دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

للسنة الأولى من مرحلة التعليم الثانوي

الدرس العاشر

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:

1441 - 1442 هـ . 2020 - 2021 م

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

6 – 2 الطاقة
Energy

وحدة قياس الطاقة في النظام الدولي هي الجول (J)

مفهوم الطاقة

تُعرَّف الطاقة بأنها قابلية الجسم لبذل شغل. ولهذا فإن وحدة قياس الطاقة في النظام الدولي هي نفس وحدة قياس الشغل، أي الجول (J). ومن دون توافر طاقة لا يستطيع الإنسان أو الآلات بذل شغل. وتوجد كذلك أشكال وأنواع كثيرة مختلفة للطاقة.

الطاقة الميكانيكية

يوجد نوعان من الطاقة الميكانيكية التي قد يمتلكها الجسم: الطاقة الحركية والطاقة الكامنة. ويمثل القطار المتعرج في شكل 6 – 7 مثالًا شائعًا لجسم له طاقة ميكانيكية.

شكل 6 – 7 قطار متعرج في مدينة ملاهي

الطاقة الحركية هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته، وبمعنى آخر فإن أي جسم متحرك له طاقة حركية. المعادلة المعرِّفة للطاقة الحركية هي:

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

حيث E_k تساوي الطاقة الحركية (بالجول) (J)

m تساوي كتلة الجسم (بالكيلوجرام) (kg)

v تساوي سرعة الجسم (بالمتر ثانية$^{-1}$) (ms^{-1})

ونرى من المعادلة: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ أن أي جسمين لهما نفس الكتلة ويتحركان بسرعتين مختلفتين، يكون للجسم الأسرع طاقة حركية أكبر. وبالمثل فإن أي جسمين مختلفين في الكتلة ولكن يتحركان بنفس السرعة، يكون للجسم ذي الكتلة الأكبر طاقة حركية أكبر.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل 6 – 8 أي جسم متحرك يمتلك طاقة حركية

مثال محلول 6 – 3

رصاصة كتلتها 0.02 kg تتحرك بسرعة $1200\ m\ s^{-1}$. احسب طاقتها الحركية .

الحل :

المعطيات : كتلة الرصاصة، $m = 0.02\ kg$

سرعة الرصاصة، $v = 1200\ m\ s^{-1}$

ومن تعريف الطاقة الحركية، $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$E_k = \frac{1}{2}(0.02)\ (1200)^2$$

$$= 14400\ J$$

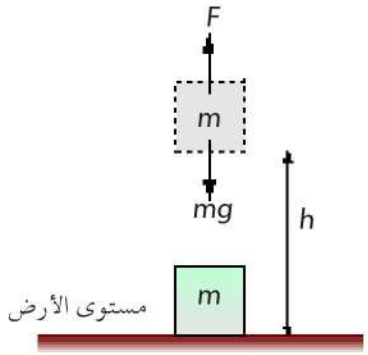
الطاقة الكامنة هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة وضعه أو حالته . فيكون على سبيل المثال للجسم المرفوع لأعلى فوق الأرض طاقة كامنة جاذبة نتيجة لوضعه المرتفع، بينما يكون لشريط المطاط الممدود طاقة كامنة مرنة نتيجة لحالة امتداده .

ولإيجاد الطاقة الكامنة الجاذبة لأي جسم قرب سطح الأرض، ندرس جسمًا له كتلة m يُرفع رأسيًّا دون أن يكتسب عجلة، من المستوى الأرضي إلى مستوى آخر ذي ارتفاع h كما في شكل 6 – 9 .

الشغل المبذول بواسطة القوة الخارجية F يساوي Fh

وبما أن، $F = mg$

فإن الشغل المبذول، $W = mgh$



شكل 6 – 9 جسم له كتلة m مرفوع للارتفاع h فوق سطح الأرض يمتلك طاقة كامنة جاذبة تساوي mgh

فإذا تركنا الجسم يسقط سقوطًا حرًّا من هذا الوضع ليدق وتدًا في الأرض، فإن الجسم يبذل كمية من الشغل تساوي mgh على الوتد . وهكذا لكي نرفع جسمًا له كتلة m لارتفاع ما h، يتطلب ذلك كمية شغل تساوي mgh، وحين يصل الجسم إلى الارتفاع h تصبح لديه إمكانية بذل كمية شغل تساوي mgh . ولهذا فإننا نعرف الطاقة الكامنة الجاذبة للجسم قرب سطح الكرة الأرضية كحاصل ضرب وزن الجسم mg وارتفاعه h فوق مستوى مرجعي معين (في هذه الحالة الأرض) .

