محاضرات

مادة

الفيزياء العامة

General Physics

المحتويات

	الموضوع	رقم الصفحة
	الفصل الرابع : الشغل والطاقة	
	4-1 الشغل الناتج عن قوة ثابتة(work done by a constant force)	2-1
	امثلة محلولة	4-3
	4-2 الطاقة (Energy)	11-5
	4-2-1 الطاقة الحركية(kinetic Energy)	5
	امثلة محلولة	8-6
	4-2-2 طاقة الوضع (الطاقة الكامنة) (Potential Energy)	9-8
	امثلة محلولة	11-9

الفصل الرابع
الشغل والطاقة
Work and Energy

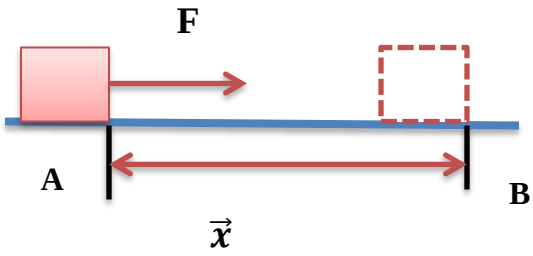
الفصل الرابع: الحركة الشغل والطاقة
Work and Energy

1-4 الشغل (work)

مفهوم الشغل :تطلق كلمة الشغل بالمعنى العام على كل مجهود عقلي أو عضلي يقوم به الانسان . والشغل بالمعنى الفيزيائي لا بد من وجود قوة تؤثر في جسم ويقطع هذا الجسم إزاحة باتجاه موا ز لتلك القوة او أحدى مركباتها ,أي انه تحدث القوة شغلا على جسم ما اذا غيرت من موضع هذا الجسم , فمثلا إذا أثرت قوة Fعلى جسم وحركته في الاتجاه من الموضع A الى الموضع B كما في الشكل ادناه نقول أن القوة تبذل شغل.

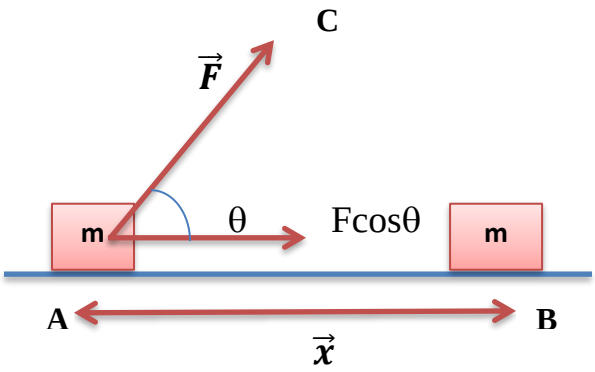
وتعريف الشغل هو حاصل ضرب الازاحة التي يتحركها الجسم في مركبة القوة باتجاه الازاحة وهو كمية قياسية لأنه عبارة عن حاصل ضرب نقطي لكميتين متجهتين هما القوة $\vec{F}$ والازاحة$\vec{x}$. وحدة قياس الشغل هي داين.سم (ارج erg) او نيوتن . متر(الجول Joul) وهو وحدة كبيرة حيث ان :

1جول = 10^7 داين . سم =10^7 ارج . ويعطى بالمعادلة (4-1)



$$W = \vec{F}.\vec{x} \qquad (4\text{-}1)$$

اما اذا كان اتجاه القوة F بالاتجاه من A الى C في الشكل ادناه فان الشغل المبذول يكون كما في المعادلة (4-2), **الشغل المنجز على نظام بواسطة تسليط قوة عليه هو(حاصل ضرب مقدار القوة F بمقدار الازاحة xعن موضعه وبالعامل (cosθ) حيث θ هي الزاوية ما بين متجهي القوة والإزاحة.**



$$\boldsymbol{W = (\vec{F}\cos\theta)\vec{x}}$$

$$\boldsymbol{W = Fx\cos\theta} \qquad \textbf{(4-2)}$$

حيث ان x هي الازاحة و $(F\cos\theta)$ هي مركبة القوة F في اتجاه الازاحة x.

