

الفكرة العامة

مجموعة القوى التي تؤثر في جسم ما يمكن أن تغير من حركته.

الدرس الأول

الحركة

الفكرة الرئيسية يتسارع الجسم عندما يتغير مقدار سرعته أو اتجاه حركته.

الدرس الثاني

قوانين نيوتن للحركة

الفكرة الرئيسية تغير القوى غير المتزنة مقدار سرعة الجسم أو اتجاه حركته.

الدرس الثالث

الشغل والآلات البسيطة

الفكرة الرئيسية تسهل الآلات الشغل من خلال تغيير مقدار واتجاه القوة اللازمة لأدائه.

الحركة والقوى والآلات البسيطة

احبس أنفاسك...!

عندما يقفز هذا المتزلج فإنه يتوقف برهة في الهواء ليغير اتجاهه ويبدأ في الهبوط. كيف تتغير حركته عندما يصل إلى أخفض نقطة في مساره ويبدأ في الصعود إلى الجانب الآخر؟

في هذا الفصل سوف تتعلم كيف تؤثر القوى في حركة الجسم.

دفتري العلوم

اكتب فقرة تقارن فيها بين حركتي هبوط كرة وطائرة ورقية تم قذف كل منهما إلى أعلى.

سوف تهبط الكرة مباشرة دون السير لمسافات أفقية، أما في الطائرة الورقية فإنها سوف تقوم بالطيران المسافات قبل هبوطها.

نشاطات تمهيدية

وصف وتفسير الحركة اصنع المطوية التالية لتساعدك على فهم الحركة والقوى والآلات البسيطة.

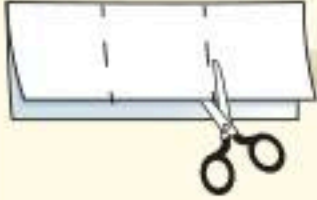
المطويات منظّمات الأفكار



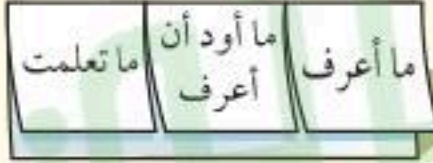
الخطوة ١ اطو ورقة طوليًا من الحافة إلى الحافة وهي في الوضع الرأسي، واجعل الحافة الأمامية أقصر ١ سم من الحافة الخلفية.



الخطوة ٢ اقلب الورقة واطوها إلى ثلاثة أجزاء.



الخطوة ٣ اقطع الطبقة العليا فقط على طول المطوية لعمل ثلاثة أجزاء.



الخطوة ٤ اكتب عنوانًا لكل جزء.

حدد الأسئلة. قبل قراءة الفصل، اكتب ما تعرفه عن الحركة والقوى والآلات البسيطة تحت اللسان الأيمن من المطوية. اكتب أسئلة عما تود معرفته تحت اللسان الأوسط. بعد قراءة الفصل دوّن ما تعلمته تحت اللسان الأيسر.

تجربة استدلالية

نموذج الحركة على مسار نصف دائري

يجعل متزلجو اللوح هذه الحركة على مسار يشبه نصف الأنبوب تبدو سهلة، فهم يندفعون إلى أسفل أحد الجانبين، ثم يصعدون إلى الجانب الآخر، ويرتفعون فوق الحافة حيث يلتفون في الهواء، ثم يعودون. إنهم يتمرنون على هذه الحركات حتى يتقنوها. سوف تتعلم في هذا الفصل كيف يمكن تفسير هذه الحركة المعقدة بفهم تأثير القوى، ومنها قوة الجاذبية.

١. استعمل ورقة سميكة أو قطعة كرتون لعمل مسار على هيئة حرف U بين مجموعتين من الكتب، ليكون نموذجًا لنصف أنبوب. إن كرة زجاجية تصلح نموذجًا للوح التزلج.
٢. أفلت الكرة الزجاجية عند نقطة قريبة من قاع المنحنى. راقب حركتها. إلى أي ارتفاع تصل؟ أين تكون سرعتها أكبر ما يمكن؟
٣. أفلت الكرة الزجاجية عند نقطة قرب حافة المنحنى. راقب الحركة. قارن حركة الكرة الزجاجية مع حركتها في الخطوة ٢.
٤. **التفكير الناقد** كيف أثرت نقطة بدء الحركة في الارتفاع الذي تصل إليه الكرة الزجاجية في الجانب الآخر؟

٢. سوف تصل إلى ارتفاع بسيط ومنخفض وتكون سرعتها أكبر ما يمكن عند الهبوط والوصول إلى أدنى نقطة.
٣. تكون حركة الكرة أسرع من الخطوة رقم ٢.
٤. كلما كان الارتفاع كبير عند إفلات الكرة عند حافة المنحنى، وصلت إلى ارتفاع كبير عند الحافة الأخرى.

أتهياً للقراءة

تصورات ذهنية

١ أتعلّم يقصد بالتصورات الذهنية تخيّل صور للأفكار الواردة في المادة العلمية أثناء قراءتها. أثناء قراءتك حاول أن تتخيل كيف تبدو الأشياء المذكورة في النص العلمي، وكيف يكون صوتها، وملمسها، ورائحتها، ومذاقها، وابحث عن الصور والأشكال التوضيحية المرافقة للنص والتي يمكن أن تساعدك على تحقيق فهم أفضل.

٢ أتدرب اقرأ الفقرة الآتية، وتأمل العبارات فوق الخط لتكوّن صورة ذهنية لما تقرأه.

• كيف تتحد القوى لتكوّن القوة المحصلة؟ إذا كانت القوى في الاتجاه نفسه فإنها تُجمع لتعطي القوة المحصلة. وإذا كانت قوتان متعاكستان فإن القوة المحصلة تساوي الفرق بينهما وتكون في اتجاه القوة الكبرى.

حاول أن تجسد الأفكار المرتبطة في اتحاد القوى مكوناً صوراً ذهنية لها في ضوء الوصف الوارد أعلاه، ثم انظر إلى الشكل التوضيحي ص ٥٣

- إلى أي درجة تطابقت الصورة الذهنية التي كونتها مع الشكل التوضيحي في الكتاب؟
- أعد قراءة الفقرة، ثم انظر إلى الشكل التوضيحي مرة أخرى. هل تغيرت أفكارك؟
- قارن الصورة الذهنية التي تكونت لديك بالصور الذهنية التي كونها أقرانك في الصف.

٣ أطبق اقرأ الفصل، واكتب ثلاثة مواضيع تمكنت من تصورهما، ثم ارسم رسمًا توضيحيًا للصور الذهنية التي كونتها.

إرشاد

حاول أن تكونَ صوراً ذهنية خاصة بك حول ما تقرأه؛ فتجسيد الأفكار يساعدك على الفهم والتذكر.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يلي:

١ قبل قراءة الفصل

- اكتب (م) إذا كنت موافقاً على العبارة.
- اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

٢ بعد قراءة الفصل

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبين السبب.
- صحح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة أثناء دراستك.

١. غ. تشير قراءة عداد السرعة في السيارة إلى سرعتها اللحظية.

٧. غ. لا بد أن تحرك القوة الجسم لكي يبذل شغل.

٩. غ. لا يمكن أن يكون الشغل الناتج أكبر من الشغل المبذول في أي آلة.

بعد القراءة م أو غ	العبارة	قبل القراءة م أو غ
غ	١. تشير قراءة مقياس السرعة في السيارة إلى متوسط سرعة السيارة.	
م	٢. إذا كان تسارع الجسم صفراً فإن سرعته لا تتغير.	
غ	٣. إذا تغير مقدار السرعة دون تغير اتجاهها فإن السرعة المتجهة لم تتغير.	
م	٤. يمكن للجسم الذي تؤثر فيه قوى محصلتها صفر أن يكون متحركاً.	
غ	٥. يعتمد تسارع الجسم على القوة المحصلة المؤثرة فيه فقط.	
غ	٦. عندما تقفز إلى أعلى فإن الأرض تؤثر فيك بقوة إلى أعلى.	
غ	٧. أنت تبذل شغلاً عندما تدفع الحائط مع أن الحائط لا يتحرك.	
م	٨. يعد المستوى المائل من الآلات البسيطة.	
غ	٩. في بعض الآلات يكون الشغل الناتج أكبر من الشغل المبذول.	

٣. غ. تتغير السرعة المتجهة إذا تغير مقدار السرعة ولم يتغير اتجاهها.

٥. غ. يعتمد تسارع الجسم على القوة المحصلة المؤثرة فيه وعلى كتلته.



الحركة

السرعة

ففي هذا الدرس

الأهداف

- تعرف كل من السرعة والتسارع.
- تربط التسارع بالتغير في السرعة.
- تحسب كلاً من المسافة والسرعة والتسارع.

الأهمية

يمكن وصف الحركة بدلالة المسافة والزمن والسرعة والتسارع.

مراجعة المفردات

المتر وحدة قياس المسافة في النظام الدولي، ويستخدم الرمز (م) اختصاراً لها.

المفردات الجديدة

- السرعة المتوسطة
- السرعة اللحظية
- السرعة المتجهة
- التسارع

تخيل أنك متزلج على لوح ذي عجلات، وتوجه متسارعاً إلى أسفل في مسارٍ نصف دائري. سوف يخفق قلبك كلما زادت سرعتك. وعند وصولك إلى أخفض جزء ستكون مسرعاً إلى درجة الشعور بالإنارة، وربما بالخوف. وعندما تغير اتجاهك صاعداً الجانب الآخر سوف تقل سرعتك. وعند وصولك إلى قمة المنحدر فإنك تكاد تتوقف عن الحركة، ويمكنك التوقف بسهولة إن أردت، أو أن تعود متسارعاً ثانية نحو أسفل المسار.

ولفهم كيف تصف حركة معقدة كهذه، فكر في حركة أبسط، مثل حركة الدراجة المبينة في الشكل ١. ولوصف سرعة الدراجة عليك أن تعرف شيئين عن حركتها، الأول المسافة التي قطعتها، والثاني الزمن الذي احتاجت إليه لتحرك هذه المسافة.

السرعة المتوسطة يستطيع راكب الدراجة أن يتسارع أو يتباطأ عدة مرات خلال فترة زمنية معينة. ومن طرائق وصف حركة راكب الدراجة استخدام السرعة المتوسطة. ولحساب **السرعة المتوسطة** اقسم المسافة التي قطعها على الزمن الذي استغرقه في قطع تلك المسافة.

$$\text{السرعة المتوسطة (م/ث)} = \frac{\text{المسافة المقطوعة (م)}}{\text{زمن الحركة (ث)}}$$

$$ع = \frac{ف}{ز}$$

ولأن السرعة المتوسطة تحسب بقسمة المسافة على الزمن فإن وحداتها تكون وحدة مسافة مقسومة على وحدة زمن. ومن ذلك أن وحدة سرعة الدراجة هي متر في الثانية، بينما وحدة سرعة السيارة هي عادة كيلومتر في الساعة.

الشكل ١ لحساب سرعة الدراجة اقسم المسافة المقطوعة على الزمن الذي استغرقته في قطعها.

استنتج ماذا يحدث للسرعة المتوسطة لو كانت الدراجة تسير على تل منحدر إلى أسفل؟

سوف تزداد السرعة.



حل معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

سرعة الدراجة إذا احتجت وأنت تركب دراجتك إلى ٣٠ دقيقة للوصول إلى بيت صديقك الذي يبعد ٩ كيلومترات، فما مقدار سرعتك المتوسطة؟

الحل

١ المعطيات

• المسافة: ف = ٩ كم

• الزمن: ز = ٣٠ دقيقة = ٠,٥ ساعة

• السرعة: ع = ؟

٢ المطلوب

• عوض بقيمتي المسافة والزمن اللتين تعرفهما في معادلة السرعة

٣ طريقة الحل

$$ع = \frac{ف}{ز} = \frac{٩ \text{ كم}}{٠,٥ \text{ ساعة}} = ١٨ \text{ كم / ساعة}$$

اضرب الإجابة في الزمن. يجب أن تحصل على المسافة المعطاة أعلاه.

٤ التحقق من الحل

مسائل تدريبية

١. تقطع طائرة ١٣٥٠ كم في ٣ ساعات. احسب سرعتها المتوسطة.

المسافة = ١٣٥٠ كم الزمن = ٣ ساعات

السرعة المتوسطة = ١٣٥٠ ÷ ٣ = ٤٥٠ كم / ساعة

٢. حدد السرعة المتوسطة بوحدات كم / ساعة لمتسابق يقطع مسافة ٥ كم في ١٨ دقيقة.

المسافة = ٥ كم الزمن = ١٨ دقيقة

نحوّل الزمن إلى ساعات:

١٨ ÷ ٦٠ = ٠,٣ ساعة

السرعة المتوسطة = ٥ ÷ ٠,٣ = ١٦,٧ كم / ساعة تقريباً



السرعة اللحظية تعد السرعة المتوسطة مفيداً إذا لم تكن مهتماً بتفاصيل الحركة. افترض مثلاً أنك قطعت في رحلة طويلة مسافة ٦٤٠ كم في ٨ ساعات. إن سرعتك المتوسطة ٨٠ كم/ ساعة حتى لو كنت تعطلت لبعض الوقت بسبب الزحام مثلاً.

وإذا كنت تتسارع أو تتباطأ أحياناً فقد يكون من المفيد معرفة سرعتك عند لحظة معينة. ولتجنب تجاوز حدود السرعة القصوى المسموح بها في الطريق فإن السائق يحتاج إلى معرفة **سرعته اللحظية**؛ أي سرعته عند لحظة معينة. ويبين عداد سرعة السيارة، السرعة اللحظية للسائق، كما هو مبين في الشكل ٢. كيف تتغير سرعتك اللحظية عندما تهبط بدراجتك تلاً، أو تصعد آخر؟

✓ **ماذا قرأت؟** ما الفرق بين السرعة اللحظية والسرعة المتوسطة؟

السرعة اللحظية هي السرعة عند لحظة محددة.

أما السرعة المتوسطة فهي السرعة خلال فترة زمنية محددة.



الشكل ٢ يقيس عداد المسافة في السيارة المسافة التي قطعتها، بينما يعطي مقياس السرعة السرعة اللحظية.

صف كيف تستعمل عداد المسافة لحساب السرعة المتوسطة؟

أقيس المسافة المقطوعة باستخدام عداد المسافات ثم أقسمها على الزمن اللازم لقطعها.



السرعة الثابتة أحياناً يتحرك جسم ما لفترة زمنية قد تطول أو تقصر، بحيث لا تتغير سرعته اللحظية. إذا لم تتغير السرعة اللحظية فإن الجسم يتحرك بسرعة ثابتة. وفي هذه الحالة فإن السرعة اللحظية والسرعة المتوسطة تكونان متساويتين.

حساب المسافة إذا تحرك الجسم بسرعة ثابتة فإن المسافة التي يقطعها في فترة زمنية محددة يمكن حسابها من معادلة السرعة المتوسطة. فإذا ضربت طرفي هذه المعادلة في الزمن فسوف تحصل على المعادلة التالية:

معادلة المسافة

$$\text{المسافة المقطوعة (م)} = \text{السرعة المتوسطة (م/ث)} \times \text{الزمن (ث)}$$

$$f = e \times z$$

لاحظ أن وحدة الزمن المستعملة في السرعة وفي الفترة الزمنية لا بد أن تكون هي نفسها لكي يتم اختصارها عند حساب المسافة.

السرعة المتجهة

افترض أنك تمشي بسرعة ثابتة في شارع ما متجهًا شمالاً. وعند تقاطع طرق توجهت نحو الشرق وبدأت السير بالسرعة نفسها، كما في الشكل ٣. لقد تغيرت حركتك رغم أن سرعتك بقيت قيمتها ثابتة. لكي تصف حركتك بصورة كاملة، عليك أن تحدد السرعة التي كنت تسير بها، وكذلك اتجاه حركتك. **فالسرعة المتجهة** لجسم ما هي مقدار سرعة ذلك الجسم واتجاه حركته. وبذلك تتغير السرعة المتجهة لجسم ما إذا تغير مقدار سرعته، أو تغير اتجاه حركته أو كلاهما.