الطاقة الكامنة الجاذبة، $E_p = mgh$.

مثال محلول 6 – 4

رُفعت حقيبة كتلتها 5 kg رأسيًّا لأعلى خلال مسافة 10 m بسرعة ثابتة . إذا كانت عجلة الجاذبية $10\ m\ s^{-2}$ ما الطاقة الكامنة الجاذبة التي تكتسبها الحقيبة؟

الحل :

المعطيات : كتلة الحقيبة، $m = 5\ kg$

الارتفاع، $h = 10\ m$

ومن تعريف الطاقة الكامنة الجاذبة : $E_p = mgh$

$$= (5)\ (10)\ (10)$$

$$= 500\ J$$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تحويل وحفظ الطاقة

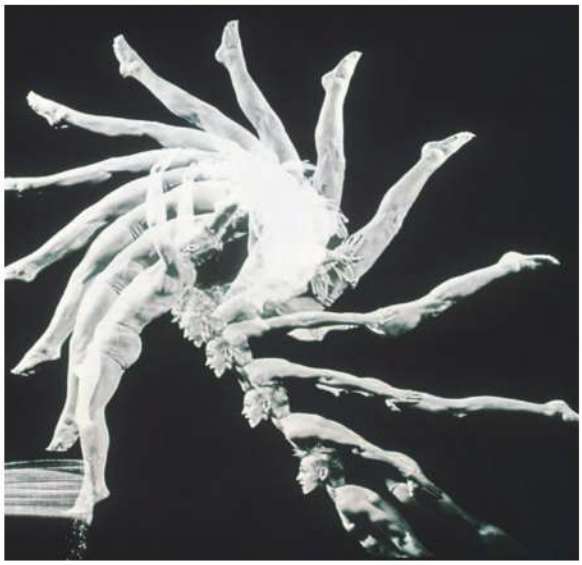
ينص مبدأ حفظ الطاقة على أنه :

> لا تفنى الطاقة ولا تستحدث في أي عملية . ويمكن أن تتحول الطاقة من صورة لأخرى، أو أن تنتقل من جسم لآخر، ولكن تظل الكمية الكلية ثابتة .

وفيما يلي بعض الأمثلة لتحويل وحفظ الطاقة والتي يمكن تفسيرها بمبدأ حفظ الطاقة .

1- غطاس على منصة قفز

الطاقة الكيميائية المخزنة في جسم الغطاس تسمح له بثني منصة القفز (انظر شكل 6 – 10)، مما يجعل منصة القفز المنثنية تخزن *طاقة كامنة مرنة* تتحول بعد ذلك إلى *طاقة* حركية للغطاس بإعطائه دفعة لأعلى .



شكل 6 – 10 غطاس على منصة قفز

2- راكب دراجة يصعد لأعلى تل

الطاقة الكيميائية المخزنة في جسم راكب الدراجة تمكنه من بذل شغل ضد الجاذبية (انظر شكل 6 – 11) . وعند قمة التل سيمتلك راكب الدراجة *طاقة كامنة* جاذبة تمكنه من نزول التل *بطاقة* حركية متزايدة حتى من دون استخدام البدال .

شكل 6 – 11 راكب دراجة يصعد لأعلى تل

3- احتراق وقود مثل البترول، أو الفحم، أو الخشب

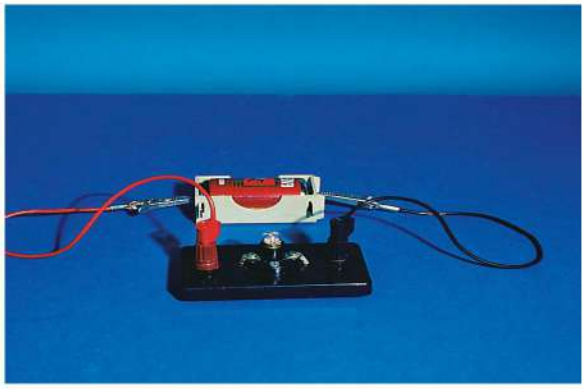
تتحول *الطاقة الكيميائية* المخزنة في الوقود بالأكسدة خلال الاحتراق إلى *طاقة حرارية*، و*طاقة ضوئية* .

