work done by the spring force for this displacement. هذا العمل يساوي السلبية للعمل الذي أنجزته قوة الزنبرك لهذا النزوح.

- The work done by the applied force is العمل الذي قامت به القوة التطبيقية هو

$$W_{F_{app}} = \frac{1}{2}kx_f^2 - \frac{1}{2}kx_i^2$$

Example 7.6

Because the object (the system) is at rest, the upward spring force balances the downward gravitational force *mg.*



$$\sum F_y = |F_s| - mg = 0$$

Hooke's law

$$|F_s| = mg$$

$$kd = mg$$

نظرًا لأن الجسم (النظام) في حالة راحة ، تقوم قوة الزنبرك الصاعدة بتوازن قوة الجاذبية لأسفل.

(A) If a spring is stretched 2.0 cm by a suspended object having a mass of 0.55 kg, what is the force constant of the spring?

(أ) إذا كان الزنبرك ممدودًا بمقدار 2.0 سم عن طريق كائن موقوف له كتلة 0.55 كجم ، فما هو ثابت قوة الزنبرك؟

$$d = 2cm = \frac{2}{100}m = 2 \times 10^{-2}m \ , \quad m = 0.55\ kg$$

$$k = \frac{mg}{d} = \frac{0.55 \times 9.8}{2 \times 10^{-2}} = 2.7 \times 10^{2}\ N/m$$

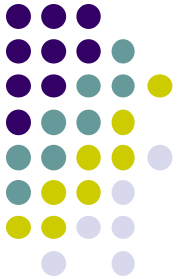
(B) How much work is done by the spring as it stretches through this distance?

(ب) ما هو مقدار العمل الذي يقوم به الزنبرك حيث يمتد عبر هذه المسافة؟

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

$$W_s = 0 - \frac{1}{2}kd^2 = -\frac{1}{2}(2.7 \times 10^{2})(2 \times 10^{-2})^2 = -5.4 \times 10^{-2}\ \mathrm{J}$$

Q6: A spring of force constant $k = 4.4x10^2$ N/m is stretched 2.0 cm by a suspended object having a mass of 0.55 kg, How much work is done by the spring as it stretches through this distance?



$$x = 2cm = 0.02m$$

س6: ثابت نابض القوة k = 4.4x102 N / m ممتد 2.0 سم بواسطة جسم معلق يبلغ كتلته 0.55 كجم ، ما مقدار العمل الذي يتم القيام به في الزنبرك حيث يمتد عبر هذه المسافة؟

$$W_s = -\frac{1}{2}kx^2 = -\frac{1}{2} \times 4.4 \times 10^2 \times (0.02)^2 = -0.088\,J = -8.8 \times 10^{-2} J$$

Q10: If a spring is stretched 0.98 cm by a suspended object having a mass of 0.20 kg, what is the force constant of the spring?

$$x = 0.98cm = 0.98 \times 10^{-2} m$$

س 10: إذا كان الزنبرك ينفد بمقدار 0.98 سم بواسطة جسم معلق له كتلة 0.20 كغم ، ما هو ثابت قوة الزنبرك؟

$$k = \frac{F_s}{x} = \frac{mg}{x} = \frac{0.2 \times 9.8}{0.98 \times 10^{-2}} = 200\ N/m$$

Potential Energy of a System الطاقة المحتملة للنظام

When an objec of mass *m* moves at height y from the Erath, the object gains an energy called Gravitational Potential Energy عندما تتحرك حركة كتلة m عند ارتفاع y من الأرض ، يكتسب الكائن طاقة تسمى طاقة جاذبية محتملة

$$U_g \equiv mgy$$

- The units of gravitational potential energy are joules, the same as those of work and kinetic energy.

- وحدات طاقة الجاذبية المحتملة هي جول ، مثل وحدات العمل والطاقة الحركية.

- Potential energy, like work and kinetic energy, is a scalar quantity.

- الطاقة المحتملة ، مثل العمل والطاقة الحركية ، هي كمية قياسية.

