الوحدة 8

الشغل والطاقة

التجربة الاستهلالية

إنجاز المهام باستخدام آلة بسيطة

هل عرفت أنّ بإمكانك رفع جسم وزنه أضعاف وزنك باستخدام البكرات؟ قبل اختراع الرافعة الهيدروليكية، كان ميكانيكي السيارات يستخدم البكرات لرفع السيارات عن الأرض.

Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program

المطويات®

أنشِئ مطوية من ثلاث صفحات، وسمّها على النحو المبيّن. استخدمها لتنظيم ملاحظاتك حول الطاقة.

الفكرة الرئيسة إنّ للطاقة أشكالًا عديدةً يمكن أن تتحول من شكل إلى آخر من خلال الشغل.

القسم 1 • الشغل والآلات

القسم 2 • وصف الطاقة

القسم 3 • حفظ الطاقة

Work and Energy, Chapter 4, from Physical Science, Student Edition ©2017

الشغل والآلات

الأسئلة الرئيسة

- ما المقصود بالشغل؟
- كيف يمكن حساب الشغل عندما يكون كل من القوة والحركة متوازيتين؟
- كيف تسهّل الآلات إنجاز المهام؟
- ما المقصود بالكفاءة والفائدة الميكانيكية؟

مفردات للمراجعة

القوة Force: الدفع أو السحب المؤثر في جسم ما

مفردات جديدة

الشغل	Work
الآلة	Machine
الآلة البسيطة	Simple Machine
الآلة المركبة	Compound Machine
الكفاءة	Efficiency
الفائدة الميكانيكية	Mechanical Advantage

الفكرة الرئيسة **تسهّل الآلات إنجاز المهام وتقلل الوقت الذي تستغرقه وذلك بتغيير القوة اللازمة لإنجازها.**

الربط مع الحياة اليومية متى كانت آخر مرة ركبت فيها دراجة؟ تخيّل أنّك تقطع عَدوًا أو سيرًا على الأقدام، المسافة التي قطعتها بالدراجة. لكان ذلك استغرق منك جهدًا أكبر ووقتًا أطول بالتأكيد؛ فالدراجة آلة تساعدك في قطع المسافات في وقت أقصر من الوقت الذي يستغرقه قطعها سيرًا على الأقدام.

تعريف الشغل

عندما ترد كلمة الشُغل يتبادر إلى الأذهان المهام التي تنجز لكسب العيش. وفي هذا السياق، قد يكون الشغل أي شيء، بداية من إصلاح السيارات إلى تصميم المواقع الإلكترونية. وقد تدل كلمة الشغل أيضًا على المجهود العضلي. أمّا في العلوم، فتُستخدم كلمة الشغل بطريقةٍ مختلفة.

الحركة والشغل اضغط على سطح مكتبك بأقصى قوتك. هل بذلت شغلًا على المكتب؟ كلا؛ مهما كان المجهود الذي بذلته. ففي العلوم، **الشغل** هو تأثير قوة في جسم على مدى مسافة. إذا ضغطت على المكتب ولم يتحرّك، فمعنى ذلك أنك لم تبذل أي شغل على المكتب لأنّه لم يتحرّك.

القوة واتجاه الحركة تخيّل أنّك تدفع آلة جز العشب، كما يوضّح **الشكل 1**. تستطيع أن تدفع الآلة في العديد من الاتجاهات المختلفة؛ فيمكنك أن تدفعها أفقيًا، كما يمكنك أن تضغط عليها إلى أسفل أو بزاوية. تخيّل اختلاف حركة الآلة في كل مرة. فاتجاه القوة التي تؤثر بها في آلة جز العشب، يغيّر في مقدار الشغل المبذول عليها.

الشكل 1 عندما تدفع آلة جز العشب، تؤثّر بقوة في جسم على مدى مسافة. بمعنى أنّك تبذل شغلًا على آلة جز العشب، عندما تدفعها على العشب.

اشرح ما إذا كان من شغل مبذول على الآلة من دون تحريكها.

