الوحدة الثانية

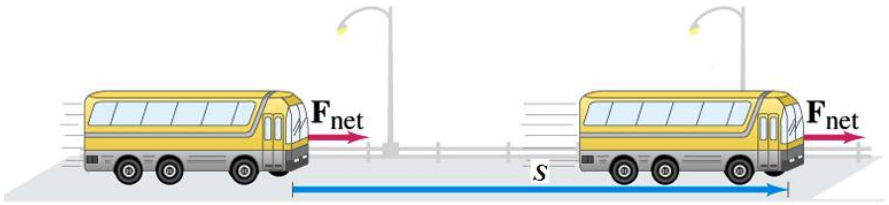
الشغل والطاقة

Work الشغل

هل مفهوم الشغل فيزيائياً يختلف عن مفهوم الشغل في حياتنا اليومية؟
لحدوث شغل لا بد من وجود قوة.

أولاً: قوة ثابتة في اتجاه الحركة:

على اعتبار أن هناك حافلة تتحرك إزاحة مقدارها $(\vec{s})$ تحت تأثير قوة $(\vec{F})$، هنا سوف نأخذ حالة بسيطة عندما تكون الزاوية بين متجه القوة ومتجه الإزاحة يساوي صفراً (القوة والإزاحة تعملان بنفس الاتجاه). كما في الشكل التالي:



وعليه يعرف الشغل على أنه:
حاصل ضرب القوة في الإزاحة بنفس اتجاه القوة.

في هذه الحالة يكون الشغل:

$$W = \vec{F}.\vec{s}$$

حيث:
F: القوة، وتقاس بوحدة نيوتن (N).
s: الإزاحة، وتقاس بوحدة متر (m).
W: الشغل، ويقاس بوحدة جول (J).

الجول: هو مقدار الشغل الذي تبذله قوة مقدارها (1 N) مسببة إزاحة مقدارها (1 m) في نفس اتجاه القوة.

11A.27.1

الأهداف
- يعرف الشغل ويعرف وحدته بالنظام الدولي للوحدات SI.
- يطبق مفهوم الشغل كحاصل ضرب القوة في الإزاحة.
- يحل مسائل على الشغل في حالات مختلفة.

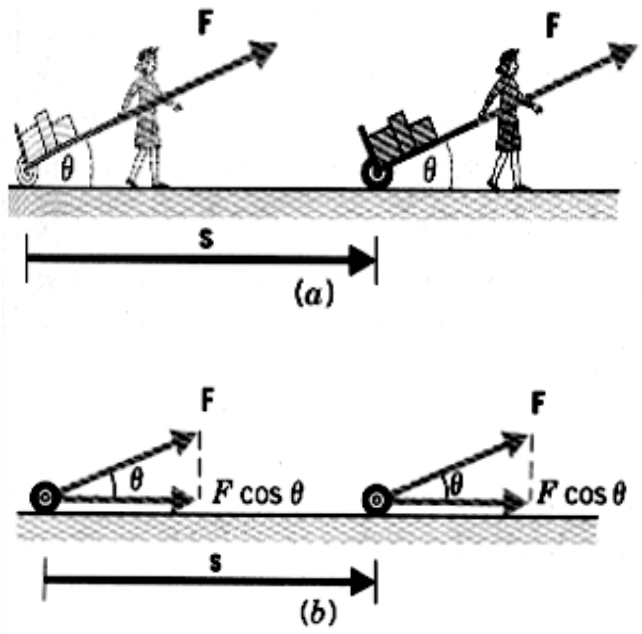
المصطلحات الأساسية

الشغل	Work
جول	Joule
الإزاحة	Displacement
القوة	Force

تطبيقات على الشغل في حياتنا:
- القوة التي تسبب رفع السيارات في الرافعة.
- انطلاق الصاروخ للفضاء.
- سقوط كتاب على الأرض.
- قوة المطرقة التي تهوي على مسمار.

11A.27.1

ثانياً: قوة ثابتة تصنع زاوية مع اتجاه الحركة



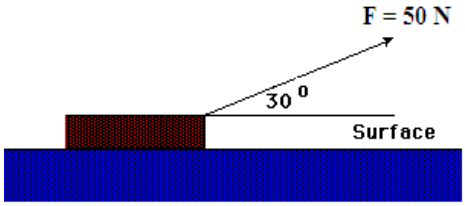
بالعودة للتعريف فإن الشغل:

$$W = F.s\ \cos\theta$$

العوامل التي يعتمد عليها الشغل:

1) مقدار القوة. (F)
2) الاتجاه بين القوة والإزاحة (θ)
3) الإزاحة التي يقطعها الجسم. (s)

مثال: قوة مقدارها (50 N) تؤثر على جسم بزاوية مقدارها $(30°)$ كما في الشكل التالي، فإذا تحرك الجسم مسافة أفقية (3 m). ما مقدار الشغل المبذول من القوة؟



$$W = F.s\ \cos\theta$$
$$W = 50 \times 3\ \cos 30°$$
$$W = 129.9\ \text{J}$$

توضيح :

الضرب العددي للشغل

بما أن القوة والإزاحة كميات متجهة فإن:

$$W = \vec{F}.\vec{s}$$

أي أن الشغل هو حاصل ضرب عددي لمتجهي القوة والإزاحة.

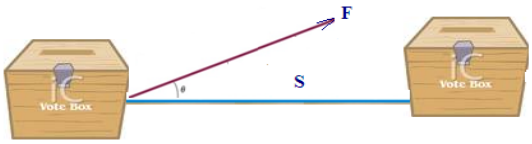
وبالتالي:

$$W = F.s\ \cos\theta$$

حالات الشغل

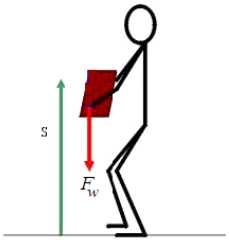
الشغل الموجب:

ويكون في حالة أن اتجاه القوة أو أحد مركباتها بنفس اتجاه الإزاحة.
مثل سحب صندوق على سطح أملس، فإن الشغل المبذول على الصندوق من القوة موجب لأن اتجاه القوة بنفس اتجاه الإزاحة: $(0 \leq \theta < 90°)$.



الشغل السالب:

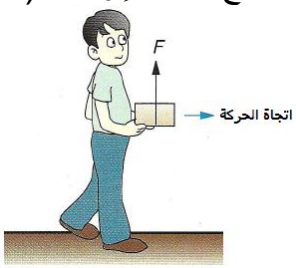
ويكون في حالة أن اتجاه القوة بعكس اتجاه الإزاحة.
مثل حركة جسم للأعلى بعكس الجاذبية، فاتجاه قوة الوزن معاكسة لاتجاه الإزاحة: $(90° < \theta \leq 180°)$.



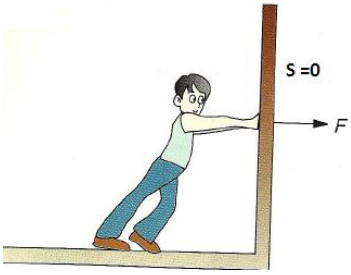
الشغل يساوي صفر:

ويكون في أحد الحالات التالية:

- أن اتجاه القوة يتعامد مع اتجاه الإزاحة: $(\theta = 90°)$.



- أو أن الإزاحة تساوي صفراً: $(\vec{s} = 0)$.



11A.27.1

من الأمثلة على الشغل الموجب:
- سقوط كتاب سقوطاً حراً على الأرض.
- تمدد النابض.

من الأمثلة على الشغل السالب:
- رمي كرة نحو الأعلى أي تحركها عكس الجاذبية.
- تطبيق الفرامل على عربة متحركة.

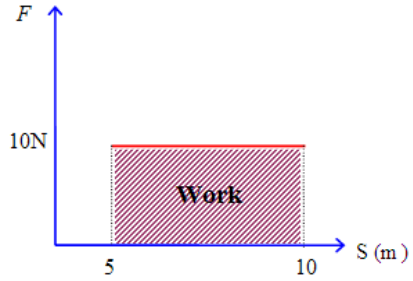
من الأمثلة على الشغل = صفر:
- فشلنا في تحريك صخرة كبيرة بعد تأثير قوة.
- السير على طريق أفقي حاملاً حقيبة ملفات.

حساب الشغل بيانياً:

يمكن أن يتم حساب الشغل بيانياً من منحنى (القوة - الإزاحة) حيث أن:
المساحة تحت منحنى (القوة - الإزاحة) تمثل الشغل المبذول.

