الوحدة الثانية : الميكانيكا

(1 – 1) وصف الحركة

الحركة هي تغير موقع الجسم ، بالنسبة إلى موقع جسم آخر نفترضه ثابتاً.

نستطيع وصف حركة جسم ما باستخدام ثلاثة مفاهيم هي:

1 - نقطة المرجع Reference Point.
2 - السرعة Velocity
3 - التسارع Acceleration

وسوف نقوم بهذه الوحدة نتاول هذه المصطلحات،وعن مسبب الحركة وهو القوة .

فعندما نصف حركة جسم ما، نحددها بالنسبة إلى نقطة ما تُعَدّ ثابتة ، ويسمى بعد الجسم عن هذه النقطة الموقع Position .

ولتحديد موقع أي جسم نحتاج إلى العناصر التالية:

1- رقم 2- وحدة 3- اتجاه 4- نقطة مرجعية

مثلا أنت تبعد عن النافذة (نقطة مرجعية) 3 (رقم) أمتار (وحدة) إلى الشرق (اتجاه).

تذكر: (ما درسته في الصف الثامن)

(أن جميعَ الأجسام تسقط بسرعةٍ واحدةٍ في الفراغ في مكانٍ واحدٍ) .

حركة المقذوفات الراسية :

مرحلة الصعود

ينطلق الجسم بسرعة ابتدائية إلى الأعلى ، ثم تتناقص لتصبح سرعته النهائية صفر ، وبالتالي يكون تسارعه سلبي اتجاهه إلى الأسفل (- 9.81 م / ث^2) .

مرحلة النزول

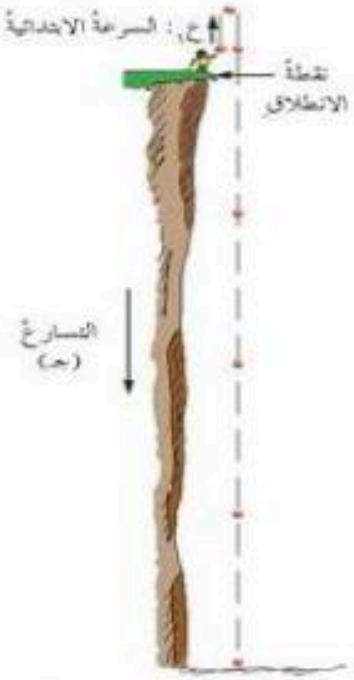
يسقط الجسم بسرعة ابتدائية تساوي الصفر إلى الأسفل ثم تتزايد حتى يلامس الأرض ، وبالتالي يكون تسارعه ايجابي اتجاهه إلى الأسفل (9.81 م / ث^2) .

* مقاومة الهواء تعمل على إبطاء حركة الأجسام .

جميع الأجسام الساقطة سقوطاً حراً تبدأ حركتها بسرعة ابتدائية تساوي صفراً

* الأجسام الساقطة سقوطاً حراً من الارتفاع نفسه عن سطح الأرض تحتاج إلى الفترة نفسها لتصل إلى الأرض .

* تتزايد سرعة الأجسام الساقطة سقوطاً حراً بمعدل زمني ثابت .



الشكل(١ - ١): جسمٌ مقذوفٌ للأعلى.

في حالة الأجسام الساقطة سقوطا حرا ، تكون السرعة الابتدائية للجسم صفرا , والتسارع يساوي جـ = 9,8 م / ث^2 ,

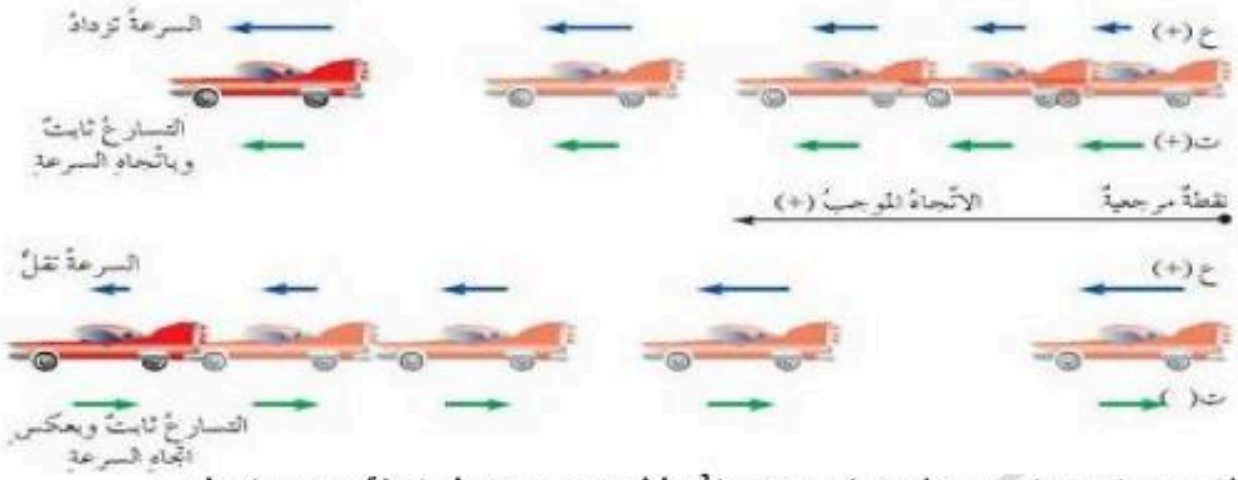
وعليه تصبح معادلات الحركة بتسارع الجاذبية كما يلي : **معادلات الحركة بتسارع ثابت**

المعادلة الأولى	ع$_٢$ = ع$_١$ ± جـ ز
المعادلة الثانية	ع$_٢^٢$ = ع$_١^٢$ ± ٢ جـ ف
المعادلة الثالثة	ف = $\frac{١}{٢}$ (ع$_١$ ± ع$_٢$) ز

في حالة الأجسام المقذوفة لأعلى ، تكون السرعة النهائية للجسم صفرا.(أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم)

نتيجة عامة : جميع معادلات الحركة تعتمد في أساسها على المعادلة البسيطة وهي :

المسافة = السرعة المتوسطة × الزمن



مثال : تتحرك سيارة بتسارع ثابت مقداره (2م/ث^2) فإذا كانت سرعتها في لحظة ما (8م/ث) فجد :

1) سرعتها بعد مضي (5) ثوان

2) المسافة التي قطعتها السيارة

الحل:

1) نطبق المعادلة رقم (1) لإيجاد السرعة النهائية

ع = 8 + 2 × 5 = 8 + 10 = 18 م/ث^2

2) طبق المعادلة رقم (3) أو (2) لإيجاد المسافة

السؤال الأول : سقط جسم من ارتفاع 20 م ، باعتبار تسارع السقوط الحر 10 م/ث^2 . أحسب :

1 - سرعة الجسم لحظة وصوله إلى سطح الأرض .

2 - الزمن الذي يستغرقه الجسم حتى يصل إلى سطح الأرض .

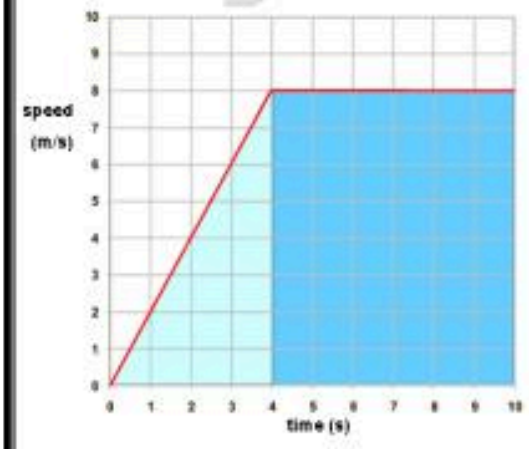
السؤال الثاني : وصلت قذيفة هدفها بسرعة 10م/ث, فاستقرت به بعد ١ ثانية. احسب:

أ - تسارع القذيفة داخل الهدف.

ب - المسافة التي قطعتها القذيفة داخل هدفها.

السؤال الثالث: تطير طائرة من موقع يبعد (40 م) عن نقطة الأصل ، فتقطع (40 م) في خط مستقيم بعد مرور (1 ث) على بدء حركتها ، وبعد مرور ثانية أخرى تقطع (40 م) أخرى ، وتستمر كذلك حتى نهاية الثانية الخامسة :

- ارسم منحنى الموقع – الزمن للطائرة خلال فترة الخمس ثواني .
- هل سرعة الطائرة ثابتة أم متغيرة ؟ فسر اجابتك .
- احسب ميل الخط المستقيم الذي حصلت عليه . ما الكمية الفيزيائية التي يمثلها الميل ؟
- اكتب معادلة تصف حركة الطائرة وتغير موقعها مع الزمن .
- استخدم المعادلة التي حصلت عليها لايجاد موقع الطائرة بعد مرور (2.5 ث) على بدء طيرانها .



سؤال: احسب مقدار المسافة التي يقطعها الجسم في الشكل المجاور ؟

الحل: المساحة المحصورة تحت المنحنى البياني (السرعة – الزمن) تساوي عددياً مقدار المسافة.

المسافة = المساحة المحصورة تحت المنحنى

= مساحة المستطيل + مساحة المثلث

= 48 + 16 = 64م

(1 -2) قوانين نيوتن في الحركة

تتحرك الأجسام من حولنا بأنماط حركية مختلفة، فأنت تشاهد سيارة تبدأ حركتها من السكون، وتشاهدها عندما تدور في منعطف أو تتوقف؛ كما أنك تشاهد جسماً مقذوفاً إلى الأعلى فكيف يتحرك في أثناء صعوده وسقوطه؟ وطائرة تطير في الهواء، أو سمكة تسبح في الماء؛ فكيف تتحرك هذه الأجسام؟ وما الذي يحركها؟ هل تتحرك من تلقاء نفسها أم هنالك مؤثرات خارجية تجعلها تتحرك؟ وما العلاقة بين هذه القوى المؤثرة وطبيعة الحركة الناتجة؟ وما القوانين التي تضبط حركة هذه الأجسام؟ لقد تعلمنا في السابق (القوة: مؤثر خارجي يغير أو يحاول تغيير الحالة الحركية للجسم مقدارا أو اتجاها أو مقدارا واتجاها.) ولقد تعرفت أن القوة قد تكون سحباً أو دفعاً ، وبالإضافة إلى مقدار القوة فإن تأثير هذه القوة في جسم ما يتغير تبعاً لتغير اتجاهها ، ولهذا تعتبر القوة كمية متجهة مثل الإزاحة والسرعة .

إن تعيين اتجاه القوة عاملٌ ضروري عندما يُراد تمثيل قوةٍ ما ، وفي الكثير من الأحيان نحتاج إلى تعيين نقطة تأثير القوة في الجسم إضافة إلى تحديد اتجاهها ومقدارها .

القوة المحصلة: هي القوة المفردة التي تقوم مقام عدة قوى في التأثير على الجسم .

وإذا كانت القوتان تؤثران على نفس الخط المستقيم فإنه يمكن إيجاد المحصلة كما يلي:

1- إذا كانتا في نفس الاتجاه فإنّ **القوة المحصلة** = مجموعهما واتجاهها هو اتجاه القوتين.

2- إذا كانتا في اتجاهين متعاكسين فإنّ **القوة المحصلة** = الفرق بينهما واتجاهها هو اتجاه القوة الكبرى.

لعلك توصلت أن **القوة المحصلة هي التي تسبب الحركة** ، وهي كذلك ضرورية لتغيير الحالة الحركية للجسم .

إذا كان الجسم ساكن فهذا لا يعني أنه لا توجد قوة تؤثر عليه بل يعني أن محصلة القوى عليه تساوي صفر فكما في الشكل المجاور مع أن الحبل ساكن لا يتحرك إلا انه توجد قوتان تؤثران عليه لكنهما متساويات في المقدار ومتعاكسات في الاتجاه فتكون محصلتهما تساوي صفر وهكذا.....

القانون الأول لنيوتن فى الحركة

الجسم الساكن يبقى ساكنا والجسم المتحرك يبقى متحركا بالسرعة والاتجاه نفسه ما لم تؤثر فيه قوة محصلة تغير في حالته الحركية.

عندما تكون **القوة المحصلة** المؤثرة في جسم ما **صفر** فإننا نقول أن **الجسم متزن** ، ونعبر عن هذا رياضيا كما يلي:

Σ ق = صفر ، وهذا يتضمن حالتين :

1- أن يكون الجسم ساكن :مثلا الكتاب الموضوع على سطح طاولة تؤثر فيه قوة الجاذبية (الوزن) إلى الأسفل وبما أن الجسم متزن إذن لابد من وجود قوة أخرى تؤثر فيه وتكون مساوية للوزن في المقدار وعكسها في الاتجاه ،و هي القوة التي تؤثر بها الطاولة على الكتاب وتسمى القوة العمودية

2- ان يكون الجسم متحركا بسرعة ثابتة :مثلا عند دفع جسم على سطح أفقي بسرعة ثابتة فإن **القوة المحصلة** المؤثرة فيه تساوي صفر حسب قانون نيوتن الأول، وهذا يعني أن قوة الدفع تكون مساوية لقوة الاحتكاك.

- إن الأهمية الكبرى لقانون نيوتن الأول في الحركة تكمن في استخدامه لتعريف القوة. فإذا انعدمت القوة المؤثرة على جسم ما فإن ذلك يؤدي إلى ثبات الحالة الحركية، في حين أن وجود القوة يؤدي إلى تغيير الحالة الحركية. وعلى ذلك فالقوة عبارة عن كل مؤثر خارجي يغيّر أو يحاول التغيير من حالة الجسم الحركية مقداراً أو اتجاهاً، أو كليهما معاً.

وجد غاليليو أن قوة الاحتكاك هي التي تسبب توقف الأجسام المتحركة وليس غياب القوة الأصلية, وكلما كان السطح أملساً كانت قوة الاحتكاك أقل.

استنتج غاليليو أنه في غياب قوة الاحتكاك (إذا كان السطح أملساً لأقصى درجة) فإن الجسم المتحرك يستمر في حركته وبسرعة منتظمة في خط مستقيم دون وجود قوة تحركه.

صاغ غاليليو نتائجه على النحو التالي :

- " لا يلزم قوة للحفاظ على حركة الأجسام بسرعة ثابتة في خط مستقيم إذا ما أهمل الاحتكاك ".