كلا، لا يمكنك بذل شغل على آلة جز العشب من دون تحريكها فالشغل يستلزم الحركة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القوة الموازية للحركة تخيّل أنّك تدفع آلة جز العشب التي تظهر في **الشكل 1** بقوة مقدارها 25 N عبر مسافة مقدارها 4 m. في أي اتجاه قد تدفع الآلة ليكون ما تبذله من شغل عليها هو أقصى ما يمكنك؟ إن الشغل الأكبر الذي يمكنك بذله هو عندما تدفعها في اتجاه حركتها نفسه. عند تكون القوة والحركة متوازيتين، أي تكونان في الاتجاه نفسه، يساوي الشغل القوة مضروبة في المسافة.

معادلة الشغل

الشغل (بالجول) = **القوة المؤثرة** (بالنيوتن) × **المسافة** (بالمتر)

$$W = Fd$$

إذا كانت القوة تُقاس بوحدة النيوتن (N) المسافة بالمتر (m)، فيقاس الشغل بالجول (J). أنت تبذل شغلًا مقداره تقريبًا 1 J على الهاتف الخلوي عندما تلتقطه عن الأرض.

مثال 1

أوجد قيمة الشغل إذا كنت تدفع ثلاجة مسافة 5 m بقوة أفقية مقدارها 100 N ، فما مقدار الشغل الذي تبذله؟

المجهول: الشغل: W

المعلوم: القوة المبذولة: $F = 100\ N$ المسافة: $d = 5\ m$

القانون المستخدم: $W = Fd$

حل المسألة: $W = (100\ N)(5\ m) = 500\ J$

تقييم الإجابة: تحقق لترَ ما إذا كانت الوحدات متطابقة في طرفي المعادلة.

وحدات W = (وحدات F) × (وحدات d) = N × m = J

تطبيقات

1. دُفعت أريكة على الأرض مسافة 5 m بقوة أفقية مقداره 80 N. ما مقدار الشغل المبذول في تحريك الأريكة؟ **400 J**
2. ما مقدار الشغل الذي تبذله إذا رفعت طفلًا مسافة رأسية تساوي 0.5 m بقوة مقدارها 100 N؟ **50 J**
3. تبذل مكابح إحدى السيارات شغلًا مقداره 240,000 J لإيقافها. إذا قطعت السيارة مسافة 40 m فترة ضغط المكابح على عجلاتها. فما متوسط القوة التي أثرت بها المكابح في السيارة؟ **6000 N**
4. **تحدي** إذا كان مقدار القوة اللازمة لرفع جسم يساوي مقدار قوة الجاذبية التي تؤثر في الجسم، فما مقدار الشغل المبذول لرفع جسم مسافة 2 m في اتجاه رأسي، علمًا بأنّ كتلة هذا الجسم تساوي 5 kg؟

$$W = Fd = mgd = (5kg)(9.8\ N/kg)(2\ m) = 98\ J$$

برنامج محمد بن راشد للتعلم الذكي
Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

■ **الشكل 2** يوضّح هذا الرسم البياني الشغل الذي تبذله قوة مقدارها 1 N على جسم لتحريكه مسافة 1 m، مع تغيير الزاوية بين القوة واتجاه الحركة. .

تفسير التمثيلات البيانية عند أي زاوية بين القوة والحركة تكون قيمة الشغل نصف قيمة الشغل المبذول عندما تكون القوة والحركة في الاتجاه نفسه؟

المفردات

مفردات أكاديمية

تلامس Contact

اتحاد أو اتصال الأسطح

يجب أن تلامس يدك الكتاب كي تدفعه.

القوة المتعامدة على الحركة عندما تحمل كتبًا وتسير بسرعة متجهة ثابتة، قد تظن أنَّ ذراعيك يبذلان شغلًا على هذه الكتب. بالفعل، فأنت تؤثر في الكتب بقوة تمكّنك من حملها ونقلها معك، حتى إنَّ ذراعيك قد يؤلمانك. لكنّ الواقع غير ذلك. إذ إنّ قيمة الشغل الذي يبذله ذراعاك على الكتب في هذه الحالة يساوي صفرًا، ذلك لأنَّ الزاوية بين اتجاه حركة الكتب والقوة المبذولة عليها تساوي 90°. وعندما تكون القوة متعامدة على الحركة، يساوي الشغل الناتج عن هذه القوة صفرًا.