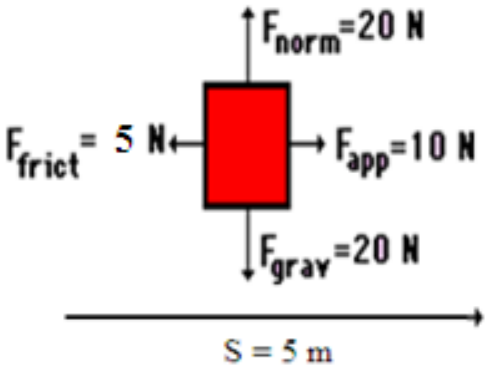
مثال (1): اعتماداً على الشكل التالي والذي يمثل منحنى القوة - الإزاحة لجسم يتحرك بخط مستقيم. احسب الشغل المبذول؟

الحل:



$$W = F \times s$$
$$W = 10 \times 5$$
$$W = 50\ \text{J}$$

مثال (2): أربع قوى تؤثر على جسم، فتحرك مسافة (5 m) لليمين، كما في الشكل. احسب الشغل الكلي المبذول لتحريك الجسم.



$$W_{\text{norm}} = 0\ \text{J}$$
$$W_{\text{grav}} = 0\ \text{J}$$

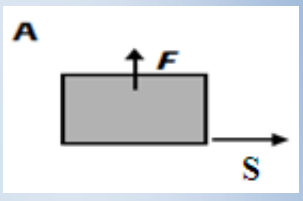
$$W_{\text{net}} = W_{\text{app}} + W_{\text{frict}}$$
$$W_{\text{net}} = (F_{\text{app}} \times s \times \cos\theta) + (F_{\text{frict}} \times s \times \cos\theta)$$
$$W_{\text{net}} = (10 \times 5 \times \cos 0°) + (5 \times 5 \times \cos 180°)$$
$$W_{\text{net}} = 50 + (-25)$$
$$W_{\text{net}} = 25\ \text{J}$$

11A.27.1

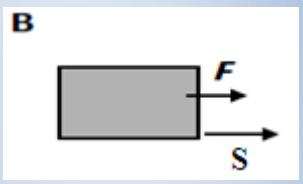
سؤال

إذا كانت (F) هي القوة و(s) هي الإزاحة، فأيّ الأشكال التالية يعبر عن الشغل الموجب؟ وأيها يعبر عن الشغل السالب؟ وأيها يعبر عن الشغل المساوي للصفر؟

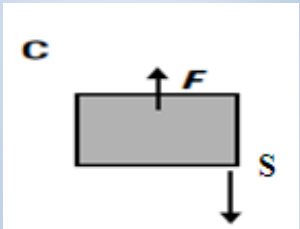
A



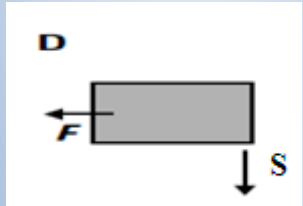
B



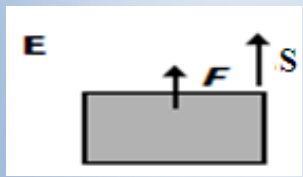
C



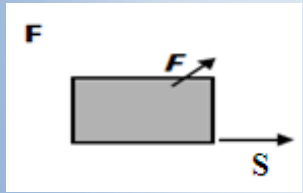
D



E



F



Energy الطاقة

كثيراً ما تعني لنا الطاقة حرارة وكهرباء، لكن لا تُعرّف بالشكل الصحيح، فيمكن فهم أن الوقود يلزم لأداء عمل ما.

لذلك يمكن أن نعرّف الطاقة على أنها: **هي مقدرة الجسم على إنجاز شغل ما.**

الأشكال المختلفة للطاقة:

- الطاقة الكيميائية (Chemical energy): وهي التي تنتج من التفاعلات الكيميائية.
- الطاقة الحرارية (Thermal energy): وتنتج من حرق الوقود ولا تتوفر الطاقة الحرارية بصورة مباشرة في الطبيعة إلا في مصادر قليلة مثل الشمس والحرارة الجوفية.
- الطاقة النووية (Nuclear energy): وهي الطاقة التي تربط بين مكونات النواة (البروتونات أو النيترونات) وهي تنطلق نتيجة تكسير تلك الرابطة وتؤدي إلى إنتاج طاقة حرارية كبيرة جداً.
- الطاقة الكهربائية (Electrical energy): وهي لا تنشأ إلا بتحويل نوع من أنواع الطاقة إلى طاقة كهربائية مثل تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في المولد الكهربائي، أو تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في البطاريات.
- الطاقة الضوئية (Radiant energy): هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية، وأهم مصدر طبيعي لها هي الشمس.

11A.27.2

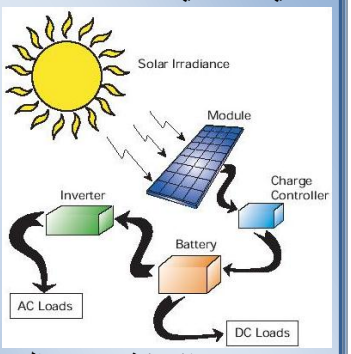
الأهداف

- يعرّف الطاقة ويعطي أمثلة مختلفة على أنواع الطاقة.
- يعرّف طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- يعطي أمثلة على أشكال مختلفة من الطاقة وتحولات الطاقة باستخدام محولات الطاقة.
- يصف قانون حفظ الطاقة ويطبقه على أمثلة بسيطة.
- يرسم مخطط سانكي لتوضيح تحولات الطاقة في بعض الأجهزة.

المصطلحات الأساسية

Energy	الطاقة
Kinetic energy	طاقة الحركة
Potential energy	طاقة الوضع
Transducers	محولات الطاقة
Conservation of energy	حفظ الطاقة
Sankey diagram	أشكال سانكي

الخلايا الشمسية



تم تصنيع نماذج كثيرة من الخلايا الشمسية تستطيع إنتاج الكهرباء بصورة عملية وتتميز الخلايا الشمسية بأنها لا تشمل أجزاء أو قطع متحركة، وهي لا تستهلك وقوداً ولا تلوث الجو وحياتها طويلة ولا تتطلب إلا القليل من الصيانة.

- الطاقة الميكانيكية Mechanical energy: وهي الطاقة الناتجة عن حركة الأجسام من مكان لآخر حيث أنها قادرة نتيجة لهذه الحركة على بذل شغل، والذي يؤدي إلى تحويل طاقة الوضع إلى طاقة حركة، والأمثلة الطبيعية لهذا النوع من الطاقة هي حركة الرياح وظاهرة المد والجزر، ويمكن أن تنشأ الطاقة الميكانيكية بتحويل نوع من الطاقة إلى آخر، مثل المروحة الكهربائية: تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

وعليه تُعرف الطاقة الميكانيكية على أنها: **"مجموع طاقتي الحركة والوضع لجسم"**.

ومهما تنوعت أشكال الطاقة فهناك نوعان رئيسيان هما:
1- طاقة الحركة
2- طاقة الوضع

طاقة الحركة (E_k):

وتعرف على أنها: الطاقة التي يكتسبها الجسم بسبب حركته.
أي أنها طاقة تنشأ مع الجسم بسبب حركته.

طاقة الوضع (E_p):

وهي الطاقة الكامنة التي يكتسبها جسم بسبب وقوعه تحت تأثير جاذبية مثل الجاذبية الأرضية، أو تحت تأثير مجال كهربائي أو مغناطيسي، أو بسبب تغير شكله.
ولذلك تسمى تلك الطاقة بطاقة الوضع ويمكن أن يُشكل سطح الأرض مرجعاً لحساب تلك الطاقة.
ومن أنواعها:
1- طاقة الوضع التجاذبية
2- طاقة الوضع المرونية

11A.27.2

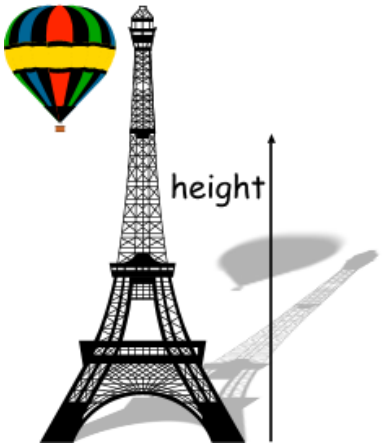
الطاقة الكيميائية

الطاقة الكيميائية المختزنة في الفحم تتحول عند احتراقها لطاقة حرارية وطاقة ضوئية.