أمثلة على قانون نيوتن الأول:

1) عندما تشعر بالانزلاق تميل إلى وضعك الأصلي.
2) عندما تسحب ورقة وبسرعة فإن قطعة النقود التي عليها تبقى فوق الطاولة.
3) اندفاع الركاب إلى الأمام عند التقليل من السرعة وبشكل كبير.

ما أهمية حزام الأمان ؟

يحول حزام الأمان من ارتطام جسم السائق بزجاج المركبة أو مقودها ،فيعمل على وقاية السائق من إصابات بالغة قد يتعرض إليها خاصة إذا كانت سرعة المركبة كبيرة

علل: إذا دفعت جسم على مستوى أفقي أملس لا نحتاج لقوة لإبقاء الجسم مستمرًا في حركته.

بسبب خاصية القصور الذاتي

علل: يندفع ركاب السيارة إلى الخلف عندما تتحرك السيارة للأمام فجأة: لأن الجسم يقاوم التغير في الحركة الحادثة له (خاصية القصور الذاتي)

فسر المشاهدات الآتية بناء على قانون نيوتن الأول :

1- عند وضع قطعة نقود على قطعة من الورق المقوى فوق كأس زجاجي ثم دفع أو سحب الورقة بسرعة فإن قطعة النقود تسقط في الكأس.

لان قطعة النقود تقاوم التغير الكبير في السرعة تبقى محافظة على حالتها الأصلية وهي السكون فتسقط في الكأس ولو حركنا الورقة شيئا فشيئا لتحركت قطعة النقود معها ولن تسقط في الكأس.

2- لتثبيت رأس مطرقة كما في الشكل يتم الضرب بمقبضها للأسفل.

عند ضرب المقبض بقوة لإيقافه يبقى رأس المطرقة متحركا للأسفل فيثبت في المقبض

3- تشترط إدارة السير على سائقي الشاحنات تثبيت الحمولة التي توضع على سطح الشاحنة.

عندما تسير الشاحنة وهي تحمل سلما أعلاها أي أن السلم نفس سرعة الشاحنة ونفس اتجاه حركتها إذا توقفت الشاحنة بشكل مفاجئ فان السلم سيحاول الحفاظ على حالته الحركية أي السير للأمام بنفس السرعة وبالتالي سيندفع للأمام وقد يسقط على السيارة التي في الأمام . وبنفس الطريقة يمنع وضع أي حمولة فوق الشاحنات دون تثبيتها منعا لوقوع الحوادث وهكذا ..

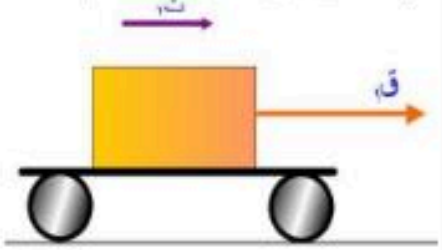
القانون الثاني لنيوتن في الحركة

إذا أثرت قوة محصلة في جسم أكسبته تسارعاً يتناسب طردياً معها ، ويكون باتجاهها.

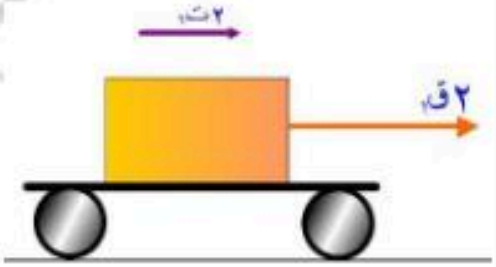
العلاقة بين القوة والتسارع :

افرض أن القوة (ق$_1$) = 10 نيوتن وأنها سببت تسارعاً للجسم مقداره 2 م / ث^2 .

ق$_1$ = 10 نيوتن ، فإن ت$_1$ = 2 م / ث^2

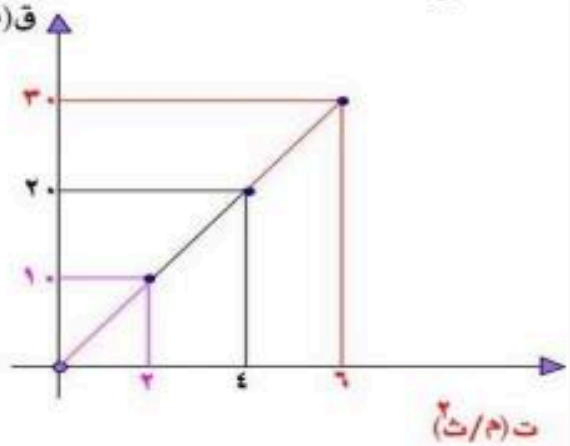


وإذا تضاعفت القوة لتصبح ق$_2$ = 20 نيوتن ، فإن ت$_2$ = 4 م / ث^2



وإذا أصبحت القوة ثلاثة أضعاف ما هي عليه ق$_3$ = 30 نيوتن ، فإن ت$_3$ = 6 م / ث^2

ومن النتائج السابقة يمكن تمثيل العلاقة بين القوة والتسارع بيانياً كما في الشكل:



هل تستطيع استنتاج مقدار التسارع باستخدام الرسم البياني السابق ؟؟

حاول أن تجد ميل الخط المستقيم الممثل ؟؟

مصطفى دعمس

ميل المستقيم = $\frac{ق_1}{ت_1} = \frac{ق_2}{ت_2} = \frac{ق_3}{ت_3}$ = مقدار ثابت

إن هذا المقدار الثابت يمثل ممانعة الجسم للقوة المحصلة المؤثرة فيه، وهذا المقدار الثابت هو **القصور الذاتي** للجسم ،ويسمى كتلة الجسم " ك " .

وبذلك يمكن كتابة الصيغة الرياضية للقانون الثاني لنيوتن $ق_{المحصلة} = ك\ ت$

ويتضح من القانون أنه إذا كان تسارع الجسم = صفر (أي الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة أو الجسم الساكن) فإن ق ح = صفر ، وهذا ما ينص عليه القانون الأول لنيوتن .

وتقاس القوة بوحدة " نيوتن " = كغ . م / ث^2 والتي تساوي ق = ك ت

ويعرّف النيوتن على أنه : " القوة التي تجعل كتلة مقدارها (1 كغ) تتسارع بمقدار (1 م / ث^2) " .

وتعد الكتلة مقياساً للقصور ،قد أطلق هذا الاسم أصلاً (غاليلو)؛ ثم أصبح القانون الأول لنيوتن حالة خاصة من القانون الثاني له. لماذا ؟

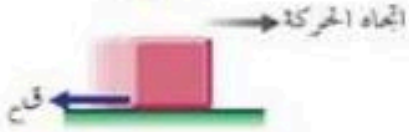
لأنه من القانون الثاني $ق_{المحصلة} = ك\ ت$ وإذا كانت ت = صفر فإن : $ق_{المحصلة}$ = صفر

وهذا يعني أن الجسم إما ساكن أو متحرك بسرعة ثابتة وهذا هو قانون نيوتن الأول

القصور الذاتي: الممانعة التي يبديها الجسم لتغيير حالته الحركية.

حالات خاصة من القوة

الوزن (و): هو القوة التي يتأثر بها الجسم في مجال الجاذبية الأرضية .
واتجاهها دائماً للأسفل (و = ك × جـ)



قوة الاحتكاك Friction " : عندما نحاول تحريك جسم فوق سطح فإن هناك قوة تحاول إعاقة الحركة ،و**تنشأ هذه القوة بسبب التلامس بين الأسطح الصلبة** .
وتسمى هذه القوة قوة الاحتكاك " ق ح " وتكون هذه القوة دائماً في اتجاه معاكس للحركة موازياً للسطح .

قوة الشد Tension " :القوة التي تؤثر بها الخيوط أو الحبال في الأجسام.

رد فعل السطح (القوة العمودية) The Normal Force "

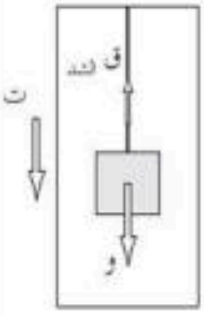
عندما نضع جسماً ما فوق سطح طاولة مثلاً, فإن الطاولة تؤثر على هذا الجسم بقوة يكون اتجاهها دائماً عمودياً على السطح . ولذلك تسمى هذه القوة " القوة العمودية " أو " رد فعل السطح " .

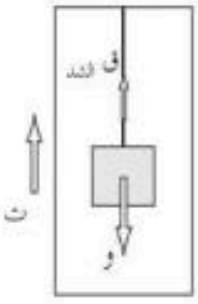
وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن فإن : $\Sigma ق = ك\ ت$

وبذلك يكون $ق_{العمودية}$ - الوزن = ك ت ، وبما أن الجسم ثابت إذن $ق_{العمودية}$ = و

- حركة المصعد والقوة المؤثرة على أرضيته

حركة المصعد	معادلة الحركة
ساكن أو يتحرك بسرعة منتظمة	$ق_{المحصلة} = ك\ ت$
صاعد	$ق_{الشد} = و + ك\ ت = ك\ (ت + جـ)$
هابط	$ق_{الشد} = و - ك\ ت = ك\ (جـ - ت)$





القانون الثالث لنيوتن في الحركة

لكل فعل ← رد فعل ← مساو له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه

عرفت من دراستك لقانون نيوتن الأول، انه يصف الحالة الحركية للجسم في حالة الاتزان (عندما $\sum$ ق = صفراً).

أما القانون الثاني لنيوتن، فهو يتعلق بدراسة حالة الجسم الحركية عندما تؤثر فيه قوة محصلة ، وينشأ عنها من تسارع، والعلاقة التي تربط القوة المؤثرة بالتسارع الذي يكسبه الجسم. وعرفت أنه إذا كانت القوة المحصلة تساوي صفراً، فإن التسارع كذلك يساوي صفراً، أي إن وجود التسارع يتطلب التأثير بقوة.

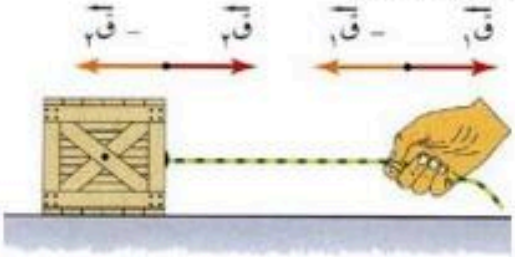
إن التأثير بقوة في جسم يتطلب تفاعلاً (أي تأثيراً متبادلاً) بين هذا الجسم وجسم آخر. فإذا دفعت جسماً حدث تفاعل بين يدك وذلك الجسم؛ وإذا تعلقت بحبل فهنالك تفاعل بينك وبين الحبل ينشأ عنه قوة تؤثر فيك، وقوة أخرى تؤثر في الحبل.

كما أن المغناطيس إذا جذب مسماراً فإن ذلك لا يتم دون حدوث تفاعل بينهما. وإذا اندفعت سيارة إلى الأمام فإن تفاعلاً بين عجلاتها والأرض سبب حركة السيارة. وهكذا لا تنشأ قوة دون حدوث تفاعل بين جسمين. **وهذا هو مجال القانون الثالث لنيوتن الذي ينص على أنه:**

إذا تفاعل جسمان (أ،ب) ، فإن القوة التي يؤثر بها (ب) في (أ) ، تساوي في المقدار وتعاكس في الاتجاه القوة التي يؤثر بها (أ) في (ب).

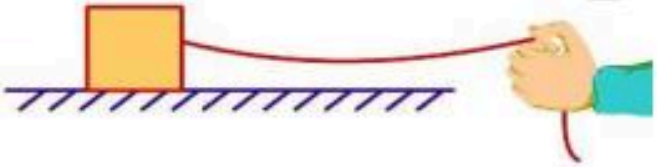
ورياضياً فإن:

$$\vec{ق}_{ب} = - \vec{ق}_{أ}$$



القانون الثالث لنيوتن.

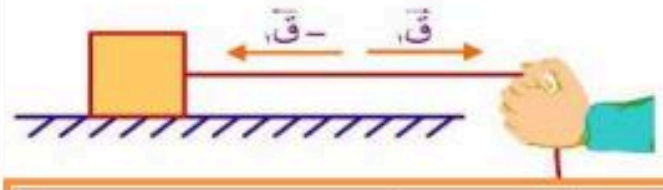
عندما يؤثر جسم بقوة في جسم آخر ، فإن تأثيراً متبادلاً ينشأ بين الجسمين ، فإذا دفعت جسماً على سطح أملس معين فإن الجسم يدفع يدك في الاتجاه المعاكس ، وإذا شدّت يدك الحبل الذي يربط الصندوق الموضح بالشكل فإن الحبل سيشد يدك في الاتجاه المعاكس .

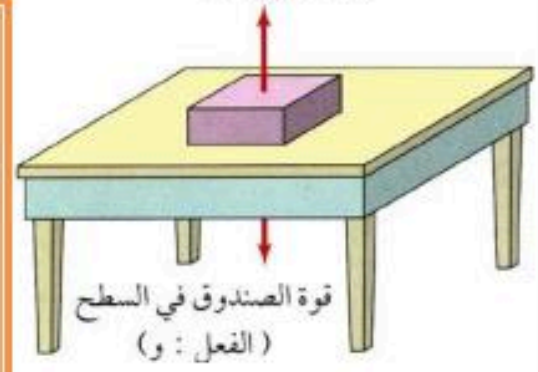


ومعنى ذلك أن " القوتين متساويتين مقداراً ومتعاكستين في الاتجاه "

وتوجد القوى في الطبيعة بشكل أزواج من القوى المتساوية والمتضادة . ولا توجد قوى واحدة منفردة في الكون وتؤثر في الأجسام .

وتزخر الطبيعة بأمثلة توضح القانون الثالث لنيوتن، فالصندوق الموضوع على سطح الطاولة، يؤثر بقوة وزنه في سطح الطاولة، لاحظ الشكل





يتضمن القانون الثالث لنيوتن ما يأتي :

1- تكون القوى في الطبيعة على شكل أزواج ناتجة من تبادل التفاعل بين الأجسام. ولا توجد قوة منفردة ؛ لذلك الفعل ورد الفعل ينشآن معاً ويختفيان معاً، وكذلك يؤثران في جسمين مختلفين.

2- إن للفعل ورد الفعل طبيعة واحدة، فإذا كان الفعل قوّة جاذبية فإن الفعل يكون قوة جاذبية أيضاً ، وهكذا.