التأكد من فهم النص صِف الشغل المبذول على جسم، في حال كانت القوة المؤثرة في الجسم متعامدة على اتجاه الحركة.

إذا كانت القوة المبذولة على جسم متعامدة على حركة هذا الجسم، فإن قيمة الشغل الناتج عن هذه القوة تساوي صفراً

فإنّ الشغل الناتج عن هذه القوة يساوي صفرًا. فما قيمة الشغل المبذول إذا كانت القوة غير موازية أو غير متعامدة على اتجاه الحركة؟ بالنسبة إلى جميع هذه الاتجاهات الأخرى، يكون الشغل المبذول أقل من ناتج ضرب القوة في المسافة وأكبر من الصفر. ويوضّح **الشكل 2** رسمًا بيانيًا لتأثير اتجاه القوة نسبة إلى اتجاه الحركة في الشغل.

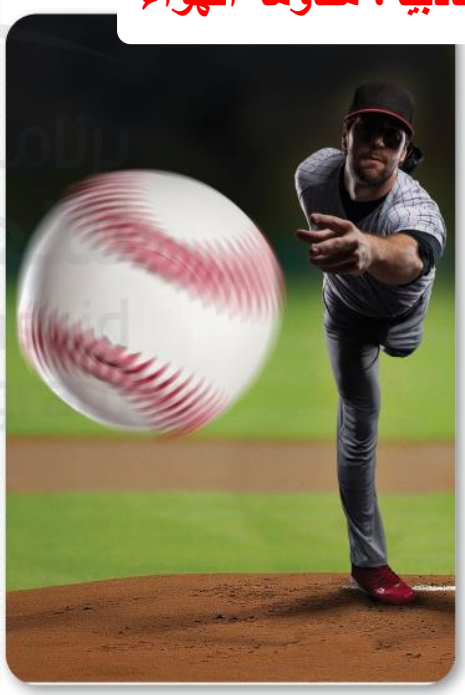
متى يبذل شغل؟ تخيّل أنّك تدفع كتابًا لمجرّد إطلاق حركته، فينزلق على الطاولة مسافة 1 m قبل أن يتوقف. يجب الانتباه إلى مقدار المسافة التي تستخدمها في معادلة حساب الشغل؛ فهي المسافة التي يقطعها الجسم طالما القوة تؤثر فيه. في هذه الحالة، بالرغم من أنَّ الكتاب قد قطع مسافة إجمالية مقدارها 1 m، لا يُعتبر أنك بذلت شغلًا على الكتاب إلا في أثناء لمسه فقط.

إذًا أنت لا تبذل شغلًا على الجسم، إلا عندما تؤثّر بقوة فيه. في **الشكل 3**، يبذل اللاعب شغلًا على الكرة، فقط عندما تكون تحت تأثير يده.

■ **الشكل 3** طالما أنّ الكرة في يد هذا اللاعب، فهو يبذل شغلًا عليها. عندما تغادر الكرة يده، لا يؤثر فيها بأي قوة، فلا يكون يبذل أي شغل.

حدّد قوةً تبذل شغلًا على الكرة عندما تطير في الهواء.

الجاذبية، مقاومة الهواء



McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

الآلات

إنّ **الآلة** جهاز يغيّر القوة أو يزيد الحركة الناتجة عن الشغل. تخيّل أنّك تحاول رفع بيانو كبير؛ سيكون ذلك مستحيلًا بدون مساعدة. لكنك على الأرجح تستطيع دفعه نحو الأعلى على مستوى مائل أو رفعه باستخدام نظام البكرات. وفي كلتا الحالتين، تستخدم آلة لتغيّر القوة المؤثرة في البيانو.

قد ترغب في زيادة السرعة بدلًا من زيادة القوة. فما السرعة التي يمكن أن تتحرك بها في حال استخدمت قوة عضلاتك فقط؟ يمكنك أن تتحرّك أسرع بكثير راكبًا الدراجة مما لو كنت سائرًا على الأقدام.