ملاحظات

- اذا كانت القوة والازاحة في نفس الاتجاه سيكون الشغل موجبا لان($\cos 0 = 1$) . اما اذا كانت القوة والازاحة في اتجاهين متعاكسين , سيكون الشغل سالبا. $\vec{x}$. لان ($\cos 180 = -1$)
- في حالة ان القوة المسلطة على الجسم لا تزيح الجسم عن موضع الاستقرار ($\vec{x}$ =0) فعندها لا ينجز شغل على النظام وتكون قيمة الشغل مساوية للصفر W=0 و عندها تكون القوة المسلطة على الجسم عمودية على الازاحة من نقطة التسليط. وهذا يعني ان الزاوية $\theta=90^0$.
- **حالات خاصة**

$$\text{if } \theta = 0 \rightarrow W = FS$$

$$\text{if } \theta = 90^0 \rightarrow W = 0$$

$$\text{if } \theta = 180^0 \rightarrow W = -FS$$

اذا كان الشغل ناتج عن تأثير عدد من القوى , فانه يساوي حاصل ضرب محصلة هذه القوى في الازاحة.

$$\mathbf{W} = \left(\sum \vec{F}\right).\vec{x} \qquad \textbf{(4-3)}$$

مثال (1)

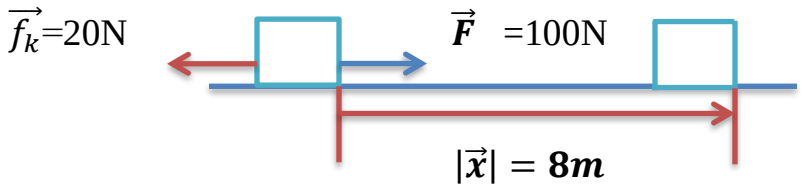
جسم يستقر على سطح افقي خشن. اثرت عليه قوة مقدارها $100N$ باتجاه افقي فحركته مسافة $8m$. اذا كانت قوة الاحتكاك الحركي تساوي 20N , احسب :

1- الشغل الذي تبذله القوة المؤثرة $\vec{F}$ على الجسم.

2- الشغل الذي تبذله قوة الاحتكاك الحركي $\vec{f_k}$.

3- الشغل الكلي المبذول على الجسم .

الحل:



1-شغل القوة المؤثرة $W_F = \vec{F}.\vec{x}$ =F x cos(0)= (100)(8)=800J

2-شغل قوة الاحتكاك $W_f = \vec{f}_k.\vec{x} = f_k\ x\ cos180$ = (20)(8)(-1)=-160J

(دائما سالب)

3-الشغل الكلي W = W_F+W_f=800J-160J =640J

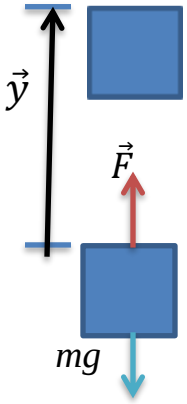
مثال (2)

رفع رجل صندوق كتلته m=20kg مسافة رأسية للأعلى مقدارها y= 1.0 m . احسب:

1. الشغل الذي بذله الرجل في رفع الصندوق.

2. اذا تحرك الرجل (بعد رفع الصندوق) مسافة افقية مقدارها $10m$. احسب الشغل الذي بذله الرجل خلال هذه الازاحة الافقي

الحل:

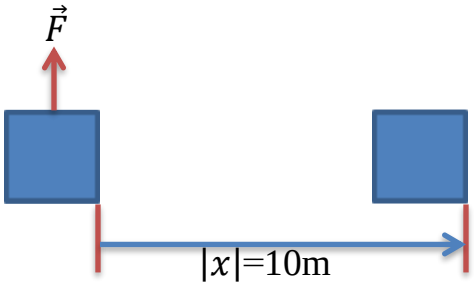


1. شغل الرجل في رفع الصندوق عموديا:

W= $\vec{F}.\vec{y}$ =$(mg)(y)\cos(0)$

= (20× 9.8) (1.0) = 196J

2. الشغل اثناء الازاحة الافقية:



$W = \vec{F}.\vec{x} = F \times \cos(90) = 0$ (0 فوق cos(90))

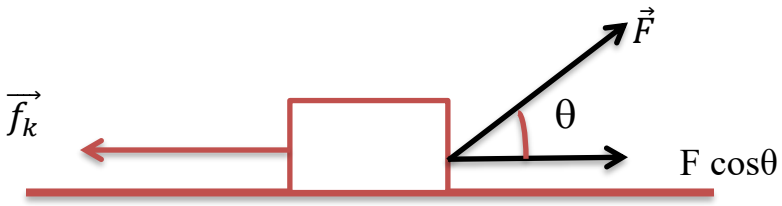
لا يبذل الرجل شغلا اثناء الحركة الافقية لان القوة التي يؤثر بها على الصندوق (للأعلى) تتعامد على اتجاه الازاحة.