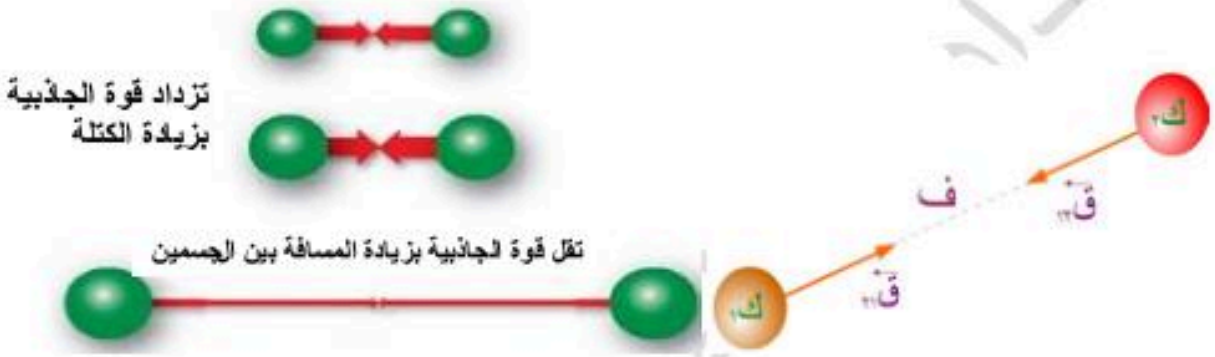
3- الفعل ورد الفعل لا يؤثران في الجسم نفسه، ولكن في جسمين مختلفين. وبالتالي لا يمكن القول ان محصلة الفعل ورد الفعل تساوي صفراً.

قانون نيوتن في الجذب العام

لعلك تتذكر دوماً القصة التي تروى عن اسحق نيوتن عندما كان مستلقياً في ظل شجرة ، ثم سقطت على رأسه التفاحة التي ربما تكون قد نبهته إلى أن كل الأجسام في الكون تتجاذب مع بعضها البعض . وقد قام نيوتن بعد ذلك بتحليل بعض البيانات المتعلقة بحركة القمر حول الأرض ، وتوصل إلى أن القوانين الرياضية التي تنظم حركة الكواكب هي نفسها التي تحدد قوة جذب الأرض للتفاحة .

وقام اسحق نيوتن في العام 1686 بنشر قانونه في الجذب العام والذي ينص على ما يلي :

توجد قوة تجاذب بين أي جسمين في الكون، تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتيهما، وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما".



- تتوقف قوة الجاذبية على :

1- كتلة الأجسام (علاقة طردية) : **تزداد قوة الجاذبية بزيادة الكتلة**

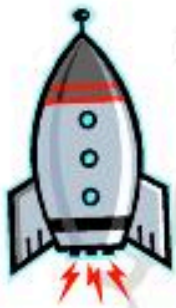
2- المسافة الفاصلة بين الأجسام (علاقة عكسية) : **تقل قوة الجاذبية بزيادة المسافة بين الجسمين**

- علل: قوة جذب الشمس للأرض أصغر من قوة جذب الشمس لكوكب الزهرة،على الرغم من أن كتلتيهما متقاربتان

لان بعد الأرض عن الشمس أكبر من بعد كوكب الزهرة وبما أن قوة الجاذبية تقل بزيادة المسافة بين الجسمين المتجاذبين ،إذن قوة جذب الشمس للزهرة اكبر

تطبيقات على قوانين نيوتن في الحركة

1- الصاروخ

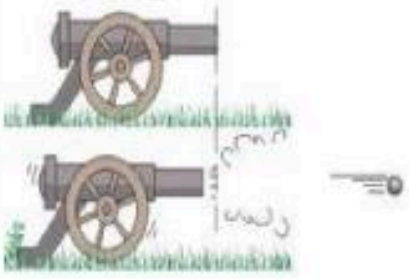


عندما تتسرب الغازات من محرك الصاروخ أثناء الإقلاع، فإن الصاروخ يُدفع إلى أعلى. تتسبب حركة الغازات المندفعة إلى أسفل في توليد ردّ فعل يدفع الصاروخ إلى أعلى. ويمكّن رد الفعل الصاروخ من التغلب على مقاومة الهواء، والصعود إلى الفضاء،مما يولد قوة مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه،حسب القانون الثالث لنيوتن في الحركة، تعمل على دفع الصاروخ إلى الأعلى.

سؤال: بين كيف يتم التحكم باتجاه الصاروخ

بتشغيل محركات تعمل على نفث الغازات الناتجة من احتراق الوقود باتجاه معين فيتحرك الصاروخ بالاتجاه العكسي

2- حركة القذيفة والمدفع



لماذا يرتد المدفع إلى الخلف عند انطلاق القذيفة؟

عند انطلاق القذيفة من المدفع , فإن الغازات الساخنة عالية الضغط هي التي تدفع بالقذيفة إلى الأمام , ويرتد المدفع إلى الخلف , ويكون دفع القذيفة على مبدأ الفعل ورد الفعل (القانون الثالث لنيوتن) مما يؤدي إلى ارتداد المدفع إلى الخلف.

إجابة السؤال صفحة 61

لان كتلة المدفع أكبر من كتلة القذيفة فتكون سرعة ارتداد المدفع أقل

3- مظلات الهبوط

من المعلوم أن الأجسام التي تسقط تحت تأثير الجاذبية (بإهمال مقاومة الهواء)، تسارع بتسارع ثابت (جـ)؛ وبذلك نتوقع زيادة مستمرة في سرعتها، لكن عملياً ، تخضع الأجسام الساقطة لقوة مقاومة الهواء التي تعاكس وزن الجسم؛ مما يقلل القوى المحصلة المسببة لتسارع الجسم. لذلك تتناقص القوى المحصلة بازدياد سرعة الجسم الساقط، ويتناقص التسارع تبعاً لذلك؛ إلى أن يصبح صفراً عندما تتساوى قوة مقاومة الهواء مع وزن الجسم (ق م = و). فيستمر الجسم عند ذلك بالحركة بسرعة ثابتة أثناء سقوطه.

وقد استغلت الفكرة السابقة لتصميم مظلات الهبوط من الطائرات؛ حيث تعمل زيادة مساحة سطح المظلة على زيادة قوة مقاومة الهواء؛ فيصل إلى السرعة الحدّية في زمن أقل (قوة المقاومة = الوزن). فيكون مقدار السرعة قليلاً؛ فينزل المظلي على الأرض بسلام. لاحظ الشكل.

يتحرّكُ الجسمُ إلى الأسفلِ بتسارعٍ

تزدادُ مقاومةُ الهواءِ بزيادةِ السرعةِ.....

.... إلى أنْ تصبحَ قوّةُ مقاومةِ الهواءِ مساويةً للوزنِ....

.... فتصبحُ القوّةُ المحصّلةُ صفراً، ويستمرُّ الجسمُ بالحركةِ بسرعةٍ ثابتةٍ (السرعةُ الحديّةُ).

عندَ فتحِ المظلّةِ تزدادُ قوّةُ مقاومةِ الهواءِ فيصبحُ اتّجاهُ التسارعِ يعكسُ اتّجاهَ السرعةِ....

... تتناقصُ السرعةُ، فتتناقصُ قوّةُ مقاومةِ الهواءِ إلى أنْ تصبحَ مساويةً للوزنِ مرّةً ثانيةً، وبذلكَ يصبحُ للمظلّيِّ سرعةٌ حديّةٌ أقلُّ.

تمارين : قوانين نيوتن ومعادلات الحركة

مثال رقم (1) : تحركت سيارة كتلتها 1000 كغ من السكون بتسارع (4م / ث^2)، احسب :

أ- الزمن الذي تحتاجه السيارة لقطع مسافة 98م .

ب- القوة المحصلة للقوى المؤثرة في السيارة .

ج- مقدار سرعة السيارة بعد 4 ثوان من بعد حركتها .

الحل: ك = 1000 كغ ، ع$_1$ = صفر ، ت = 4 م / ث^2

أ- ف = 98 م

$$ف = ع_1 ز + \frac{1}{2} ت ز^2$$

$$٩٨ = صفر + \frac{١}{٢} \times ٤ \times ز^2$$

$$٩٨ = ٢ ز^2 \longleftarrow ز^2 = ٤٩ \quad ز = ٧ م / ث$$

ب- القوة المحصلة = ك × ت

ق = 1000 × 4 = 4000 نيوتن

ج- ع$_2$ = ع$_1$ + ت ز

ع$_2$ = 0 + 4 × 10 = 40 م / ث

مثال رقم (2): تتحرك سيارة بسرعة ابتدائية مقدارها (5م / ث)، أثرت عليها قوة فأكسبتها تسارعاً مقداره (4م / ث^2)، ما مقدار المسافة التي تقطعها السيارة بعد (10 ثوان) من بدء حركتها ؟

الحل: ع$_1$ = 5 م /ث ، ت = 4 م / ث^2 ، ز = 10 ثوان

$$ف = ع_1 ز + \frac{1}{2} ت ز^2$$

$$= (٥)(١٠) + \frac{١}{٢}(٤)(١٠)(١٠)$$

= 50 + 200 = 250 م

مثال رقم (3): تقف سيارة كتلتها (2000 كغ) ساكنة على أرض أفقية ملساء ، أوجد مقدار القوة اللازمة لجعلها تتحرك بسرعة (20 م / ث) . بعد قطع مسافة مقدارها (100م) .

الحل: ك = 2000 كغ ، ع$_1$ = صفر ، ع$_2$ = 20 م / ث ، ف = 100 م

ع$_2^2$ = ع$_1^2$ + 2 ت ف

(20)^2 = (0)^2 + 2 (ت) (100)

400 = 200 ت

$$ت = \frac{٤٠٠}{٢٠٠} = ٢ م / ث^2$$

ق = ك × ت = 2000 × 2 = 4000 نيوتن

مثال رقم (4): تتحرك سيارة كتلتها (1000 كغ) على أرض أفقية بسرعة ثابتة مقدارها (30 م / ث)، ضغط السائق على الكوابح فوقفت السيارة بعد أن قطعت مسافة (50 م) . احسب القوة التي عملت على إيقاف السيارة . ما هو اتجاهها ؟

الحل: ك = 1000 كغ ، ع$_1$ = 30 م / ث ، ع$_2$ = صفر ، ف = 50 م

ع$_2^2$ = ع$_1^2$ + 2 ت ف

(0)^2 = (30)^2 + 2 (ت) (50)

0 = 900 + 100 ت

– 100 ت = 900

ت = – $\frac{٩٠٠}{١٠٠}$ = – ٩ م / ث^2 والإشارة السالبة تدل على أنه تباطؤ .

ق = ك × ت = 1000 × –9 = – 900 نيوتن

والإشارة السالبة تدل على أن القوة المؤثرة في عكس اتجاه الحركة وهذا واضح لأنه قوة احتكاك .

مثال رقم (5): قطعة جليد كتلتها (1 كغ) موضوعة على سطح أفقي وبحالة سكون . احسب مقدار القوة التي يجب أن تؤثر عليها وتكسبها سرعة مقدارها (4 م / ث) في زمن قدره (2 ث)، علماً بأن قوة الاحتكاك بين قطعة الجليد والسطح الأفقي تساوي (3 نيوتن) .

الحل:

محصلة القوى = $\sum$ ق = ك × ت

يحسب التسارع أولاً

ع$_1$ = صفر ، ع$_2$ = 4 م / ث ، ز = 2 ث

ت = $\frac{ع_٢ - ع_١}{ز}$ = $\frac{٤ - ٠}{٢}$ = ٢ م / ث^2

نطبق القانون الثاني لنيوتن :

ق مؤثرة – ق ح = ك × ت

ق مؤثرة – 3 = 1 × 2

ق مؤثرة – 3 = 2 + 3 = 5 نيوتن

مثال رقم (6): جسم كتلته (2 كغ) يستقر ساكناً على سطح أفقي خشن . أحسب مقدار القوة التي يجب أن تؤثر فيه لتكسبه سرعة مقدارها (4.5 م / ث) خلال فترة زمنية مقدارها (1.5 ث) . علماً بأن قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح الخشن (2 نيوتن) .

الحل: ك = 2 كغ ، ع$_1$ = صفر ، ع$_2$ = 4.5 م / ث ، ز = 1.5 ث ، قح = 2 نيوتن

نحسب التسارع أولاً

ت = $\frac{ع_٢ - ع_١}{ز}$ = $\frac{٤,٥ - ٠}{١,٥}$ = ٣ م / ث^2

$\sum$ ق = ك × ت

ق – قح = ك × ت

ق – 2 = 2 × 3 ⟸ ق = 6 + 2 = 8 نيوتن

مثال رقم (7): عربة كتلتها (600 كغ) يجرها حصانان ، قوة الأول منهما (2000 نيوتن) ، وقوة الثاني (2500 نيوتن) على أرض أفقية خشنة بتسارع (5 م / ث^2). احسب مقدار قوة الاحتكاك التي تتعرض لها العربة .

الحل :

ك = 600 كغ ، ق$_1$ = 2000 نيوتن ، ق$_2$ = 2500 نيوتن ، ت = 5 م / ث^2

محصلة القوى = مجـ ق = ك × ت

ق$_1$ + ق$_2$ = قح = ك × ت

2000 + 2500 − قح = 600 × 5

4500 − قح = 3000

قح = 4500 − 3000

= 1500 نيوتن

مثال رقم (8): سقط جسم كتلته (20 كغ) سقوطاً حراً من ارتفاع معين فوصل سطح الأرض بعد (3 ثوان). احسب :

أ- وزن الجسم . ب- الارتفاع الذي سقط منه الجسم .

الحل :

أ- و = ك × جـ = 20 × 10 = 200 نيوتن .

ب- ع$_1$ = 0 ، ز = 3 ث

ف = ع$_1$ ز − $\frac{1}{2}$ جـ ز^2

= (٠) (ز) − $\frac{١}{٢}$ × ١٠ × ٩ = −٤٥ م

مثال رقم (8): سقط جسم كتلته (1 كغ) سقوطاً حراً من ارتفاع (20 م) عن سطح الأرض بإهمال مقاومة الهواء واعتبار جـ = 10م / ث^2 احسب :

أ- الزمن الذي يحتاجه الجسم حتى يصل سطح الأرض .

ب- سرعة الجسم قبل أن يصل سطح الأرض مباشرة .