أنواع الآلات عندما تقطع وجبتك بالسكين أو حتى تمضغ طعامك أو تستخدم مفك البراغي، فأنت تستخدم **آلات بسيطة** وهي آلات تبذل شغلًا مع تأثير نوع واحد فقط من الحركة عليها. ثمة ستة أنواع من الآلات البسيطة هي: الرافعة والبكرة والعجلة والمحور والمستوى المائل والبرغي والوتد (الإسفين). يُعتبَر كل من البكرة والعجلة والمحور من الروافع المعدّلة. أما البرغي والوتد، فمن المستويات المائلة المعدّلة. ويوضّح **الشكل 4** أحد الأمثلة المشهورة على كل نوع من أنواع الآلات البسيطة.

أما **الآلة المركبة**، فتتكون من آلتين أو أكثر من الآلات البسيطة. فالمقص مثلًا آلة مركبة؛ حيث يتكوّن من وتدين ورافعتين. والدرّاجة كذلك آلة مركبة.

الشكل 4 للآلات البسيطة ستة أنواع، وهي الرافعة والعجلة والمحور والبكرة والمستوى المائل والوتد والبرغي. يمكن تركيب آلتين أو أكثر معًا لبناء آلة مركبة.

صِف آلة مركبة تتكون من آلتين بسيطتين على الأقل.

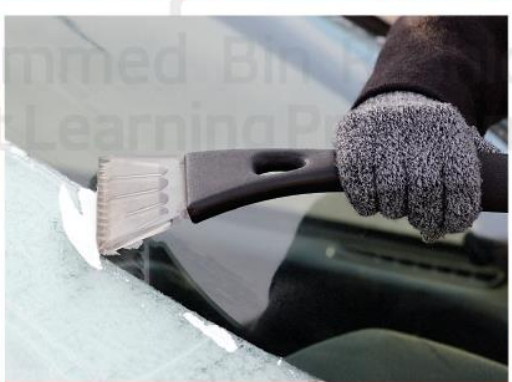
يترك للطالب

رافعة

عجلة ومحور

بكرة

مستوى مائل


وتد

برغي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكفاءة يمكن للآلات أن تزيد القوة أو تزيد السرعة. وقد تظن أنَّ ذلك يعني أنَّ الآلة تنتج شغلًا أكبر من الشغل الذي تبذله عليها لأنَّ الشغل يرتبط بالقوة والحركة. لكن لا يمكن لأي آلة أن تزيد من القوة والسرعة معًا. ففي الواقع، إنّ الشغل الذي تبذله على الآلة دائمًا ما يكون أكبر من الشغل الناتج عنها. وذلك قانون علمي أساسي لا يمكن تجاوزه من خلال بناء آلات أفضل. وتُعرف **الكفاءة** بأنّها نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول. وتُقاس عادةً بالنسبة المئوية.

معادلة الكفاءة

$$\text{الكفاءة (\%)} = \frac{\text{الشغل الناتج (بالجول)}}{\text{الشغل المبذول (بالجول)}} \times 100$$

$$e = \frac{W_{\text{الناتج}}}{W_{\text{المبذول}}} \times 100$$

يمكن تحسين كفاءة الآلات من خلال تقليل الاحتكاك ويتم ذلك عادةً بإضافة مواد التشحيم مثل الزيت أو الشحم إلى الأسطح التي تحتك ببعضها. ورغم ذلك ليس ثمة من آلة تبلغ كفاءتها 100%.

مثال 2

أوجد قيمة الكفاءة إذا بذلت شغلًا مقداره 20 J في دفع صندوق إلى أعلى على مستوى مائل، وكان الشغل الناتج عن المستوى المائل يساوي 11 J. فكم تساوي كفاءته؟

المجهول: الكفاءة: e

المعلوم: الشغل المبذول: $W_{\text{المبذول}} = 20\ \text{J}$

الشغل الناتج: $W_{\text{الناتج}} = 11\ \text{J}$

القانون المستخدم: $e = \frac{W_{\text{الناتج}}}{W_{\text{المبذول}}} \times 100$

حل المسألة: $e = \frac{11\ \text{J}}{20\ \text{J}} \times 100$

$e = 55\%$

تقييم الإجابة يساوي مقدار الشغل الناتج نصف مقدار الشغل المبذول تقريبًا؛ لذا فالإجابة القريبة من 50 بالمئة إجابة منطقية.