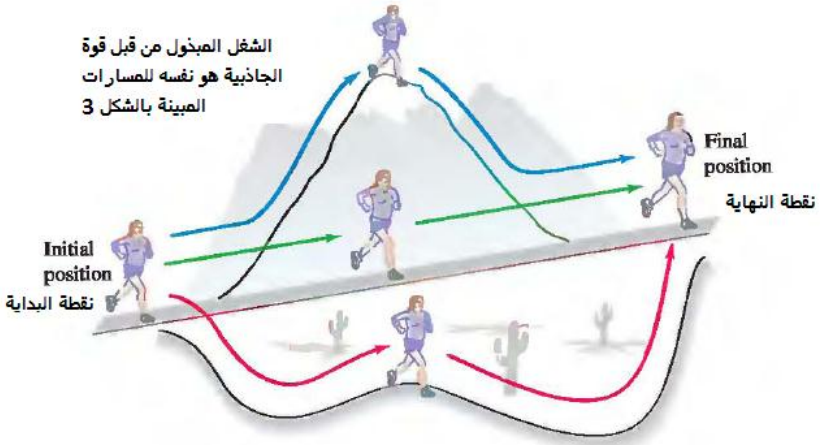
الطاقة الكيميائية المخزنة في جسم الإنسان يتحول جزء منها إلى طاقة وضع ثم إلى طاقة حركة لتتحول عند طرقها المسمار لطاقة حرارية وطاقة صوتية.

11A.27.2

طاقة الوضع التجاذبية (التثاقلية): هي الطاقة المختزنة في الجسم بسبب موضعه.

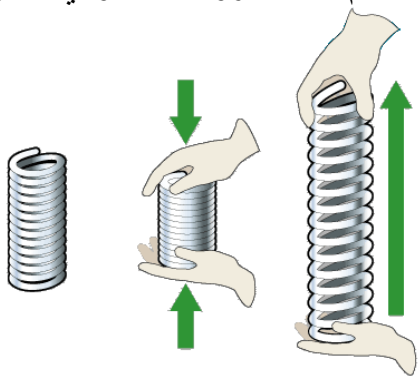


الشغل المبذول من قبل قوة محفوظة مثل قوة الجاذبية تعتمد فقط على نقطة نهاية المسار وليس على مسار معين بين نقطتي البداية والنهاية.

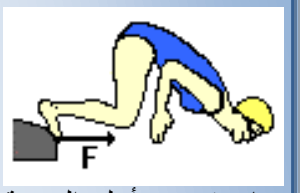


طاقة الوضع المرونية:

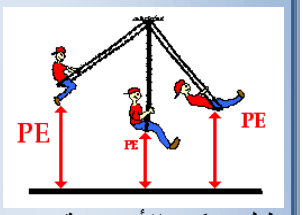
الطاقة المختزنة في الجسم بسبب مرونته مما يؤدي لتغير شكله.



أمثلة على طاقة الوضع التجاذبية:



سباح يقفز من أعلى المنصة



طفل يركب الأرجوحة

أين تخزن طاقة الوضع المرونية في الشكل السابق؟

من أشهر الأمثلة على طاقة الوضع المرونية:

- نابض يهتز للأمام والخلف.
- الأوتار في بعض الآلات الموسيقية.

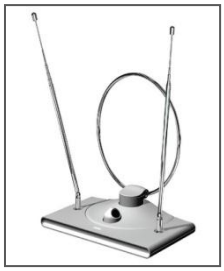
11A.27.2

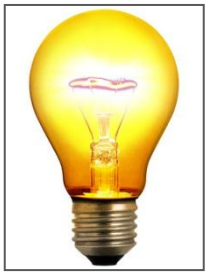
بعض الأمثلة على طاقة الوضع:

نوع طاقة الوضع	مثال
طاقة الوضع التثاقلية	المياه المحجوزة خلف السدود
الطاقة الكيميائية	الطعام والوقود
طاقة المرونة	تمدد نابض
الطاقة الكهربائية	المجال الكهربائي
الطاقة النووية	الجسيمات في نواة الذرات

مُحولات الطاقة:

يمكن للطاقة أن تتحول من شكل لآخر عن طريق مُحولات الطاقة.
مُحولات الطاقة: هي أجهزة كهربائية أو الكترونية تعمل على تحويل الطاقة من شكل لأخر.
الأشكال التالية تمثل بعض من محولات الطاقة الموجودة في بيئتنا المحيطة.

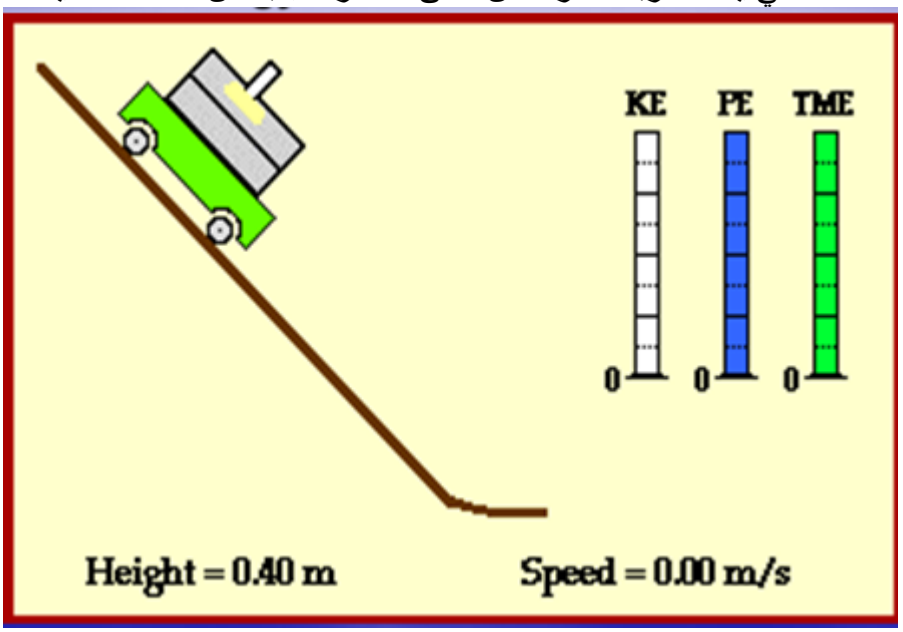




- المصباح الكهربائي: الذي يحول الطاقة الكهربائية إلى الضوء المرئي.
- الخلايا الشمسية: تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية.
- هوائي التلفاز: يحول الإشارات اللاسلكية إلى إشارات كهربائية.
- السماعة الكهربية : يحول الطاقة الكهربية إلى طاقة صوتية.

نشاط يبين تحولات الطاقة:

الشكل التالي يمثل عربة تتحرك من أعلى منحدر، أجب عن الأسئلة التالية:



- الطاقة المختزنة في أعلى المنحدر هي طاقة .....، بسبب:.....
- عند تحرك العربة من أعلى إلى أسفل فإن طاقة.....، تتحول إلى طاقة .....
- الطاقة عند وصول العربة لسطح الأرض هي:.....،
- مجموع طاقتي الوضع والحركة يسمى بـ:.....، ويقال عندها إن الطاقة محفوظة.

اعتمادا على ما سبق فإن الطاقة محفوظة، وعليه فإن قانون حفظ الطاقة ينص على أن:

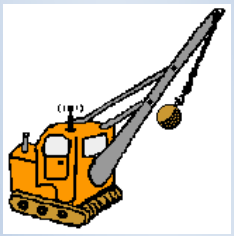
قانون حفظ الطاقة الميكانيكية: إن مجموع طاقة الحركة وطاقة الوضع، في نظام محافظ، يبقى دائماً ثابتاً أي أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن تتحول من شكل لأخر.

11A.27.2

ما هي تحولات الطاقة في الأشكال التالية؟

.....
.....

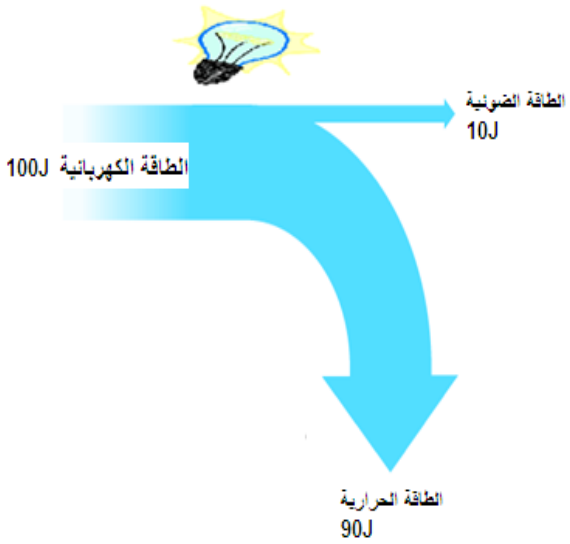
.....
.....