ج- وزن الجسم .

الحل : ك = 1 كغ ، ف = − 20 م ، ع1 = صفر

أ-

ف = ع$_1$ ز − $\frac{1}{2}$ جـ ز^2

−٢٠ = (٠) ز − $\frac{١}{٢}$ × ١٠ × ز^2

− 20 = − 5 ز^2

ز^2 = 4 ← ز = 2 ث

ب- ع$_2$ = ع$_1$ − جـ ت

ع$_2$ = 0 − 10 × 2 = − 20 م / ث

ج- وزن الجسم = ك × جـ = 1 × 10 = 10 نيوتن

تمارين :

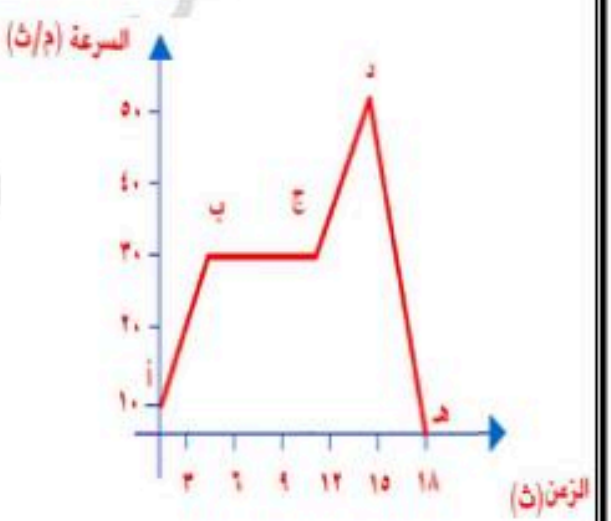
1)أطلق شخص رصاصة عمودياً إلى أعلى ، فعادت الرصاصة إلى الأرض بعد (20 ثانية) من إطلاقها ، احسب سرعة اطلاق الرصاصة وأقصى ارتفاع وصلت إليه .

2)أي العبارات التالية تتفق مع قوتي الفعل ورد الفعل المشار إليهما في قانون نيوتن الثالث في الحركة ؟
أ- الفعل ورد الفعل يؤثران في الجسم نفسه .
ب- الفعل ورد الفعل متساويان في المقدار ولهما نفس الاتجاه .
ج- الفعل ورد الفعل يؤثران في جسمين مختلفين ولهما نفس المقدار ومتعاكسين في الاتجاه .
د- الفعل ورد الفعل يؤثران في الجسم نفسه ولهما نفس المقدار ونفس الاتجاه .

3)يتحرك قارب في الماء عن طريق دفع الماء إلى الخلف بوساطة المجذاف بقوة مقدارها (1000 نيوتن). فإذا كانت كتلة القارب (100 كغ) . احسب تسارع القارب .

4)أمعن النظر في الرسم البياني المجاور الذي يمثل تغير السرعة بتغير الزمن ، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

أ- ما مقدار سرعة الجسم الإبتدائية ؟
ب- ما مقدار سرعة النهائية للجسم ؟
ج- ما مقدار الزمن الذي استغرقه الجسم في قطع رحلته ؟
د- ما المناطق التي يكون فيها تسارع الجسم موجباً ؟
هـ- ما المناطق التي كان فيها تسارع الجسم سالباً ؟
و- ما المناطق التي كان فيها تسارع الجسم صفراً ؟
ز- ما مقدار تسارع الجسم في المناطق : أ ب ، ب جـ ، جـ د ، د هـ ؟
ح- ما المناطق التي كان فيها اتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الجسم في اتجاه حركته نفسها ؟
ط- ما المناطق التي كان فيها اتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الجسم بعكس اتجاه حركة الجسم ؟



5)سقط جسم كتلته 30كغ سقوطاً حراً من ارتفاع معين بحيث كانت سرعته لحظة وصوله الأرض 10م / ث . احسب :
أ- الارتفاع الذي سقط منه الجسم .
ب- الزمن الذي استغرقه الجسم حتى وصل سطح الأرض . (علماً بأن تسارع السقوط الحر = 10م / ث^2).

6)سقط جسم كتلته (3 كغ) سقوطاً حراً من ارتفاع (50 م) فوق سطح الأرض . ما مقدار سرعة الجسم عندما يصبح على ارتفاع (30 م) فوق سطح الأرض .

7)سقطت كرتان (أ ، ب) كتلتاهما (ك ، 2ك كغ) على الترتيب في نفس اللحظة فوصلتا إلى الأرض في آن معاً ، فإذا سقطت الكرة (أ) من ارتفاع (8 م) فما مقدار الارتفاع الذي سقطت منه الكرة (ب) ؟ (علماً بأن جـ = 10م / ث^2) **(الجواب : نفس الارتفاع ف = 8 م ، لأنهما وصلتا الأرض في آن واحد) .**

الفصل الثاني : الشغل والطاقة

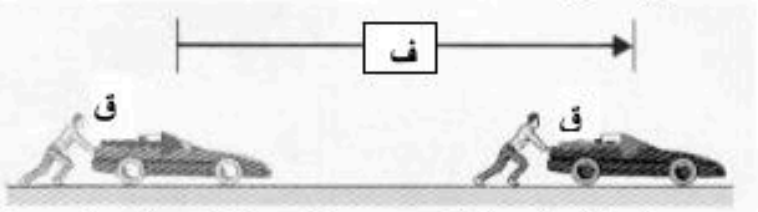
نخلط أحياناً بين القوة والطاقة ونتذكر أن القوة تعرف كما يلي : هي المؤثر الذي يعمل على تغيير وضع الأجسام من سكون إلى حركة أو تغيير سرعتها أو اتجاه حركتها . فإذا أمكن للقوة عمل أي شيء من هذه الأشياء أصبحت عملاً أو طاقة إن الطاقة = العمل (الشغل) . ويوضح الشكل التالي مفهوم الشغل

المثال	اتجاه القوة	اتجاه الحركة	هل أنجزت القوة شغلاً ؟
	→	→	نعم
	→	لا توجدُ حركةٌ	لا
	↑	↑	نعم

الشغل = القوة × المسافة المقطوعة باتجاه الحركة

وبالرموز :

ش = ق × ف .



يوضح الشكل الشغل الذي تنجزه القوة (ق) يساوي ق × ف

ويلاحظ أن الشغل المبذول على أي جسم يتناسب طردياً مع كل من القوة المؤثرة والمسافة المقطوعة باتجاه الحركة. وعليه يمكن تعريف الشغل كالآتي:

" الشغل حاصل ضرب مقدار القوة الخارجية المؤثرة على الجسم باتجاه حركته في مقدار المسافة (الإزاحة) التي تحدثها هذه القوة"

يقاس الشغل بوحدة القوة مضروبة في وحدة المسافة أي (نيوتن . متر) وتعرف **بالجول**

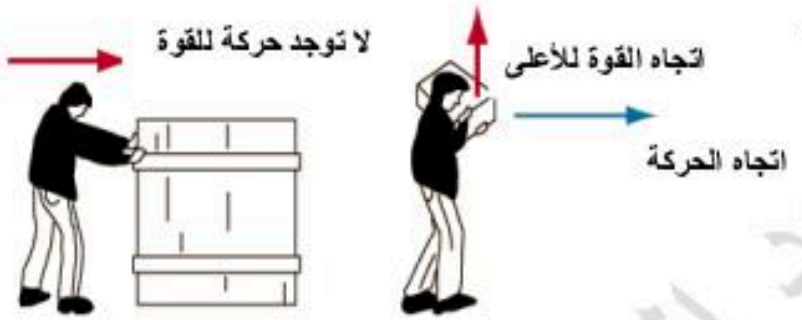
سؤال: عرف وحدة قياس الشغل الجول ؟

يتلاشى الشغل تحت ثلاث شروط هي:

أ. إذا انعدمت القوة... (في حالة جسم معزول من أي مؤثر خارجي).

ب. إذا انعدمت الإزاحة.

ج. إذا تعامدت القوة الخارجية المؤثرة على الجسم مع الإزاحة كما في الشكل،حيث يكون الشغل الذي تنجزه القوة يساوي صفراً.



مثال: رجل طوله (180 سم) رفع حقيبة كتلتها (10 كغ) من سطح الأرض ووضعها على رأسه ثم سار بها مسافة أفقية مقدارها (100 م) . احسب مقدار الشغل الذي بذله الرجل في أثناء قطع هذه المسافة . وإذا توقف الرجل في أثناء هذه المسافة مدة مقدارها (3 دقائق). فما مقدار الشغل الذي بذله في أثناء وقوفه ؟

الحل:

أ) في أثناء رفع الحقيبة بذل شغل = ق × ف

= وزن الحقيبة × المسافةالرأسية

$= (١٠ \times ١٠) \times \frac{١٨٠}{١٠٠} = ١٨٠$ جول

ب) في أثناء قطع المسافة الأفقية لا يبذل شغل لأن الزاوية بين ق ، ف قائمة .

ج) في أثناء التوقف المسافة المقطوعة = صفر ، ش = صفر

سؤال: في الشكل، أي الحالات تبذل فيها القوة شغلاً على الجسم؟ وأيها لا تبذل شغلاً. فسر اجابتك

شخص يحمل أثقالاً وهو واقف — شخص يحمل صينية طعام ويسير أفقياً — حجر يسقط سقوطاً حراً باتجاه الأرض

سؤال : عامل يحمل كيساً من الرمل كتلته kg (50) من سطح الأرض إلى أعلى عمارة ارتفاعها m (15) لكي يصل إلى أعلى العمارة احسب الشغل الذي بذله العامل .

سؤال : يتسلق جندي كتلته 60 كغ حبلاً بسرعةٍ ثابتةٍ 2م/ث ليصل قمة بناية في زمن مقداره 5 ثوان ، احسب :

1- القوة التي يؤثر فيها الجندي في الحبل

2- ارتفاع البناية

3- الشغل الذي بذله الجندي

القدرة:

تأمل الشكل التالي، ثم أجب عما يلي:

1- ما الشغل الذي أنجزه كل عامل؟

2- هل أنجز كلا العاملين الشغل نفسه؟

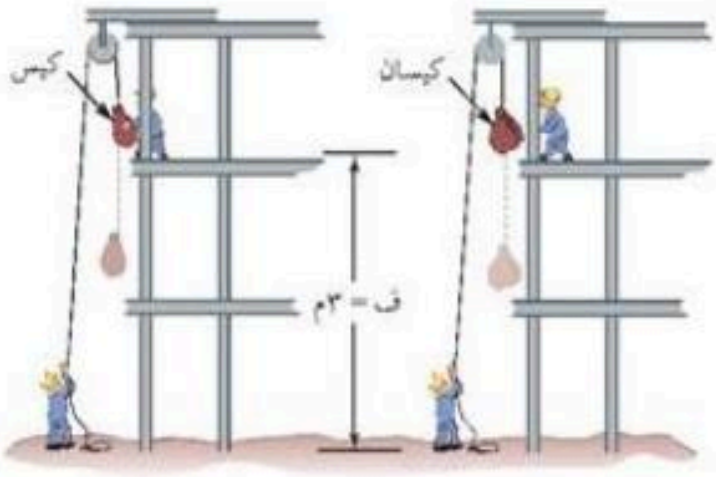
3- جد ناتج قسمة الشغل على الزمن لكل عامل؟

ماذا تستنتج؟

يمثل ناتج قسمة الشغل على الزمن قدرة العامل،حيث تعرف القدرة (Power) بأنها المعدل الزمني لإنجاز الشغل .

اي أن :

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل المنجز}}{\text{الزمن المستغرق}}$$



وزنُ الكيسِ = ٥٠٠ نيوتن
الزمنُ الذي يستغرقُهُ كلُّ عاملٍ = ٥ ثوانٍ

وبالرموز : $\text{القدرة} = \frac{ش}{ز}$

وحدة قياس القدرة هي: جول /ث وتعرف **بالواط**

سؤال: عرف وحدة قياس القدرة الواط ؟

ومن الوحدات المستعملة لقياس القدرة **الحصان الميكانيكي (power horse)** ويساوي 746 واط ، وتستخدم هذه الوحدة لقياس قدرة الآلات ، مثل المضخة ومحرك السيارات.

حل: أثبت صحة العلاقة : القدرة = القوة × السرعة

مسائل وتمارين على الشغل والقدرة

مثال 1: أوقف أحمد سيارته على طرف الشارع دون أن يطفئ محركها ، ثم نزل منها حاملاً حقيبته ووقف يتحدث مع صديقه خالد . ما وجه الشبه بين أحمد وسيارته .

أ- كلاهما يؤثر بقوة ويبذل شغلاً . ج- كلاهما لا يؤثر بقوة ولا يبذل شغلاً .

ب- كلاهما يؤثر بقوة ولا يبذل شغلاً . د- كلاهما لا يمتلك الطاقة الكافية لبذل الشغل

مثال 2: شخص يحمل صندوقاً وزنه (400 نيوتن) ، فإذا كانت المسافة التي قطعها الشخص أفقياً في أثناء حمله الصندوق 5م ، فما مقدار الشغل الذي بذله هذا الشخص بالجول .

أ- 2000 ب- 1000 ج- 80 د- صفر

مثال 3: يقاس الشغل بمفهومه الفيزيائي بجميع الوحدات التالية ما عدا واحدة :

أ- الجول ب- نيوتن . م ج- كغ . $م^2$ / $ث^2$ د- كغ . م / نيوتن

مثال 4: جسمان كتلتاهما (3.6 كغ) على الترتيب ، أيهما يحتاج إلى بذل شغل أكبر عليه لتحريكه مسافة (5 م) عن طريق دفعه إلى الأمام بقوة مقدارها (20 نيوتن) ؟

مثال 5: يحمل عامل على كتفه كيساً من الإسمنت كتلته (50 كغ). فإذا تحرك العامل على أرض أفقية فقطع مسافة (40 م) وهو يحمل الكيس . ما مقدار الشغل الذي بذله العامل على الكيس في أثناء رحلته ؟

مثال 6: تحركت كرة تحت تأثير قوة مقدارها (ق) نيوتن فقطعت مسافة مقدارها (ف) متراً ، ماذا يحدث للشغل الناتج من القوة المؤثرة إذا أصبحت قيمتها ضعفي ما كانت عليه .

أ- يزداد إلى الضعفين . ب- يبقى ثابتاً . ج- يقل إلى النصف . د- يزداد بمقدار النصف .