تطبيقات

1. أوجد قيمة الكفاءة لآلة تنتج شغلًا قيمته 800 J إذا كان الشغل المبذول عليها يساوي 2,000 J. **40%**
2. إذا كان مقدار الشغل المبذول على نظام البكرات 75 J، والكفاءة التي يحققها نظام البكرات 84%. فما قيمة الشغل الناتج عن نظام البكرات؟ **63 J**
3. **تحدي** يبذل العمال شغلًا مقداره 8,000 J على صندوق وزنه 00 N مستوى مائل. إذا كان طول المستوى المائل 2 m. فما قيمة كفاءته؟

3. $e = (W_{out} / W_{in})\ 100$
$= (F_{out} d_{out} / W_{in})\ 100$
$= [(2{,}000\ \text{N})(2\ \text{m})/(8{,}000\ \text{J})]\ 100$
$= 50\ \%$

برنامج محمد بن راشد للتعلم الذكي
Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program
McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة

ما فائدة الآلات؟ ما فائدة الآلات إذا كان الشغل الناتج عنها أقل دائمًا من الشغل المبذول عليها؟ تغيّر الآلات من الطريقة التي يُبذل بها الشغل، إذ يمكنها زيادة السرعة أو زيادة مقدار القوة أو تغيير اتجاه هذه القوة.

زيادة السرعة إنّ الدراجات من الآلات التي تزيد السرعة. فيمكن للشخص أن ينتقل بالدراجة بسرعة أكبر من التي ينتقل بها سيرًا على الأقدام. ولكي تزيد الدراجة من السرعة، فإنّها تقلل مقدار القوة المؤثرة فيها. انظر إلى الدرّاج الذي يركب الدراجة صعودًا إلى التل في الجزء العلوي من **الشكل 5**. يمكنه أن يصل إلى قمة التل أسرع بكثير مما لو كان سائرًا على قدميه، لكنّ مقدار القوة التي عليه أن يؤثر بها على الدواسات ليصعد هذا التلّ أكبر من القوة التي كان عليه أن يؤثر بها على سطح الأرض لو كان سائرًا على قدميه.

تغيير اتجاه القوة تغيّر بعض الآلات اتجاه القوة المؤثرة. ونصل الفأس الذي يأخذ شكل الوتد في **الشكل 5** أحد الأمثلة على ذلك النوع من الآلات. فأنت تبذل على الفأس قوة متجهة للأسفل كي تقطع الخشب. ويغيّر النصل هذه القوة المتجهة إلى الأسفل إلى قوى متجهة إلى الخارج تؤدي إلى قطع الخشب.

زيادة القوة يزيد مرفاع السيارة مثل الموضّح في الجزء السفلي من **الشكل 5**، مقدار القوة لكنه يقلل السرعة. فالقوة المتجهة إلى الأعلى المؤثرة في السيارة أكبر من القوة المتجهة إلى الأسفل التي يؤثر بها الرجل في المقبض. لكن السرعة التي يحرّك بها المقبض أكبر من السرعة التي يرفع بها السيارة.

يمكننا أن نصف فعالية الآلة في زيادة القوة من خلال الفائدة الميكانيكية للآلة. إنّ **الفائدة الميكانيكية** هي نسبة القوة الناتجة إلى القوة المؤثرة.