Q: The gravitational potential energy of a system س: طاقة الجاذبية الكامنة للنظام ؟

(a) is always positive

(b) is always negative

(c) can be negative or positive

(أ) هي دائما إيجابية

(ب) دائما سلبية

(ج) يمكن أن تكون سلبية أو إيجابية

العمل الذي قام به الوكيل الخارجي على نظام الكائن والأرض هو

The work done by the external agent on the system of object and the Earth is

$$W_{\text{ext}} = U_{g_f} - U_{g_i} = mgy_f - mgy_i$$

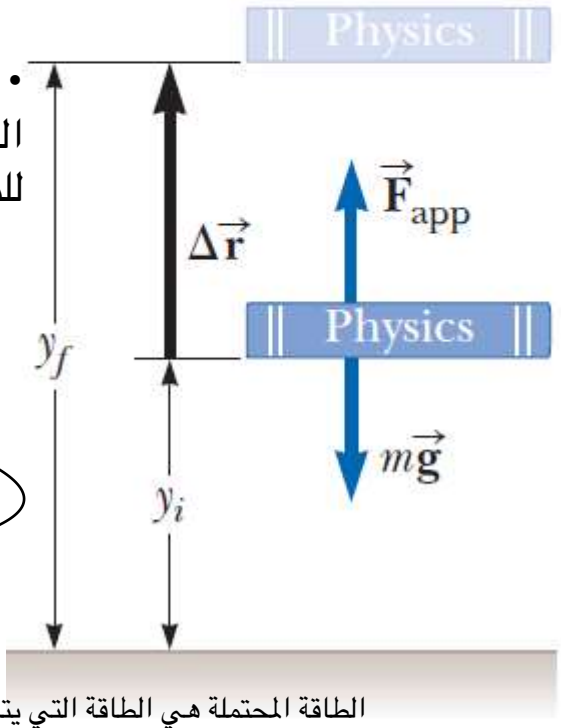
$$W = \Delta U_g$$

• يظهر العمل المنجز على النظام في هذه الحالة كتغيير في طاقة الجاذبية الكامنة للنظام.

• the work done on the system in this situation appears as a change in the gravitational potential energy of the system.

• تعتمد طاقة الجاذبية الكامنة فقط على الارتفاع الرأسي للكائن فوق سطح الأرض.

• The gravitational potential energy depends only on the vertical height of the object above the surface of the Earth.



الطاقة المحتملة هي الطاقة التي يتم تخزينها في كائن بسبب موقعه بالنسبة إلى بعض الموضع صفر. يمتلك الكائن طاقة جاذبية كامنة إذا تم وضعه على ارتفاع أعلى (أو أقل) من الارتفاع الصفري.

•**Potential energy is the energy that is stored in an object due to its position relative to some zero position. An object possesses gravitational potential energy if it is positioned at a height above (or below) the zero height.**

Example 8.1 The Bowler and the Sore Toe

A bowling ball (7 kg), held by a careless bowler slips from the bowler's hands and drops on the bowler's toe(0.03m). Choosing floor level as the *y =0 point of your coordinate system,* estimate the change in gravitational potential energy (work) of the ball–Earth system as the ball falls(0.5m).

تنحني كرة البولينج (7 كيلوجرام) ، التي يمسكها الرامى المهمل من يد لاعب الرامى وتنزلق على إصبع قدم الرامى (0.03 متر). اختيار مستوى الكلمة كنقطة الصفر = y من نظام الإحداثيات الخاص بك ، تقدير التغير في طاقة الجاذبية المحتملة (العمل) للنظام الكروي الأرضي عند سقوط الكرة (0.5 م).

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

the gravitational potential energy of the ball–Earth system just before the ball is released to be $U_i = mgy_i = 7 \times 9.8 \times 0.5 = 34.4J$

طاقة الجاذبية الكامنة لنظام الكرة-الأرض قبل أن يتم تحرير الكرة

the ball reaches his toe gives $U_f = mgy_f = 7 \times 9.8 \times 0.03 = 2.06J$

الكرة تصل إلى قدميه يعطي

the change in gravitational potential energy of the ball–Earth system is

التغير في طاقة الجاذبية الكامنة للنظام الكروي الأرضي

$$W_g = \Delta U = U_f - U_i = 2.06 - 34.3 = -32.24J$$