مثال 7: جسم كتلته (5 كغ)موضوع على مستوى أفقي أملس . أثرت فيه قوة ثابتة فحركته مسافة (4 م) باتجاهها . فإذا كان مقدار الشغل الذي بذلته القوة (48 جول)، فما مقدار القوة التي أثرت في الجسم .

الإجابات:

1- الإجابة الصحيحة (ب). 2- الإجابة الصحيحة (د) لأن الزاوية قائمة بين اتجاه القوة والإزاحة

3- الإجابة الصحيحة (د) | الجول = نيوتن . م = $\frac{\text{كغ . م . م}}{\text{ث}^2}$ = كغ . م^2 / ث^2 |

4- الشغل متساو في الحالتين = ق × ف = 20 × 5 = 100 جول

5- الشغل = صفر لأن الزاوية بين القوة المبذولة والمسافة = 90°

6- ش$_1$ = ق × ف

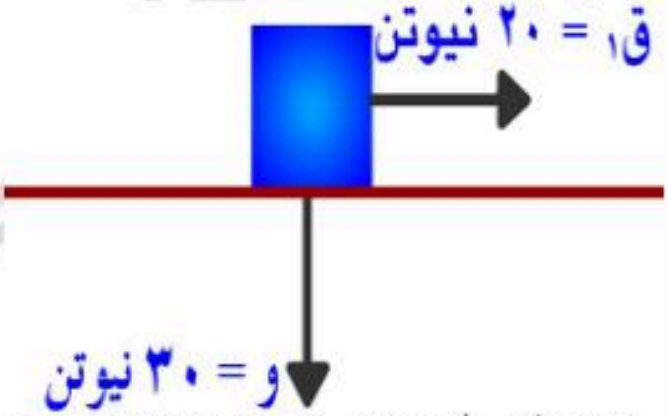
ش$_2$ = 2 ق × ف = 2 ش$_1$ ∴ يزداد الشغل إلى الضعفين .

7- ك = 5 كغ ، ق$_1$ = ؟؟ ، ف$_1$ = 4 م ، ش$_1$ = 48 جول

ش = ق × ف

ق = $\frac{\text{ش}}{\text{ف}}$ = $\frac{٤٨}{٤}$ = ١٢ نيوتن

السؤال الأول : إذا تحرك الجسم المبين في الشكل المجاور مسافة (2 م) فوق سطح أفقي أملس . احسب مقدار شغل كل من القوتين ق1 ، و .



السؤال الثاني :أثرت قوة في جسم كتلته (7 كغ) بحيث حركته من السكون باتجاهها فأكسبته تسارعاً ثابتاً مقداره (2 م /ث2) . احسب مقدار الشغل الذي بذلته القوة على الجسم بعد (10 ثوان) من بدء الحركة .

السؤال الثالث :طفل كتلته (36 كغ) يصعد سلماً عمودياً ارتفاعه (10 م) في زمن قدره (12 ث) ما مقدار قدرة الطفل على صعود السلم ؟

السؤال الرابع :ما مقدار الزمن الذي يستغرقه لاعب سيرك وزنه (600 نيوتن) في تسلق حبل يتدلى من رأس عمود ارتفاعه (15 م) إذا كانت قدرته (300 واط) ؟

السؤال الخامس :تتحرك سيارة كتلتها (1000 كغ) بسرعة ثابته مقدارها (20 م / ث) ، إذا كانت قوة الاحتكاك بين الأرض والسيارة = (20 %) من وزنها . احسب قدرة محرك السيارة ؟

السؤال السادس :يحمل عامل كيساً من الاسمنت وزنه (500 نيوتن) ، سار بالكيس من بوابة بناية إلى بداية الدرج على أرض أفقية قاطعاً مسافة (4 م) في (10 ثوان) ثم صعد على درج يرتفع (5 م) عن سطح الأرض في زمن قدره (30 ث) . احسب قدرة العامل في حمل الكيس .

إجابة السؤال الأول :

القوة $ق_1$:

$ش_{ق_1} = ق \times ف$

$= 20 \times 2$

$= 20 \times 2 = 40$ جول

شغل الوزن (و) = صفر لماذا؟

إجابة السؤال الثاني :

$ق = ك \times ت = ٧ \times ٢ = ١٤$ نيوتن

$ف = ع_{ا} ز + \frac{١}{٢} ت ز^{٢} = (٠) ز + \frac{١}{٢} (٢) (١٠)^{٢}$

$= 100$ م

$ش = ق ف = 14 \times 100 = 1400$ جول

إجابة السؤال الثالث :

وزن = ك × جـ

$= ٣٦ \times ١٠ = ٣٦٠$ نيوتن

$ش = ق \times ف \text{ جتا } \theta = ٣٦٠ \times ١٠ = ٣٦٠٠$ جول

$القدرة = \frac{ش}{ز} = \frac{٣٦٠٠}{١٢} = ٣٠٠$ واط

إجابة السؤال الرابع :

$القدرة = \frac{الشغل}{ز}$

$٣٠٠ = \frac{٦٠٠ \times ١٥}{٣٠} = ٣٠ ك$

إجابة السؤال الخامس :

بما أن السيارة تتحرك بسرعة ثابتة فإن قوة المحرك = قوة الاحتكاك بين السيارة والطريق .

وزن السيارة = ك × جـ = ١٠٠٠ × ١٠ = ١٠٠٠٠ نيوتن

$قوة الاحتكاك = \frac{٢٠}{١٠٠} \times$ وزن $= ١٠٠٠ = ٢٠٠٠$ نيوتن

القدرة = القوة × السرعة

$= ٢٠٠٠ \times ٢٠ = ٤٠٠٠٠$ واط

إجابة السؤال السادس :

$ش_{كلي} = ش_{١} + ش_{٢}$

$= صفر + ٥٠٠ \times ٥ = ٢٥٠٠$ جول

$القدرة = \frac{الشغل الكلي}{الزمن الكلي} = \frac{٢٥٠٠}{٤٠} = ٦٢,٥$ واط

تمارين

السؤال السابع : سحب شخص صندوقاً خشبياً بقوة مقدارها (20 نيوتن) فحركه مسافة (15 م) باتجاهه في زمن قدره (4 ث). احسب قدرة الشخص بوحدة الكيلو واط.

السؤال الثامن : تستغرق شاحنة كتلتها (3000 كغ) زمناً قدره (40 دقيقة) لتصعد طريقاً جبلياً من ارتفاع (1800 م) إلى (3000 م) . احسب :

أ- مقدار الشغل الذي يذلته الشاحنة ضد قوة الجاذبية .

ب- مقدار متوسط قدرة الشاحنة .

السؤال التاسع : اذا تحرك الجسم في الشكل المجاور من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) على سطح أملس بتأثير قوة مقدارها 5 نيوتن . ما مقدار المسافة التي قطعها الجسم بفعل هذه القوة .

السؤال العاشر : سيارة كتلتها 1000 كغ تغيرت سرعتها من 20 م/ث إلى 30 م/ث في زمن قدره 25 ث . احسب :

أ. مقدار الشغل الذي بذله محرّك السيارة لإحداث هذا التغيير في السرعة . (تذكر!!! الشغل = طاقة الحركة)

ب. قدرة محرّك السيارة في أثناء مرحلة تغيير السرعة .

أعداد المعلم مصطفى دعمس

الطاقة الميكانيكية

تعرف الطاقة بأنها " قدرة الجسم على القيام بعمل ما " .
لنعترف منذ البداية بأن الطاقة واحدة فقط وليس " طاقات " ولكن هذه الطاقة تأخذ أشكالاً وأوجهاً مختلفة تعيش معنا ونعيش معها ، ونسخرها لمصلحتنا وأحياناً لإضرارنا كبشر .
الطاقة في كوننا تظهر بعدة أشكال (حرارة ، كهرباء ، مغناطيسية ، حركية ، كامنة ، ... الخ) ولكن أصلها ومصدرها واحد ، وهذا المصدر على أرضنا هو الشمس . وهي دائمة التحول من شكل إلى آخر

طاقة الحركة

أي جسم متحرك يقوم بعمل حيث أن القوة موجودة والمسافة موجودة ، إذن أي جسم متحرك يمتلك طاقة .
الهواء المتحرك ، وموج البحر ، والقطار المسافر ، والطائرة في الجو ، كلها أمثلة على أجسام لها طاقة حركية.
على ماذا تعتمد طاقة الحركة ؟ متى تزيد طاقة الحركة ومتى تنقص ؟

طاقة الحركة :" الشغل المبذول أثناء حركة الجسم "

العوامل المؤثرة على طاقة الحركة

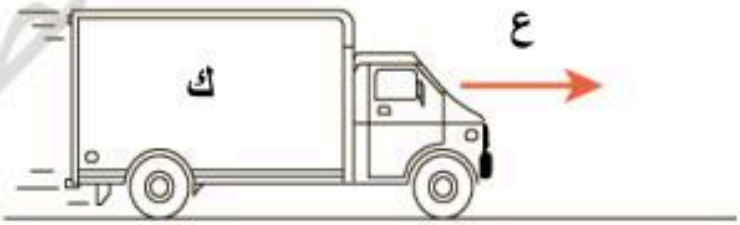
- اذا كانت هناك سيارتان متماثلتان في الكتلة فأن السيارة الأسرع تحتاج طاقة أكبر لإيقافها
نستنتج أنه : تزداد طاقة الحركة للجسم بزيادة سرعته (تناسب طردي)
اذا كانت هناك سيارتان تتحركان بسرعة واحدة فأن السيارة الأكبر في الكتلة تحتاج لطاقة أكبر في إيقافها
نستنتج من ذلك أنه تزداد طاقة الحركة للجسم بزيادة كتلته (تناسب طردي)

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{1}{2} \times \text{الكتلة} \times \text{مربع السرعة} \quad \text{وبالرموز: } طح = \frac{1}{2} \times ك ع^2$$

نلاحظ أن **طاقة الحركة تعتمد على عاملين:**

1- **الكتلة** : تتناسب طاقة حركة الجسم تناسباً طردياً مع الكتلة .
2- **السرعة**: لقد وجد تجريبياً أن الطاقة الحركية لجسم تتناسب تناسباً طردياً مع مربع السرعة التي يتحرك بها الجسم .

$$طح = \frac{1}{2} \times ك ع^2$$



مثال 1 : احسب طاقة حركة جسم كتلته 1كجم يتحرك بسرعة 3 متر/ث ؟

الحـــل :

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{1}{2} \times ك \times ع^2 = \frac{١}{٢} \times ١ \times (٣ \times ٣) = ٤,٥ \text{ جول}$$

مثال 2 : أحسب كتلة جسم متحرك بسرعة 3 متر/ ث اذا كانت طاقة حركته 2.25 جول ؟

الحـــل : $طح = \frac{1}{2} \times ك ع^2$

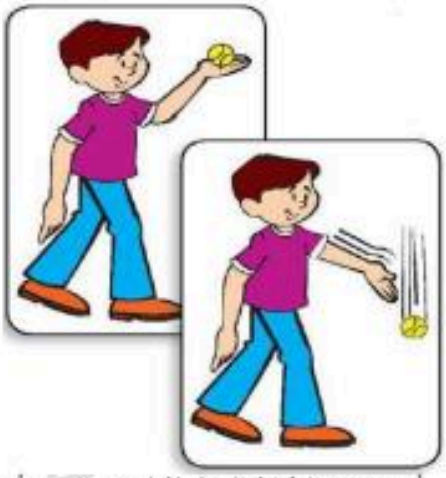
$$٢,٢٥ = \frac{١}{٢} \text{الكتلة} \times (٣ \times ٣) \qquad \text{الكتلة} = \frac{٢ \times ٢,٢٥}{٩} = \frac{١}{٢} \text{ كجم}$$

سؤال : جسم كتلته (10 كغ) وطاقته الحركية 320 جول . ما مقدار سرعته ؟

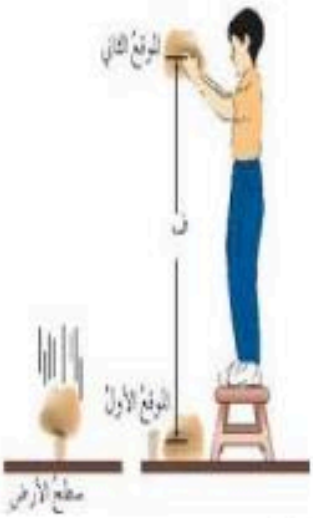
سؤال: سيارتان كتلة الأولى (1800 كغ) وتتحرك بسرعة (10 م/ث). اذا كانت كتلة السيارة الثانية (800 كغ) . احسب السرعة التي يجب أن تتحرك بها السيارة الثانية بحيث تكون طاقتها الحركية مساوية للطاقة الحركية للسيارة الأولى . (الجواب : 15م/ث)

طاقة الوضع

تحول الطاقة بين طاقة وضع وطاقة حركة



نشاط : ارفع كرة من كرات التنس من مستوى سطح الأرض الى مستوى راسك
أترك الكرة لتسقط .... ماذا تلاحظ ؟
نلاحظ أن : الكرة تسقط ثم تصعد لأعلى ثم تسقط . . وهكذا
التفسير : عند رفع الكرة تكتسب طاقة وضع يساوي الشغل المبذول لرفع الكرة
عند ترك الكرة تسقط تتحول هذه الطاقة الى طاقة حركة ثم تتحول طاقة الحركة الى طاقة وضع عند صعودها مرة أخرى . . وهكذا
الشغل (الطاقـــة) = القـــوة × الإزاحـــــة
طاقة الوضع :" هي الطاقة المختزنة في الجسم نتيجة الشغل المبذول عليه "
نلاحظ أن
رفع كرتين من الحديد يتطلب مجهود اكبر من حالة رفع كرة واحدة
أي تزداد الطاقة المبذولة لرفع جسم لأعلى كلما زاد وزن الجسم
نستنتج أنه :
تزداد طاقة الوضع المختزنة بالجسم بزيادة وزن الجسم (تناسب طردي)
ونلاحظ أيضا أن
رفع حجر إلى أعلى مسافة (ف) يتطلب بذل شغل عليه ضد الجاذبية الأرضية
أي تزداد الشغل المبذول لرفع جسم لأعلى بزياد الارتفاع
نستنتج أن طاقة الوضع لجسم تزداد بزيادة ارتفاعه عن سطح الأرض (تناسب طردي)
فكلما ارتفعنا عن سطح الأرض ... ازدادت طاقة الوضع....