معادلة الفائدة الميكانيكية

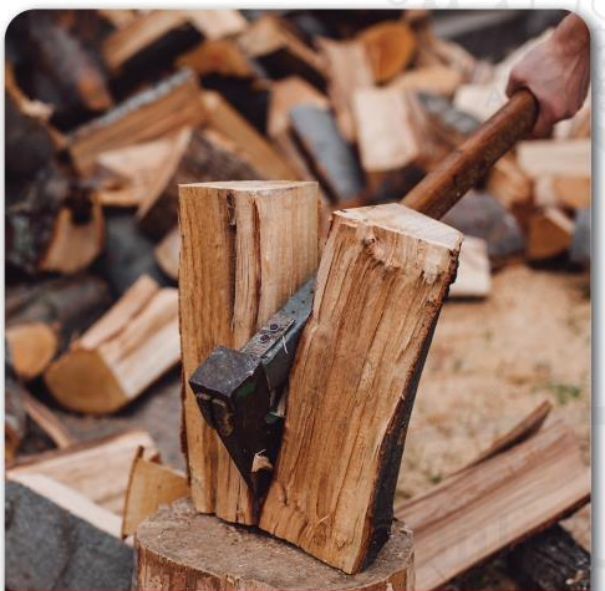
$$\text{الفائدة الميكانيكية} = \frac{\text{القوة الناتجة (نيوتن)}}{\text{القوة المؤثرة (نيوتن)}}$$

$$MA = \frac{F_{\text{الناتجة}}}{F_{\text{المؤثرة}}}$$

إنّ القوة المؤثرة، وهي القوة التي يؤثر بها شخص أو جهاز، مثل المحرك، في الآلة. والقوة الناتجة هي القوة التي تؤثر بها الآلة في جسم آخر. في مثال مرفاع السيارة في **الشكل 5**، إنّ القوة التي يؤثر بها الرجل في مرفاع السيارة هي القوة المؤثرة، والقوة التي يؤثر بها المرفاع في السيارة هي القوة الناتجة. إنّ الفائدة الميكانيكية لمرفاع السيارة أكبر من الواحد الصحيح لأنّ القوة الناتجة أكبر من القوة المؤثرة.

■ **الشكل 5** يمكن للآلة تغيير الشغل لزيادة السرعة أو تغيير اتجاه القوة أو زيادة مقدار القوة.

زيادة السرعة



تغيير اتجاه القوة

زيادة مقدار القوة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال 3

أوجد قيمة الفائدة الميكانيكية يزن صندوق 950 N. إذا كان يمكنك استخدام نظام بكرات لرفع الصندوق بقوة مقدارها 250 N. فقط فما الفائدة الميكانيكية لنظام البكرات؟

المجهول: الفائدة الميكانيكية: MA

المعلوم: القوة الناتجة: $F_{\text{الناتجة}} = 950\ \text{N}$

القوة المؤثرة: $F_{\text{المؤثرة}} = 250\ \text{N}$

القانون المستخدم: $MA = \frac{F_{\text{الناتجة}}}{F_{\text{المؤثرة}}}$

حل المسألة: $MA = \frac{950\ \text{N}}{250\ \text{N}}$

$MA = 3.8$

تقييم الإجابة: إنّ وزن الصندوق قريب جدًا من أربعة أضعاف القوة المطلوبة لرفعه. لذلك، ينبغي أن تكون الفائدة الميكانيكية قريبة من 4. وبما أنّ إجابتنا قريبة من 4، فهي إجابة منطقية.

تطبيقات

1. احسب الفائدة الميكانيكية لمطرقة إذا كانت القوة المؤثرة 125 N والقوة الناتجة 2,000 N. **16**
2. **تحدي:** أوجد قيمة القوة المطلوبة لرفع جسم يزن 3,000 N باستخدام آلة فائدتها الميكانيكية 15. **200 N**

الفكرة الرئيسة **اذكر مثالًا** على آلة تزيد من السرعة وآلة تغيّر من اتجاه القوة وآلة تزيد من مقدار القوة.

قابل بين التعريف العلمي *للشغل* ومعانيه المستخدمة في الحياة اليومية.

قارن بين القوة الناتجة والقوة المؤثرة لآلة معينة لها فائدة ميكانيكية أكبر من الواحد الصحيح.