التسارع

عند قمة منحدر يكون المتزلج في حالة سكون، أي أن سرعته صفر. وعند النزول تزداد سرعته أكثر فأكثر. ولو كان المنحدر أكثر ميلًا فإن سرعته سوف تزداد بمعدل أكبر. كيف تصف تغير السرعة في هذه الحالة؟ وكما أن السرعة تصف تغير المسافة مع الزمن فإن التسارع يصف كيف تتغير السرعة مع الزمن. **التسارع** هو التغير في السرعة المتجهة مقسومًا على الزمن اللازم لهذا التغير. يبين الشكل ٤ أمثلة على التسارع عندما يتغير مقدار السرعة، بينما يبقى اتجاه الحركة ثابتًا. ولتحديد اتجاه التسارع نأخذ بالاعتبار ما يحدث للسرعة؛ فإذا كانت السرعة تزداد فالتسارع في اتجاه السرعة، وإذا كانت تتناقص فالتسارع في عكس اتجاه السرعة.

✓ **ماذا قرأت؟** صف طريقتين تتغير فيهما حركة جسم عندما يتسارع.

**يمكن أن أغير من اتجاه حركة الجسم
أو أغير من سرعته.**

الرابط

علم الأرض

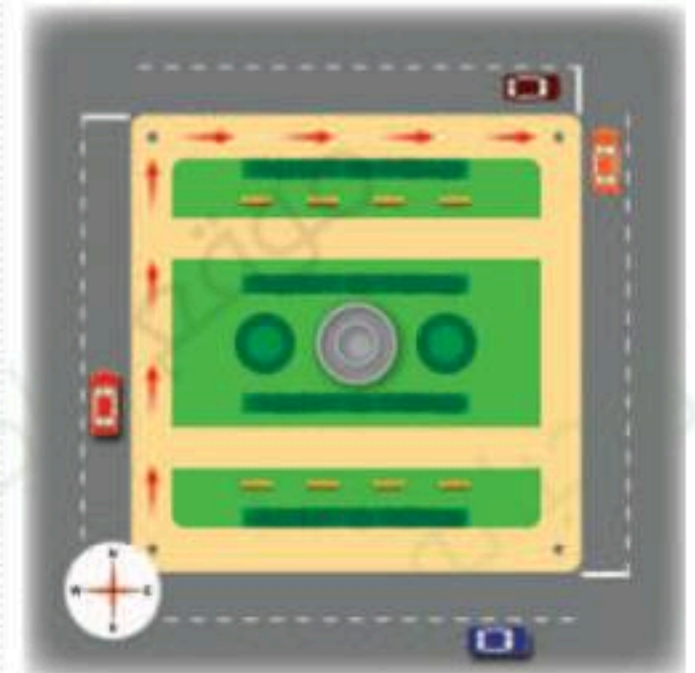


حركة القشرة الأرضية

القشرة الأرضية هي القسم الخارجي من الأرض. تنقسم القشرة الأرضية إلى قطع هائلة الحجم تتحرك ببطءٍ تسمى الصفائح. ابحث في سرعة هذه الصفائح، واعمل جدولاً في دفتر العلوم تبين فيه سرعة بعض هذه الصفائح.

الحل في الصفحة التالية

الشكل ٣ إذا كنت تسير نحو الشمال بسرعة ثابتة، ثم اتجهت شرقًا بالسرعة نفسها فإنك قد غيرت سرعتك المتجهة. حدد طريقة أخرى لتغيير سرعتك المتجهة.





حركة القشرة الأرضية

القشرة الأرضية هي القسم الخارجي من الأرض. تنقسم القشرة الأرضية إلى قطع هائلة الحجم تتحرك ببطء تسمى الصفائح. ابحث في سرعة هذه الصفائح، واعمل جدولاً في دفتر العلوم تبين فيه سرعة بعض هذه الصفائح.

حركة القشرة الأرضية

يتغير معدل حركة الصفيحة الأرضية بشكل كبير.

حيث توجد أبطأ حركة على امتداد سلسلة القطب الشمالي التي تتحرك بسرعة أقل من ٢,٥ سم / سنة ، وتوجد أسرع حركة عند مرتفع الباسيفك الشرقي الواقع غرب أمريكا الجنوبية، حيث تنزلق صفيحة المحيط الهادي بالنسبة إلى صفيحة نازكا بسرعة ١٥ سم / سنة.

وأحياناً تتحرك الصفيحة حركة مفاجئة أسرع كثيراً من معدلها الطبيعي. فمثلاً تتحرك صفيحة الهادي بمعدل طبيعي ٥ سم / سنة تقريباً بالنسبة إلى صفيحة أمريكا الشمالية، وقد حدث أن تحركت هذه الصفيحة في عام ١٩٠٦م فجأة ٦ أمتار تقريباً، ونتج عن ذلك زلزال سان فرانسيسكو الشهير.



الشكل ٤: إذا تغيرت سرعة جسم مع بقاء اتجاه حركته ثابتاً فإنه يتسارع. يعتمد اتجاه التسارع على تزايد أو تناقص قيمة السرعة.

حساب التسارع إذا تغيرت سرعة الجسم ولم يتغير اتجاه حركته فإنه يمكن حساب تسارعه من المعادلة التالية:

تجربة عملية سرعة الأجسام الساقطة
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإنشائية

$$\text{التسارع (م/ث}^2\text{)} = \frac{\text{السرعة النهائية (م/ث)} - \text{السرعة الابتدائية (م/ث)}}{\text{الزمن (ث)}}$$



$$ت = \frac{١٤ - ٢٤}{٥} \text{ م/ث}^2$$

حساب التسارع

تطبيق الرياضيات

التسارع على منحدر واجه متزلج يتحرك بسرعة ٨ م/ث انحداراً أدى إلى زيادة سرعته إلى ١٨ م/ث خلال ٥ ثوان. احسب تسارع المتزلج.

الحل

١ المعطيات

• السرعة الابتدائية: $١٤ = ٨ \text{ م/ث}$

• السرعة النهائية: $٢٤ = ١٨ \text{ م/ث}$

• الزمن: $٥ = ٥ \text{ ث}$

التسارع: $ت = ؟ \text{ م/ث}^2$

٢ المطلوب

٣ طريقة الحل

عوض في معادلة التسارع بقيم الكميات المعلومة

$$ت = \frac{١٤ - ٢٤}{٥} = \frac{٨ - ١٨}{٥} = \frac{١٠}{٥} = ٢ \text{ م/ث}^2$$

٤ التحقق من الحل

اضرب إجابتك التي حصلت عليها في الزمن، ثم أضف السرعة الابتدائية، سوف تحصل على السرعة النهائية التي وردت في السؤال أعلاه.

١. تسير عربة في مدينة الألعاب بسرعة ١٠ م/ث، وبعد ٥ ثوان من المسير على سكتها المنحدرة أصبحت سرعتها ٢٥ م/ث. احسب تسارع هذه العربة.

$$\text{السرعة الابتدائية} = ١٠ \text{ م / ث } \quad \text{السرعة النهائية} = ٢٥ \text{ م / ث } \quad \text{الزمن} = ٥ \text{ ث}$$

$$\text{التسارع} = (١٠ - ٢٥) \div ٥ = ١٥ \div ٥ = ٣ \text{ م / ث}^2$$

٢. تتباطأ السيارة التي تستقلها نظراً لاقترابها من إشارة ضوئية. فإذا كانت السيارة تسير بسرعة ١٦ م/ث وتوقفت خلال ٩ ثوان، فما تسارع هذه السيارة؟

$$\text{السرعة الابتدائية} = ١٦ \text{ م / ث } \quad \text{السرعة النهائية} = \text{صفر م / ث}$$

$$\text{الزمن} = ٩ \text{ ثوان}$$

$$\text{التسارع} = (١٦ - ٠) \div ٩ = ١,٨ \text{ م / ث}^2 \text{ تقريباً}$$

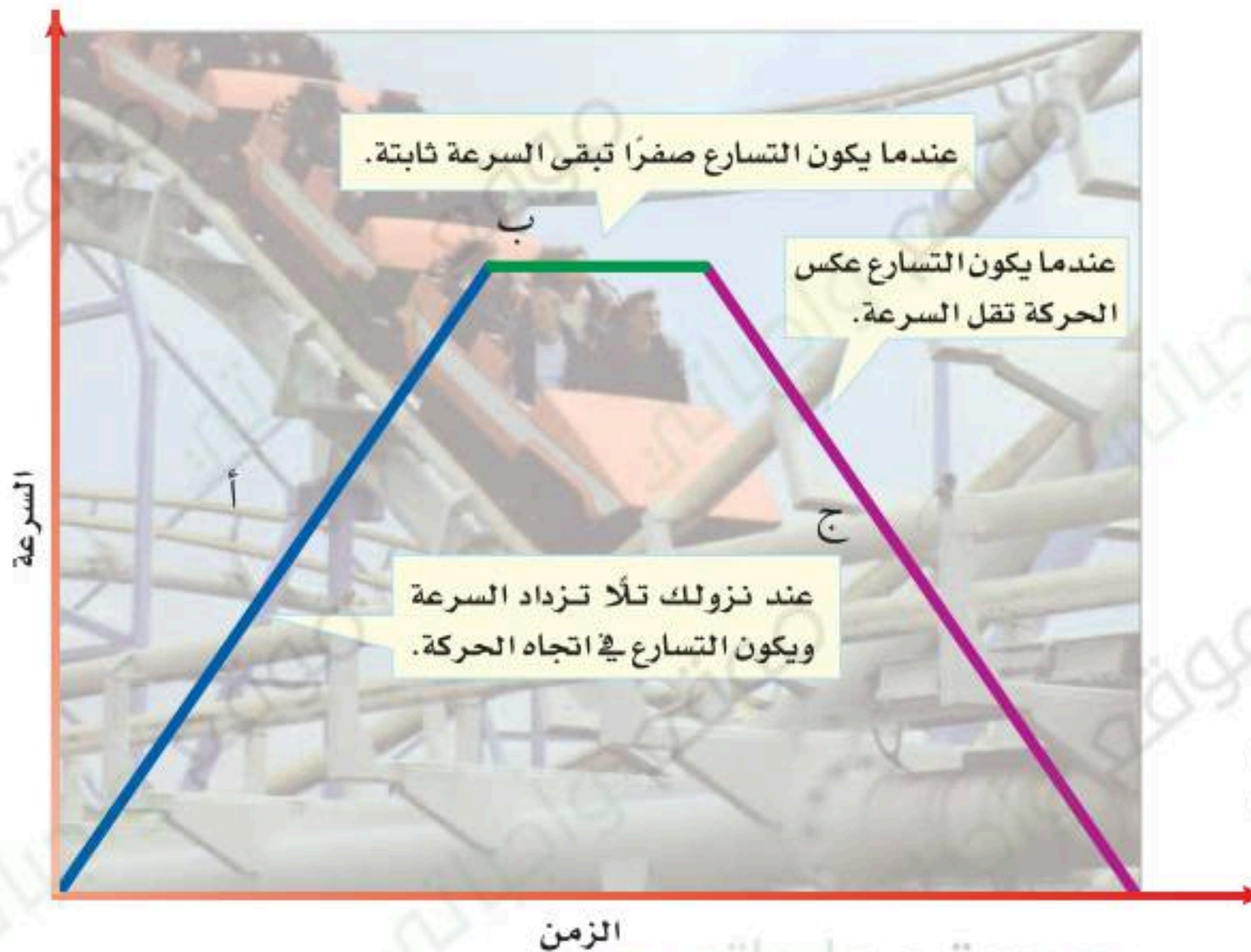
الإشارة السالبة تعني أن السيارة تتباطأ؛ لذلك مقدار تباطؤها هو ١,٨ م/ث^٢.

الرسم البياني للسرعة هل سبق أن ركبت العربة التي تتحرك على طريق متعرج في مدينة الألعاب؟ تخيل نفسك في هذه العربة وهي تهبط بك من قمة تل في السكة التي تسير عليها العربة، ثم عبر مسار أفقي مستقيم، ثم تصعد تلاً آخر في الجهة المقابلة. فإذا أردت أن تمثل سرعتك بيانياً، أي توضح كيف تتغير سرعتك مع الزمن خلال الحركة، فإنها ستبدو مثل الرسم الموضح في الشكل ٥ ب.

عند النزول تزداد سرعتك مع الزمن، كما يبين ذلك الجزء «أ» من الرسم. يرتفع الخط البياني عندما يكون التسارع في اتجاه الحركة. عندما تسير عبر المسار الأفقي المستقيم فإن سرعتك تكون ثابتة، وسيكون خط السرعة أفقياً، كما في الجزء «ب» من الرسم. يبين الخط الأفقي أن التسارع يساوي صفراً؛ لأن السرعة لا تتغير بمرور الزمن. أما في الجانب المقابل عندما تصعد التل فإن سرعتك سوف تتناقص، كما هو مبين في الجزء «ج» من الرسم.



الشكل ٥ أ حركة العربات في طريق متعرج في مدينة الألعاب.



الشكل ٥ ب يمكن بيان تسارع جسم ما من خلال منحني السرعة - الزمن.



اختبر نفسك

١. **فسر** إذا طارت طائرة بسرعة ثابتة مقدارها ٥٠٠ كم/ ساعة فهل يمكن اعتبارها تتسارع؟
نعم، يمكن اعتبار الطائرة متسارعة إذا تغير اتجاه حركتها، حتى لو بقي مقدار سرعتها ثابتاً عند ٥٠٠ كم / ساعة.
أما إذا ثبت المقدار والاتجاه فلا تتسارع.
٢. **استنتج** هل يمكن للسرعة اللحظية لجسم ما أن تكون أكبر من سرعته المتوسطة؟
نعم، قد تكون السرعة اللحظية أكبر من السرعة المتوسطة خلال جزء من الرحلة، وتكون أقل منها خلال جزء آخر.
٣. **حدد** هل يمكن لجسم متحرك بسرعة ثابتة في المقدار أن تتغير سرعته المتجهة؟
نعم؛ لأن السرعة المتجهة تعتمد على مقدار السرعة واتجاهها، ولذلك تتغير إذا تغير الاتجاه حتى لو ظل مقدار السرعة ثابتاً.
٤. **التفكير الناقد** صف حركة متزلج عندما يتسارع نازلاً إلى أسفل منحدر ثم عندما يصعد الجانب الآخر من المنحدر. ماذا يمكن أن يحدث لو كان الجانب الذي يصعده أقل انحداراً من الجانب الآخر؟
عند نزول المتزلج إلى أسفل المنحدر تزداد سرعته فيتسارع، وعند صعوده الجانب الآخر تتناقص سرعته فيتباطأ حتى يتوقف لحظة.
إذا كان الجانب الذي يصعده أقل انحداراً، فسيتباطأ بمعدل أقل، ولذلك يقطع مسافة أكبر قبل أن يتوقف.

تطبيق الرياضيات

٥. **حساب السرعة المتوسطة** خلال فترة ازدهام السير قد يحتاج سائق سيارة إلى ١,٥ ساعة لقطع مسافة ٤٥ كم. احسب السرعة المتوسطة للسيارة خلال هذه الرحلة.

$$\text{المسافة} = ٤٥ \text{ كم الزمن} = ١,٥ \text{ ساعة}$$

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$٤٥ \div ١,٥ = ٣٠ \text{ كم / ساعة}$$



تطبيق الرياضيات

٦. **قارن** المسافة المقطوعة والسرعة المتوسطة لكل من الشخصين التاليين: سار أحمد بسرعة ١,٥ م/ث لمدة ٣٠ ثانية، بينما سار سالم بسرعة ٢ م/ث لمدة ١٥ ثانية ثم بسرعة ١ م/ث لمدة ١٥ ثانية أخرى.

أحمد:

$$\text{المسافة} = ١,٥ \times ٣٠ = ٤٥ \text{ مترًا}$$

$$\text{السرعة المتوسطة} = ١,٥ \text{ م/ث}$$

سالم:

$$\text{المسافة الأولى} = ١٥ \times ٢ = ٣٠ \text{ مترًا}$$

$$\text{المسافة الثانية} = ١٥ \times ١ = ١٥ \text{ مترًا}$$

$$\text{المسافة الكلية} = ٣٠ + ١٥ = ٤٥ \text{ مترًا}$$

$$\text{الزمن الكلي} = ١٥ + ١٥ = ٣٠ \text{ ثانية}$$

$$\text{السرعة المتوسطة} = ٤٥ \div ٣٠ = ١,٥ \text{ م/ث}$$

إذن قطع أحمد وسالم المسافة نفسها، وهي ٤٥ مترًا، وكانت سرعتهم المتوسطة متساوية، وهي ١,٥ م/ث، رغم أن سرعة سالم تغيرت خلال حركته.