مثال(3)

جسم كتلته 30kg اثرت عليه قوة مقدارها F فحركته بسرعة ثابتة على سطح فاذا كانت قوة الاحتكاك المضادة للحركة 20N احسب كل من القوة F والشغل المبذول لتحريك الجسم مسافة 0.5m علما ان القوة تؤثر بزاوية 37^o.

الحل:

القوة المسببة للحركة هي المركبة الافقية للقوة $\overrightarrow{F}$ والتي تساوي قوة الاحتكاك المضادة



نطبق قانون نيوتن الثاني

التعجيل يساوي صفر لان الجسم يتحرك بسرعة ثابتة

$$\sum \vec{F} = ma = 0$$

$$\sum \vec{F} = 0 \rightarrow F\cos\theta - f_k = 0$$

f_k =F cos37

$F = \frac{fk}{COS37} = 25\ N$

$W = \vec{F}.\vec{x}\cos\theta$

$=F\cos\theta . x = f_k . x = 20 \times 0.5 = 10J$

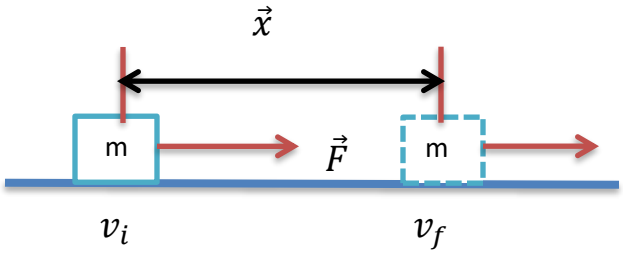
2-4الطاقة (Energy)

الطاقة هي قابلية الجسم على انجاز شغل وتقاس الطاقة بنفس وحدات الشغل وهناك صور مختلفة للطاقة وممكن تحويل بعضها الى بعض.

1-2-4 الطاقة الحركية(kinetic Energy)

الطاقة الحركية : هي مقدار الشغل الذي يبذله الجسم بسبب حركته. أي هي الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب حركته بحيث يكون للجسم المتحرك قابلية على انجاز شغل وهي كمية قياسية ولها نفس وحدات قياس الشغل الجول (Joule). وتتمثل بالمعادلة:

$$KE=\frac{1}{2}mv^2 \qquad (4\text{-}4)$$



علاقة الشغل بالطاقة الحركية(The relationship of Work to Kinetic energy)

مجموع الشغل المبذول يساوي التغير في الطاقة الحركية.

$$\sum W = \Delta KE = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_f^2 \qquad (4\text{-}5)$$

اي ان الطاقة كمية محفوظة وان الشغل المبذول تحول الى طاقة

ملاحظة

$$KE = kg.(\frac{m}{s})^2 \rightarrow KE = kg.\frac{m^2}{s^2} \rightarrow KE = kg.\frac{m}{s^2}.m \rightarrow KE = N.m = joule$$

حيث $N = kg.\frac{m}{s^2}$

مثال (4)

صندوق كتلته $6.0\ kg$, سحب من السكون بقوة مقدارها $12\ N$ على سطح افقي املس مسافة $3.0m$

احسب ما يلي: 1. الشغل الذي تبذله القوة في سحب الصندوق.

2. سرعة الصندوق النهائية.

الحل:

ارسم مخططا لتسهيل الحل, كما في الرسم ادناه.

x=3 m

1. الشغل المبذول $W = \vec{F}.\vec{x} = FS\cos\theta = (12)(3)\cos(0) = 36J$

2. نجد السرعة باستخدام علاقة الشغل بالطاقة الحركية

$$\sum \boldsymbol{W} = KE\Delta$$

$$36\ J = K_f - K_i$$

$$36\ J = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \quad (v_i^2 \to 0)$$

$$36 = \frac{1}{2}mv_f^2$$

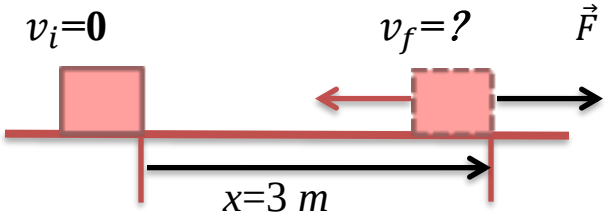
$$36 = \frac{1}{2}(6)v_f^2$$

$$v_f = 3.5\ m/s$$

مثال (5) صندوق كتلته $8.0\ kg$, سحب من السكون بقوة مقدارها $25\ N$ على سطح على سطح خشن ومعامل الاحتكاك $\mu_k = 0.11$. احسب سرعة الصندوق بعد سحبه $4.0m$.