التفكير الناقد كيف يؤثر تشحيم الآلة في الشغل الناتج عنها؟ كيف يؤثر ذلك في القوة المؤثرة والقوة الناتجة؟

تحقق مفاهيم رياضية

احسب الشغل إذا أثرت في كتاب بقوة ثابتة مقدارها 10.0 N لتدفعه على سطح طاولة مسافةً تبلغ 1.5 m. فما مقدار الشغل الذي بذلته على ذلك الكتاب؟ **15 J**

احسب الكفاءة ما كفاءة المستوى المائل إذا كان الشغل المبذول 96 J والشغل الناتج 24 J؟ **25%**

ج1: يترك للطالب - إن الدراجة من الأمثلة على الآلات التي تزيد السرعة، إن البكرة الثابتة من الأمثلة على الآلات التي تغير اتجاه القوة، إن مرفاع السيارة من الأمثلة على الآلات التي تزيد القوة

ج2: إن التعريف العلمي للشغل هو "قوة مبذولة عبر المسافة" أما في سياق الحياة اليومية، فيرتبط معنى الشغل بالمجهود أو المهام التي يؤديها الأفراد لكسب العيش

ج3: إن القوة الناتجة أكبر من القوة المبذولة

ج4: يؤدي تشحيم الآلة إلى زيادة الشغل الناتج عنها، لكنه لا يؤثر في القوى المبذولة عليها، مع ذلك قد يؤدي تشحيم الآلة إلى زيادة القوة الناتجة

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تجربة

الفائدة الميكانيكية والكفاءة

الأهداف

- **صمّم نموذجًا** لبعض أجهزة الرفع التي تعتمد على المستوى المائل.
- **حساب** الشغل اللازم لرفع كتلة إلى الأعلى رأسيًا.
- **حساب** الشغل اللازم لرفع كتلة على مستوى مائل.
- **حساب** الفائدة الميكانيكية والكفاءة التي يحققها مستوى مائل معيّن.

الخلفية: **هل سبق أن حاولت رفع صندوق ثقيل على شاحنة؟ لعلّ مهمتك كانت أسهل بكثير، فيما لو سبق أن دفعت صندوقًا على منحدر. إنّ المنحدر هو من الأمثلة على المستوى المائل. في هذه التجربة، ستكتشف الفائدة الميكانيكية والكفاءة التي يحققها مستوى مائل معيّن.**

السؤال: **كيف يمكن استخدام المستوى المائل لتسهيل المهام؟**

التحضير

المواد

لوح خشبي طوله 40 cm
دعامة للوح ارتفاعها 10 cm
جسم كتلته 1 kg
ميزان زنبركي، مداه 0–10 N

يؤدي تقليل الزاوية التي يشكلها المنحدر مع أسطح الطاولة إلى زيادة الفائدة الميكانيكية للمستوى المائل

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. قم بإعداد المستوى المائل: يجب أن يكون طوله 40 cm وارتفاعه 10 cm.
3. استخدم الميزان الزنبركي لمعرفة مقدار القوة اللازمة لرفع جسم كتلته 1 kg إلى الأعلى رأسيًا. سيمثّل ذلك مقدار القوة الناتجة.

4. احسب الشغل اللازم لرفع جسم كتلته 1 kg لارتفاع 10 cm. وسيمثل هذا الشغل الناتج للمستوى المائل.
5. استخدم الميزان الزنبركي لمعرفة مقدار القوة اللازمة لرفع جسم كتلته 1 kg على المستوى المائل. سيمثّل ذلك مقدار القوة المبذولة.
6. احسب الشغل المبذول على الكتلة أثناء رفعها على المستوى المائل. وسيمثّل ذلك مقدار الشغل المبذول.
7. استخدم قيمة كل من القوة الناتجة والقوة المبذولة لحساب الفائدة الميكانيكية التي يحققها المستوى المائل.
8. استخدم قيمة كل من الشغل الناتج والشغل المبذول لحساب الكفاءة التي يحققها المستوى المائل.

استنتج وطبّق

يترك للطالب

1. **اشرح** الطريقة التي قد تحسّن مر المائل.
2. **توقّع** الطريقة التي قد تحسّن من خلالها الفائدة الميكانيكية للمستوى المائل. جرّب هذه الطريقة.
3. **حدّد** بعض الحالات التي قد يكون فيها المستوى المائل مفيدًا.

يترك للطالب

إيصال معلوماتك

قارن النتائج التي توصلت إليها مع نتائج طلاب آخرين في الصف. ناقش ما إذا كنت تتفق معهم في الطريقة التي يمكن بها تحسين كفاءة المستوى المائل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program