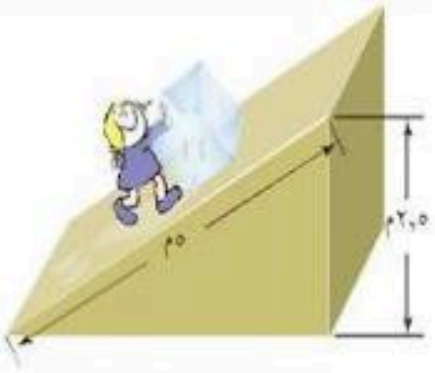
طاقة الوضع (جول) = وزن الجسم (نيوتن) × الارتفاع (م)
طاقة الوضع(ط) = ك جـ ف
حيث، **ك**: كتلة الجسم، **جـ**: تسارع الجاذبية الأرضية، **ف**: الارتفاع الرأسي للجسم عن سطح الأرض

مثال : أحسب طاقة الوضع لجسم وزنه 4 نيوتن عند ارتفاع 3 متر من سطح الأرض ؟
الحـــــل : طاقة الوضع = وزن الجسم × الارتفاع
= 4 × 3 = 12 جول

تمرين:
1. **حجر كتلته 17 كغم موضوع على سطح ناطحة سحاب ارتفاعها100 م ،(اعتبر جـ = 10 م / ث^2) . فاحسب طاقة وضع الحجر .**
2. **احسب ارتفاع جسم كتلته 25 كغم وطاقة وضعه 7500 جول ، (اعتبر جـ = 10 م / ث^2).**

من الأشكال الأخرى لطاقة الوضع ، طاقة الوضع المرونية كما في الشكل:

لاحظ أن الأجسام في هذه الحالة تختزن طاقة بسبب تغير شكلها،وهي أجسام مرنة،لذلك تسمى الطاقة التي تختزنها **طاقة الوضع المرونية**.
الزنبرك يمتلك نوع من القوة تسمى القوة المرونية، ففي حالة شد أو ضغط زنبرك ، فإنه يلزم بذل شغل ،وهذا الشغل يختزن في الزنبرك على شكل طاقة وضع مرونية Elastic potential energy .

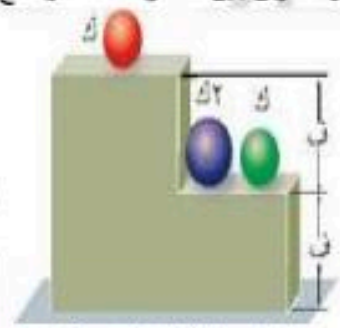


سؤال: تقوم فتاة بدفع مكعب من الثلج كتلته 20كغ من أسفل سطح أملس إلى أعلاه،كما في الشكل/بسرعة ثابتة،فتؤثر فيه بقوة مقدارها 100نيوتن ،فاذا كان طول السطح 5م وارتفاعه 2.5م،احسب:

1- شغل القوة؟

2- التغير في طاقة وضع المكعب؟

فكر: قارن بين مقدار طاقة الوضع للأجسام الثلاثة الموضحة بالشكل



ط$_{و}$ = ك جـ ف

الأول ط$_{و_1}$ = ك جـ (٢ ف) = ٢ ك جـ ف

الثاني ط$_{و_2}$ = ٢ ك جـ ف

الثالث ط$_{و_3}$ = ك جـ ف

الأول= الثاني > الثالث

حفظ الطاقة الميكانيكية

يقصد بالطاقة الميكانيكية لجسم ما بأنها مجموع طاقتي الوضع والحركة لذلك الجسم.

أي أن :الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة

ط$_{م}$ = ط$_{و}$ + ط$_{ح}$

بمعنى آخر إن طاقة الجسم الميكانيكية تساوي طاقة وضع فقط أو طاقة حركة فقط أو مجموعهما.

لنفرض أننا رفعنا جسماً ساكناً إلى ارتفاع معين عن سطح الأرض وترك ساكناً ،فإن الجسم يكتسب طاقة كامنة تعتمد على قوة الجاذبية الأرضية . في هذه الحالة نكون أنجزنا شغلاً وزنه (ك جـ) لكن لم يحصل أي تغيير في الطاقة الحركية للجسم، بل بقيت على حالها مساوية صفراً، إذ أن سرعته عند هذا الارتفاع هي نفسها كما كانت عند سطح الأرض،بمعنى أن الشغل المبذول لا يعتمد على تغير المسار بل يعتمد على قوة الجاذبية الأرضية.

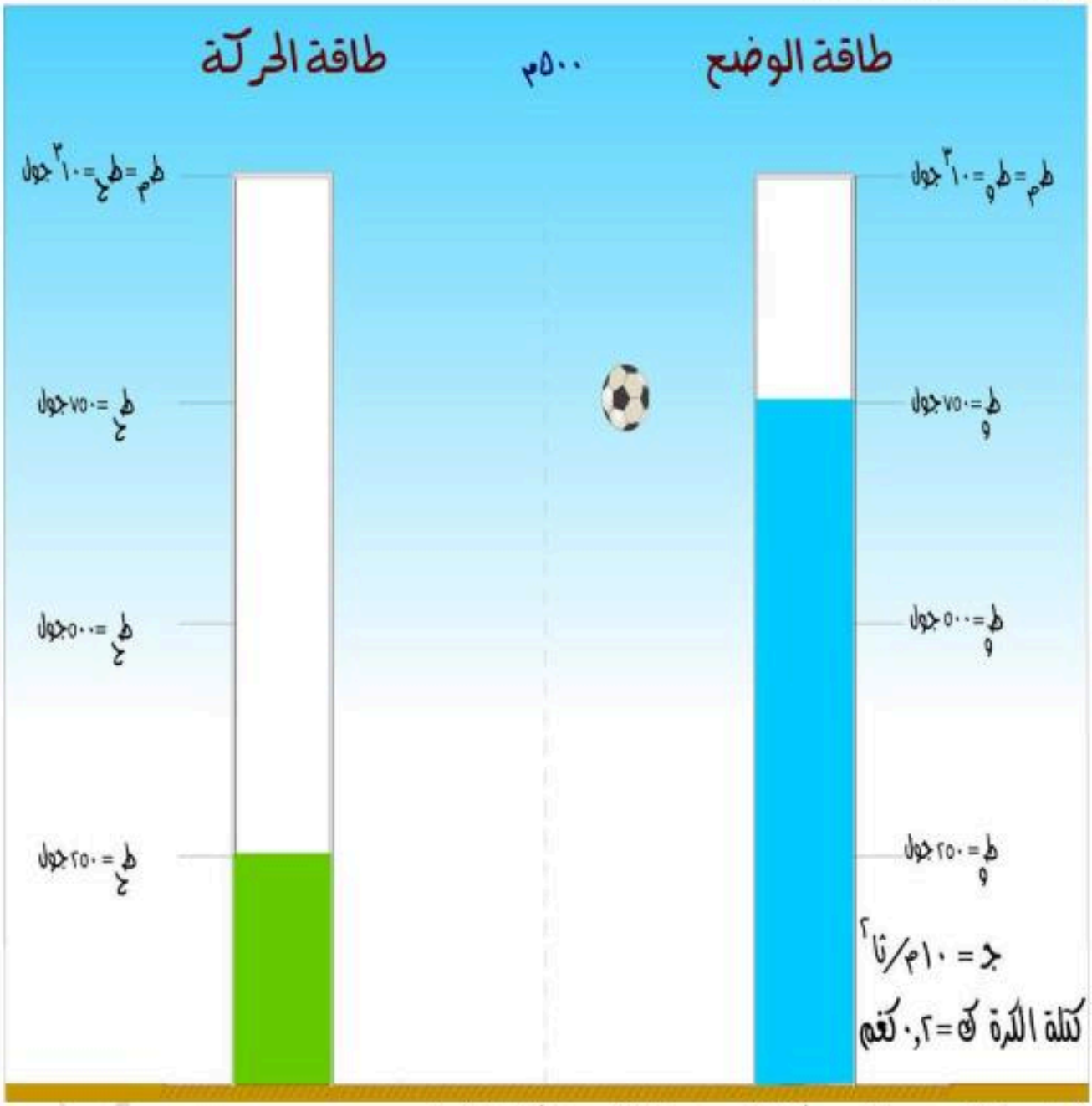
مما سبق يمكننا أن نستنتج ما يلي (لاحظ الشكل) :

1 - **الشغل يعتمد على نقطتي البداية والنهاية فقط ولا يعتمد على المسار.**
2 - **التغير في الطاقة الميكانيكية الكلية يساوى صفراً**
3 - **الطاقة الميكانيكية تبقى ثابتة في المقدار دائماً عند كل المواقع التي يكون الجسم فيها متحركاً أم ساكناً. أي أن: ط$_{م}$ = مقدار ثابت.**
4 - **عند ترك الكرة تسقط تتحول هذه الطاقة إلى طاقة حركة ثم تتحول طاقة الحركة إلى طاقة وضع عند صعودها مرة أخرى . . وهكذا**
5 - **عند أقصى ارتفاع تمتلك طاقة الوضع قيمة عظمى. لماذا؟**
6 - **عند سطح الأرض تمتلك طاقة الحركة قيمة عظمى. لماذا؟**
7 - **عند أي نقطة، الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة = 1000جول**
8 - **تناقص سرعة الجسم أثناء الصعود ،وزيادة السرعة أثناء السقوط.**

علل : أثناء صعود الجسم نلاحظ نقصان طاقة الحركة وزيادة طاقة الوضع مع بقاء مجموعهما ثابتاً.

مثال على الطاقة الميكانيكية

في الرسم التالي تُشاهد جسماً (كرة) يُعطى طاقة ميكانيكية بقذفه للأعلى .
أثناء صعود الجسم ماذا تلاحظ؟.



لاحظ : - تتناقص سرعة الجسم أثناء الصعود وزيادة السرعة أثناء السقوط.

- الطاقة الميكانيكية للجسم عند وصوله إلى الأرض تساوى طاقة حركة فقط (لأن **ط و** = صفر)

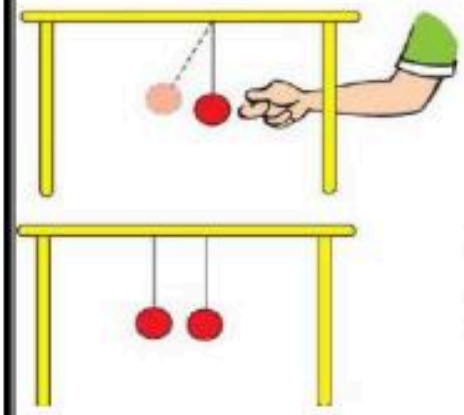
- الطاقة الميكانيكية للجسم عند أعلى ارتفاع له تساوي طاقة وضعه فقط (لأن **ط ح** = صفر)

سؤال: احسب الارتفاع وسرعة الكرة عند كل مرحلة؟

قانون حفظ الطاقة

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن يمكن أن تتحول من شكل إلى آخر.

نشاط (تحولات الطاقة الميكانيكية): عند دفع البندول يتحرك حتى يصل إلى أقصى ارتفاع له ثم يتوقف ويغير اتجاهه إلى الاتجاه المعاكس مع ازدياد سرعته تدريجيا حتى الوصول إلى أقصى سرعة ثم يرتفع لأعلى مع انخفاض سرعته تدريجيا حتى تصل سرعته إلى الصفر عند أقصى ارتفاع . . وهكذا

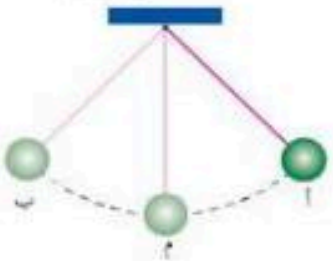


التفسير : -

- عند إزاحة البندول يبذل شغلا يختزن في البندول في صورة طاقة وضع
- عند ترك البندول تتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركة تدريجيا حتى يصل إلى أقصى سرعة و عندها تصبح كل طاقته طاقة حركة

يتكرر ذلك ويظل البندول محتفظا بطاقته الميكانيكية

الاستنتاج :" يظل الجسم محتفظا بطاقته الميكانيكية حيث تتبادل بين طاقتي الوضع والحركة "



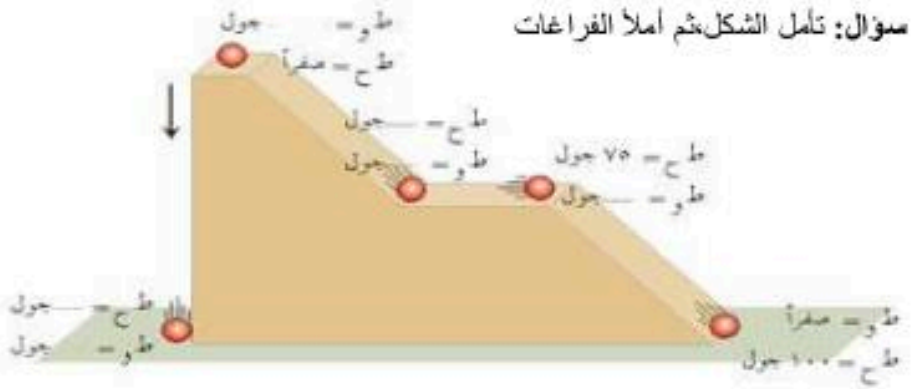
سؤال: تأمل الشكل،ثم أجب عن الأسئلة الآتية.

1-عند أي النقاط تمتلك الكرة أكبر طاقة وضع؟

2-عند أي النقاط تمتلك الكرة أكبر طاقة حركية؟

3- صف تحولات الطاقة في أثناء حركة الكرة.

سؤال: تأمل الشكل،ثم أملأ الفراغات



مثال : يتحرك جسم كتلته (2 كغ) بسرعة (5 م/ث). أثرت فيه قوة فحركته مسافة (10 م) باتجاهها وأصبحت سرعته (7 م/ث). احسب مقدار القوة التي أثرت في الجسم .

الحـــل :

$ط_1 = \frac{1}{2} ك ع_1^2 = \frac{1}{2} (2) (5)^2 = 25$ جول

$ط_2 = \frac{1}{2} ك ع_2^2 = \frac{1}{2} (2) (7)^2 = 49$ جول .