الحل:

نلاحظ وجود قوتين في هذه الحالة: القوة التي تسحب الجسم $\vec{F}$ وقوة الاحتكاك $\vec{f_k}$, وبالتالي لدينا شغلين W_F و W_{f_k} . نطبق نظرية الشغل والطاقة الحركية :



$$\sum \boldsymbol{W} = K\Delta$$

$$W_F + W_{f_k} = K_f - K_i$$

$$\vec{F}.\vec{x} + \vec{f_k}.\vec{x} = \frac{1}{2}mv_f^2 - 0$$

$$F\ x\ \cos\theta + f_k\ x\ \cos\theta = \frac{1}{2}mv_f^2$$

$$F\ x\ \cos(0) + f_k\ x\ \cos(180) = \frac{1}{2}mv_f^2$$

$$F\ x - f_k\ x = \frac{1}{2}mv_f^2$$

$$(F - \mu_k\ mg)\ x = \frac{1}{2}mv_f^2$$

$$(25 - 0.11 \times 8.0 \times 9.8) \times 4.0 = \frac{1}{2}mv_f^2$$

$$v_f \cong 4m/s$$

مثال (6)

سيارة كتلتها 2000 kg تتحرك على أرض أفقية ضغط سائق السيارة على الكوابح حينما كانت تسير بسرعة 20 m/s فتوقفت بعد أن قطعت إزاحة 100 m جد ما يأتي : 1)التغير في الطاقة الحركية 2) الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك في إيقاف السيارة 3) ما مقدار قوة الاحتكاك بين عجلات السيارة والطريق على فرض انها بقيت ثابتة.

الحل:

1- السيارة توقفت بعد استعمال الكوابح أي أن v_i= 20 m/s, v_f = 0

$\Delta KE = K_f - K_i$

$\Delta KE = \frac{1}{2}\ mv_f^2 - \frac{1}{2}\ mv_i^2$

$\Delta KE = (1/2)*2000(0)^2 - (1/2)*2000(20)^2 \quad \rightarrow \Delta KE = -400000\ J$

الاشارة السالبة الان محصلة القوة المؤثرة على السيارة عكس اتجاه حركتها

2-الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك (W)= التغير بالطاقة الحركيةΔKE

W= - 400000 J

3-الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك $f_k\ x\ \cos\theta$ = التغير بالطاقة الحركيةΔKE

$\Delta KE = W = f_k .\ x\ .\ \cos\theta$

$W = f_k .\ x \cos(180)$

ان القوة المسببة لتوقف السيارة هي قوة الاحتكاك وتقع على نفس خط الازاحة ولكن باتجاه معاكس لذلك

$\theta = 180°$ قياس الزاوية بين قوة الاحتكاك والإزاحة

$\Delta KE = \frac{1}{2}\ mv_f^2 - \frac{1}{2}\ mv_i^2 = w$

$-400000 = f_k \times 100 \times \cos 180°$

$-400000 = f_k \times 100 \times (-1)$

$f_k = \frac{-400000}{-100} = 4000\ N$

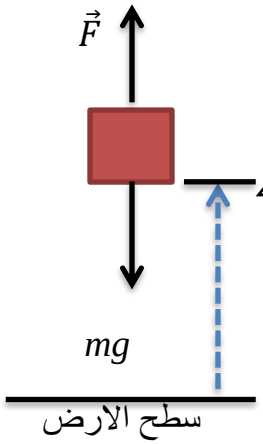
2-2-4 طاقة الوضع (الطاقة الكامنة) (Potential Energy)

يطلق على ميكانيكية الطاقة المخزونة بالجسم قبل تحررها بالطاقة الكامنة وكمية الطاقة الكامنة بالنظام تحدد او تقدر من خلال الترتيب او التشكيل للنظام هي الطاقة بالنسبة لمستوى معين وتساوي الشغل المبذول على الجسم عند رفعه شاقوليا نحو الاعلى ضد الجاذبية وتقاس بنفس وحدات الشغل هي الجول (Joule) وتعتمد على وزن الجسم (W-mg) وعلى الارتفاع الشاقولي (h). عندما ترتفع كتلة m مسافة h فوق سطح الارض فإنها تكتسب طاقة **وضع** تعطى بالعلاقة التالية:

$$PE=U=mgh \qquad (4\text{-}6)$$

وهذه الطاقة تساوي **الشغل** المبذول لرفع كتلة وزنها mg مسافة رأسية مقدارها h .وهذه الكتلة , عند افلاتها , تبذل **شغلا** مساويا للشغل المبذول لرفعها, ولذلك تسمى **الطاقة الكامنة** وتمثل الشغل الذي يبذله الجسم بسبب **موضعه**.