شكل 6 – 12 حرق الفحم النباتي داخل مشواة اللحم والسمك

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

4- توصيل بطارية بمصباح كهربائي فتيلي

تتحـول *الطاقة الكيميائية* المخزنة فـي البطارية إلى *طاقة كهربائية*، تتحول بدورها في الفتيل إلى *طاقة حرارية*، و*طاقة ضوئية*.



شكل 6 – 13 توصيل بطارية بمصباح كهربائي فتيلي

5- الطَّرْقُ على مسمار إلى داخل كتلة خشبية باستخدام مطرقة

تسـتخدم *الطاقة الكيميائية* المخزنة في جسم الشخص لبذل شغل في رفع المطرقة، والتي تمتلك في وضعها المرفوع *طاقة كامنة جاذبة*. عند هبوط المطرقة على المسـمار تتحـول *الطاقة الكامنة الجاذبة* إلى طاقـة حركيـة للمطرقة المتحركة. ثم تسـتخدم *الطاقـة الحركية* في بذل شـغل لتثبيت المسـمار في الخشـب مع إنتاج *طاقة صوتية* في الهـواء، و*طاقـة حرارية* فـي الكتلة الخشـبية، والمسـمار، والمطرقة.

شكل 6 – 14 الطَّرْقُ على مسمار

6- التغير البيني للطاقة الحركية والطاقة الكامنة

يبين شـكل 6 – 15 بندولًا بسـيطًا يتذبذب يمينًا ويسـارًا في فراغ. وأبعـد موضعين للتذبذب همـا A، E بينما مركز التذبذب هو C. ويعتبر مركز التذبذب C هو المستوى المرجعي حيث تساوي الطاقة الكامنة الجاذبة للبندول صفرًا.

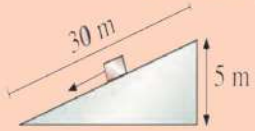
وتسـاوي الطاقة الحركية للبنـدول عند الموضع A حيث يتوقف البنـدول للحظة صفرًا، إلا أن الطاقـة الكامنة الجاذبة للبندول تبلغ أقصاهـا عنـدA حيـث يكون البنـدول عند أقصى ارتفـاع له فوق المسـتوى المرجعـي. عند تذبذب البندول لأسـفل فـي اتجاه الوضع B فإنـه يفقـد جـزءًا مـن طاقتـه الكامنـة الجاذبة، ولكنه يكتسـب طاقـة حركية كلما زادت سـرعته. وعند وصـول البندول إلى مركز التذبذب عند C، فإن سـرعته تصل أقصاها ويمتلك بالتالي أقصى طاقـة حركيـة، ولكـن تصبح قيمـة الطاقـة الكامنة الجاذبـة صفرًا. وعنـد تحـرك البندول من C إلـى D فإنه يفقد طاقة حركية بسـبب تناقص سرعته، ولكنه يكتسب طاقة كامنة جاذبة عند صعوده في اتجاه E. وعند الوضع E يتوقف البندول مرة أخرى لحظيًا، وتصبح طاقته الحركية صفرًا، ولكنه يمتلك أقصى طاقة كامنة جاذبة نتيجة وصـول البندول لأقصى ارتفاع له فوق المسـتوى المرجعي. ثم يبدأ الآن البندول في التذبذب عائدًا من E نحو C ثم نحو A، وتتكرر الـدورة مـرة أخرى، ورغم وجود تغير بيني مسـتمر للطاقة الحركية والكامنة، تظل الطاقة الميكانيكية الكلية (الطاقة الحركية + الطاقة الكامنـة الجاذبـة) عنـد أي نقطة في مسـار حركة البنـدول ثابتة. ويعتبر ذلك أحد نتائج مبدأ حفظ الطاقة.

شكل 6 – 15 تغيرات الطاقة في بندول بسيط

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

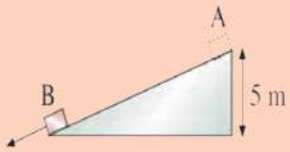
مثال محلول 6 – 5

ينزلق قالب كتلته 4 kg من السكون خلال مسافة 30 m لأسفل منحدر عديم الاحتكاك .