$\Delta ط = ط_2 - ط_1 = 49 - 25 = 24$ جول

$\Delta ط = ش = ق \times ف$

$24 = ق \times 10$

$ق = \frac{24}{10} = 2,4$ نيوتن

سؤال: يوضح الشكل سيارة كتلتها 500كغ،بدأت بالحركة من السكون على سطح أملس من النقطة (أ). احسب ما يأتي:

1- الطاقة الميكانيكية للسيارة عند النقطة (أ).
2- الطاقة الحركية عند النقطة (ب).
3- سرعة السيارة عند النقطة (جـ).

مسافة التوقف

تسمى المسافة الكلية التي تقطعها السارة قبل ان تتوقف مسافة التوقف،وتساوي مجموع مسافتي رد الفعل والفرملة.لاحظ الشكل.

الآلات البسيطة Simple Machines

ما هي الآلة البسيطة؟؟

هي أداة صلبة تستعمل للقيام بأعمال مختلفة، وفيها تستخدم قوة تعمل على تغيير مقدار أو اتجاه القوة اللازمة لإنجاز الشغل.

هنالك ستة أنواع أساسية من الآلات البسيطة:

1- المستوى المائل Inclined Plane :

وهو سطح يميل عن الأفق بزاوية معينة اعتماداً على الارتفاع المطلوب.

2- البكرات Pulleys .

ومن الأمثلة عليها البكرة الثابتة والمتحركة.

3- الرافعة Lever.

ومن الأمثلة على الروافع: العتلة , المقص , الزرّادية , الملقط.

4- العجلة والمحور The wheel and axle .

5- البرغي Screw .

6- الإسفين Wedge .

أولاً: المستوى المائل

أنظر إلى الشكل،برأيك أي الطريقتين أفضل لوضع الصندوق في السيارة؟ لماذا؟

حينما يتم رفع الجسم رأسياً فإن القوة اللازمة تساوي الوزن،أما حينما يسحب على المستوى المائل فإن القوة اللازمة (ق) أقل من الوزن،ويسمى الوزن في هذه الحالة مقاومة، أما المستوى المائل فيسمى آلة.

أنظر إلى الشكل،ثم احسب الشغل المبذول في الحالتين ،وجد النسبة $\frac{ل}{ف}$ و $\frac{م}{ق}$ في الحالتين ؟ ماذا تلاحظ؟

رفع جسم باستخدام مستويين مائلين وزن الجسم = ٣٠٠ نيوتن		
الشغل		
$\frac{م}{ق}$		
$\frac{ل}{ف}$		

هل الشغل الذي تبذله المقاومة = الشغل الذي تبذله القوة؟

تعرف النسبة بين المقاومة و القوة المؤثرة بالفائدة الآلية للآلة ،أي أن:

الفائدة الآلية = $\frac{\text{المقاومة}}{\text{القوة}}$ ، ليس لها وحدة قياس.

وتعبّر الفائدة الآلية عن عدد المرات التي تضاعف بها الآلة القوة،فمثلاً إذا كانت الفائدة الآلية (2) فهذا يعني أن الآلة ستضاعف القوة مرتين،

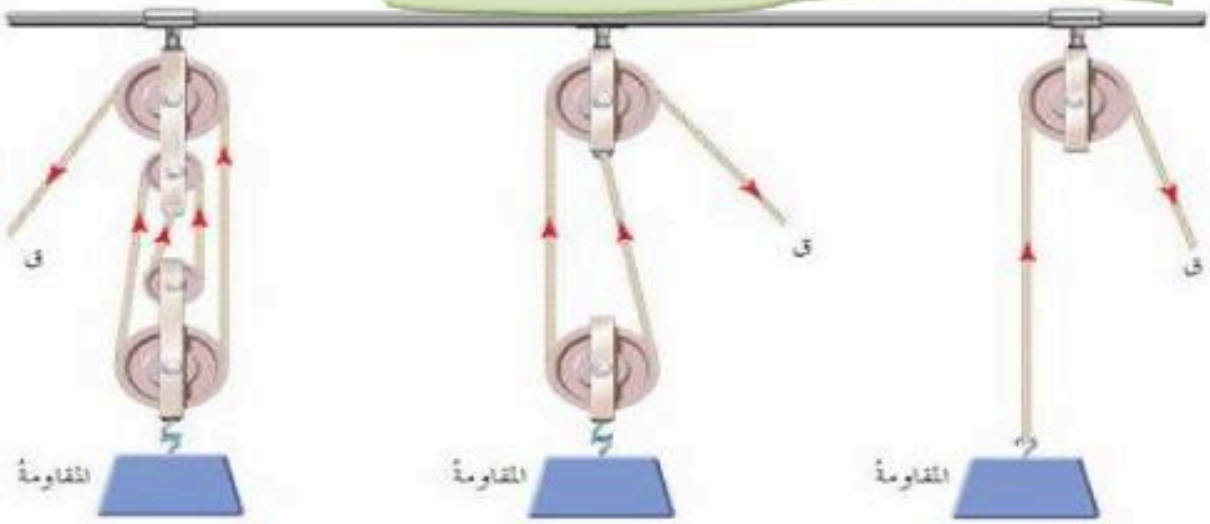
وفي حالة المستوى المائل فإن النسبة $\frac{م}{ق} = \frac{ل}{ف}$ إذا كان السطح أملس،أي يمكن حساب الفائدة الآلية للمستوى المائل الأملس من العلاقة التالية **الفائدة الآلية** $= \frac{\text{طول المستوى}}{\text{ارتفاع المستوى}}$

$$\text{الفائدة الآلية} = \frac{ل}{ف}$$

ثانياً البكرة:

تعد البكرة من الآلات البسيطة،وتقسم إلى نوعين البكرة الثابتة والمتحركة.وتستخدم لتغيير اتجاه القوة.ولرفع الأجسام الثقيلة تستخدم أنظمة تحوي مجموعة من البكرات الثابتة والمتحركة معاً

كيفية استخدام البكرات



أ عند استخدام بكرة ثابتة نؤثر بقوة (ق) للأسفل، فتتحرك المقاومة للأعلى، وتكون القوة (ق) مساوية للمقاومة. أي تستخدم البكرة لتغيير اتجاه القوة.

الفائدة الآلية = ١

ب في هذا النظام نستخدم مع البكرة الثابتة بكرة متحركة ترتفع مع المقاومة، لاحظ أن المقاومة تُشدّ بواسطة حبلين، لذلك فإن القوة (ق) تساوي $\frac{١}{٢}$ المقاومة تقريباً (بإهمال الاحتكاك وكتلة البكرة).

الفائدة الآلية = ٢

جـ في هذا النظام نستخدم مجموعتان من البكرات، لاحظ أن المقاومة تُشدّ بأربعة حبال، لذلك فإن القوة (ق) تساوي $\frac{١}{٤}$ المقاومة تقريباً.

الفائدة الآلية = ٤

بعض الآلات البسيطة ومبدأ عملها

		تنتقلُ القوةُ المؤثرةُ عندَ الطرفِ السميكِ إلى الطرفِ الرفيعِ، وكلّما كانَ الوتدُ أطولَ وأرفعَ نحتاجُ إلى قوةٍ أقلَّ للتغلّبِ على المقاومةِ
		يدورُ البرغيُّ مسافةً كبيرةً عندَ التأثيرِ فيهِ بقوةٍ صغيرةٍ، وفي الوقتِ نفسِهِ يتحركُ إلى الأسفلِ مسافةً صغيرةً مسبّباً قوةَ دفعٍ كبيرةٍ.
		عندما يدورُ الدولابُ يدورُ كذلكَ الجلدغُ، ويمكنُ بوساطةِ الدولابِ التأثيرُ بقوةٍ صغيرةٍ للتغلّبِ على مقاومةٍ كبيرةٍ، لأنَّ نصفَ قطرِ الدولابِ أكبرُ منْ نصفِ قطرِ الجلدغِ.

فاعلية الآلة

كي تعمل الآلة يجب أن تزود بطاقة ،وتقوم الآلة بتحويل الطاقة الداخلة إليها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة يكون مفيداً لإنجاز شغل،(مثل تحريك جسم). ولكن بسبب الاحتكاك فإن جزءاً من الطاقة الداخلة إلى الآلة يتحول إلى طاقة حرارية (غير م فيدة) .لاحظ الشكل.

وتقاس الفاعلية بالنسبة بين الطاقة الخارجة المفيدة والطاقة الداخلة،أي أن:

$$\text{الفاعلية} = \frac{\text{الطاقة الخارجة المفيدة}}{\text{الطاقة الداخلة}} \times 100$$

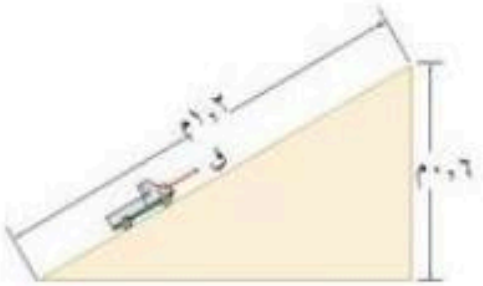
وبما أن الطاقة الداخلة تقاس بمقدار الشغل المبذول على الآلة ، والطاقة الخارجة تقاس بمقدار الشغل المفيد الناتج،أي أن:

$$\text{الفاعلية} = \frac{\text{الشغل الناتج}}{\text{الشغل المبذول}} \times 100\%$$

وفي كل الحالات لا يمكن أن يكون الشغل الناتج مساوياً للشغل المبذول, بل يكون أقل منه.(علل)، وتعتبر الآلة التي تنتج نفس الشغل الذي يبذل عليها آلة مثالية لا وجود لها.

سؤال: تتحرك سيارة صغيرة كتلتها 1.5كغ من أسفل مستوى مائل خشن إلى أعلاه بسرعة ثابتة شدّها بحبل ،كما في الشكل،فإذا كانت قوة الشد في الحبل 10نيوتن وطول السطح 1.2م وارتفاعه 0.6م ،احسب:

1- الشغل الذي تبذله قوة الشد
2- التغير في طاقة وضع السيارة
3- الفائدة الآلية
4- الفاعلية (الكفاءة)



الحل:

١) ش = ق × ف

ش = ١٠ × ١,٢ = ١٢ جول

٢) ∆ط = ك جـ ف

= ١,٥ × ١٠ × ٠,٦ = ٩ جول

٣) الفائدةُ الآليةُ = $\frac{م}{ق}$

وبما أنّ المقاومةَ في هذهِ الحالةِ هيَ الوزنُ

إذن م = و = ك جـ = ١,٥ × ١٠ = ١٥ نيوتن

الفائدةُ الآليةُ = $\frac{١٥}{١٠}$ = ١,٥

٤) الفاعليةُ = $\frac{\text{الشغلُ الناتجُ}}{\text{الشغلُ المبذولُ}} \times ١٠٠٪$

الشغلُ الناتجُ = ∆ط

الشغلُ المبذولُ = ١٢ جول

الفاعليةُ = $\frac{٩}{١٢} \times ١٠٠٪$ = ٧٥٪

في السؤال السابق،إذا كان السطح أملس،احسب:
1- الفائدة الآلية
2- قوة الشد في الخيط اللازمة لتحريك العربة بسرعة ثابتة
3- الفاعلية

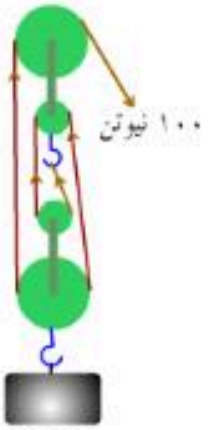
الحل:

١- الفائدة الآلية = $\frac{ل}{ف} = \frac{١,٢}{٠,٦} = ٢$

٢- الفائدة الآلية = $\frac{م}{ق}$

$٢ = \frac{١٥}{ق}$ ق = ٧,٥ نيوتن

٣- الفاعلية = $\frac{\text{الشغل الناتج}}{\text{الشغل المبذول}} \times ١٠٠٪$



مثال (1) : نظام البكرات الموضّح بالشكل : استخدم النظام الموضّح بالشكل قوة مقدارها 100 نيوتن لتحريك حمولة مقدارها 400 نيوتن.أحسب الفائدة؟

$$\text{الفائدة} = \frac{٤٠٠}{١٠٠} = ٤$$

مثال (2) : سطح مائل استخدمت قوة موازية لسطحه تساوي 200 نيوتن لتحريك 1000 نيوتن إلى أعلاه .أحسب الفائدة؟

$$\text{الفائدة} = \frac{١٠٠٠}{٢٠٠} = ٥$$

مثال (3) : مستوى مائل أملس ارتفاعه (2 م) وطوله (4 م) استخدم لرفع جسم كتلته (50 كغ) .
احسب : أ) الشغل اللازم لرفع الجسم إلى ارتفاع (2 م) بدون استخدام السطح المائل.
ب) الشغل المبذول لرفع الجسم على المستوى المائل.
ج) الفائدة الآلية للمستوى المائل.
د) فاعلية المستوى المائل.

الحل : أ) **ش= ك حـ ف = (50)(10)(2) = 1000 جول.**

ب) $ش = (٥٠)(١٠) \times \frac{٢}{٤} \times ٤ = ١٠٠٠$ جول

جـ) الفائدة الآلية للمستوى المائل $= \frac{٤}{٢} = ٢$

د) فاعلية المستوى المائل $= \frac{١٠٠٠}{١٠٠٠} \times ١٠٠\% = ١٠٠\%$

مثال (4) :استخدم مستوى مائل أملس ارتفاعه (3 م) وطوله (15 م) لرفع صندوق كتلته (90 كغ). ما مقدار القوة اللازمة لسحب الصندوق من أسفل المستوى المائل إلى أعلاه بسرعة ثابتة ؟

الحل:

فائدة السطح المائل $= \frac{\text{طوله}}{\text{ارتفاعه}} = \frac{١٥}{٣} = ٥$

$$\frac{ث}{ف} = \frac{و}{ق} \Leftarrow \frac{١٥}{٣} = \frac{٩٠٠}{ق}$$

$ق = \frac{٩٠٠ \times ٣}{١٥} = \frac{٩٠٠}{٥} = ١٨٠$ نيوتن.