التغير في طاقة الوضع هو:



$$\Delta PE=\Delta U= mg\Delta h=mg(h_f - h_i) \qquad (4\text{-}7)$$

طاقة الوضع (الطاقة الكامنة) ومنها على سبيل المثال:

(ا) طاقة الوضع الناجمة من الجاذبية الارضية.

(ب) طاقة الوضع المرنة التي تكمن في النابض الحلزوني عند ضغطه او شده.

(ج) طاقة الوضع الكهربائية التي يكتسبها الالكترون عند سحبه بعيدا عن النواة.

مثال(7)

سقطت كرة كتلتها $2.0kg$ من ارتفاع $10m$ عن سطح الارض. احسب ما يلي:

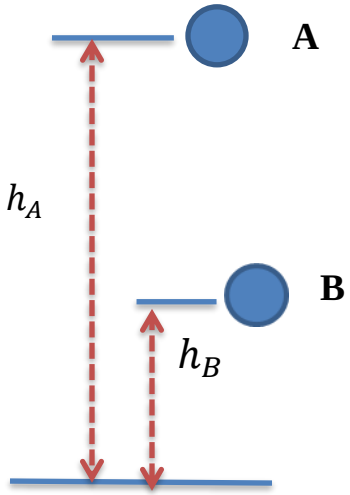
(1)طاقة وضع الكرة (الطاقة الكامنة)قبل سقوطها.

(2)طاقة وضع الكرة عند وصولها ارتفاع $8.0m$

(3)التغير في طاقة وضع الكرة بين الوضعين اعلاه.

الحل:

نرسم رسما مناسبا يوضح حركة الكرة , كما في الشكل ادناه:



(1)طاقة وضع الكرة قبل السقوط (اي عند النقطة A)

PE_A=mg h_A=2.0× 9.8×10=196J

(2)طاقة وضع الكرة عند ارتفاع 8.0m(اي عند النقطة B)

PE_B=mg h_B=2.0× 9.8×8.0=156.8J

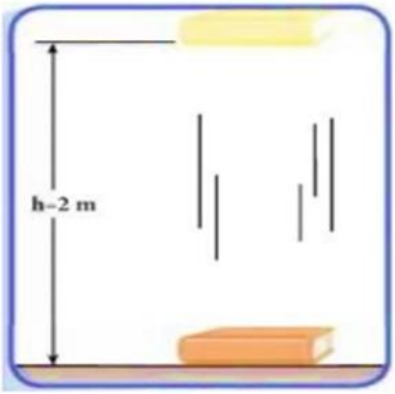
(3) التغير في طاقة وضع الكرة بين النقطتين A وB :

$\Delta PE = PE_B - PE_A$=156.8 - 196=-39.2J

مثال(8)

احسب التغير في الطاقة الكامنة في مجال الجاذبية الأرضية لكتاب كتلته 3kg عند سطح الأرض وعلى ارتفاع 2 m عن سطح الأرض.

الحل:



الطاقة الكامنة عند مستوى الأرض (المستوى القياسي)

$PE = mgh$

$PE_1 = mgh_1 = 3 \times 10 \times 0 = 0$

الطاقة الكامنة على ارتفاع 2m عن المستوى القياسي

$PE_2 = mgh_2$

$PE_2 = 3 \times 10 \times 2 = 60\ J$

التغير بالطاقة الكامنة

$\Delta PE = PE_2 - PE_1$

$\Delta PE = 60 - 0 = 60\ J$

مثال(9)

غرفة يرتفع سقفها عن الارض 3m فيها منضدة ارتفاعها عن الارض 1.1m وضع عليها ثقل مقداره 2.27kgاحسب الطاقة الكامنة للثقل بالنسبة للأرض ولسطح المنضدة وللسقف.

الحل:

لحساب الطاقة الكامنة يجب تحديد ارتفاع الجسم للحالات الثلاثة والتي هي :

(للأرض) $h_1=1.1m$

(للمنضدة) $h_2=0$

(للسقف) $h_3=(1.1)-3=-1.9m$

للأرض $PE_1 = mgh_1 = 2.27 \times 9.8 \times 1.1 = 24.47$Joule

للمنضدة $PE_2 = mgh_2 = 2.27 \times 9.8 \times 0 = 0$ Joule

للأرض $PE_3 = mgh_3 = 2.27 \times 9.8 \times - 1.9 = -42.27$Joule