ما الطاقة الحركية للقالب عند أسفل المنحدر؟
(اعتبر عجلة الجاذبية الأرضية، $10\ m\ s^{-2}$)

الحل :



يمتلك الجسم عند قمة المنحدر A طاقة كامنة جاذبة .

$$E_p = mgh$$
$$= 4 \times 10 \times 5$$
$$= 200\ J$$

وعند بدأ الجسم في الانزلاق لأسفل المنحدر، تتحول الطاقة الكامنة الجاذبة إلى طاقة حركية . ومن ثم تساوي كمية الطاقة الحركية عند أسفل المنحدر B كمية الطاقة الكامنة الجاذبة عند A، بمعنى، $E_k = E_p = 200\ J$.

تحـــــد

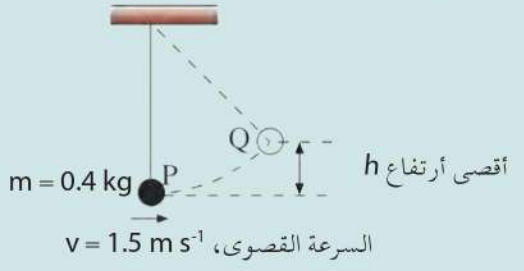
يبين شكل 6 – 16 بندولًا كتلته 0.4 kg يتذبذب في فراغ . فإذا كانت P هي أدنى موضع للبندول حيث تكون أقصى سرعة له $1.5\ m\ s^{-1}$ ، احسب :

(1) أقصى طاقة حركية للبندول .

(2) أقصى طاقة كامنة جاذبة للبندول عند ارتفاعه إلى أعلى نقطة عند Q .

(3) أقصى ارتفاع h.

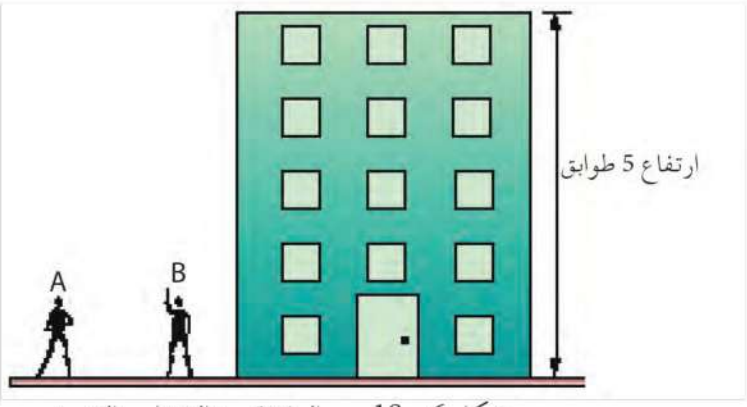
[افترض عجلة الجاذبية، g تساوي $10\ m\ s^{-2}$]



شكل 6 – 16

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

3-6 القـدرة
Power



شكل 6 – 18 العلاقة بين الشغل و القدرة

مفهوم القدرة

يبين شكل 6 – 18 ولدين A، B متساويين في كتلة الجسم، يقفان بجوار منزل مكـون من خمسـة طوابق، وكلاهمـا يقطن الطابق الخامس. وبمـا أن المصعد لا يعمل، يجب عليهما صعود السـلالم. فإذا اسـتغرق الولد A، 40 ثانية ليصل إلى أعلى المبنى، بينما استغرق الولد B، 80 ثانية، نعتبر الولد A أكثر قدرة من الولد B رغم أن كليهما بذل نفس كمية الشـغل لصعود نفس المسـافة الرأسية. إن الولد A أكثر قدرة لأنه يستطيع أداء نفس القدر من الشغل في زمن أقل .

وتُعرَّف القدرة بأنها معدل الشغل المبذول أو الطاقة المحولة.

وبصيغة المعادلة:

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

حيث P تساوي القدرة
W تساوي الشغل المبذول (مقدرًا بالجول)
E تساوي الطاقة المحولة (مقدرة بالجول)
t تساوي الزمن المستغرق (مقدرًا بالثواني)

إن وحدة قياس القدرة في النظام الدولي هي الوات (W).
ومن المعادلة، $P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$ فإن العلاقة بين وحدات قياس القدرة

والشغل المبذول (أو الطاقة المحولة) والزمن تكون كالتالي

$$1 \text{ وات يساوي } \frac{1 \text{ جول}}{1 \text{ ثانية}}$$

وبالرمـوز، $1\ W = 1\ J\ s^{-1}$. ويُعـرَّف الـوات بأنـه معدل الشـغل، أو معدل تحول طاقة مقدارها 1 جول في زمن قدره 1 ثانية.