.....
.....

مخطط سانكي Sankey Diagram

هو نوع من الرسوم البيانية يستخدم عادة ليُعبر عن تحولات الطاقة. وعادة تُمثَّل الطاقة بأسهم وعَرْض هذه الأسهم يتناسب ومقدار الطاقة المتحولة.
الشكل التالي يمثل تحولات الطاقة لمصباح كهربائي حيث تتحول من طاقة كهربائية (الطاقة الأساسية لتشغيل الجهاز) إلى ضوئية وحرارة (الطاقة المُحولة).
من الملاحظ من الشكل أن الطاقة الرئيسية من المصباح هي الضوئية لذلك رُسمت بسهم مستقيم وأن معظم الطاقة الكهربائية تتحول إلى حرارة وهي عادةً غير مفيدة لنا لذلك تُرسم بسهم مائل والعَرْض له كبير.



مثال: مخطط سانكي لمحرك السيارة.

11A.27.2

هل يمكنك رسم مخطط سانكي لصاروخ ينطلق نحو الفضاء؟

Potential & Kinetic energy طاقة الحركة وطاقة الوضع

11A.27.3

الأهداف

- يذكر ويشتق الصيغ الرياضية لطاقتي الحركة والوضع.
- يطبق الصيغ الرياضية لقانوني طاقة الوضع والحركة.
- يحل مسائل على نظرية الشغل-الطاقة.

طاقة الحركة:

طاقة الحركة لجسم هي حاصل ضرب نصف كتلة الجسم بمربع سرعته.

أي أن:

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

العوامل التي تعتمد عليها طاقة الحركة

1- كتلة الجسم.

2- سرعة الجسم.

وحدة طاقة الحركة هي جول Joule: (J).

مثال (1): احسب طاقة الحركة لسيارة كتلتها (625 kg) تتحرك بسرعة (18.3 m/s).

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

$$E_k = \frac{1}{2} \times 625 \times 18.3^2$$

$$E_k = 1.05 \times 10^5 \text{ J}$$

مثال (2): عدّاء يجري بسرعة (10 m/s)، فكانت طاقة حركته (3.5×10^3 J)، احسب مقدار كتلته.

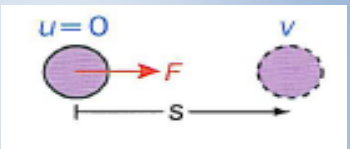
$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$3.5 \times 10^3 = \frac{1}{2} \times m \times 10^2$$

$$m = 70 \text{ kg}$$

استنتاج طاقة الحركة:

الشكل يوضح قوة تؤثر على جسم ساكن فتحركه بسرعة V بعد مسافة S



فحسب قوانين الحركة بعجلة منتظمة

$$V^2 = u^2 + 2aS$$

$$V^2 = 0 + 2aS$$

$$a = \frac{V^2}{2S}$$

$$E_k = W = F \times S$$

$$E_k = ma \times S$$

$$E_k = m\frac{V^2}{2S} \times S$$

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

نظرية الشغل - الطاقة Work - Energy Theorem

تعلمنا في أجزاء سابقة أن الجسم يتسارع إذا أثرت عليه قوة خارجية. فإذا فرضنا هنا أن جسماً كتلته (m) يتعرض إلى قوة منتظمة مقدارها (F) في اتجاه محور (x). وبتطبيق قانون نيوتن الثاني نجد أن:

$$F_x = m \times a$$

فإذا كانت الإزاحة الكلية التي تحركها الجسم هي (s) فإن الشغل المبذول في هذه الحالة يُعطى بالمعادلة:

$$W = F \times s$$

$$W = (m \times a) \times s$$

ومن معلومات سابقة عن جسم يتحرك تحت تأثير عجلة ثابتة وبسرعة متغيرة من (v_1) إلى (v_2):

$$v_2^2 = v_1^2 + 2as$$

وبضرب المعادلة السابقة في $(\frac{1}{2}m)$:

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mas$$

$$mas = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$W = E_{k_2} - E_{k_1}$$

$$W = \Delta E_k$$

أي أن الشغل الناتج من قوة ثابتة تؤثر على جسم متحرك يساوي التغير في طاقة حركته.

مثال: ما مقدار الشغل اللازم لتسريع جسم كتلته $(0.20\ \text{kg})$ من $(11\ \text{m/s})$ إلى $(17\ \text{m/s})$؟

$$W = \Delta E_k$$

$$W = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$W = \frac{1}{2} \times 0.20 \times (17^2 - 11^2)$$

$$W = 16.8\ \text{J}$$

11A.27.3

جول

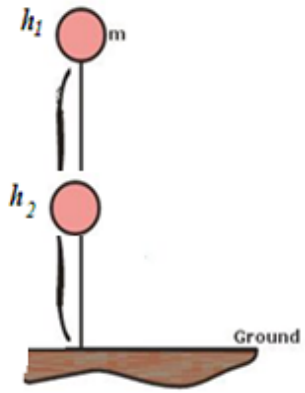
James Joule
(1818-1889)

وحدة الشغل والطاقة هي الجول نسبة إلى العالم الفيزيائي جيمس جول الذي شارك في اكتشاف قانون حفظ الطاقة.

11A.27.3

طاقة الوضع التثاقلية:

افترض كرة كتلتها (m) كما في الشكل التالي، وتسقط من ارتفاع (h_1) إلى ارتفاع (h_2)، فإنه يتم بذل شغل على الكرة مقداره:



$$W = \vec{F}.\vec{s}$$

وبما أن الكرة تسقط سقوطاً حراً للأسفل فإن: اتجاه (g) للأسفل، أي أن: $(\vec{g} = -g)$، وبالتالي:

$$\vec{F} = -mg$$
$$s = \Delta h$$

وتصبح:

$$W = -mg\Delta h$$
$$W = -\Delta E_p$$

وبناء على ما سبق فإن الشغل الناتج من قوة ثابتة تؤثر على جسم متحرك يساوي النقص في طاقة وضعه.

أي أن:

$$\boldsymbol{E_p = mgh}$$

العوامل التي تعتمد عليها طاقة الوضع التثاقلي:

1- كتلة الجسم (m)، وتقاس بوحدة (kg).

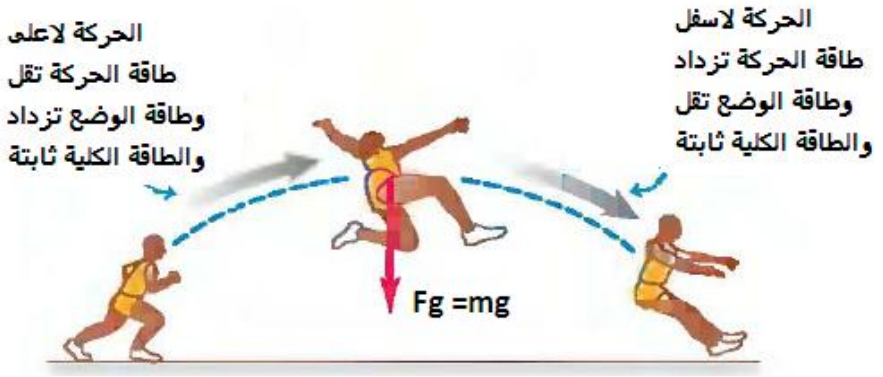
2- الارتفاع عن سطح الأرض (h)، ويقاس بوحدة (m).

علماً أن عجلة الجاذبية الأرضية $(g = 10\ \mathrm{m/s^2})$.

وتقاس طاقة الوضع التثاقلية بوحدة جول Joule (J).

قانون حفظ الطاقة الميكانيكية:

$$\boldsymbol{\Delta E_k = -\Delta E_p}$$



مثال (1): ما مقدار طاقة الوضع التثاقلي لجسم كتلته (1100 kg)، يرتفع لأعلى سطح بناية ارتفاعها (150 m) عن الأرض؟
اعتبر أن ($g = 9.8\ \mathrm{m/s^2}$).
الحل:

$$E_p = mgh$$
$$E_p = 1100 \times 9.8 \times 150$$
$$E_p = 1.6 \times 10^6\ \mathrm{J}$$

مثال (2): يسقط حجر من ارتفاع (20 m) فكانت طاقة الوضع التثاقلي (400 J)، بإهمال قوة احتكاك الهواء. احسب كتلة الحجر.
اعتبر أن ($g = 10\ \mathrm{m/s^2}$).
الحل:

$$E_p = mgh$$
$$400 = m \times 10 \times 20$$
$$m = 2\ \mathrm{kg}$$

11A.27.3

مياه الشلالات والسدود

يُستفاد من الشغل الناتج عن نقص طاقة وضع مياه الشلالات والسدود في تشغيل التوربينات والمولدات الكهربائية.