قوانين نيوتن للحركة

القوة

في هذا الدرس

الأهداف

- **تصف** كيف تؤثر القوى في الحركة.
- **تحسب** التسارع مستخدمًا القانون الثاني لنيوتن في الحركة.
- **توضح** القانون الثالث لنيوتن في الحركة.
- **تصف** تأثير قوة الشد على الأجسام المختلفة.

الأهمية

تصف قوانين نيوتن أنماط الحركة سواء البسيطة منها كما في المشي، أو المعقدة كما في إطلاق الصواريخ.

مراجعة المفردات

الجاذبية (الثقالة) قوة
جذب بين جسمين، تعتمد على كتلة كل منهما والمسافة بينهما.

المفردات الجديدة

- القوة
- قوانين الحركة لنيوتن
- الاحتكاك
- القصور الذاتي
- قوة الشد

الشكل ٦ بعد قذف الكرة تتبع مسارًا منحنياً نحو الأرض.

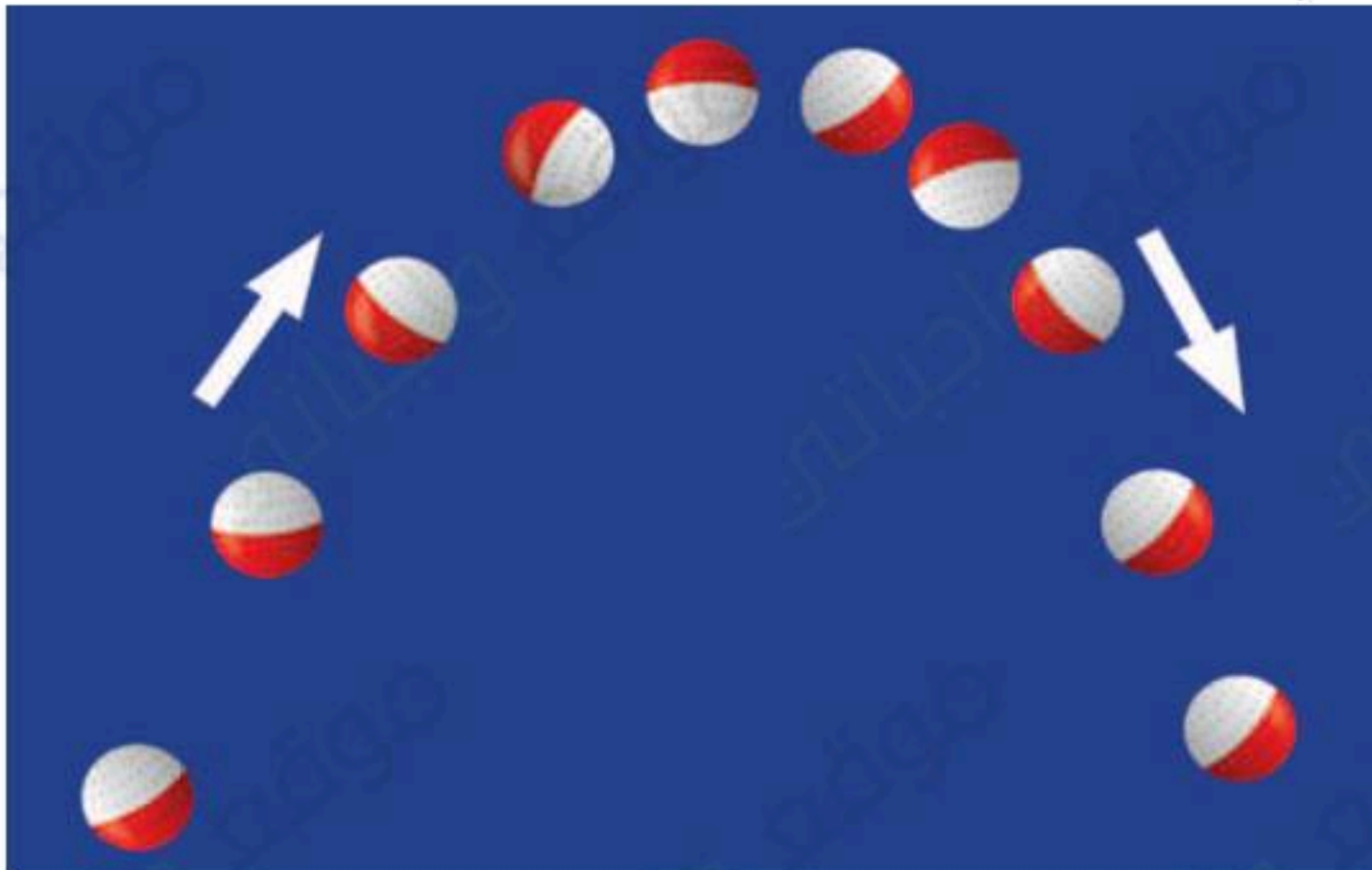
فسر كيف يبين هذا المسار المنحني تسارع الكرة؟

يدل التغير في الاتجاه على تسارع الكرة.

ما الذي يحرك الأجسام؟ إذا أردت الجلوس على المائدة فإنك تسحب الكرسي بعيداً عن الطاولة قبل أن تجلس، ثم تدفعه تحت الطاولة عندما تغادر. إنك تؤثر بقوة في الكرسي لتحركه. **ف القوة** إما دفع أو سحب وتقاس القوة بوحدة النيوتن في النظام الدولي للوحدات.

القوة والتسارع لتغيير حركة جسم ما يجب أن تؤثر فيه بقوة، وتعمل على تسارعه. فعندما تقذف كرة مثلاً، فإن يدك تؤثر بقوة في الكرة، وتؤدي إلى زيادة سرعتها، ويقال عندئذ إن الكرة تسارعت. تعمل القوة كذلك على تغيير اتجاه حركة الكرة. فبعد أن تغادر الكرة يدك يتغير مسارها كما في الشكل ٦. في أثناء تحليق الكرة تكون تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية لذلك يكون تسارع الكرة إلى أسفل فتتناقص سرعتها حتى تصبح صفراً عند قمة مسارها، ثم تغير اتجاه حركتها فتصبح السرعة بإتجاه التسارع نفسه، فتتزايد سرعة الكرة هابطة إلى أسفل. تذكر أن تغيير اتجاه حركة جسم يعني أنه في حالة تسارع. إن قوة الجاذبية سببت تسارع الكرة. وفي كل مرة تتغير سرعة جسم ما، أو يتغير اتجاه حركته، أو يتغير ان معاً فإن قوة ما تكون قد أثرت في هذا الجسم.

القوى المتزنة وغير المتزنة قد تؤثر مجموعة من القوى في جسم ما دون أن تحدث تغيراً في حركته. إذا ضغطت أنت وصديقك بقوتين متساويتين على الباب، وكانت القوتان متعاكستين فإن الباب لا يتحرك. تكون القوى متزنة إذا ألغى بعضها أثر بعض، ولم تسبب تغيراً في حركة الجسم. فإذا لم تلغ بعض القوى أثر بعض، فإنها تكون غير متزنة.



الشكل ٧ عندما تؤثر مجموعة من القوى في جسم ما فإن القوى تكون قوة محصلة.



عندما تؤثر قوتان في الاتجاه نفسه في جسم ما فإن القوة المحصلة تساوي مجموعهما.



إذا أثرت قوتان متساويتان في جسم ما في اتجاهين متعاكسين فإن القوة المحصلة تساوي صفرًا.



إذا أثرت قوتان غير متساويتين في جسم ما في اتجاهين متعاكسين فإن القوة المحصلة تساوي الفرق بينهما، وتكون في اتجاه القوة الكبرى.



القوة وانبات البذور

لكي تنمو النبتة الصغيرة الضعيفة فإن عليها أن تؤثر بقوة كافية لدفع التربة التي فوقها. حيث تتمدد هذه الخلايا مولودة ضغطًا، وهذه القوة تنتج عن ضغط الماء الذي تمتصه خلايا النبتة التي تتمدد بدورها مولودة ضغطًا، قد يصل إلى ٢٠ ضعف الضغط الجوي. ابحث في بعض العوامل التي تؤثر في الإنبات، واكتب فقرة في دفتر العلوم تبين ما تعلمته عن ذلك.

جمع القوى إذا أثرت في الجسم أكثر من قوة فكيف تكون حركة هذا الجسم؟ للإجابة عن ذلك نؤخذ هذه القوى في قوة واحدة تسمى القوة المحصلة، وهي التي تحدد حركة هذا الجسم. فكيف تتحد هذه القوى لتكون القوة المحصلة؟ إذا كانت القوى في الاتجاه نفسه فإنها تجمع، لتعطي القوة المحصلة، وإذا كانت قوتان متعاكستان في الاتجاه فإن القوة المحصلة تساوي الفرق بينهما، وتكون في اتجاه القوة الكبرى أو تساوي صفرًا إذا كانت القوتان المتعاكستان متساويتين الشكل ٧.

قوانين الحركة لنيوتن

كان إسحق نيوتن عام ١٦٦٥م قد حصل على شهادة البكالوريوس في كلية ترنتي بجامعة كمبردج. لكن الكلية أغلقت مؤقتًا؛ خوفًا من وباء الطاعون الذي أخذ ينتشر في كل أنحاء أوروبا، مما اضطر نيوتن إلى العودة إلى الريف، حيث تفرغ لمراقبة الطبيعة، والتفكير في أمورها ووقائعها، وإجراء التجارب البسيطة.

وقد أثمر ذلك كثيرًا من الاكتشافات العلمية، من بينها اكتشاف قانون الجاذبية. ومن أعظم اكتشافاته توضيح أثر القوى في تغيير حالة حركة الأجسام؛ حيث أدرك أن بإمكانه تفسير الحركة من خلال مجموعة من المبادئ تعرف حاليًا بقوانين الحركة لنيوتن.

يتأثر **إنبات البذور** بعدة عوامل **أهمها توافر الماء؛** إذ تمتصه البذرة فتنتفخ وتنشط خلايا الجنين، ووجود **الأكسجين** اللازم للتنفس وإنتاج الطاقة، وتوافر **درجة حرارة مناسبة** تختلف باختلاف نوع النبات.

كما تحتاج بعض البذور إلى الضوء، بينما تنبت أخرى بصورة أفضل في الظلام. ويؤثر أيضًا في الإنبات **سلامة البذرة وتهوية التربة وعمق زراعتها؛** فزيادة الماء أو انضغاط التربة قد يقللان الأكسجين ويعيقان الإنبات. وعندما تتوافر الظروف المناسبة يخرج الجذير ثم السويقة، وتتمدد الخلايا مولدة ضغطًا يساعد النبتة الصغيرة على دفع التربة التي فوقها.



القانون الأول لنيوتن

لو أنك دفعت كتابًا على سطح الطاولة أو على أرض الغرفة فإنه ينزلق ثم لا يلبث أن يتوقف. وكذلك لو ضربت كرة الجولف فإنها تصطدم بالأرض وتتدحرج ثم لا تلبث أن تتوقف. ويبدو أن أي جسم تحرّكه يتوقف بعد فترة. ربما تستنتج من ذلك أن الجسم لكي يستمر في حركته لابد من التأثير فيه بقوة وبصورة مستمرة. إن هذا الاستنتاج غير صحيح.

أدرك نيوتن، وقبله مجموعة من العلماء، أنه يمكن لجسم ما أن يكون متحركًا دون أن تؤثر فيه قوة محصلة. ينص القانون الأول لنيوتن على أن الجسم المتحرك لا يغير حركته ما لم تؤثر فيه قوة محصلة (قوة غير متزنة). ولذلك فإن جسمًا ساكنًا، ككتاب فوق الطاولة، سوف يستمر كذلك ما لم تؤثر فيه قوة تدفعه أو تسحبه.

إذا دفعت كتابًا على الطاولة فإنه ينزلق ثم يتوقف. لكن ماذا يحدث لو أن هناك جسمًا في حالة حركة، مثل كرة قذفتها نحو شخص آخر؟ حسب قانون نيوتن فإنها تستمر في حركتها إلا إذا أثرت فيها قوة محصلة. وهذا يعني أن هناك قوة يجب أن تعمل لتزيد سرعة الكرة أو تبطئها أو تغير اتجاه حركتها. أي أن الكرة المتحركة في الشكل ٨ سوف تستمر في حركتها في خط مستقيم وبسرعة ثابتة ما لم تؤثر فيها قوة أو قوى غير متزنة.

الاحتكاك ينزلق الكتاب على سطح الطاولة، يتباطأ، ثم يتوقف. ووفقًا لقانون نيوتن الأول، وحيث إن حركة الكتاب تغيرت فلا بد من وجود قوة أدت إلى توقفه. تسمى هذه القوة الاحتكاك. **الاحتكاك** قوة ممانعة تنشأ بين سطوح الأجسام المتلامسة، وتقاوم حركة هذه السطوح بعضها بالنسبة لبعض. تؤثر قوة الاحتكاك دائمًا في عكس اتجاه الحركة، كما هو مبين في الشكل ٩. ولتحافظ على حركة جسم في وجود الاحتكاك عليك أن تؤثر فيه دائمًا بقوة تتغلب على قوة الاحتكاك.

✓ **ماذا قرأت؟** في أي اتجاه تؤثر قوة الاحتكاك؟

بشكل معاكس لاتجاه الحركة.



تجربة

تحديد الأوزان بوحدة النيوتن

الخطوات

١. قف على ميزان، وقس كتلتك بالكيلوجرام.

٢. خذ كتابًا كبيرًا، وقف على الميزان ثانية، وقس الكتلة الكلية لك أنت والكتاب معًا.

٣. كرر الخطوة ٢ مستعملًا كرسيًا، ومعطفًا ثقيلًا، وجسمًا رابعًا تختاره أنت.

التحليل

١. اطرح كتلتك من كل من الكتل السابقة لحساب كتلة كل جسم بالكيلوجرام.

٢. اضرب كتلة كل جسم بالكيلوجرام في ٩,٨ لحساب الوزن بالنيوتن.

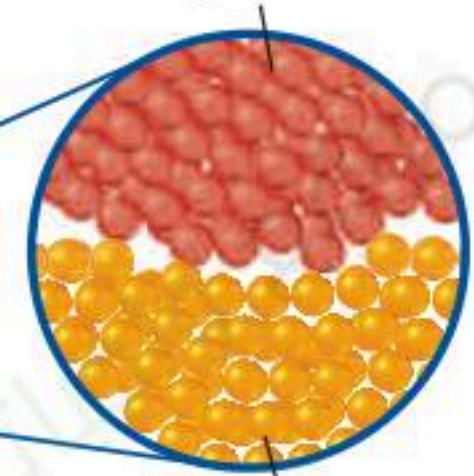
٣. احسب وزنك بالنيوتن.



الشكل ٨ بعد ضرب الكرة تتحرك على الأرض في خط مستقيم ما لم تؤثر فيها قوة خارجية.



جزيئات سطح الكتاب



جزيئات سطح الطاولة

الشكل ٩ ينتج الاحتكاك عن خشونة السطوح المتلامسة. تكبير الشكل يبين ما يبدو عليه سطح الكتاب و سطح الطاولة لو كان باستطاعتك رؤية جزيئاتها.

يعتمد مقدار قوة الاحتكاك على طبيعة السطحين المشتركين في الحركة. وكلما كانت الخشونة أكبر كان الاحتكاك أكبر. فلو دفعت صندوقاً على سطح من الجليد مثلاً فإنه يتحرك مسافة كبيرة قبل أن يتوقف، ولو دفعت الصندوق نفسه بقوة مساوية على سطح أملس لكنه أقل نعومة من الجليد فإنه يتحرك إلى مسافة أقل من الأولى. ولو كررت فعل ذلك على سطح سجادة خشنة فستجد أن الصندوق يكاد لا يتحرك.

الشكل ١٠ العربّة لها قصور ذاتي يُقاوم تحريكها عندما تدفعها.

قارن بين القصور الذاتي للعربة وهي فارغة، وقصورها الذاتي وهي تحمل جهاز العرض وباقي الأغراض.

القصور الذاتي والكتلة لا بد أنك لاحظت الصعوبة التي تواجهك عند تحريك جسم ثقيل، مثل الثلاجة، حتى لو كانت مزودة بعجلات. كذلك عندما تحاول أن تدفع شخصاً أكبر منك فقد لا تستطيع أن ترحله. بينما يسهل عليك دفع شخص أخف منك. وفي المقابل يصعب إيقاف جسم ثقيل متحرك، بينما يسهل ذلك بالنسبة لجسم خفيف. في كل هذه الحالات، ومنها حالة العربّة المبيّنة في الشكل ١٠، يقاوم الجسم إحداث تغيير في حالة حركته. هذا الميل إلى مقاومة إحداث تغيير في حركة الجسم يسمى **القصور الذاتي**.

القصور الذاتي للعربة وهي فارغة يكون أقل مما يسهل عليه تحريك العربّة، ويزداد القصور الذاتي للعربة وهي تحمل جهاز العرض وباقي أغراضه؛ لأنه كلما زادت كتلة الجسم زاد قصوره الذاتي.

بناءً على الخبرة العملية فإن تحريك أو إيقاف جسم ثقيل أصعب من إيقاف جسم خفيف؛ فكلما احتوى الجسم على مادة أكثر صار إحداث تغيير في حركته أصعب. وكتلة الجسم مقدار المادة الموجودة فيه. ولذلك كلما زادت كتلة الجسم زاد قصوره الذاتي. أي أن القصور الذاتي يتناسب مع الكتلة.



تجربة عملية قانون نيوتن الأول في الحركة
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإنزال



القانون الثاني لنيوتن

حسب القانون الأول لنيوتن فإنّ التغير في حركة جسم لا يحدث إلا إذا أثرت في الجسم قوة محصلة. لكن القانون الثاني لنيوتن يخبرنا كيف تعمل القوة المحصلة هذه على تغير حركة الجسم؛ إنّ القوة المحصلة تغير السرعة المتجهة للجسم وتؤدي إلى تسارعه. ينص القانون الثاني لنيوتن على أنه إذا أثرت قوة محصلة في جسم ما فإن تسارع هذا الجسم يكون في اتجاه تلك القوة، وهذا التسارع يساوي ناتج قسمة القوة المحصلة على كتلة الجسم.

القانون الثاني لنيوتن

$$\text{التسارع (م/ث}^2\text{)} = \frac{\text{القوة المحصلة (نيوتن)}}{\text{الكتلة (كجم)}}$$

$$a = \frac{F}{m}$$

حل معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

تسارع كرة سلة إذا أثرت قوة مقدارها ١٠ نيوتن في كرة سلة كتلتها ٥,٠ كجم فما تسارع الكرة؟

الحل

١ المعطيات

الكتلة: $k = 5,0$ كجم

القوة المحصلة: $F = 10$ نيوتن

التسارع: $a = ?$ م/ث^٢

٢ المطلوب

عوض بقيم الكميات المعلومة في معادلة التسارع:

٣ طريقة الحل

$$a = \frac{F}{m} = \frac{10 \text{ نيوتن}}{5,0 \text{ كجم}} = 20 = \frac{20 \text{ نيوتن}}{\text{كجم}} = 20 \text{ م/ث}^2$$

اضرب الجواب في كتلة الكرة. يجب أن تحصل على القوة المعطاة.

٤ التحقق من الحل

مسائل تدريبية

١. إذا دفعت صندوقاً كتلته ٢٠ كجم بقوة ٤٠ نيوتن فما تسارع الصندوق؟

وفق قانون نيوتن الثاني:

التسارع = القوة المحصلة ÷ الكتلة

القوة = ٤٠ نيوتن

الكتلة = ٢٠ كجم

التسارع = ٤٠ ÷ ٢٠ = ٢ م/ث^٢

٢. احسب تسارع عداء كتلته ٨٠ كجم إذا انطلق تحت تأثير قوة دفع مقدارها ٨٠ نيوتن.

القوة = ٨٠ نيوتن

الكتلة = ٨٠ كجم

التسارع = ٨٠ ÷ ٨٠ = ١ م/ث^٢



الكتلة والتسارع عندما تؤثر قوة محصلة في جسم ما فإن تسارع هذا الجسم يعتمد على كتلته. وكلما كانت كتلة الجسم أكبر زاد قصوره الذاتي وزادت بذلك صعوبة إحداث تسارع في حركته. فإذا أثرت بقوة دفع في عربة تسوق فارغة وأثرت بالقوة نفسها في ثلاجة، فإن تسارع الثلاجة سيكون أقل كثيراً من تسارع العربة انظر الشكل ١١. وهكذا كلما كانت الكتلة أكبر كان التسارع أقل إذا كانت القوة نفسها تؤثر في الأجسام المختلفة.



الشكل ١١ يعتمد تسارع أي جسم على كل من: القوة المحصلة المؤثرة فيه، وكتلته.
قارن بين تسارع سيارة كتلتها ٩٠٠ كجم ودراجة هوائية كتلتها ١٢ كجم، إذا أثرت في كل منهما قوة مقدارها ٢٠٠٠ نيوتن.

عند ثبوت القوة المؤثرة على جسمين فإن التسارع يعتمد على الكتلة فكلما زادت كتلة الجسم زاد قصوره الذاتي وقل التسارع ولذلك فإن تسارع السيارة التي كتلتها ١٢ كجم.

$$\text{تسارع السيارة} = 2000 \div 900 = 2.2 \text{ م / ث}^2$$

$$\text{تسارع الدراجة} = 2000 \div 12 = 167 \text{ م / ث}^2$$

الشكل ١٢ عندما يضغط السباح بقوة على جدار حوض السباحة فإن الجدار يدفعه بقوة معاكسة له في الاتجاه ومساوية لقوته في المقدار.

القانون الثالث لنيوتن

من السهل أن تدرك أنك عندما تستند إلى جدار فإنك تضغط عليه، ولكن قد تتفاجأ لو عرفت أن الجدار أيضاً يضغط عليك. بناءً على القانون الثالث لنيوتن فإنه عندما يؤثر جسم ما بقوة في جسم آخر فإن الجسم الآخر يؤثر في الجسم الأول بقوة مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه. فمثلاً عندما تسير على الرصيف فإنك تدفع الرصيف بقوة نحو الخلف، لكن الرصيف أيضاً يدفعك بقوة مساوية ولكن نحو الأمام. القوة التي يؤثر بها الجسم الأول هي قوة الفعل، بينما القوة التي يؤثر بها الجسم الثاني هي قوة رد الفعل. في الشكل ١٢، قوة الفعل هي القوة التي يؤثر بها السباح في جدار البركة بينما رد الفعل هو القوة التي يؤثر بها الجدار في السباح. الفعل ورد الفعل قوتان متساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه. ويوضح الشكل ١٣ في الصفحة التالية كيف تؤثر قوانين نيوتن في حركة رواد الفضاء وفي حركة المكوك الفضائي.

ماذا قرأت؟ لماذا لا تلغي قوتا الفعل ورد الفعل أحدهما الأخرى؟

لأن قوتا الفعل ورد الفعل متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه وكل منهما تؤثر في الجسم بشكل مختلف.



رد الفعل ← الفعل

العلاقة بين قوانين نيوتن ورحلات الفضاء

وبحسب القانون الثالث لنيوتن فإن لكل قوة فعل قوة رد فعل مساوية له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه. إن إطلاق مكوك الفضاء يوضح القانون الثالث. احتراق الوقود في الصاروخ يولد الغازات. يعمل الصاروخ على دفع هذه الغازات للتخلص منها عند فتحة أسفل الصاروخ. قوة رد الفعل تولدها هذه الغازات، وتؤثر في الصاروخ نحو الأعلى.

يفسر القانون الثاني لنيوتن لماذا يبقى المكوك في مساره. ففوة جذب الأرض على المكوك تؤدي إلى تسارعه. وهذا يؤدي إلى تغيير اتجاه حركة المكوك بحيث يظل يدور حول الأرض.



الشكل ١٣

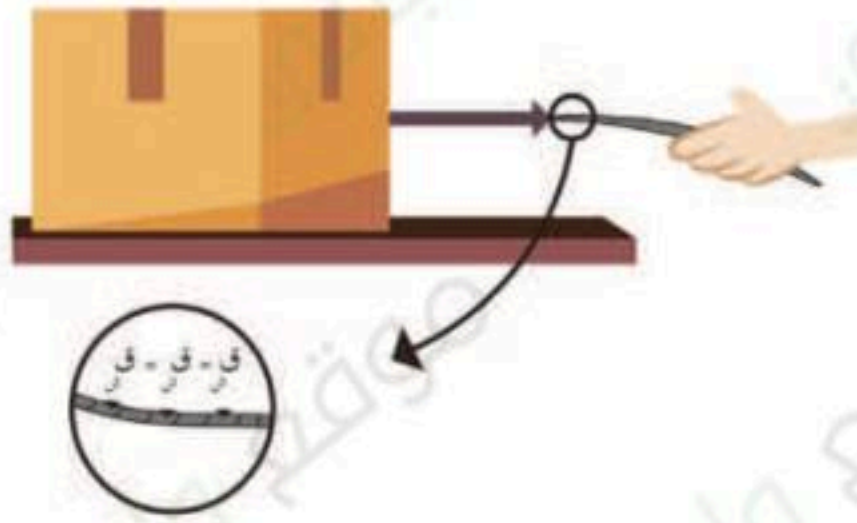
قوانين نيوتن للحركة شاملة
فهي تنطبق على الفضاء الخارجي كما تنطبق على الأرض. وتساعد هذه القوانين في تصميم مركبات الفضاء من خلال استنتاج مساراتها عندما تطلق في تلك المسارات حول الأرض والمناطق البعيدة. إليك بعض الأمثلة على تأثير قوانين نيوتن في رحلات المكوك الفضائي.



وتبعاً للقانون الأول لنيوتن فإن حركة الجسم تتغير فقط إذا أثرت فيه قوة محصلة خارجية. فرائد الفضاء يدور حول الأرض مع المكوك. فلو دفع الرائد المكوك بقوة فإن المكوك بدوره سوف يدفع رائد الفضاء بقوة أيضاً. وتبعاً للقانون الأول فإن هذا سوف يؤدي إلى ابتعاد رائد الفضاء عن المكوك.



قوى الشد



الشكل ١٤ قيمة قوة الشد متساوية في جميع أجزاء الحبل.

عند سحب جسم ما بواسطة حبل أو خيط فإنه يخضع للشد. والقوة التي تنتقل عبر حبل أو خيط أو أي أداة تشبه الحبل عند شد أحد طرفي الحبل أو كلاهما يطلق عليها **قوة الشد**. كما في الشكل ١٤.

هناك صندوق مربوط بأحد طرفي الحبل، ويقوم أحدهم بشد الحبل من الطرف الآخر. نلاحظ أن القوة التي يؤثر بها الشخص على أحد طرفي الحبل تنتقل خلال الحبل لتصل إلى الصندوق وتؤثر عليه؛ ولذا سميت بقوة الشد. ونرمز لقوة الشد بالرمز (ق ش).



الشكل ١٥ عند عدم إهمال كتلة الحبل فإن قوة الشد غير متساوية في أجزاء الحبل.

ما الذي يحدث عند شد الحبل؟ الحبال عبارة عن خيوط مجدولة مع بعضها، وعند التأثير عليها بقوة شد (سحب) على الطرف الأيمن من الحبل تنتقل هذه القوة عبر الحبل وتصل إلى الطرف الآخر، وما يحدث هو أن قوة الشد تنتقل بالتساوي في جميع أجزاء الحبل وذلك لأن كتلة الحبل صغيرة لذلك دائماً ما تعد كتلة الحبال و الخيوط مهملة. والسبب في ذلك هو أنه لو كان للحبل كتلة كبيرة وغير مهملة، فإنه عند التأثير بقوة عليه لشد جسم ما نحتاج لبذل قوة أكبر لشد الحبل والجسم معاً وسوف نلاحظ أن قوة الشد تقل تدريجياً من مكان تأثير القوة على امتداد الحبل. كما في الشكل ١٥. ونجد أن قيمة قوة الشد القريبة من يد الطفل أكبر من قوة الشد في منتصف الحبل وتقل حتى تصل إلى الصندوق.

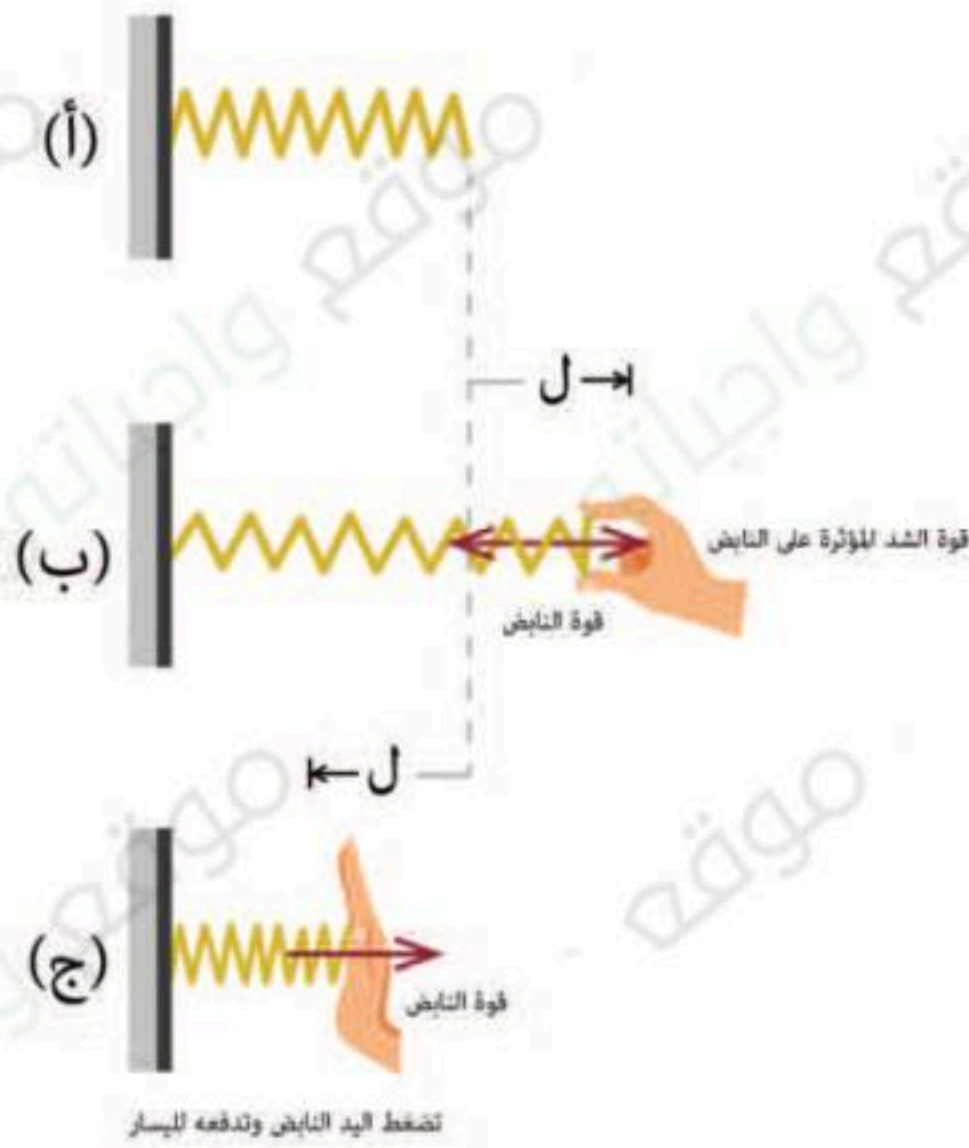
فالحبال والخيوط قادرة على السحب فقط وهي لا تستطيع أن تدفع الأجسام بسبب إنحنائها كما في الشكل ١٦.



الشكل ١٦ إنحناء الحبل عند تعرضها لقوة الدفع.



قوى الشد في النابض



الشكل ١٧

الحالة (أ) : لا يوجد أي قوة مؤثرة في النابض.

الحالة (ب) : يتأثر النابض بقوة الشد التي تؤدي إلى استطالته وقوة النابض قوة مساوية للقوة المؤثرة عليه ومعاكسة لها في الاتجاه.

الحالة (ج) : يتأثر النابض بقوة فينضغط التي تؤدي إلى التقليل في طوله.

يمتاز النابض بالمرونة فهو يستطيل وينضغط حسب مقدار واتجاه القوة المؤثرة عليه، وعند زوال القوة يعود لشكلة الأصلي. كما في الشكل ١٧. إذا كان لدينا نابض متصل بحائط كما في الشكل ١٧-أ ولم تؤثر عليه أي قوة لشدّه فإننا نصف هذا النابض بأنه متزن.

وعندما يتأثر النابض بقوة شد (سحب) نحو اليمين كيف يتغير شكل النابض؟ سنلاحظ كما في الشكل ١٧-ب أن طول النابض يزداد عندما نقوم بشده نحو اليمين وأن مقدار الزيادة في الطول (l) يعتمد على مقدار قوة الشد المؤثرة على النابض فكلما زادت القوة يزداد مقدار طول النابض.

وبالمثل فعند التأثير على النابض بقوة لضغط النابض نحو اليسار نجد أن طول النابض يتقلص كما في الشكل ١٧-ج، ويزداد مقدار الانضغاط لحلقات النابض بزيادة القوة المؤثرة على النابض لجعله ينضغط.

وعند استطالة النابض أو انضغاطه نجد أن القوة تقوم بفعل يخزن في النابض على شكل طاقة مخزنة كامنة مرونية، ويعتمد مقدار هذه الطاقة على مقدار الاستطالة أو الانضغاط الواقع على النابض فإذا زاد مقدار الاستطالة أو الانضغاط يزداد مقدار الطاقة المخزنة في النابض.

اختبر نفسك

١. اشرح العلاقة بين القصور الذاتي لجسم وكتلته.
العلاقة طردية؛ فكلما زادت كتلة الجسم زاد قصوره الذاتي، وأصبح تغيير حالته الحركية أصعب.

٢. **اطبق** إذا أثرت قوة مقدارها ٥ نيوتن في جسم نحو اليسار وقوة أخرى مقدارها ٩ نيوتن نحو اليمين، فما القوة المحصلة؟

القوتان متعاكستان، لذا نحسب الفرق:
القوة المحصلة = ٩ - ٥ = ٤ نيوتن نحو اليمين؛ لأن القوة المتجهة نحو اليمين هي الأكبر.

٣. **استنتج** إذا كانت سيارة تتحرك بسرعة ثابتة المقدار، فهل يلزم أن تكون واقعة تحت تأثير قوى متزنة؟

لا، ليس بالضرورة؛ فقد تتحرك السيارة بسرعة ثابتة المقدار مع تغير اتجاهها عند الانعطاف، فتتغير سرعتها المتجهة وتتسارع، وهذا يعني وجود قوة محصلة غير متزنة.
أما إذا تحركت بسرعة ثابتة في خط مستقيم، فتكون القوى المؤثرة فيها متزنة.

٤. **حدد** يتم ضغط نابض أفقيًا عن طريق التأثير عليه بقوة كما في الشكل



ما نوع الطاقة التي يحتويها النابض المضغوط؟

يحتوي النابض المضغوط على طاقة وضع مرونية، وتسمى أيضًا طاقة كامنة مختزنة.

٥. **التفكير الناقد** ينزلق كتاب على سطح طاولة، بحيث تقل سرعته تدريجيًا حتى يتوقف. فسر

ما إذا كان ذلك يشكل تناقضًا مع القانون الأول لنيوتن في الحركة أم لا؟

لا يشكل ذلك تناقضًا مع قانون نيوتن الأول؛ لأن قوة الاحتكاك بين الكتاب والطاولة قوة غير متزنة تؤثر عكس اتجاه حركته فتقل سرعته تدريجيًا حتى يتوقف.

تطبيق الرياضيات

٦. **احسب** القوة المحصلة المؤثرة في كرة كتلتها ١٥، ٠ كجم وتسارعها ٢٠ م/ث^٢؟

القانون:

القوة المحصلة = الكتلة × التسارع

القوة المحصلة = ١٥ × ٢٠ = ٣ نيوتن

إذن القوة المحصلة المؤثرة في الكرة تساوي ٣ نيوتن.



الشغل والآلات البسيطة

الشغل

في هذا الدرس

الأهداف

- تعرف المقصود بالشغل.
- تميز بين أنواع مختلفة من الآلات البسيطة.
- توضح كيف تقلل الآلات البسيطة الجهد المبذول.

الأهمية

تسهل الآلات البسيطة الشغل المبذول.

مراجعة المفردات

نصف القطر المسافة بين مركز الدائرة وأي نقطة على محيطها.

القوة: إما دفع أو سحب وتقاس القوة بوحدتي النيوتن في النظام الدولي للوحدات.

المفردات الجديدة

- الشغل
- الآلة المركبة
- الآلة البسيطة
- الفائدة الآلية
- المستوى المائل

تفسر قوانين نيوتن في الحركة كيف تغير القوى من حالة حركة الجسم. فأنت إذا أثرت بقوة في الصندوق، كما هو مبين في الشكل ١٨، فسوف يتحرك إلى أعلى. فهل يعني ذلك أنك بذلت شغلاً على الصندوق؟ عندما تفكر في الشغل ربما يتبادر إلى ذهنك الأعمال المنزلية الروتينية. أمّا في العلوم فإن تعريف الشغل أكثر تحديداً. يُبذل **الشغل** عندما تؤدي القوة المؤثرة في جسم إلى تحريك الجسم في اتجاه القوة المؤثرة نفسه.

الجهد لا يساوي الشغل دائماً إذا ضغطت على جدار فهل تبذل شغلاً؟ تذكر أنه لبذل شغل لا بد من توافر شرطين. أولاً، يجب أن تؤثر بقوة في الجسم. ثانياً، يجب أن يتحرك الجسم في اتجاه القوة المؤثرة. إذا لم يتحرك الجدار فليس هناك شغل مبذول. تخيل نفسك ترفع الصندوق في الشكل ١٨، إن يديك تؤثران بقوة إلى أعلى لرفع الصندوق، ويتحرك الصندوق إلى أعلى في اتجاه القوة، لذا فأنت بذلت شغلاً. ولكن إذا تحركت إلى الأمام وأنت تحمل الصندوق، فإنك سوف تبقى تشعر بأن ذراعيك تؤثران بقوة للأعلى على الصندوق. ولكن الصندوق يتحرك إلى الأمام. ولأن اتجاه الحركة ليس بنفس اتجاه القوة المؤثرة من ذراعيك على الصندوق فإن ذراعيك لا يبذلان شغلاً.

الشكل ١٨ يُبذل شغل فقط عندما يتحرك الجسم في اتجاه القوة المؤثرة فيه.

أنت تبذل شغلاً عند رفعك
الصندوق إلى أعلى لأن
الصندوق يتحرك إلى أعلى.

اتجاه
القوة

اتجاه
القوة

اتجاه
الحركة

اتجاه
الحركة

بالرغم من حركة الصندوق إلى الأمام فإن ذراعيك لا تبذلان شغلاً لأنهما تؤثران بقوة إلى أعلى.



العضلات والشغل

رغم أن الجدار لا يتحرك عندما تضغط عليه، لكنك تشعر بالتعب. تقلص عضلات جسمك حينما تضغط. هذا التقلص ناتج عن تفاعلات كيميائية في عضلاتك. ونتيجة ذلك فإن جسمك يبذل شغلاً عندما تدفع. ابحث في كيفية تقلص العضلات، واكتب عن ذلك في دفتر العلوم.

حساب الشغل

لبذل شغل يجب أن تؤثر قوة ويتحرك الجسم في اتجاه القوة نفسها. وكلما كانت القوة أكبر زاد الشغل المبذول. أيّ العاملين يلزمه شغل أكثر؛ رفع الحذاء من الأرض إلى ارتفاع خصرك، أم رفع مجموعة من الكتب من الأرض إلى الارتفاع نفسه؟ رغم تحرك الحذاء ومجموعة الكتب المسافة نفسها إلا أن القوة اللازمة لرفع الكتب أكبر. ولذلك، يلزم بذل شغل أكبر. ويمكن حساب الشغل باستخدام المعادلة التالية:

معادلة الشغل

$$\text{الشغل (جول)} = \text{القوة (نيوتن)} \times \text{المسافة (م)}$$

$$\text{ش} = \text{ق} \times \text{ف}$$

والمسافة المقصودة هنا هي تلك التي يتحركها الجسم في اتجاه القوة.

العضلات والشغل يتكون نسيج العضلة من ألياف، وكل ليف يتكون من خيوط سميكة ورفيعة من البروتينات. تنزلق الخيوط البروتينية بعضها نحو بعض خلال الانقباض فيقصر الليف، وعند ارتخاء العضلة تعود الخيوط البروتينية إلى موضعها السابق.



حل معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

رفع الأثقال رفع رافع أثقال وزناً مقداره ٥٠٠ نيوتن مسافة ٢ م من الأرض إلى موقع أعلى من رأسه. احسب الشغل الذي بذله.

الحل

١ المعطيات

القوة: ق = ٥٠٠ نيوتن

المسافة: ف = ٢ م

٢ المطلوب

الشغل: ش = ؟ جول

٣ طريقة الحل

عوض بالقيم المعلومة للقوة والمسافة في معادلة الشغل

ش = ق × ف = ٥٠٠ نيوتن × ٢ م

ش = ١٠٠٠ جول

٤ التحقق من الحل

اقسم الإجابة على المسافة، سوف تنتج القوة المعطاة.

مسائل تدريبية

١. إذا دفعت عربة حاسوب مسافة ١٠ أمتار بقوة أفقية مقدارها ٥٠ نيوتن، فما مقدار الشغل الذي تبذله؟

الشغل = القوة × المسافة

ش = ق × ف

القوة = ٥٠ نيوتن

المسافة = ١٠ أمتار

الشغل = ٥٠ × ١٠ = ٥٠٠ جول

٢. ما مقدار الشغل الذي يبذله متسابق أولمبي أثناء ركضه مسافة ٢٠٠ متر بقوة ٦ نيوتن؟

الشغل = القوة × المسافة

ش = ق × ف

القوة = ٦ نيوتن

المسافة = ٢٠٠ متر

الشغل = ٦ × ٢٠٠ = ١٢٠٠ جول



يقاس الشغل بوحدة الجول (J)، نسبة إلى العالم البريطاني جيمس بريسكوت جول الذي بين أن الشغل والطاقة مرتبطان.

قد يساعدك على تكوين تصور عن قيمة الجول أن تعلم أنه لرفع ثمرة خوخ كبيرة من الأرض إلى ارتفاع خصرك يلزم بذل ١ جول من الشغل تقريبًا.

ما الآلة؟

كم آلة استعملت اليوم؟ وفيما استعملتها؟

الآلة أداة تسهل أداء العمل. مفتاح العلب المبين في الشكل ١٩ آلة تحول القوة الصغيرة إلى قوة أكبر، وبذلك يسهل فتح العلبة. **الآلة البسيطة** هي التي تتطلب حركة واحدة فقط. مفك البراغي مثال على الآلة البسيطة؛ فهو يعمل بحركة دائرية. ومن الآلات البسيطة: البكرة، والرافعة (العتلة)، والعجلة والمحور، والسطح المائل، والإسفين والبرغي. أما **الآلة المركبة** فتتكون من مجموعة من الآلات البسيطة، ومنها مفتاح العلب. تسهل الآلات البسيطة الشغل بإحدى الطرائق التالية: تغيير مقدار القوة، أو تغيير اتجاه القوة، أو كليهما معًا.

الفائدة الآلية نقول إن الآلات مفيدة؛ لأنها تقوم بمضاعفة أثر القوى المبذولة. وتعرف النسبة التي تضاعف بها الآلة أثر القوة المؤثرة بـ **الفائدة الآلية**. عندما تضغط على مقبض مفتاح العلب فإنك تؤثر فيه بقوة تسمى القوة المبذولة ويغير مفتاح العلب هذه القوة إلى قوة أخرى تؤثر في النصل الذي يقطع غطاء العلبة، وتسمى هذه القوة الناتجة. ويمكن إيجاد الفائدة الآلية بقسمة القوة الناتجة على القوة المبذولة.

معادلة الفائدة الآلية

$$\text{الفائدة الآلية} = \frac{\text{القوة الناتجة}}{\text{القوة المبذولة}}$$

✓ **ماذا قرأت؟** كيف تجعل الآلات البسيطة الشغل أسهل؟

تسهل الآلات البسيطة الشغل بإحدى الطرائق التالية:

١. تغيير مقدار القوة.
٢. تغيير اتجاه القوة.
٣. أو كليهما معًا.



الشكل ١٩ مفتاح العلب يحول القوة الصغيرة من يدك إلى قوة كبيرة على النصل الذي يقطع غطاء العلبة.

الحل في الصفحة التالية

العلوم
عبر المواقع الإلكترونية
الآلات القديمة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة عبر شبكة الإنترنت **نشاط** اكتب قصة تقع أحداثها في القرن التاسع عشر يستخدم فيها شخصيات القصة ثلاث آلات قديمة. وبيّن كيف تسهل الآلات العمل.



الآلات القديمة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة عبر شبكة الإنترنت **نشاط** اكتب قصة تقع أحداثها في القرن التاسع عشر يستخدم فيها شخصيات القصة ثلاث آلات قديمة. وبيّن كيف تسهل الآلات العمل.

الآلات القديمة في الميناء : في عام ١٨٧٥م كان حسن يعمل مع والده في ميناء قديم.

وعندما وصلت سفينة تحمل صناديق ثقيلة، استخدموا **رافعة** مصنوعة من لوح خشبي وحجر لرفع الصناديق بقوة أقل.

ثم وضعوا **مستوى مائلاً** لنقل الصناديق إلى المخزن بدلاً من رفعها إلى أعلى مباشرة، فقل مقدار القوة المطلوبة مقابل زيادة مسافة الحركة.

وبعد ذلك استخدموا **بكرة مركبة** لرفع أكياس الحبوب إلى الطابق العلوي؛ فغيّرت اتجاه القوة وقللت القوة اللازمة للرفع.

أدرك حسن أن الآلات البسيطة لا تقلل مقدار الشغل، لكنها تسهّل أداءه بتغيير مقدار القوة أو اتجاهها.

تجربة

ملاحظة الفائدة الآلية للبكرات

الخطوات

١. اربط حبلًا طوله ٣ أمتار في منتصف عصا مكنسة أو وتد، وأمسك هذه العصا أفقيًا. اطلب إلى زميلك أن يمسك عصا أخرى أفقيًا. لف الحبل حول كلا العصوين أربع مرات مع المحافظة على مسافة بين العصوين مقدارها نصف متر.

٢. يسحب طالب ثالث الحبل بينما يحاول زميلاه إبقاء العصوين على البعد نفسه.

٣. لاحظ ما يحدث. كرر التجربة بلف الحبل لفتين ثم ثماني لفات.

التحليل

١. صف ما شاهدت. هل استطاع الطالبان الإبقاء على العصوين متباعدتين؟

من غير الممكن تقريبًا منع سحب العصوين معًا.

٢. قارن النتائج في حالة لف الحبل لفتين ثم أربعًا، ثم ثماني لفات حول العصوين.

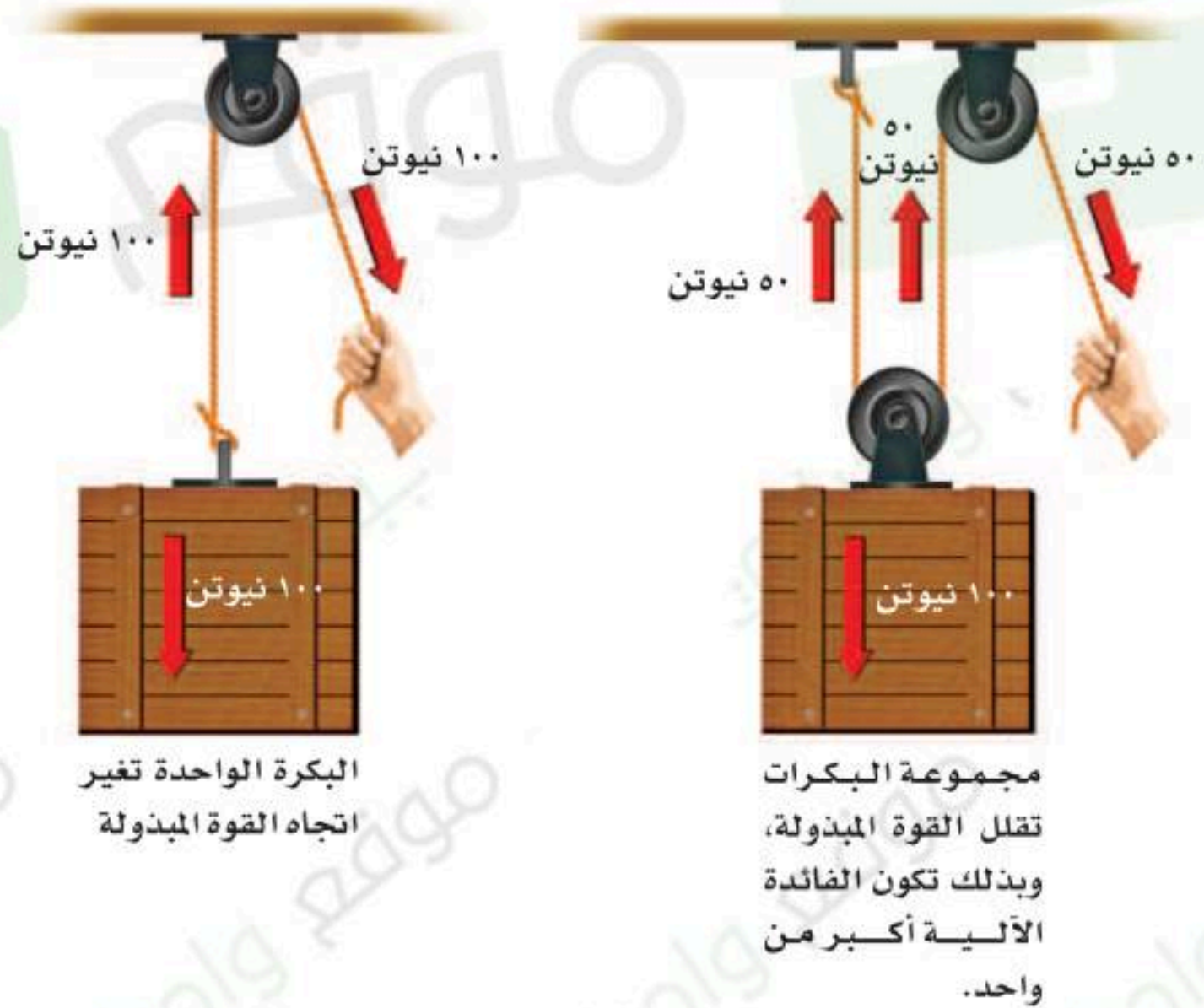
كلما زاد عدد لفات الحبل حول العصوين كان منع سحبهما معًا أصعب.

البكرة

لرفع ستارة نافذة فإنك تشد حبلًا للأسفل يمر خلال بكرة تغير اتجاه القوة. فالبكرة عجلة بها تجويف في وسط إطارها يمكن أن يمر خلاله حبل. تغير البكرة اتجاه القوة المبذولة. فالبكرة البسيطة المبينة في الشكل ٢٠ تغير اتجاه القوة فقط وليس مقدارها، لذا فالفائدة الآلية لها تعادل ١.

يمكن الحصول على فائدة آلية أكبر إذا استخدمنا أكثر من بكرة واحدة كما في نظام البكرتين المبين في الشكل ٢٠ فائدته الآلية تساوي ٢.

كل حبل من حبال الحمل يحمل نصف الوزن المعلق. ولذلك تكون القوة المبذولة مساوية لنصف وزن الثقل المرفوع. وهكذا، تكون الفائدة الآلية ضعف الفائدة الآلية للبكرة الواحدة. لاحظ أنه في هذه الحالة حصلنا على قوة مقدارها ١٠٠ نيوتن (٥٠ نيوتن + ٥٠ نيوتن) لرفع الصندوق وذلك بالتأثير في الحبل الحر بقوة مقدارها ٥٠ نيوتن فقط.



الشكل ٢٠ البكرة تغير اتجاه القوة المبذولة، وقد تعمل على إنقاص القوة اللازمة.



الملقط يمثل رافعة من النوع الثالث. نقطة الارتكاز هي اليد السفلى القوة الناتجة تقع عند نهاية الملقط.



عربة اليد رافعة من النوع الثاني. نقطة الارتكاز هي العجلة، بينما تؤثر القوة المبذولة في المقبضين. والحمل، الذي يمثل القوة الناتجة، يقع بين القوة المبذولة ونقطة الارتكاز.



يستعمل المفك أحياناً بوصفه رافعة من النوع الأول، حيث تكون نقطة الارتكاز بين القوة المبذولة والقوة الناتجة.

الشكل ٢١ تصنف الرافعة (العتلة)

تبعاً لموضع كل من القوة المبذولة والقوة الناتجة ونقطة الارتكاز.

الرافعة (العتلة)

من المحتمل أن تكون الرافعة أول آلة بسيطة اخترعها الإنسان. ورافعة قضيب أو لوح يرتكز على نقطة ثابتة تسمى نقطة الارتكاز. تعمل الروافع على زيادة القوة أو زيادة المسافة التي تؤثر خلالها القوة. وكما هو موضح في الشكل ٢١، فالروافع تنقسم إلى ثلاثة أنواع، بناءً على موضع تأثير القوة المبذولة، والقوة الناتجة، ونقطة الارتكاز. ففي النوع الأول تكون نقطة الارتكاز بين القوة المبذولة والقوة الناتجة، ويستعمل النوع الأول عادة لزيادة القوة، كما هو الحال في المفك المستخدم لرفع غطاء. أما إذا وقعت القوة الناتجة بين القوة المبذولة وبين نقطة الارتكاز - كما في عربة اليد - فتكون الرافعة من النوع الثاني، وتكون القوة الناتجة دائماً أكبر من القوة المبذولة. وفي النوع الثالث تكون القوة المبذولة بين نقطة الارتكاز والقوة الناتجة. والفائدة الآلية للنوع الثالث تكون دائماً أقل من واحد، ففي النوع الثالث تزيد المسافة التي تؤثر خلالها القوة، كما في الملقط.



الشكل ٢٢ نصف قطر العجلة أكبر من نصف قطر المحور. ولذلك تكون الفائدة الآلية للعجلة والمحور أكبر من واحد.

العجلة والمحور حاول إدارة مقبض دائري من قاعدته الضيقة القريبة من الباب، ثم كرر المحاولة من رأسه العريض. ستجد أن إدارته من رأسه العريض أسهل. مقبض الباب مثال على العجلة والمحور. انظر الشكل ٢٢. يتكون هذا النظام من جسمين مثبتين معًا ويدوران حول المحور نفسه. الجزء الأكبر يسمى العجلة بينما الأصغر يسمى المحور. تحسب الفائدة الآلية لهذا النظام بقسمة نصف قطر العجلة على نصف قطر المحور، وتكون دائمًا أكبر من واحد.

✓ **ماذا قرأت؟** كيف تسهل كل من الرافعة، والبكرة، والعجلة والمحور، العمل؟

الرافعة: تضخم القوة المبذولة أو تزيد المسافة التي تؤثر خلالها القوة وهي في الحالتين تزيد من مقدار الشغل.

البكرة: تغير اتجاه القوة المبذولة ويمكن أن تزيدها.
العجلة والمحور: تزيد من القوة المبذولة وتغيران من اتجاهها أيضًا.

المستوى المائل

هو سطح منحدر يمكنك من رفع جسم ثقيل بقوة أقل من قوة رفعه رأسياً ولكن بالتحرك مسافة أطول. تخيل أنك تريد رفع أريكة أو عربة إلى شاحنة على ارتفاع ١ متر من الأرض. إذا استعملت **مستوى مائلاً** كما في الشكل ٢٣ فإن عليك أن تحرك العربة مسافة أطول مما لو رفعتها رأسياً مباشرة. ولأن الشغل اللازم بذله ثابت في الحالتين لذلك يلزمك التأثير بقوة أقل في حالة استخدام السطح المائل. تحسب الفائدة الآلية في هذه الحالة بقسمة طول السطح المائل على ارتفاعه. وكلما زاد طول السطح المائل قلت القوة التي نحتاج إليها لتحريك الجسم. ويعتقد علماء الآثار أن قدماء المصريين قد استعملوا السطوح المائلة لبناء الأهرامات.

الشكل ٢٣ تحميل هذه العربة في الشاحنة أسهل باستعمال السطح المائل. وبالرغم من دفع العربة مسافة أطول فإنه يلزم قوة أقل.





الإسفين هو سطح مائل متحرك له وجه واحد أو وجهان مائلان. فأسنانك الأمامية أسافين. والإسفين يغير اتجاه القوة المبذولة. فمثلاً عندما تدفع بأسنانك الأمامية في التفاحة تتغير قوة الدفع جانبياً لتزيح قشرة التفاحة. وتعدّ السكاكين والفؤوس أسافين تستخدم للقطع. يبين الشكل ٢٤ أن أسنان آكلات اللحوم تتخذ شكل الأسافين أكثر مما هي لدى آكلات الأعشاب؛ فأسنان آكلات اللحوم تقطع وتمزق اللحم، بينما آكلات الأعشاب تعمل على طحن المادة النباتية. يستطيع العلماء تحديد ما كان يأكله الحيوان المتحجر بفحص أسنانه. قال تعالى:

﴿ إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ۝٤٩ ﴾ القمر.

الشكل ٢٤ لكل من آكلات اللحوم وآكلات الأعشاب أسنان مختلفة.



هذه الأسنان لها شكل أسافين لتمكن المفترسات من تمزيق اللحوم.



أسنان آكلات الأعشاب مفلطحة وتستخدم في الطحن.

البرغي عند الصعود إلى قمة جبل عالٍ فإننا نسلك طريقاً ملتفاً حول الجبل؛ لأن هذا الطريق يكون أقل انحداراً من الطريق المستقيم الممتد رأسياً من أسفل الجبل إلى قمته، مما يسهل تسلقه على الرغم من زيادة مقدار المسافة التي تقطعها لصعوده، ويشبه هذا الطريق الجبلي البرغي (الشكل ٢٥). وهو عبارة عن سطح مائل تمثله حوز أو انحناءات البرغي الملتفة حول عمود شبه أسطواناني الشكل، مدبب من أحد طرفيه وعريض من الجهة الأخرى. والبرغي يغير اتجاه القوة المبذولة كما هو الحال في الإسفين. فعند تدوير البرغي فإن أسنان البرغي تغير اتجاه القوة المبذولة بحيث تدفع البرغي داخل المادة. والاحتكاك بين أسنان اللولب والمادة يثبت البرغي بقوة في مكانه.



الشكل ٢٥

اختبر نفسك

١. صف ثلاث طرائق تبين أن استخدام الآلة يسهل العمل.

تسهل الآلة العمل بثلاث طرائق:

- زيادة القوة الناتجة.
- زيادة المسافة التي تؤثر خلالها القوة؛ مما يقلل القوة المطلوبة.
- تغيير اتجاه القوة المبذولة.

٢. فسر لماذا يكون الشغل الناتج أقل من الشغل المبذول في الآلات؟

بسبب الاحتكاك؛ إذ يتحول جزء من الشغل المبذول إلى **طاقة حرارية،** فلا يستخدم كله في إنجاز الشغل الناتج.

٣. قارن بين العجلة والمحور وبين الرافعة.

كلاهما من الآلات البسيطة التي تساعد على **مضاعفة القوة.** وتمثل العجلة والمحور رافعة تدور **٣٦٠° حول محور ثابت؛** حيث يمثل نصف قطر العجلة ونصف قطر المحور ذراعي الرافعة.

٤. التفكير الناقد حدد جزأين من جسمك يعملان بوصفهما رافعتين. إلى أي أنواع الروافع ينتمي كل منهما؟

الساعد عند ثني الذراع من المرفق : **رافعة من النوع الثالث.**
الساق عند تحريكها من مفصل الركبة : **رافعة من النوع الثالث.**
في كليهما تقع القوة التي تبذلها العضلات بين نقطة الارتكاز والقوة الناتجة.

تطبيق الرياضيات

٥. احسب الشغل اللازم لرفع حجر جيري يزن ١٠٠٠٠ نيوتن مسافة ١٥٠ مترًا.

القانون:

الشغل = القوة × المسافة

الشغل = ١٠٠٠٠ × ١٥٠ = ١٥٠٠٠٠٠ جول

إذن الشغل اللازم يساوي ١,٥ مليون جول.

٦. احسب القوة المؤثرة اللازمة لرفع حجر وزنه ٢٥٠٠ نيوتن باستخدام نظام بكرات فائدته الآلية ١٠.

الفائدة الآلية = القوة الناتجة ÷ القوة المبذولة

القوة المبذولة = القوة الناتجة ÷ الفائدة الآلية

القوة المبذولة = ٢٥٠٠ ÷ ١٠ = ٢٥٠ نيوتن

إذن القوة اللازمة لرفع الحجر تساوي ٢٥٠ نيوتن.

وسائل السفر

سؤال من واقع الحياة



ما الزمن الذي تستغرقه في الوصول إلى الجانب الآخر من المدينة؟ وكم تستغرق لكي تصل إلى الجانب الآخر من البلد؟ إذا كنت تخطط للسفر لأداء العمرة من مدينة الرياض إلى مكة المكرمة، فكم تستغرق الرحلة؟ وكيف يتغير زمن الرحلة إذا ذهبت بوساطة الطائرة؟ عند التخطيط لرحلة أو إجازة، من المفيد أولاً تقدير الزمن الذي

يستغرقه سفرك. وهذا يتوقف على وسيلة المواصلات التي تستقلها، ومدى السرعة التي تسافر بها، وبالطريق التي تسلكها، ويتعلق كذلك بطبيعة سطح الأرض؛ فالسفر عبر الجبال الوعرة يستغرق زمناً أكبر منه في الأراضي المنبسطة.

في ضوء هذه المعلومات يمكنك وضع خطة لرحلتك؛ بحيث تصل في الوقت المحدد. كَوْنْ فرضية حول أسرع أشكال السفر.

تصميم الخطة

١. اختر نقطة البداية والوجهة النهائية.

٢. حدّد مسارات واتجاهات السفر الشائعة الاستخدام بين هذين الموقعين.



الأهداف

- **تبحث** في الزمن الذي يستغرقه السفر.
- **تقارن** بين المدة الزمنية التي تستغرقها وسائل السفر المختلفة.
- **تقوم** أسرع وسيلة للسفر بين موقعين.
- **تصمم** جدولاً لعرض النتائج التي توصلت إليها، وتناقشها مع الطلاب الآخرين.

مصدر البيانات

ارجع إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة عبر شبكة الإنترنت لمعرفة المزيد من المعلومات عن المدة الزمنية التي تستغرقها وسائل السفر، وطرائقه، والمسافات بين المواقع، وغيرها من المواضيع التي يطرحها الطلاب للبحث.

استخدام الطرائق العلمية



٣. حدّد وسائل النقل الشائعة الاستخدام للتنقل بين هذين الموقعين.

٤. ابحث في كيفية تقدير زمن السفر، وفي العوامل التي تزيد أو تقلل من زمن رحلتك.

تنفيذ الخطة

١. تأكد من موافقة معلمك على خطتك قبل أن تبدأ العمل.

٢. احسب المسافة بين الموقعين والزمن الذي يستغرقه السفر بينهما لكل وسيلة نقل متاحة.

٣. سجل بياناتك في دفتر العلوم.

تحليل البيانات

١. حلّل البيانات التي دونتها في دفتر العلوم لتحديد أسرع وسيلة سفر. هل كان من الأفضل استخدام وسيلة سفر برية أم جوية؟ وهل بحثت عن وسائل أخرى للسفر؟

ستعتمد الإجابات على أبحاث الطلاب الفردية.

٢. احسب متوسط سرعة وسائل السفر التي بحثت فيها. أيها كانت أسرع وأيها أبطأ؟

أن متوسط السرعة يمكن حسابها بقسمة المسافة المقطوعة على الزمن.

٣. نظم البيانات باستخدام الحاسوب (سواء في المنزل، أو المكتبة، أو مختبر الحاسوب) لعمل رسم بياني يقارن بين أزمان السفر، ومتوسط السرعات، ومسافات وسائل السفر المختلفة، مستخدمًا رسمك البياني لتحديد أسرع وسيلة سفر. ما العوامل الأخرى التي تؤثر في اختيارك وسيلة السفر؟

قد يستنتج الطلاب أن أسرع الطرائق ليست مناسبة لكل الناس بسبب مواعيد الرحلات التي تؤثر في قراراتهم.

استخدام الطرائق العلمية

الاستنتاج والتطبيق

١. **قارن** نتائجك بنتائج زملائك، ما أكبر مسافة سفر تم البحث فيها؟ وما أقصر مسافة؟

ستختلف الإجابات اعتمادًا على أبحاث الطلاب الفردية.

٢. **اكتب النتائج** ما العوامل التي تؤثر في الزمن الذي تستغرقه وسائل السفر المختلفة؟ وكيف يختلف زمن رحلتك إذا لم تتوافر رحلة طيران مباشرة بين الموقعين؟

من العوامل المؤثرة في مواعيد السفر:

- حالات الطقس.

- وأوقات اليوم.

٣. **استنتج** إذا اشتملت رحلتك أو جزء منها على السفر بالطائرة فكيف يؤثر متوسط سرعة الطائرة، والزمن الذي تستغرقه لتنتقل من المطار وإليه، وفترة الانتظار في إجمالي الوقت اللازم للسفر؟

قد يقل معدل السرعة عند حساب الوقت المستغرق في الوصول إلى المطار والعودة منه ، وكذلك فترة الانتظار في المطار ، وإجراء المعاملات ، وعدد المسافرين ، وعدد الطائرات التي تصل في الموعد نفسه.

تواصل

بياناتك

استخدم بياناتك وبيانات الطلاب الآخرين في عمل كتيب سفر تُضمنه المدة الزمنية اللازمة للسفر إلى مواقع مختلفة حول العالم.

أرقام

قياسية في العلوم

حقائق حول السرعة

هل تعلم أن..

أسرع مخلوق على وجه الأرض هو الصقر القطامي (الشاهين) فهو ينقض على فريسته بسرعة تتجاوز ٣٠٠ كم/ ساعة، حيث تمكنه هذه السرعة الهائلة من اصطياد فرائسه التي عادة ما تكون من الطيور الأخرى.

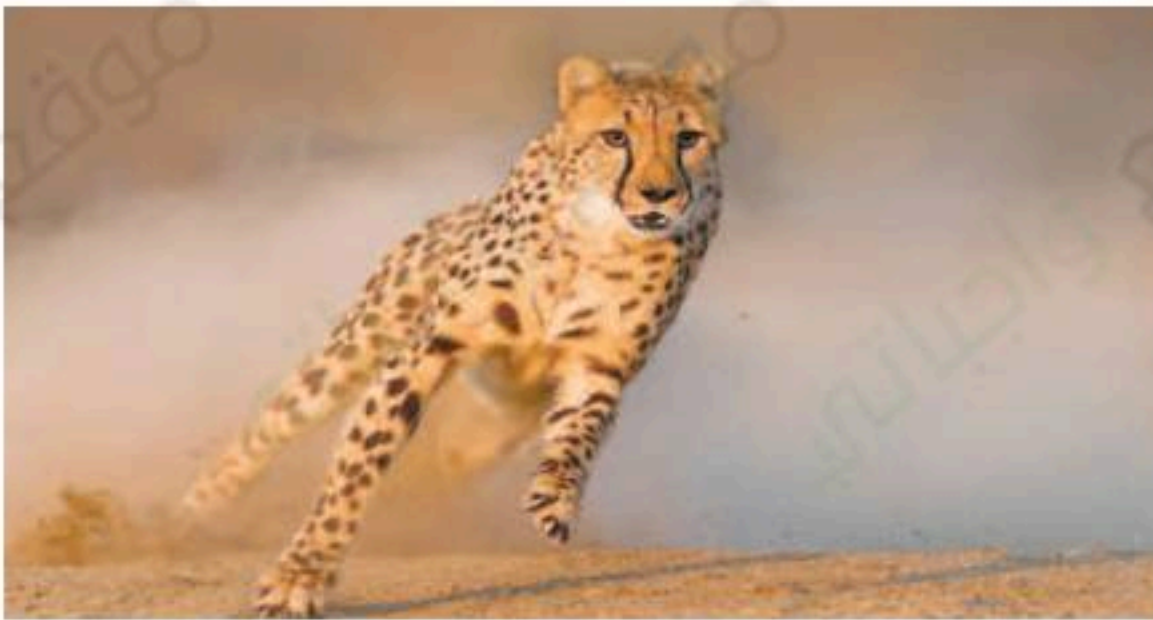


الطائرة التي تفوق سرعتها سرعة الصوت هي أسرع وسيلة لنقل الركاب؛ إذ تبلغ سرعتها ضعف سرعة الصوت، وعندما تطير بسرعتها القصوى التي تبلغ ٢١٥٠ كم/ ساعة، فإنها تقطع المسافة بين مدينتي نيويورك ولندن -٥٦٠٠ كم تقريباً- خلال ساعتين و ٥٥ دقيقة و ٤٥ ثانية.

ما الزمن الذي يستغرقه الصقر القطامي لقطع المسافة بين مدينتي نيويورك ولندن إذا طار بسرعة ثابتة تساوي سرعته القصوى؟

$$\text{الزمن} = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}} = \frac{٥٦٠٠ \text{ كم}}{(٣٠٠ \text{ كم / ساعة})}$$

$$= ١٨,٧ \text{ ساعة (١٩ ساعة تقريباً)}$$



أسرع مخلوق على اليابسة هو الفهد؛ فسرعة هذا القط الضخم الوثاب يمكن أن تتجاوز ١٠٠ كم/ ساعة، وهي السرعة التي غالباً ما تتحرك بها السيارات على الطرق السريعة غير أن الفهد لا يستطيع أن يحافظ على سرعته القصوى إلا لبضع مئات من الأمتار فقط.

ارسم شكلاً بيانياً

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن سرعات أربعة أو خمسة حيوانات برية، ثم دون سرعاتها القصوى وارسم شكلاً بيانياً بالأعمدة يوضح البيانات التي حصلت عليها.

مراجعة الأفكار الرئيسية

الدرس الثالث الشغل والآلات البسيطة

١. الشغل يساوي القوة المؤثرة مضروبة في المسافة التي تؤثر خلالها القوة: ش = ق × ف
٢. الآلة عبارة عن أداة تسهل العمل، وتعمل الآلة على زيادة القوة أو المسافة أو تغيير اتجاه القوة المؤثرة.
٣. الفائدة الآلية تساوي القوة الناتجة مقسومة على القوة المبذولة.
٤. هناك ستة أنواع من الآلات، هي: الرافعة، والبكرة، والعجلة والمحور، والسطح المائل، والإسفين، والبرغي.
٥. يتأثر النابض بقوة الشد المؤثرة عليه فتؤدي إلى استطالته ويزداد مقدار الاستطالة الحاصل على النابض بزيادة مقدار القوة المؤثرة عليه. وكذلك عند الضغط على النابض فإن مقدار التقلص الحاصل في طول النابض يزداد بزيادة مقدار القوة المؤثرة عليه فتتضغط حلقات النابض.

الدرس الأول الحركة

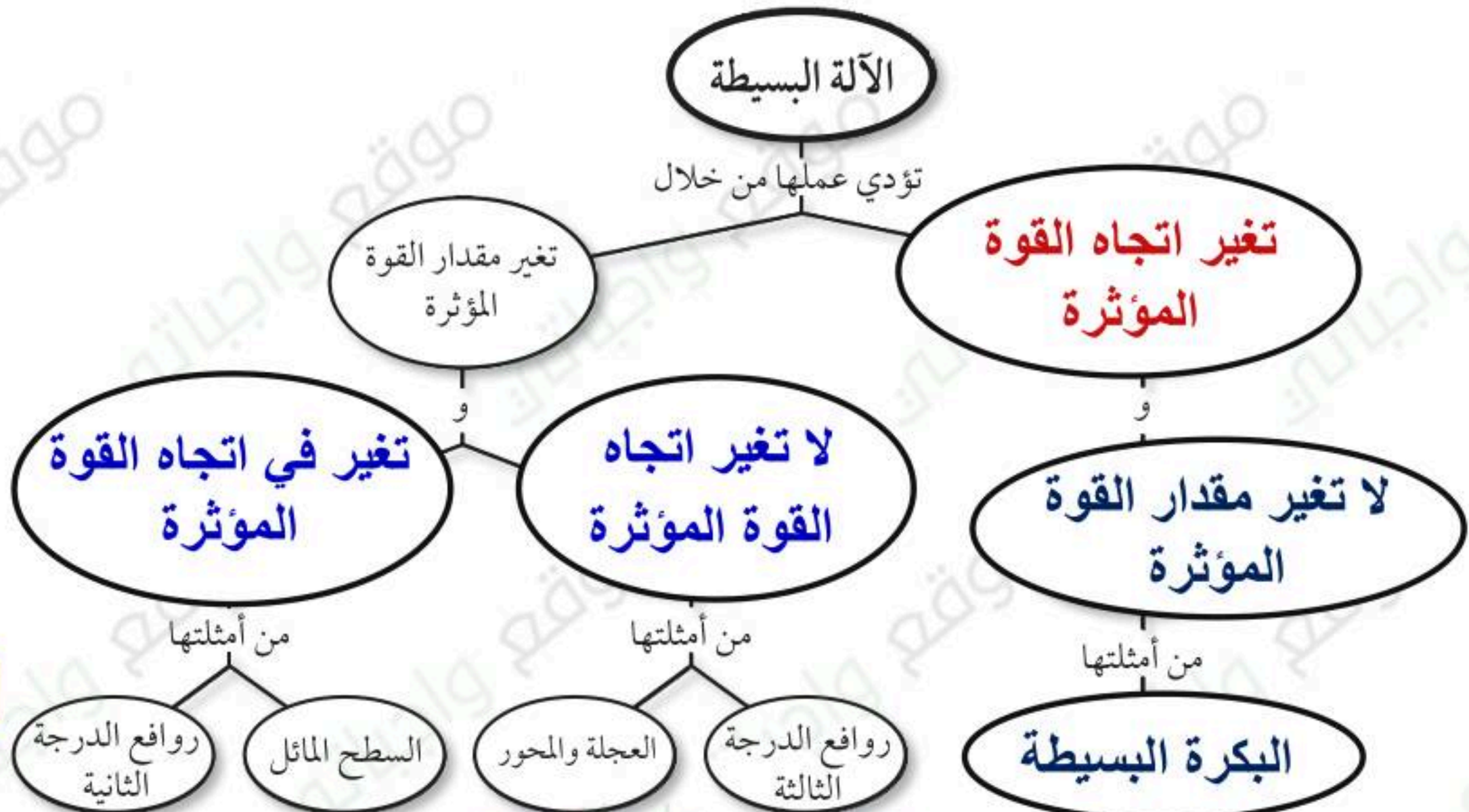
١. السرعة المتوسطة هي المسافة المقطوعة مقسومة على الزمن: $v = \frac{f}{t}$
٢. عندما تتغير سرعة الجسم أو اتجاه حركته أو كلاهما يكون الجسم في حالة تسارع.
٣. يمكن حساب التسارع بقسمة التغير في السرعة على الزمن.

الدرس الثاني قوانين نيوتن للحركة

١. ينص القانون الأول لنيوتن على أن الجسم الساكن يبقى ساكناً، والجسم المتحرك بسرعة ثابتة يبقى كذلك ما لم تؤثر فيه قوة محصلة.
٢. بناء على القانون الثاني لنيوتن يُعطى التسارع بالعلاقة التالية: $a = \frac{F}{m}$
٣. ينص القانون الثالث لنيوتن على أن لكل قوة فعل قوة رد فعل تساويها في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

تصور الأفكار الرئيسية

انسخ خريطة المفاهيم التالية وأكملها لتوضح المفاهيم المرتبطة بالآلة البسيطة.



استخدام المفردات

وضح العلاقة بين كل مصطلحين فيما يلي:

١. القصور الذاتي - القوة

القصور الذاتي هو مقاومة الجسم لتغيير حالته الحركية، بينما **القوة المحصلة** هي التي تغير هذه الحالة. وكلما زاد القصور الذاتي احتاج الجسم إلى قوة أكبر لتغيير حركته.

٢. التسارع - السرعة

يحدث التسارع عندما يتغير **مقدار السرعة أو اتجاه الحركة أو كلاهما** خلال الزمن.

٣. الرافعة - البكرة

كلتاها **آلة بسيطة** تسهل العمل؛ فالرافعة تدور حول نقطة ارتكاز، أما البكرة فتستخدم عجلة وحبلًا لتغيير اتجاه القوة، وقد تقلل القوة المطلوبة.

٤. القوة - الشغل

ينجز الشغل عندما تؤثر قوة في جسم فتتحركه في اتجاهها، ويُحسب بالعلاقة:
الشغل = القوة × المسافة.

٥. الشغل - الآلة البسيطة

تسهل الآلة البسيطة إنجاز الشغل بتغيير مقدار القوة أو اتجاهها أو المسافة التي تؤثر خلالها، لكنها لا تقلل الشغل الكلي في الآلة المثالية.

٦. قوانين نيوتن للحركة - القوة

توضح قوانين نيوتن كيف تؤثر **القوى** في حركة الأجسام؛ فالقوة المحصلة قد تغير سرعة الجسم أو اتجاهه، فتسبب تسارعه.

٧. الاحتكاك - القوة

الاحتكاك قوة تنشأ بين سطحين متلامسين، وتعوق الحركة.

٨. القوة - الفائدة الآلية

توضح الفائدة الآلية مقدار مضاعفة الآلة للقوة، وتحسب بالعلاقة:
الفائدة الآلية = القوة الناتجة ÷ القوة المبذولة.

١٢. ماذا يحدث عندما تؤثر قوة محصلة في جسم؟

أ. يتسارع الجسم.

ب. يتحرك الجسم بسرعة ثابتة.

ج. يبقى الجسم في حالة سكون.

د. ترداد قوة الاحتكاك.

١٣. أي مما يلي مثال على الآلة البسيطة؟

أ. مضرب البيسبول

ب. المقص.

ج. مفتاح العلب

د. السيارة

١٤. شاحنة كبيرة تصدم سيارة صغيرة. أي العبارات التالية صحيح؟

أ. القوة التي تؤثر بها الشاحنة في السيارة أكبر.

ب. القوة التي تؤثر بها السيارة في الشاحنة أكبر.

ج. القوتان متساويتان.

د. ليس هناك قوى في هذه الحالة.

١٥. ما وحدة التسارع؟

أ. م/ث^٢

ب. كجم.م/ث^٢

ج. م/ث

د. نيوتن

١٦. أي مما يلي قوة؟

أ. القصور الذاتي

ب. التسارع

ج. السرعة

د. الاحتكاك

٩. السرعة المتوسطة - السرعة اللحظية

السرعة المتوسطة هي

المسافة الكلية ÷ الزمن الكلي،

أما السرعة اللحظية فهي سرعة

الجسم عند لحظة محددة.

١٠. الآلة البسيطة - الآلة المركبة

الآلة البسيطة تؤدي العمل بحركة

واحدة، بينما تتكون الآلة المركبة

من آلتين بسيطتين أو أكثر تعمل

معاً.

تثبيت المفاهيم

اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

١١. أي مما يلي يقلل الاحتكاك؟

أ. السطوح الخشنة

ب. السطوح الملساء

ج. زيادة السرعة

د. زيادة مساحة السطح



التفكير الناقد

١٧. إذا كان لدينا فريقان (أ) و (ب) يلعبان لعبة شد الحبل كما هو موضح في الشكل وكان الفريق (أ) يشد نحو اليسار بقوة مقدارها ٥٠٠ نيوتن ولم يتحرك الحبل (ر) فهذا يعني أن الفريق (ب) يشد الحبل أيضًا بقوة مقدارها ٥٠٠ نيوتن نحو اليمين. ما مقدار قوة الشد في الحبل إذا اعتبرنا أن كتلة الحبل (ر) مهملة؟

بما أن الحبل لا يتحرك، فإن القوتين متساويتان ومتعاكستان.

لذلك : قوة الشد في الحبل = ٥٠٠ نيوتن.

ولا نجمع القوتين؛ لأن كل فريق يشد في اتجاه معاكس للآخر.

١٨. **علل.** قد يحتاج قطار بضائع يسير بسرعة كبيرة إلى عدة كيلومترات ليتوقف بعد استعمال المكابح (الفرامل).

يحتاج القطار إلى مسافة طويلة للتوقف لأن كتلته كبيرة، ولذلك يمتلك قصورًا ذاتيًا كبيرًا يقاوم تغير حركته.

كما أن سرعته الكبيرة تجعل قوة الاحتكاك الناتجة عن المكابح تحتاج إلى زمن ومسافة لتقليل سرعته حتى يتوقف.

١٩. **القياس** أي السرعات التالية أكبر: ٢٠ م/ث، ٢٠٠ سم/ث، ٠,٢ كم/ث؟

إرشاد عبّر عن جميع هذه السرعات بالأمتار لكل ثانية، ثم قارن.

نحول جميع السرعات إلى متر لكل ثانية:

$$٢٠ \text{ م / ث} = ٢٠ \text{ م / ث}$$

$$٢٠٠ \text{ سم / ث} = ٢٠٠ \div ١٠٠ = ٢ \text{ م / ث}$$

$$٠,٢ \text{ كم / ث} = ٠,٢ \times ١٠٠٠ = ٢٠٠ \text{ م / ث}$$

إذن السرعة الأكبر هي ٠,٢ كم / ث.

٢٠. **استنتج** تسير سيارة في طريق منحني بسرعة ٥٠ كم/ساعة، وقراءة العداد ثابتة. هل القوى المؤثرة في السيارة متزنة أم غير متزنة؟

القوى غير متزنة؛ لأن حركة السيارة في طريق منحنى تغير اتجاه سرعتها

المتجهة، حتى لو بقيت قراءة عداد السرعة ثابتة.

لذلك تتسارع السيارة نحو مركز المنحنى نتيجة وجود قوة محصلة.

أنشطة تقويم الأداء

٢١. عرض شفهي حضر عرضاً، مع وسائل إيضاح، لتفسير أحد قوانين نيوتن للحركة، وشرحها لطلاب الصف الثالث الابتدائي.

السلام عليكم؛ سأشرح لكم قانون نيوتن الأول باستخدام سيارة صغيرة وكرة. ينص القانون على أن الجسم الساكن يبقى ساكناً، والجسم المتحرك يستمر في الحركة بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم، ما لم تؤثر فيه قوة محصلة. فعندما نضع السيارة على الطاولة فإنها لا تتحرك حتى ندفعها. وعندما نركل الكرة تبدأ بالحركة، ثم تتباطأ وتتوقف بسبب قوة الاحتكاك وتسمى مقاومة الجسم لتغيير حالته الحركية **القصور الذاتي**. إذن لا تبدأ حركة الجسم أو تتغير إلا عندما تؤثر فيه قوة.

٢٢. اخترع صمم آلة يدوية مركبة لبذل شغل محدد. بيّن الآلات البسيطة المستخدمة في تصميمك، وصف العمل الذي تقوم به كل منها.



استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤال ٢٢.

اسم التصميم : **عربة يدوية لرفع الصناديق إلى الشاحنة.** تتكون من:

المستوى المائل: يسمح بدفع الصندوق إلى منصة العربة بقوة أقل.

العجلة والمحور: يساعدان على نقل العربة والصندوق بسهولة.

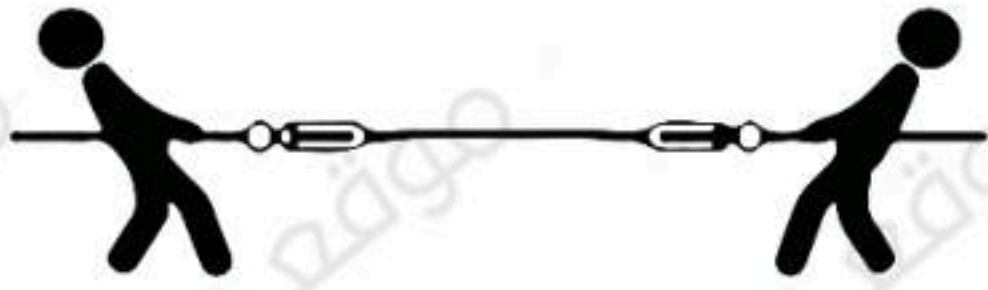
نظام البكرات: يرفع الصندوق إلى مستوى الشاحنة ويقلل القوة المطلوبة، كما يغير اتجاهها.

مقبض يدوي دوّار: يلف الحبل حول محور لرفع الصندوق والتحكم فيه.

وبذلك تجمع الآلة عدة آلات بسيطة لأداء عمل واحد، لذا تعد آلة مركبة.

٢٣. استعمال الرسوم البيانية يمثل الرسم البياني السابق سرعة عداء في سباق ١٠٠ متر. هل يظهر الرسم تزايد سرعة العداء، أم تباطؤها، أم ركضه بسرعة ثابتة؟

يظهر الرسم أن **سرعة العداء تزايدت**؛ لأن منحنى السرعة يرتفع مع مرور الزمن، لكنه يصبح أقل ميلاً تدريجياً، أي إن سرعة العداء تستمر في الزيادة ولكن بمعدل أقل.



٢٤. فسر طلب منك معلمك أنت وصديقك أن تسحبا نابضين متصلين بطرفي حبل أفقي، على هيئة لعبة شد الحبل، بحيث تختلف قوة النابضين. هل يمكن تحقيق ذلك؟ فسر إجابتك.

لا يمكن تحقيق ذلك في الحالة المثالية؛ لأن الميزانين المتصلين في الحبل يقيسان قوة الشد نفسها.

ووفقاً لقانون نيوتن الثالث، يؤثر كل ميزان في الآخر بقوة مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه؛ لذلك تكون قراءتهما متساويتين.

تطبيق الرياضيات

٢٥. احسب الشغل الذي تبذله قوة مقدارها ٣٠ نيوتن تؤثر لمسافة ٣ م.

القوة = ٣٠ نيوتن

المسافة = ٣ أمتار

الشغل = القوة × المسافة

الشغل = ٣٠ × ٣ = ٩٠ جول

٢٦. القوة احسب القوة التي تؤثر بها محركات صاروخية في مكوك فضاء كتلته ٢ مليون كجم، ويتحرك بتسارع ٣٠ م / ث^٢.

الكتلة = ٢ مليون كجم = ٢٠٠٠٠٠٠ كجم

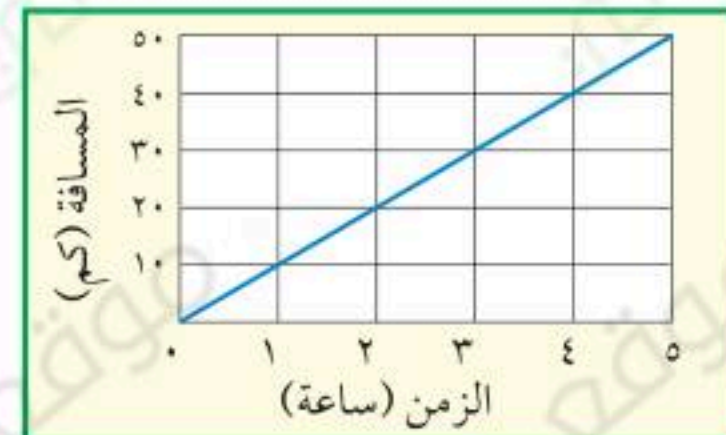
التسارع = ٣٠ م / ث^٢

القوة = الكتلة × التسارع

القوة = ٢٠٠٠٠٠٠ × ٣٠ = ٦٠٠٠٠٠٠٠ نيوتن

أي ٦٠ مليون نيوتن.

استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤال ٢٥.





مراجعة الفصل

تطبيق الرياضيات

٢٧. **السرعة والزمن** يمثل الرسم البياني أعلاه العلاقة بين المسافة والزمن لرحلة قام بها حسين على الدراجة. ما السرعة المتوسطة لحسين؟ ما الزمن الذي احتاج إليه ليقطع مسافة ٢٥ كم؟

المسافة = ٥٠ كم

الزمن = ٥ ساعات

السرعة المتوسطة = ٥٠ ÷ ٥ = ١٠ كم / ساعة

الزمن اللازم لقطع ٢٥ كم :

الزمن = ٢٥ ÷ ١٠ = ٢,٥ ساعة

إذن يحتاج حسين إلى ساعتين ونصف لقطع مسافة ٢٥ كم.



٥. ما اسم القوة التي تقاوم حركة الانزلاق بين سطحين؟

- أ. القصور الذاتي
- ب. التسارع
- ج. الاحتكاك
- د. الجاذبية

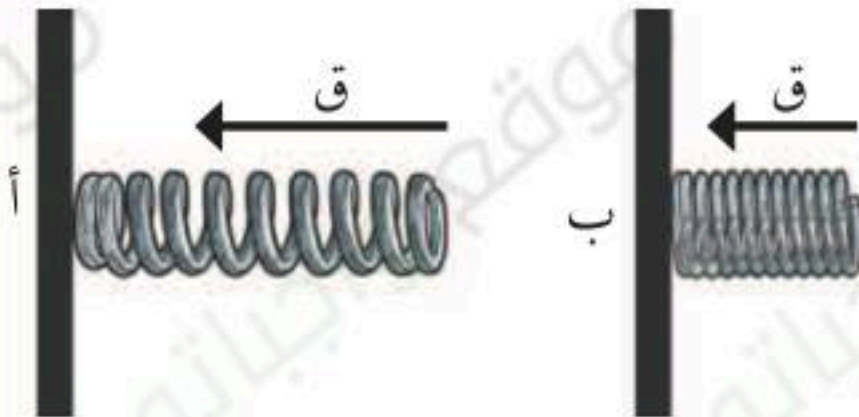
استخدم الشكل المجاور للإجابة عن السؤال ٦:



٦. ماذا يقيس عداد السرعة في السيارة؟

- أ. متوسط السرعة
- ب. السرعة اللحظية
- ج. السرعة المتجهة
- د. السرعة الثابتة

٧. نابض أ ونابض ب متساويان، بعد ذلك أثرنا بقوة وانضغط النابض أ قليلاً وثبت بإحكام وأثرنا بقوة أكبر على النابض ب وانضغطت حلقاته بشكل كبير وثبت بإحكام.



أي من النابضين لديه مخزون أكبر من الطاقة المخزنة؟

- أ. النابض أ
- ب. النابض ب

ج. النابض أ والنابض ب لديهما نفس القدر من الطاقة
د. النابض أ لديه نصف مقدار الطاقة من النابض ب

الجزء الأول أسئلة الاختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

١. تُسمى المتغيرات التي لا تتغير أثناء التجربة:

- أ. مستقلة
- ب. تابعة
- ج. ثابتة
- د. استدلالية

٢. يُسمى التخمين العلمي الذي يعتمد على الملاحظة وجمع المعلومات السابقة بـ:

- أ. توقع
- ب. فرضية
- ج. استخلاص
- د. بيانات

٣. ماذا يحدث عندما تتدحرج كرة صاعدة التل؟

- أ. تزيد سرعتها.
- ب. يكون تسارعها صفراً.
- ج. تكون السرعة والتسارع في نفس الاتجاه.

د. تكون السرعة والتسارع في اتجاهين متعاكسين.

٤. أي العبارات التالية صحيح عندما تستخدم المستوى المائل لرفع كرسي ثقيل مقارنة برفعه رأسياً؟

- أ. تحتاج إلى قوة أقل.
- ب. تحتاج إلى قوة أكبر.
- ج. يتحرك الكرسي لمسافة قصيرة.
- د. تحتاج إلى بذل شغل أقل لتحريكه.

٨. عند زيادة الاحتكاك بين إطارات السيارات والطريق، يتم:

أ. زيادة السرعة لأن الاحتكاك يساعد على الانزلاق.

ب. تقليل التسارع لأن الاحتكاك يعوق الحركة.

ج. زيادة التسارع لأن الاحتكاك يساعد في الدفع للأمام.

د. توقف السيارة فوراً بسبب قوة الاحتكاك العالية.

الجزء الثاني أسئلة الإجابات القصيرة

٩. وضح. لماذا تكون التفسيرات التي يقدمها العلم للأحداث في الطبيعة تفسيرات محتملة فقط؟

لأنها تعتمد على الأدلة والملاحظات المتاحة، وقد تتغير أو تتحسن عند ظهور معلومات وأدلة جديدة.

١٠. قارن بين الملاحظة والاستنتاج.

- الملاحظة تتم عندما نشاهد شيئاً ونسجل بيانات حول حركته ومضمونه.
- أما الاستنتاج فيعني استخلاص نتائج بالاستناد إلى الملاحظات التي سجلتها.

١١. بين أهمية النماذج العلمية.

تساعد النماذج العلمية على فهم الأشياء والأحداث وتمثيلها ودراستها، خاصة عندما تكون كبيرة جداً أو صغيرة جداً أو خطيرة أو يصعب ملاحظتها مباشرة، كما تساعد على التفسير والتنبؤ.

١٢. لماذا يعد الرسم البياني فعالاً في نقل المعلومات؟

لأنه ينظم البيانات بصرياً، ويظهر العلاقات والأنماط والتغيرات بوضوح، مما يسهل المقارنة بينها وفهمها.

١٣. ما مقدار الشغل المبذول عندما تؤثر قوة مقدارها ١٠ نيوتن في مقعد ثابت دون تحريكه؟

بما أن المقعد ثابت لم يتحرك إذن المسافة = صفراً

وعند تطبيق قانون الشغل :

الشغل = القوة × المسافة

الشغل = ١٠ × ٠ = صفر جول

١٤. كيف يشبه الإسفين السطح المائل؟

الإسفين **سطح مائل متحرك**، وقد يتكون من سطح مائل واحد أو سطحين مائلين، ويعمل على تغيير اتجاه القوة المبذولة.

١٥. تسير سيارة بسرعة ١٢٠ م/ث، ثم توقفت خلال ٥ ثوانٍ. ما تسارعها؟

$$\text{التسارع} = \frac{\text{السرعة النهائية (م / ث)} - \text{السرعة الابتدائية (م / ث)}}{\text{الزمن (ث)}}$$

$$ت = ٢٤ - ١٤ / ز$$

هنا القانون يربط بين التسارع والسرعة

$$\text{التسارع} = \frac{\text{صفر م / ث} - ١٢٠ \text{ م / ث}}{٥ \text{ ث}}$$

$$\text{التسارع} = - ٢٤ \text{ م / ث}^٢$$

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين ١٦، ١٧:



١٦. إذا كانت كتلة العربة ٢٥ كجم، وتُدفع بقوة ١٠ نيوتن، فما تسارع العربة؟

$$\text{التسارع} = \frac{\text{القوة}}{\text{الكتلة}}$$

$$\text{التسارع} = ١٠ \div ٢٥$$

$$\text{التسارع} = ٠,٤ \text{ م / ث}^٢$$

١٧. كيف سيؤثر ملء العربة بمعلبات غذائية على تسارعها، إذا دُفعت العربة بنفس القوة؟

يكون تسارع العربة أقل لأن كتلتها أكبر؛ فكلما ازدادت كتلة الجسم كان من الصعب أن يتسارع.



١٨. ما الآلات البسيطة التي يتركب منها المقص؟

الإسفين والرافعة.

الجزء الثالث أسئلة الإجابات المفتوحة

١٩. وضح أهمية استخدام حزام الأمان، مستعيناً بالقانون الأول لنيوتن في الحركة.

عند توقف السيارة فجأة يميل جسم الراكب إلى الاستمرار في الحركة إلى الأمام بسبب **القصور الذاتي** وفق قانون نيوتن الأول. ويؤثر حزام الأمان بقوة تمنع اندفاعه واصطدامه بأجزاء السيارة، فيقلل الإصابات.

٢٠. طبق القانون الثالث لنيوتن لتوضح الاتجاه الذي على الطاقم أن يجذف فيه لكي يتحرك قارب إلى الأمام.

لكي يتحرك القارب إلى الأمام، يجب أن يدفع طاقم القارب الماء بالمجاديف **نحو الخلف** فيؤثر الماء في القارب بقوة مساوية ومعاكسة **نحو الأمام**، وفق قانون نيوتن الثالث.

٢١. قرر شخص أن ينقل بعض الأثاث في شاحنته، ما الاحتياطات الواجب عليه مراعاتها وفق القانون الثاني لنيوتن في الحركة عندما تكون الشاحنة محملة بحمل ثقيل؟

تزداد كتلة الشاحنة عند تحميلها بالأثاث، ولذلك يقل تسارعها عند تأثير القوة نفسها، وتحتاج إلى قوة ومسافة أكبر للتوقف. **لذا يجب:**

- تثبيت الحمولة بإحكام.
- القيادة بسرعة منخفضة.
- ترك مسافة أمان أكبر.
- البدء بالكبح مبكراً.
- تجنب التسارع والانعطاف المفاجئ.

٢٢. يجلس طفل في عربة تتحرك في مسار دائري بسرعة ثابتة المقدار. هل يتحرك الطفل بتسارع أم لا في هذه الحالة؟ وضح إجابتك.

نعم، يتحرك الطفل بتسارع رغم ثبات مقدار سرعته؛ لأن اتجاه حركته يتغير باستمرار، فتتغير سرعته المتجهة. ويكون تسارعه في اتجاه مركز المسار الدائري.



أَتَدْرَبُ

من خلال الإجابة عن الأسئلة؛ حتى أعزز ما تعلمته من مفاهيم وما اكتسبته من مهارات.