مثال (5) : تكون فاعلية المستوى المائل الأملس 100% لأن الشغل الذي يبذله :
أ) أكبر من الشغل الناتج ب) يساوي الشغل الناتج.
ج) أقل من الشغل الناتج د) مضافٌ إليه الشغل الناتج يساوي صفراً

الإجابة الصحيحة هي (ب) ،لأن الشغل المبذول = الشغل الناتج

$$\text{الفعالية} = \frac{\text{الشغل الناتج}}{\text{الشغل المبذول}} \times ١٠٠\% = ١٠٠\%$$

مثال (6) : استخدم مستوى مائل أملس فائدته الآلية 10 لسحب برميل من أسفل المستوى إلى أعلاه بسرعة ثابتة . فإذا كانت القوة اللازمة لذلك 100 نيوتن . ما مقدار كتلة البرميل؟

$$\text{الفائدة} = \frac{\text{و}}{\text{ق}} = 10 = \frac{\text{و}}{100} \Leftarrow \text{و} = 1000 \text{ نيوتن.}$$

$$\text{ك} = \frac{\text{و}}{10} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ كغ}$$

مثال (7) : يدفع شخص صندوقاً كتلته (10 كغ) على مستوى مائل أملس طوله (4 م) بقوة مقدارها (50) نيوتن . إذا كانت فاعلية المستوى المائل 80% فما مقدار ارتفاعه ؟

$$\text{الفعالية} = \frac{\text{الشغل الناتج}}{\text{الشغل المبذول}} = \frac{80}{100} = \frac{\text{و} \times \text{ف}}{\text{ق} \times \text{ل}}$$

$$\frac{80}{100} = \frac{100 \times \text{ف}}{50 \times 4} \Leftarrow \frac{80}{100} = \frac{100\text{ف}}{200}$$

$$\text{ف} = \frac{160}{100} = 1{,}6 \text{ م}$$

تمارين(الآلات البسيطة):

1- آلة فاعليتها (60%) فإذا كان الشغل الذي تبذله في زمن معين (300 جول). ما مقدار الشغل الضائع ضد الاحتكاك خلال الزمن نفسه ؟

2- مستوى مائل طوله (8 م) وارتفاعه (2 م) استخدم لسحب صندوق كتلته (80 كغ). فإذا كانت القوة اللازمة لسحب الصندوق على المستوى وبسرعة ثابتة تساوي (220 نيوتن) . احسب:
أ) قوة الاحتكاك بين الصندوق والمستوى المائل.
ب) الفائدة الآلية للمستوى المائل.
ج) فاعلية المستوى المائل.

3- مستوى مائل أملس فائدته الآلية (20) ما مقدار القوة اللازمة لسحب جسم على طول المستوى المائل بدلالة وزنه؟

4- سحب شخص جسماً كتلته (20 كغ) على سطح مائل خشن طوله (5 م) وارتفاعه (2 م) وفائدته الآلية (2) في زمن مقداره (50 ث), احسب:
أ) الشغل الذي بذله الشخص في سحب الجسم على طول السطح المائل.
ب) فاعلية السطح المائل.
ج) قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح المائل.
د) قدرة الرجل على السحب.

5- اذكر طريقتين لتقليل الاحتكاك في الآلات الميكانيكية؟

إجابات الأسئلة

الوحدة الثانية: الميكانيكا

الفصل الأول: قوانين نيوتن في الحركة

١) (١) ب) ٢ ، ٣ . (٢) جـ) يبقى ثابت. (٣) جـ) يقل بزيادة كتلته.

(٤) أ) يتضاعف. (٥) جـ) القوتان تؤثران في جسمين مختلفين.

٢) الفعل : القدم تؤثر بقوة على الأرض للخلف.

رد الفعل : الأرض تؤثر بقوة على القدم للأمام.

٣) اعتماداً على القانون الثاني لنيوتن :ق =ك ت ، فإن ت= $\frac{ق}{ك}$ وبما أن القوة متساوية والعلاقة بين التسارع والكتلة عكسية، تكتسب السيارة تسارعا أكبر من الشاحنة لأن كتلتها أقل والتسارع في هذه الحالة سالب أي عكس اتجاه السرعة أي تحتاج السيارة زمنا أقل كي تتوقف.

٤) أ) ق= و

= ك جـ = ١٠×٦٠ = ٦٠٠ نيوتن

ب) ع= $\frac{ف}{ز}$ ———— ف= ع×ز= ٢×٥= ١٠ م

٥) أ) لا ،ويمكن للصاروخ أن يعمل في الفراغ، حيث يحمل الصاروخ الوقود اللازم لاحتراقه بداخله وعندما يحترق الوقود تولد قوة دفع الغازات إلى الأسفل قوة دفع معاكسة في الاتجاه إلى الأعلى.

ب) قوة الاحتكاك / قوة التجاذب

٦) أ) ع = $\frac{١٠٠٠}{٣٦٠٠}$×٦٠ = $\frac{١٠٠}{٦٠}$

$ع_٢^٢ = ع_١^٢ + ٢ ت ف$

$= ٠ + ٢ ت \times ٢٠ + \frac{(١٠٠)^٢}{(٦)^٢}$

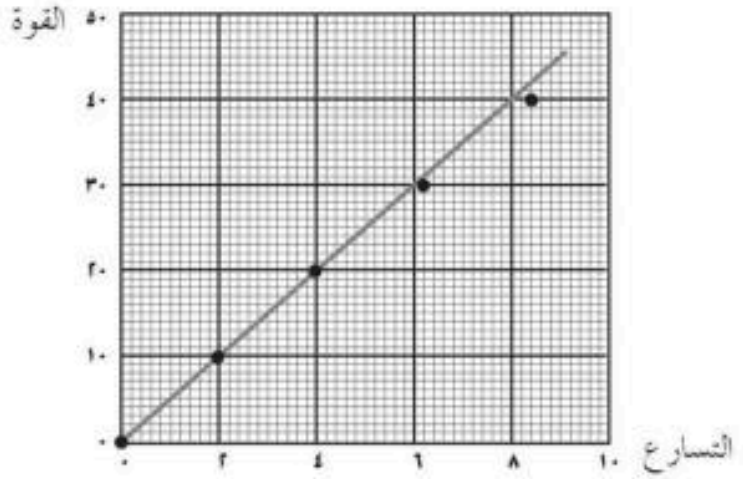
$= ٠ + ٤٠ ت + \frac{١٠٠٠٠}{٣٦}$

ت = – ٦,٩ م/ ث٢

ب) ق المحصلة = ك ت

ق ح = ٥٠٠ × – ٦,٩ = ٣٤٥٠ نيوتن.

٧) أ)



ب) الميل = $\frac{٢٠}{٤}$ = ٥ الكتلة = ٥ كغ

٨) أ) – لأن الطريق المكسوة بالثلج ملساء، فتكون قوة الاحتكاك المؤثرة في السيارة صغيرة مما يؤدي إلى انزلاق السيارة .

ب) لأن اليد تؤثر في الطاولة بقوة ، فتؤثر الطاولة في اليد بقوة مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه.

٩) أ) الشخص يشد الحبل والحبل يشد الشخص.

ب) القرد يشد الحبل والحبل يشد القرد.

جـ) القرد يشد الحبل الثاني والحبل يشد القرد.

د) الميزان يشد الحبل والحبل يشد الميزان.

هـ) الشجرة تشد الحبل والحبل يشد الشجرة.

١٠) أ) الجسم أ لأن الكتلة تساوي ميل المنحنى والمنحنى الثاني ميله أكبر.

ب) من المنحنى ،عندما ق= ٥٠ فإن ت= ٢م/ث٢.

١١) ق المحصلة = ك ت

و – ق هـ = ك ت

ك و جـ – $\frac{١}{٢}$ ك و جـ = ك ت

١٠ – ٥ = ت

ت= ٥ م/ث٢

الفصل الثاني: الشغل والطاقة

١) (١) ب) تؤثر بقوة أقل.

(٢) جـ) السرعة عند أسفل المستوى.

(٣) ب) الشغل الذي تبذله الفتاة أكبر.

(٤) د) جـ فقط

(٥) (ب جـ)

٢) أ) أن يتحرك الجسم مسافة بتأثير القوة.

ب) أن لا تكون القوة عمودية على اتجاه الحركة.

٣) لا ، لأنه إذا تحرك جسم أفقيا فإن موضعه يتغير ولكن طاقة وضعه تبقى ثابتة بالنسبة لمستوى مرجعي معين.

٤) عند رفع الكرة الثقيلة للأعلى فإنها تختزن طاقة وضع ،وحينما تتحرك إلى الأسفل فإن طاقة الوضع تتحول إلى طاقة حركية ،وهذه الطاقة تمكن الكرة من بذل شغل لذلك حينما تصطدم الكرة بالمبنى فتؤثر فيه بقوة أي تبذل عليه شغلا.

٥) أ) الطريق متعرج على شكل مستوى مائل.

ب) لتقليل القوة اللازمة لحركة السيارة للأعلى.

جـ) خشنة كي توفر قوة احتكاك مناسبة حينما تتحرك السيارة من الأعلى إلى الأسفل.

٦) ١) يضغط الطفل على النابض فيختزن في النابض طاقة وضع مرونية

٢) يرجع النابض إلى طوله الأصلي وتنتقل الطاقة إلى الطفل على شكل طاقة حركية فيتحرك إلى الأعلى

٣) حينما يصبح الطفل عند أقصى ارتفاع يتوقف للحظة وتتحول الطاقة الحركية إلى طاقة وضع ثم يتحرك إلى الأسفل ليضغط النابض من جديد

٧) أ) Δ ط$_{ر}$ = ك جـ ف = ١٠٠ × ١٠ × ١٦ = ١٦٠٠٠ جول

ب) القدرة = $\frac{\text{الشغل المبذول}}{\text{الزمن}}$

$١٠٠٠ = \frac{ش}{٢٠}$

ش = ٢٠٠٠٠ جول

الفاعلية = $\frac{\text{الشغل الناتج}}{\text{الشغل المبذول}} \times ٪١٠٠$

$= \frac{١٦٠٠٠}{٢٠٠٠٠} \times ٪١٠٠ = ٪٨٠$

٨) أ) ع$_{٢}^{٢}$ = ع$_{١}^{٢}$ + ٢جـ ف

ع$_{٢}^{٢}$ = (٧)^{٢} + ٢ × ١٠ − × ١,٢

ع$_{٢}^{٢}$ = ٤٩ − ٢٤ = ٢٥ ———— ع$_{٢}$ = ٥ م/ث

ب) ط$_{ح_{١}}$ = ط$_{ح_{١}}$ = $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{١}^{٢}$ = $\frac{١}{٢}$ × ٠,١٢ × ٤٩ = ٢,٩٤ جول

ط$_{٢}$ = ط$_{و_{٢}}$ + ط$_{ح_{٢}}$

= ك جـ ف + $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{١}^{٢}$ = ١,٢ × ١٠ × ٠,١٢ + $\frac{١}{٢}$ × ٠,١٢ × ٢٥

= ١,٤٤ + ١,٥ = ٢,٩٤ جول

ط$_{١}$ = ط$_{٢}$

٩) أ) ش= ق× ف

باستخدام المستوى المائل : ش= ١٢٥×٢ = ٢٥٠ جول

عند رفع الجسم رأسيا : ش= و ف = ٢٠٠ × ١= ٢٠٠ جول

ب) بسبب قوة الاحتكاك

جـ) لأنه سيؤثر بقوة أقل فالقوة اللازمة لتحريك الجسم على المستوى المائل ١٢٥ نيوتن أما القوة اللازمة لرفع الجسم رأسيا فتساوي ٢٠٠ نيوتن.

١٠) في الحالة الأولى ط م١ = ط م٢

ط ح١ = ط ح٢

$\frac{١}{٢}$ ك ع١٢ = ك ج ف

$\frac{١}{٢}$ × ١٦ = ١٠ ف ———— ف= ٠,٨ م

في الحالة الثانية :

ط م١ = ط م٢

ط ح١ = ط ح٢ + ط ح٢

$\frac{١}{٢}$ ك ع١٢ = ك ج ف + $\frac{١}{٢}$ ك ع٢٢

$\frac{١}{٢}$ × ٢٥ = ١٠ × ٠,٨ + $\frac{١}{٢}$ ع٢٢

$\frac{١}{٢}$ ع٢٢ + ٨ = ١٢,٥

$\frac{١}{٢}$ ع٢٢ = ٤,٥

٩= ع٢٢ ———— ع ٢= ٣ م/ث

١١) أ) الثاني ،لأن ط ح= ك ج ف وبما أن للمستويين الارتفاع نفسه وكتلة الثاني أكبر من الأول ،إذن طاقة وضع الثاني أكبر.

ب) الثاني، لأن طاقة الحركة عند أسفل المستوى تساوي طاقة الوضع عند أعلى المستوى.

جـ) ط ح١ = ط ح٢

ك ج ف = $\frac{١}{٢}$ ك ع٢٢

١٠ × ٢ = $\frac{١}{٢}$ ع٢٢

٢٠×٢ = ع٢٢ ———— ع ٢ = ٦,٣ م/ث

د) نعم لأن (ك ج ف= $\frac{١}{٢}$ ك ع٢)، اذن ع= $\sqrt{٢ج ف}$ وهذا يعني أن السرعة لا تعتمد على شكل المستوى بل تعتمد على الارتفاع الرأسي وبما أن للمستويين الارتفاع نفسه إذن سرعة الأول تساوي سرعة الثاني .

هـ) وجود الماء.

١٢) أ) القدرة = $\frac{\text{ش}}{\text{ز}} = \frac{\text{وف}}{\text{ز}} = \frac{٤ \times ٦٥٠}{١٥}$ = ١٧٣,٣ واط.

ب) لا، لأن العامل يحمل أثقالا وبالتالي سيبذل شغلا أكبر (ق= وزنه+ وزن الثقل).

جـ) نعم لأنه سيبذل شغلاً لرفع الحمولة فقط بدلا من أن يبذل شغلا لتحريك جسمه والحمولة .

د) القدرة= $\frac{٥٣٠}{١٠}$ = ٥٣ واط

هـ) ط$_{ر}$ = ك جـ ف = ٣٠٠ × ٢ = ٦٠٠ جول = ط$_{ح}$

ط$_{ح}$ = $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{٢}^{٢}$

٦٠٠ = $\frac{١}{٢}$ × ٣٠ ع$_{٢}^{٢}$

٤٠ = ع$_{٢}^{٢}$ ——— ع$_{٢}$ = ٦,٣ م/ث

١٣)