المطرقة

يستخدم عمال الإنشاءات مطرقة ضخمة ترتفع عن سطح الأرض فيستفاد من الشغل المختزن في دق دعامات وركائز البناء داخل الأرض.

سطح الأرض

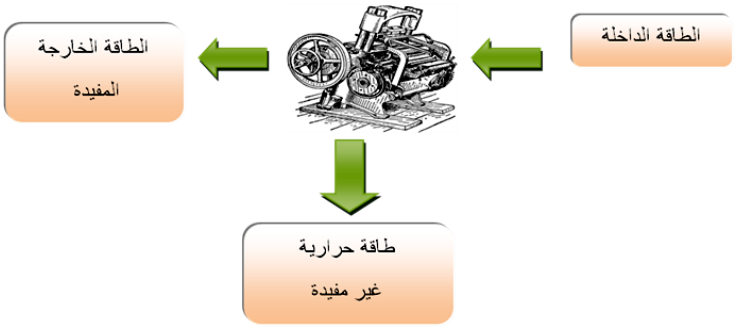
يعتبر سطح الأرض في كثير من الحالات هو المستوى المرجعي الذي تكون عنده طاقة الوضع التثاقلية مساوية للصفر.

Efficiency الكفاءة

كما نعلم جميعاً أن الآلات تسهِّل حياتنا في إنجاز الشغل الذي صُممت من أجله، و لكن يتبادر إلى الذهن هل هذه الآلة فاعلة، أي أن جميع الطاقة المزودة لها تحولها إلى الطاقة المفيدة الذي صُممت الآلة من أجله (أي أن جميع الطاقة محفوظة)؟ و هل توجد آلة مثالية؟ و إذا كان هناك فقدان للطاقة فأين يذهب هذا الفقدان؟

إن الآلة هي جهاز يحول الطاقة من شكل إلى آخر، مثل السيارة، المحرك الكهربائي، أجسامنا كلها آلات، لكن لسوء الحظ عند تحول الطاقة فإنه ليس جميعها يتحول للشكل المطلوب (أي إلى طاقة مفيدة) لا بد من ضياع جزء منها على شكل طاقة حرارية كما هو واضح في الشكل التالي، وبناء عليه نعرف الكفاءة:

الكفاءة: هي نسبة الطاقة المفيدة إلى الطاقة الداخلة



$$\text{Efficiency} = \frac{\text{useful energy out}}{\text{energy in}} \times 100\%$$

كما أن الطاقة الداخلة تقاس بمقدار الشغل المبذول على الآلة، والطاقة الخارجة تقاس بمقدار الشغل المفيد الناتج، إذن يمكن التعبير عن الكفاءة بالقانون التالي:

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{useful work out}}{\text{work in}} \times 100\%$$

ولزيادة الكفاءة فعلينا تقليل قوة الاحتكاك قدر الإمكان، و قد عمل المخترعون على تطوير وسائل لتقليل الاحتكاك في الآلات الميكانيكية.

على سبيل المثال إذا كان هناك محرك يؤدي (25 J) شغلاً مفيداً لكل (100 J) من الطاقة المزودة له، فإن كفاءة المحرك هي $(\frac{1}{4})$ أو (25%)، أي أن الطاقة الخارجة المفيدة هي $(\frac{1}{4})$ مجموع الطاقة الداخلة.

11A.27.4

الأهداف

- يذكر مبدأ حفظ الطاقة.
- يذكر الكفاءة.
- يطبق قانون حفظ الطاقة.
- يحل مسائل على قانوني الكفاءة.

المصطلحات الأساسية

Energy loss	الطاقة المفقودة
Efficiency	الكفاءة
Power	القدرة
Useful energy	طاقة مفيدة

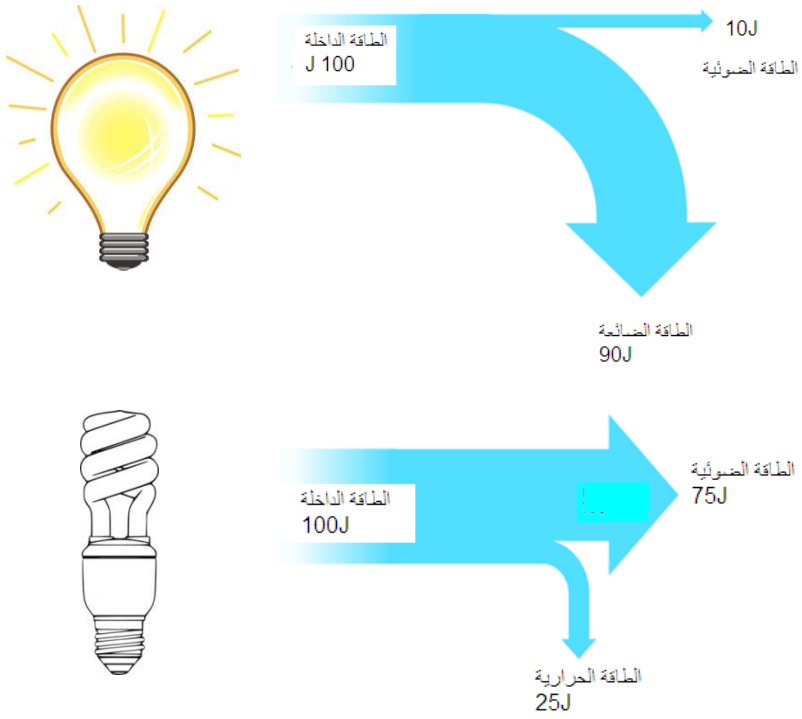
الطاقة والشغل

في أي نظام فإن مجموع الطاقة الداخلة يجب أن تساوي مجموع الطاقة الخارجة منه، حسب مبدأ حفظ الطاقة، و كما تعلم فإن الشغل يساوي الطاقة المتحولة، لذا فقد تم التعبير عن قانون الكفاءة بالشغل كما في القانون.

زيوت التشحيم

نحتاج بين الحين والآخر إلى زيوت التشحيم لتقليل قوة الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة داخل الآلات الميكانيكية، و بهذا نقلل من كمية الطاقة الضائعة و نزيد من كفاءة الآلة.

قارن بين كفاءة المصباحين في الشكل التالي أدناه:



لقد عمل العلماء جهدهم على زيادة كفاءة الآلات المختلفة، فهنا صمم العلماء مصابيح كهربائية أكثر فاعلية كما في الشكل السابق، حيث يفقد المصباح الأول (90%) من الطاقة الداخلة له على شكل طاقة حرارية، بينما المصباح الثاني يفقد فقط (25%) على شكل طاقة حرارية.

11A.27.4

الشكل الانسيابي

تصمم الطائرات والسيارات بشكل انسيابي لتقليل مقاومة الهواء وبالتالي زيادة كفاءة محركاتهما.

حامل الكرات

تستخدم (ball bearing) حوامل الكرات بين الأجزاء المتحركة داخل الآلات الميكانيكية لتقليل الاحتكاك وهو عبارة عن مجموعة من الكرات ذات الأسطح الملساء.

الكفاءة

الكفاءة هي نسبة، فمثلا هي نسبة الطاقة المفيدة إلى الطاقة الداخلة، أو نسبة الشغل المفيد إلى نسبة الشغل الداخل لذا ليس لها وحدة.

مثال (1): ادرس توزيع الطاقة في التلفاز أدناه و أجب عن الأسئلة التالية:

1) احسب كفاءة التلفاز.
2) كم مقدار الطاقة الضائعة في هذا التلفاز؟

الحل:

الكفاءة

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{useful energy out}}{\text{energy in}} \times 100\%$$
$$\text{Efficiency} = \frac{(80 + 40)}{200} \times 100\%$$
$$\text{Efficiency} = 60\%$$

الطاقة الضائعة

$$\text{waste energy} = \text{energy in - useful energy}$$
$$\text{waste energy} = 200 - 120$$
$$\text{waste energy} = 80\ \text{J}$$

برأيك هل يجب تصميم جهاز تلفاز أكثر كفاءة من هذا النوع؟ ولماذا؟

مثال (2): ما هي كفاءة مصباح يحتاج (25 W) لينتج ضوء قدرته (1 W)؟ وما هو مقدار الطاقة الضائعة؟

الكفاءة

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{useful energy out}}{\text{energy in}} \times 100\%$$
$$\text{Efficiency} = \frac{1}{25} \times 100\%$$
$$\text{Efficiency} = 4\%$$

الطاقة الضائعة

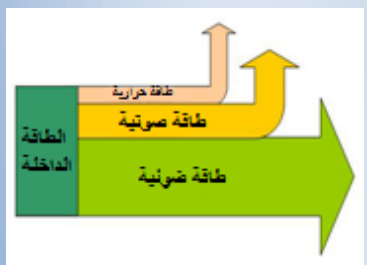
$$\text{waste energy} = \text{energy in - useful energy}$$
$$\text{waste energy} = 25 - 1$$
$$\text{waste energy} = 24\ \text{W}$$

برأيك هل الكفاءة لهذه الآلة مقبولة، أم يجب تصميم آلة أكثر كفاءة منها!!!

11A.27.4

يُعتبر محرك السيارة آلة ذات كفاءة منخفضة حيث لا تتجاوز كفاءة محرك السيارة (15%) وتضيع الطاقة في العديد من الأشكال:
(75%) احتراق الوقود في المحرك،
(16%) الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة داخل السيارة،
(4%) في تشغيل أدوات إضافية المكيف،
(5%) تضيع في الإضاءة.

لتحدد أشكال الطاقة الداخلة والخارجة من الحاسوب المحمول نستطيع ذلك برسم مخطط سانكي:



POWER القدرة

11A.27.5

الأهداف
- يذكر القدرة.
- يذكر وحدة القدرة (الواط).
- يحل مسائل على القدرة.

المصطلحات الأساسية

القدرة	Power
الشغل	Work
القدرة بالحصان	Horse power

يتسابق طفلان في صعود تل مرتفع فيقطعه الأول في (5 min)، بينما احتاج الطفل الثاني (7 min)، فبالرغم من أن الطفلين بذلا قدراً متساوياً من الطاقة في قطع المسافة نفسها إلا أن أحدهما كان أسرع من الآخر، مما يعني وجود فرق في المعدل الزمني للطاقة المبذولة في الحالتين.
أيضاً لو كان لدينا محرك صغير يقوم بنفس الشغل الذي يؤديه محرك كبير ولكن يحتاج لوقت أكبر، أي أن المعدل الزمني للمحرك الكبير لإنجاز الشغل أقل من المحرك الصغير.
هذا يعبر عن **القدرة التي تعرّف بأنها المعدل الزمني لانجاز شغل ما، أو المعدل الزمني للطاقة**.
بالرجوع إلى المثال السابق فإن قدرة الطفل الأول أكبر من قدرة الطفل الثاني لأنه استطاع صعود التل في زمن أقل من الطفل الثاني.

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

أو:

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

حيث:

P: القدرة، وتقاس بوحدة واط watt (W).
W: الشغل، ويقاس بوحدة جول (J).
E: الطاقة، وتقاس بوحدة جول (J).
t: الزمن، ويقاس بوحدة ثانية (s).

الواط: هو شغل مقداره (1 J) يمكن إنجازه في زمن مقداره (1 s).

كذلك يمكن حساب القدرة بوحدة الحصان حيث إن:

$$1 \text{ horse power} = 745.7 \text{ watt}$$

أما إذا كان لديك قوة (F) تؤثر على جسم في نفس اتجاه حركته (s) فيمكن التعبير عن القدرة بالعلاقة:

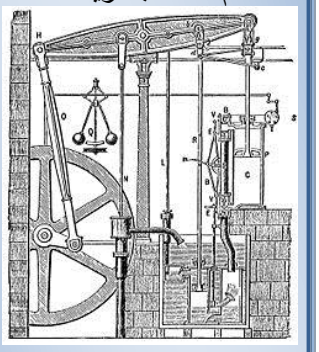
$$P = \frac{F.s}{t}$$

لكن $(\frac{s}{t})$ هي السرعة المتوسطة لحركة الجسم، لذا نعبّر عن القدرة كما يلي:

$$P = F.v$$

القدرة بالحصان
Horse power

حينما اخترع العالم جيمس واط آلته البخارية، ولكي يقنع أصحاب المناجم باستخدامها في استخراج الفحم بدلاً من الأحصنة، قام بحساب قدرة الحصان الواحد، ثم حدد قدرة آلته بقدرة عدد من الأحصنة وذلك لإقناعهم بعدد الأحصنة التي يمكن الاستغناء عنها في عملهم في حال استخدام الآلة البخارية.



التحويلات

$1 \text{ kwatt} = 1000 \text{ watt}$

$1 \text{ hp} = \frac{3}{4} \text{ kwatt}$

حيث:

hp: horse power

مثال (1): ما هي قدرة مصباح كهربائي يحول (120 J) من الطاقة الكهربائية خلال (2 s)؟

$$P = \frac{E}{t}$$
$$P = \frac{120}{2}$$
$$P = 60 \text{ watt}$$

مثال (2): يركض أحمد على درج في (2 min)، إذا كان يحول (30,000 J) من الطاقة في هذا الزمن، فما هي قدرته؟

$$P = \frac{E}{t}$$
$$P = \frac{30{,}000}{120}$$
$$P = 250 \text{ watt}$$

مثال (3): يرفع ونش جسماً كتلته (1000 kg) بسرعة ثابتة مقدارها (3 m/s)، احسب قدرة هذا الونش؟

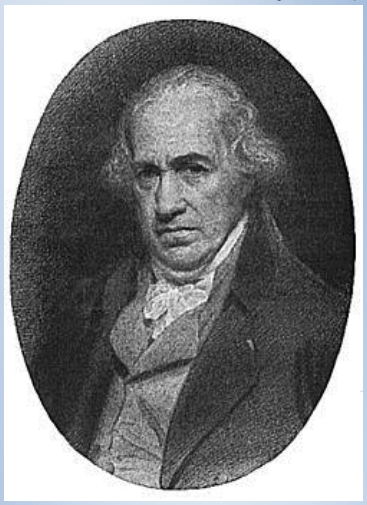
$$P = F_w . v$$
$$P = (1000 \times 10) \times 3$$
$$P = 30000 \text{ watt}$$

11A.27.5

بعض الأمثلة للقدرة

موتور غسالة: (250 W)
لاعب قوى: (400 W)
محرك سيارة صغيرة: (35 kW)
محرك سيارة كبيرة: (50 kW)
محرك طيارة جت: (75000 kW)

جيمس واط



(1736 – 1819م) مخترع اسكتلندي أعطى للعالم إحدى أعظم الآلات في التاريخ (المحرك البخاري المكثف) التي فجرت الثورة الصناعية، ولم يكن واط أول من اخترع الآلة البخارية، فقد سبقته محاولات كثيرة من قبله، لكن تلك الآلات السابقة كانت ضعيفة الجهد بدرجة أنهم كانوا يستخدمونها فقط في ضخ الماء من المناجم، وتشارك واط مع المهندس الإنكليزي ماتيو بارلتون وعمل الاثنان في إنشاء معمل لتصنيع مخترعات واط ومن اكتشافاته الأخرى المقياس المائي والناظم النابذ لتنظيم سرعة المحرك.

تذكر أن...

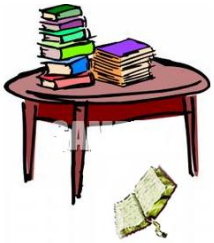
- الشغل: حاصل ضرب الإزاحة في مركبة القوة التي باتجاهها
$$W = F.s\cos\theta$$
- وحدة قياس الشغل Joule والتي تكافئ (N.m).
- الشغل موجب في حالة أن القوة والإزاحة بنفس الاتجاه.
- الشغل سالب في حالة أن القوة والإزاحة متعاكستان بالاتجاه.
- الشغل يساوي صفراً إذا كان القوة متعامدة مع الإزاحة أو أن الجسم بقي ساكناً.
- الطاقة: مقدرة الجسم على انجاز شغل.
- وحدة قياس الطاقة الجول.
- الطاقة الميكانيكية هي مجموع طاقتي الوضع والحركة.
- طاقة الحركة هي الطاقة التي يكتسبها الجسم بسبب حركته.
$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$
- طاقة الوضع التثاقلية هي الطاقة المختزنة في الجسم بسبب موضعه.
$$E_p = mgh$$
- محولات الطاقة: هي أجهزة كهربائية أو إلكترونية تعمل على تحويل الطاقة من شكل لآخر.
- مخطط سانكي هو نوع من الرسوم البيانية يُستخدم عادة ليعبر عن تحولات الطاقة.
- نظرية الشغل - الطاقة: أن الشغل الناتج من قوة ثابتة تؤثر على جسم متحرك يساوي التغير في طاقة حركته.
$$W = \Delta E_k$$
$$W = -\Delta E_p$$
- الكفاءة: هي نسبة الطاقة المفيدة إلى الطاقة الداخلة.
- القدرة: هي المعدل الزمني لانجاز شغل ما، أو المعدل الزمني للطاقة.

- الواط: هو الشغل المبذول في الثانية.
- يمكن استخدام العلاقة التالية لحساب الكفاءة:

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Power out}}{\text{Power in}} \times 100\%$$

اختبر نفسك
Test Yourself

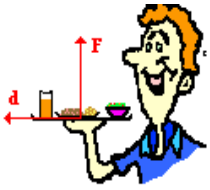
(1) اقرأ الجمل التالية وحدد إن كانت تمثل شغلاً وبيّن نوعه.



أ. كتاب سقط سقوطا حراً من الطاولة إلى الأرض.

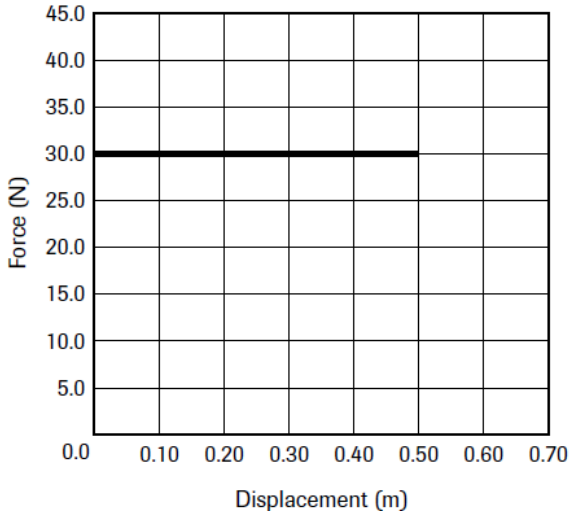
ب. صاروخ ينطلق ويتسارع عبر الفضاء.

ج. رجل يدفع عربة بزاوية مقدارها θ مع الأفق.



د. نادل في مطعم يتحرك بخط مستقيم حاملاً بيده الطلبات.

(2) الشكل البياني التالي يمثل العلاقة بين القوة المؤثرة على جسم والإزاحة:



a. ما مقدار القوة المؤثرة على الجسم؟
b. ماذا تمثل المساحة أسفل الخط البياني؟
c. كم المسافة الأفقية التي تحركها الجسم؟
d. ما مقدار الشغل الذي بذلته القوة لتحريك الجسم مسافة (0.30 m)؟

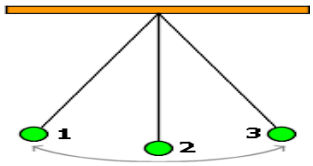
(3)اكتب تحولات الطاقة في الأشكال التالية:

.....
...
.....
...

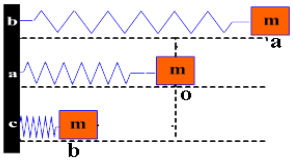
.....
...
.....
...

.....
...
.....
...

.....
...
.....
...



.....
...
.....
...



.....
...
.....
...

(4)اعتماداً على نظرية الشغل - طاقة الحركة،

a. ماذا يحدث لسرعة الجسم عندما يكون الشغل المبذول موجباً؟

b. ماذا يحدث لسرعة الجسم عندما يكون الشغل المبذول سالباً؟

(5)ماذا يحدث لكل من:

a. طاقة الحركة إذا تضاعف مقدار الكتلة؟

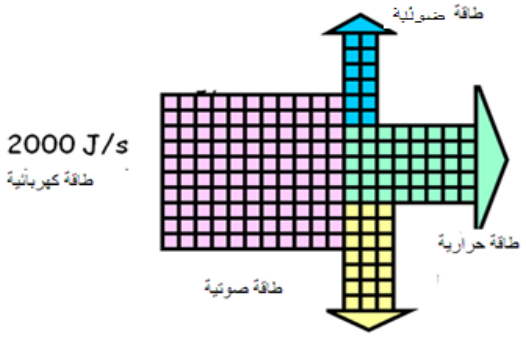
b. طاقة الوضع إذا قل الارتفاع للنصف؟

(6)ارسم مخطط سانكي لكل من:

عدّاء يركض في سباق

تلفاز

(7)ادرس توزيع الطاقة في غلاية الماء كما في الشكل أدناه:



a. احسب قيمة كل طاقة خارجة.

.....

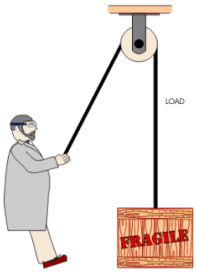
.....

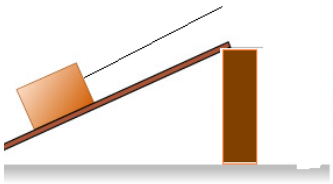
.....

b. ما هي كفاءة غلاية الماء؟

.....

(8) صمم طالب في الثانوية آلتين لرفع الأجسام كما في الشكلين:





a. أيهما أكثر كفاءة؟ ولماذا؟

.....

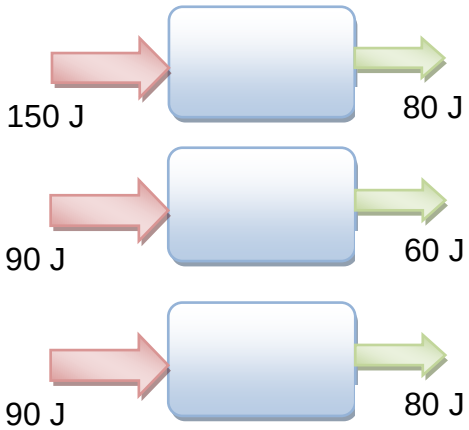
b. أيهما أقل فقدان للطاقة بسبب الاحتكاك؟

.....

c. أيهما تتطلب جهداً أقل؟

.....

(9) يبين الشكل التالي الطاقة الداخلة والطاقة الخارجة لثلاث آلات، مستعيناً بالشكل أجب عن الأسئلة الآتية:



1. لماذا تكون الطاقة الخارجة أقل من الداخلة؟

.....

2. احسب الكفاءة للآلات الثلاث؟

.....

3. أي من الآلات أكثر كفاءة؟

.....

4. ماذا تسمي الآلة إذا كانت فعاليتها (100%)؟ وهل يوجد آلة لها كفاءة (100%)؟

.....

5. كيف تزيد من كفاءة الآلة؟

.....

(10) ينتج محرك قدرة نافعة قيمتها (3 kW):

a. ما هي قيمة قدرة هذا المحرك بوحدة watt؟

.....

b. كم مقدار الشغل المفيد لهذا المحرك خلال (1 s)؟

.....

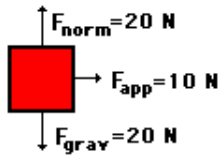
c. كم مقدار الشغل المفيد لهذا المحرك خلال (20 s)؟

.....

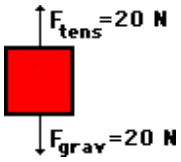
d. إذا كان مقدار القدرة الداخلة لهذا المحرك (4 kW)، احسب كفاءته؟

.....

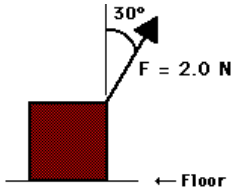
(11) ما مقدار الشغل المبذول من قوة مقدارها (10 N) أثرت لدفع جسم على سطح أملس وتحرك الجسم مسافة (5 m) باتجاه اليمين؟



(12) ما مقدار الشغل المبذول عند رفع جسم كتلته (2 kg) للأعلى ثم تحرك مسافة أفقية مقدارها (5 m)؟



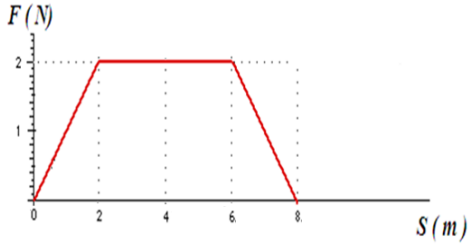
(13) احسب الشغل المبذول من قوة (2 N) تتحرك باتجاه (30°) للأعلى كما في الشكل لتحرك جسماً أفقياً مسافة (400 cm).



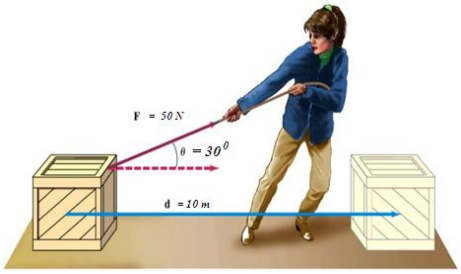
(14) احسب كتلة جسم متحرك بسرعة (3 m/s) إذا كانت طاقة حركته (2.25 J)؟

(15) إذا كان الشغل المبذول لسقوط كرة كتلتها (0.25 kg) هو (20 J)، فمن أي ارتفاع سقطت الكرة؟

(16) قوة أفقية تؤثر على جسم، يتغير مقدارها مع الإزاحة المقطوعة كما هو موضح بالشكل. احسب الشغل الذي تنجزه القوة إذا تحرك الجسم أفقياً مسافة (8 m).



(17) فتاة تسحب صندوقاً كتلته (15 kg) مسافة (10 m) بزاوية (30°) مع الأفق، بتأثير قوة مقدارها (50 N). احسب:



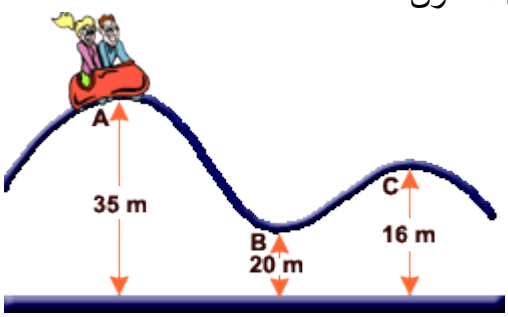
a. التغير في طاقة حركة الصندوق.
b. السرعة التي يتحرك بها الصندوق.

(18) تم قذف كرة وزنها (20 N) نحو الأعلى. فإذا غادرت الكرة الأرض من ارتفاع (1.5 m)، احسب:
a. الشغل المبذول من القوة التثاقلية عندما تصل الكرة إلى ارتفاع (2.15 m).
b. التغير في طاقة الوضع التثاقلية.

(19) قذف رجل كرة رأسياً فكانت سرعتها (3 m/s) عند ارتفاع (4 m) فما الطاقة الميكانيكية للجسم المبذول على الكرة إذا كان وزنها (5 N) وكتلتها (0.5 kg).

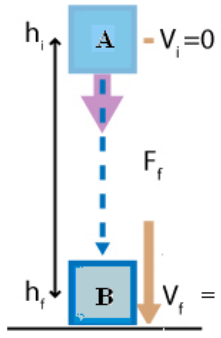
(20) جسم كتلته (0.25 kg) يتحرك بسرعة (18 m/s)،
a. ما مقدار طاقة حركته؟
b. ما مقدار الشغل المبذول لجعله يتحرك بهذه السرعة؟

(21) لعبة الدوارة المرافقة للشكل، كتلتها (250 kg)، بفرض أن العربة تحركت من الموضع (A) من السكون،



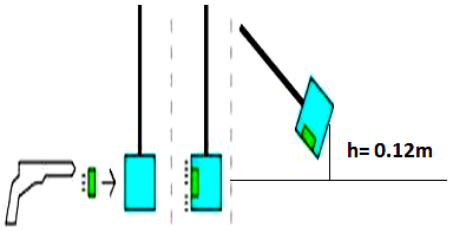
a. ما مقدار الطاقة الميكانيكية عند النقطة (A).
b. أحسب فرق طاقة الوضع التثاقلية بين النقطتين (B) و(C).

(22) سقط جسم كتلته (4 kg) من ارتفاع (8 m)، كما هو موضح بالشكل، احسب:



a. الطاقة الكلية عند الموضع (A).
b. الطاقة الكلية عند الموضع (B).
c. السرعة النهائية لحظة وصوله الموضع (B).

(23) رصاصة كتلتها (0.025 kg) أطلقت أفقياً على لوح خشبي ساكن معلق بخيط كتلته (0.73 kg)، فإذا استقرت الرصاصة داخل اللوح الخشبي، وتحركا معا كبندول بسيط بحيث وصلا لارتفاع (0.12 m) عن المستوى المرجعي كما في الشكل. احسب السرعة الابتدائية للرصاصة.



(24) يحول جهاز حاسوب محمول (400 J) من طاقة كهربائية إلى (250 J) ضوء وصوت، ما هي كفاءة هذا الحاسوب؟ أين ذهبت بقية الطاقة؟

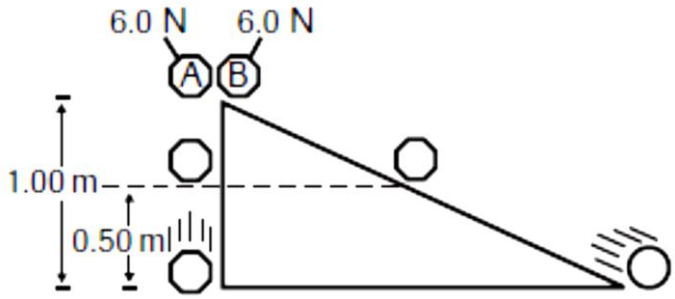
(25) آلة بخارية كفاءتها (50%)، تحول (20,000 J) إلى طاقة حركية، كم مقدار الطاقة الكيميائية الداخلة لها؟

(26) محرك ينتج (100 J) كشغل مفيد لكل (1000 J) من الطاقة الداخلة له:
a. ما هي كفاءة المحرك؟
b. ماذا يحدث لبقية الطاقة المزودة للمحرك؟
c. ارسم مخطط سانكي لتوزيع الطاقة لهذا المحرك؟

(27) صُممت آلة بكفاءة مقدارها (60%)، كم تحتاج هذه الآلة لتنتج طاقة المفيدة مقدارها (250 J)؟

(28) يتسلق طالب كتلته (65 kg) سطح عمارة ارتفاعها (30 m)، إذا كانت كفاءة عضلاته (20%)، كم مقدار الطاقة التي يحتاجها من الغذاء للقيام بهذا العمل؟

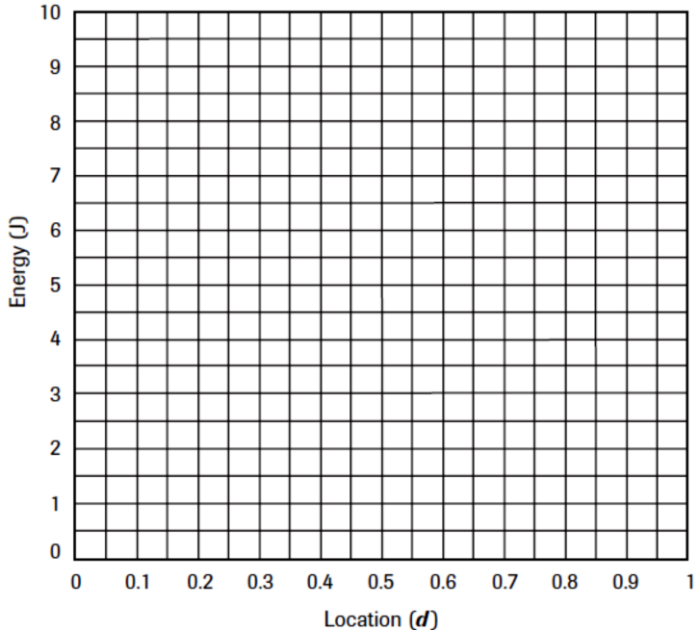
(29) الشكل التالي يمثل كرتان متماثلتان (A) و(B) تتحركان من السكون، بإهمال مقاومة الهواء والاحتكاك،



a. أكمل الجدول التالي:

الإزاحة (d)	الكرة A			كرة B		
	E	E_p	E_k	E	E_p	E_k
1.0 m						
0.5 m						
0.0 m						

b. مثل بيانياً كل من (E) و(E_p) و(E_k)، بدلالة الإزاحة (d) للكرة (A) و(B).



(30) احسب قدرة رافعة ترفع كتلة مقدارها (200 kg) رأسياً إلى أعلى مسافة (20 m) خلال (2 s). ثم احسب مقدار القوة التي يؤثر بها المحرك في تلك الكتلة؟

(31) يسير قارب سباق بسرعة ثابتة مقدارها (15 m/s)، إذا كانت المقاومة لحركته في الماء (1800 N)،
a. احسب القوة المؤثرة من مروحة القارب على الماء.
b. احسب القدرة الخارجة لمحرك القارب.

(32) ما هي قدرة مصباح كهربائي يحول (120 J) من الطاقة خلال (2 s)؟

(33) كم مقدار الطاقة التي يستهلكها مصباح كهربائي قدرته (150 W):
a. خلال دقيقة
b. خلال ساعة

(34) يركض أحمد على الدرج في (20 s)، إذا كان يحول (1,000,0 J) من الطاقة التي يمتلكها جسمه إلى طاقة حركية فما معدل قدرته؟