من العلاقة، $P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$ يمكننا إعادة ترتيب المعادلة للحصول على

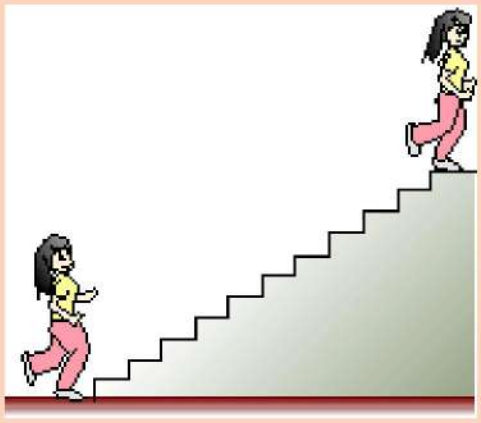
$E = Pt$ ، $W = Pt$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية – ليبيا

ومن ثم تخبرنا القدرة بمدى سرعة بذل الشغل أو سرعة تحويل الطاقة من صورة لأخرى. وكمثال لمفهوم القدرة كمعدل تحويل الطاقة من صورة لأخرى يمكننا دراسة غلايتين كهربيتين تعملان بمعدل 1000 W، و500 W على التوالي. فإذا وضعنا كميتين متساويتين من الماء في الغلايتين، ستحول الغلاية الكهربائية 1000 W الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية بضعف معدل الغلاية 500 W، مما يعني أن الغلاية الأولى تستغرق نصف الوقت في غلي الماء مقارنة بالغلاية الثانية، وتكون بالتالي قطعًا الغلاية الأولى أكثر قدرة من الثانية.

مثال محلول 6 – 6

أجرت منى تجربة لقياس قدرة جسمها، بارتقاء درجات سلم كما بشكل 6 – 19. فإذا كان ارتفاع كل درجة 0.20 m، ويوجد 10 درجات، ما قدرة جسمها إذا صعدت درجات السلم عدوًا خلال فترة 5 s مع العلم بأن وزنها 450 N؟



شكل 6 – 19

الحل:

المعطيات وزن منى، $w = 450\ N$

المسافة الرأسية المقطوعة، $s = 2.0m = 10 \times 0.20$

الزمن المستغرق، $t = 5\ s$

افترض أن قدرة جسم منى P وأن القوة الرأسية التي بذلتها العضلات لتتوازن مع وزن الجسم،

$$F = w = 450\ N$$

والشغل المبذول بهذه القوة الرأسية، $W = F\ s$

$$= 450 \times 2$$

$$= 900\ J$$

ومن ثم فإن قدرة جسمها، $P = \frac{W}{t} = \frac{900}{5} = 180\ W$

تذكر:

القدرة تساوي $\frac{\text{الشغل المبذول}}{\text{الزمن}}$، $P = \frac{w}{t}$

وحدة قياس القدرة في النظام الدولي هي الوات (W).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مثال محلول 6 – 7

سخان كهربائي قدرته 250 W، احسب كمية الحرارة المتولدة خلال 10 دقائق.

الحل:

المعطيات: قدرة السخان الكهربائي، $P = 250\ W$

الزمن المستغرق، $t = 10 \times 60$

$= 600\ s$

افترض أن كمية الحرارة المتولدة هي E.

وبالتعريف فإن، $P = \frac{E}{t}$

ومن ثم فإن، $E = Pt$

$= (250)\ (600)$

$= 1.5 \times 10^5\ J$

$= 150\ kJ$

مثال محلول 6 – 8

محرك كهربائي لغسالة ملابس له خرج قدرة 1 kW. أوجد الشغل المبذول في نصف ساعة.

الحل:

المعطيات: قدرة المحرك الكهربائي، $P = 1 \times 10^3\ W$

الزمن المستغرق، $t = 60 \times 30$

$= 1800\ s$

وبافتراض أن الشغل المبذول هو W.

فمن التعريف، $P = \frac{W}{t}$

ولهذا فإن، $W = Pt$

$= (1.0 \times 10^3)\ (1800)$

$= 1.8 \times 10^6\ J$

$= 1.8 MJ$

أسئلة التقويم الذاتي

(أ) جرى رجل بدين، وآخر نحيف لأعلى تل في نفس الوقت. أيهما يكون أكثر قدرة؟ ولماذا؟

(ب) «المصباح 100 W أكثر قدرة من المصباح 60 W». اشرح هذه العبارة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا