المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

العلوم

الصف الثالث المتوسط - الفصل الدراسي الثاني

قام بالتأليف والمراجعة

فريق من المتخصصين

طبعة ١٤٤١ - ٢٠١٩

يُوزع مجانا ولا يُباع

ⓒ وزارة التعليم، ١٤٣٨هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
العلوم للصف الثالث المتوسط: (الفصل الدراسي الثاني - كتاب الطالب). / وزارة التعليم - الرياض، ١٤٣٨هـ.
٢٠٤ص؛ ٢١ X ٢٧,٥ سم
ردمك: ٣-٥٨٢-٥٠٨-٦٠٣-٩٧٨
١- العلوم - تعليم - السعودية ٢- التعليم المتوسط - السعودية - كتب دراسية. أ- العنوان
ديوي ٥٠٧,١٢ ١٤٣٨/٦٨٤٩

رقم الإيداع: ١٤٣٨/٦٨٤٩
ردمك: ٣-٥٨٢-٥٠٨-٦٠٣-٩٧٨

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين"

IEN.EDU.SA

تواصل بمقترحاتك لتطوير الكتاب المدرسي

FB.T4EDU.COM

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد:

تهتم العلوم الطبيعية بدراسة الظواهر المادية على الأرض، وفي الكون المحيط بنا، وتشكل أساسًا للعلوم التطبيقية، وتسهم معها في تقدم الأمم ورقي الشعوب، وتحقيق الرفاهية للإنسان؛ فالعلم هو مفتاح النجاح والتنمية. ولهذا يحظى تعليم العلوم الطبيعية بمكانة خاصة في الأنظمة التربوية؛ حيث تُكرَّس الإمكاناتُ لتحسين طرقُ تدريسها، وتطوير مضامينها وتنظيمها وفق أحدث التوجهات التربوية، وتطوير وتوفير المواد التعليمية التي تساعد المعلمين والطلاب على تحقيق أهداف تدريس هذه المادة على الوجه الأكمل والأمثل.

ويأتي اهتمام المملكة العربية السعودية بتطوير مناهج التعليم وتحديثها لأهميتها وكون أحد التزامات رؤية المملكة العربية السعودية(٢٠٣٠) هو: «إعداد مناهج تعليمية متطورة تركز على المهارات الأساسية بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية»، وسعيها إلى مواكبة التطورات العالمية على مختلف الصعد. وقد جاء كتاب العلوم للصف الثالث متوسط بجزأيه الأول والثاني داعماً لرؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) نحو الاستثمار في التعليم عبر «ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة»، بحيث يكون الطالب محور العملية التعليمية التعلمية، فهناك بنية جديدة وتنظيم للمحتوى يستند إلى معايير المحتوى الخاصة بهذا الصف، ويستند كذلك إلى أحدث نظريات التعلم والممارسات التدريسية الفاعلة على المستوى العالمي. ويتعلم الطالب في هذا الكتاب من خلال ممارسته النشاطات العملية والبحث والاستقصاء بمستوياته المختلفة. والأمر نفسه للمعلم؛ فقد تغيَّر دوره من مصدر يدور حوله التعليم إلى موجِّهٍ وميسّرٍ لتعلم الطلاب. ولهذا جاءت أهداف هذا الكتاب. لتؤكّد على تشجيع الطلاب على طرح التساؤلاتٍ لفهم الظواهر الطبيعية المحيطة بهم وتفسيرها، وتزويدهم بالمعارف والمهارات والاتجاهات الإيجابية للمشاركة الفاعلة.

وقد جاء كتاب الصف الثالث المتوسط بجزأيه في ست وحدات، هي: طبيعة العلم وتغيرات الأرض، وكيمياء المادة، والروابط والتفاعلات الكيميائية، وأسس الحياة، والحركة والقوة، والكهرومغناطيسية.

وقد جاء تنظيم وبناء محتوى كتاب الطالب بأسلوب مشوق، وبطريقة تشجع الطالب على القراءة الواعية والنشطة، وتسهّل عليه بناء أفكاره وتنظيمها، وممارسة العلم كما يمارسه العلماء. وبما يعزز أيضاً مبدأ رؤية (٢٠٣٠) «نتعلم لنعمل». تبدأ كل وحدة دراسية بسؤال استهلالي مفتوح، وخلفية نظرية، ومشاريع الوحدة التي تدور حول تاريخ العلم، والتقنية، وبناء النماذج، وتوظيف الشبكة الإلكترونية في البحث. وتتضمّن كل وحدة عددًا من الفصول، يبدأ كل منها بصورة افتتاحية تساعد المعلم على

التمهيد لموضوع الفصل من خلال مناقشة مضمون الصورة، وتسهم في تكوين فكرة عامة لدى الطلاب حول موضوعات الفصل، ثم نشاطات تمهيدية تشمل: التجربة الاستهلالية، والمطويات، والتهيئة للقراءة، ثم ينتهي بمراجعة الفصل. ويتضمن الفصل عددًا من الدروس، يشتمل كل منها على افتتاحية تحتوي على أهداف الدرس، وأهميته، ومراجعة المفردات السابقة، والمفردات الجديدة. وفي متن الدرس يجد الطالب شرحًا وتفسيرًا للمحتوى الذي تم تنظيمه على شكل عناوين رئيسة وفرعية بألوان معبرة، وهوامش تساعد على استكشاف المحتوى. وتُعنى الدروس ببناء المهارات العملية والعلمية من خلال التجارب العملية، والتطبيقات الخاصة ببناء المهارات في الرياضيات والعلوم. ويختتم كل درس بمراجعة تتضمَّن ملخصًا لأبرز الأفكار الواردة في الدرس، واختبر نفسك. ويدعم عرضَ المحتوى في الكتاب الكثيرُ من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية المختارة والمعدة بعناية لتوضيح المادة العلمية وتعزيز فهم مضامينها. كما يتضمن كتاب الطالب ملحقًا خاصًّا بمصادر تعلم الطالب، ومسردًا بالمصطلحات.

وقد وُظّف التقويم على اختلاف مراحله بكفاءة وفاعلية، فقد راعى تنُّوع أدواته وأغراضه، ومن ذلك، القبلي، والتشخيصي، والتكويني (البنائي)، والختامي (التجميعي)؛ إذ يمكن توظيف الصور الافتتاحية في كل وحدة وفصل، والأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلالية بوصفها تقويماً قبليًّا تشخيصيًّا لاستكشاف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى يُطرح سؤالٌ تحت عنوان «ماذا قرأت؟»، وتجد تقويماً خاصًّا بكل درس من دروس الفصل يتضمن أفكار المحتوى وأسئلةً تساعد على تلمُّس جوانب التعلُّم وتعزيزه، وما قد يرغب الطالب في تعلُّمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل يأتي دليل مراجعة الفصل متضمِّنًا تلخيصًا لأهم الأفكار الخاصة بدروس الفصل، وخريطة للمفاهيم تربط أبرز المفاهيم الرئيسة التي وردت في الدرس. يلي ذلك تقويم الفصل والذي يشمل أسئلة وفقرات متنوعة تستهدف تقويم تعلم الطالب في مجالات عدة، هي: استعمال المفردات، وتثبيت المفاهيم، والتفكير الناقد، وأنشطة لتقويم الأداء. كما يتضمن الكتاب في نهاية كل وحدة دراسية اختبارًا مقننًا يتضمن أسئلة وفقرات اختبارية تسهم في إعداد الطلاب للاختبارات الوطنية والدولية، بالإضافة إلى تقويم تحصيلهم للموضوعات التي سبق دراستها في الوحدة.

والله نسأل أن يحقق الكتابُ الأهدافَ المرجوة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.

قائمة المحتويات

كيف تستخدم كتاب العلوم ٨

الوحدة ٤ أسس الحياة

الفصل ٧ أنشطة وعمليات في الخلية

أتهيأ للقراءة – المفردات الجديدة ١٦
الدرس ١: أنشطة في الخلية ١٨
الدرس ٢: انقسام الخلية وتكاثرها ٢٩
استقصاء من واقع الحياة ٤٢
دليل مراجعة الفصل ٤٥
مراجعة الفصل ٤٦

الفصل ٨ الوراثة

أتهيأ للقراءة – التصور الذهني ٥٠
الدرس ١: مادة الوراثة DNA ٥٢
الدرس ٢: علم الوراثة* ٥٨
استقصاء من واقع الحياة ٦٦
دليل مراجعة الفصل ٦٩
مراجعة الفصل ٧٠
اختبار مقنن ٧٢

الوحدة ٥ الحركة والقوة

الفصل ٩ الحركة والزخم

أتهيأ للقراءة – التلخيص ٧٨
الدرس ١: الحركة ٨٠
الدرس ٢: التسارع ٨٦
الدرس ٣: الزخم والتصادمات* ٩٢
استقصاء من واقع الحياة ٩٨
دليل مراجعة الفصل ١٠١
مراجعة الفصل ١٠٢

الفصل ١٠ القوة وقوانين نيوتن

أتهيأ للقراءة – المقارنة ١٠٦
الدرس ١: القانونان الأول والثاني لنيوتن في الحركة* ١٠٨
الدرس ٢: القانون الثالث لنيوتن* ١٢٢
استقصاء من واقع الحياة ١٢٨
دليل مراجعة الفصل ١٣١
مراجعة الفصل ١٣٢
اختبار مقنن ١٣٤

قائمة المحتويات

الوحدة ٦ الكهرباء والمغناطيسية

الفصل ١١ الكهرباء

أتهيأ للقراءة-التوقع ١٤٠

الدرس ١: التيار الكهربائي ١٤٢

الدرس ٢: الدوائر الكهربائية ١٤٩

استقصاء من واقع الحياة ١٥٦

دليل مراجعة الفصل ١٥٩

مراجعة الفصل ١٦٠

الفصل ١٢ المغناطيسية

أتهيأ للقراءة -السبب والنتيجة ١٦٤

الدرس ١: الخصائص العامة للمغناطيس ١٦٦

الدرس ٢: الكهرومغناطيسية* ١٧٣

استقصاء من واقع الحياة ١٨٤

دليل مراجعة الفصل ١٨٧

مراجعة الفصل ١٨٨

اختبار مقنن ١٩٠

مصادر تعليمية للطالب ١٩٤

* موضوعات غير مقررة على مدارس تحفيظ القرآن الكريم

كيف تستخدم ... كتاب العلوم؟

قبل أن تقرأ

لماذا تحتاج إلى كتاب العلوم؟

هل سبق أن حضَرْتَ درس العلوم فلم تستوعبه، أو استوعبته كله لكنك عندما ذهبت إلى البيت وجدت مشكلة في الإجابة عن الأسئلة؟ وربما تساءلت عن أهمية ما تدرسه وجدواه!
لقد صُمّمت الصفحات الآتية لتساعدك على أن تفهم كيف يُستعمل هذا الكتاب.

- **افتتاحية الفصل:** يبدأ كل فصل بصورة تشير إلى الموضوعات التي يتناولها، ويليها أنشطة تمهيدية، منها **التجربة الاستهلالية** التي تهيئ الطالب لمعرفه محتويات الفصل، **والمطويات**، وهي منظم أفكار يساعد على تنظيم التعلم.

- **افتتاحية الدرس:** قُسمت الفصول إلى دروس، كلٌّ منها موضوع متكامل يستغرق أكثر من حصة دراسية. في بداية كل درس تحت عنوان « في هذا الدرس» تحدَّد قيمة الدرس من خلال أربعة أقسام: **الأهداف** التي يتم من خلالها تعرُّف على أهداف التعلم التي يجب أن تحققها عند الانتهاء من هذا الدرس. **الأهمية** تدلُّنا على الفائدة التي يمكن تحقيقها من دراسة محتوى الدرس. **مراجعة المفردات** مصطلحات تم تعرُّفها في مراحل سابقة من التعلم؛ أو من خبراتك ومهارتك السابقة. **المفردات الجديدة** مصطلحات تحتاج إليها في تعلُّم الدرس لفهم المحتوى. وإذا تصفحت الكتاب ستلاحظ أنه بالإضافة إلى اشتماله على النصوص والصور فإنه يتضمن أيضًا: العلوم عبر المواقع الإلكترونية، وماذا قرأت؟ وتجارب بسيطة، بالإضافة إلى بعض التطبيقات في مختلف أنواع العلوم. وقد تضمنت الدروس صفحات مستقلة للعلوم الإثرائية. وينبغي التركيز على المفردات التي ظُلّلت واستيعاب معانيها.

عندما تقرأ

- **العناوين الرئيسة:** كُتب عنوان كل درس بأحرف حمراء كبيرة، ثم فُرِّع إلى عناوين كتبت باللون الأزرق، ثم عناوين أصغر باللون الأحمر في بداية بعض الفقرات؛ لكي تساعد على المذاكرة، وتلخيص النقاط الأساسية المتضمَّنة في العناوين الرئيسة والفرعية.

- **الهوامش:** سوف تجد في هوامش المحتوى مصادر مساعدة كثيرة، منها **العلوم عبر المواقع الإلكترونية، ونشاطات الربط والتكامل**؛ مما يساعد على استكشاف الموضوعات التي تدرسها. كما أن **التجارب البسيطة** تعمل على ترسيخ المفاهيم العلمية التي يتم تعلُّمها.

- **بناء المهارات:** سوف تجد **تطبيقات خاصة بالرياضيات والعلوم** في كل فصل، مما يتيح لك ممارسة إضافية للمعرفة، وتطوير مهاراتك.

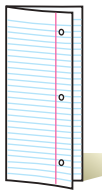
- **مصادر تعلم الطالب:** تجد في نهاية هذا الكتاب مصادر تعلم تساعد على الدراسة، وتتضمن **مهارات الرياضيات، ومسردًا للمصطلحات**. كما يمكن استعمال المطويات بوصفها مصدرًا من المصادر المساعدة على تنظيم المعلومات ومراجعة المادة قبل الاختبار.

- **في غرفة الصف:** تذكر أنه يمكن أن تسأل المعلم توضيح أي شيء غير مفهوم.

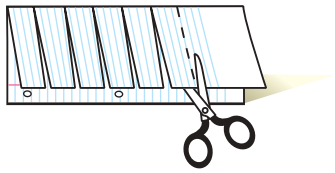
المطويات
منظمات الأفكار

مفردات العلوم اعمل المطوية التالية لتساعدك على فهم مفردات الفصل ومصطلحاته

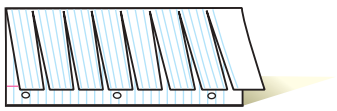
الخطوة ١ **اطو** الورقة طوليًّا من جانب إلى آخر.



الخطوة ٢ **قص** الجهة العلوية من الورقة لعمل أشرطة كما في الشكل.



الخطوة ٣ **اكتب** على كل شريط مصطلحًا، أو مفردة علمية من مفردات الفصل.



بناء المفردات: وأنت تقرأ الفصل، اكتب تعريف كل مفردة أو مصطلح في الجهة المقابلة من الورقة.

في المختبر

يعد العمل في المختبر من أفضل طرائق استيعاب المفاهيم وتطوير المهارات؛ فهو لا يمكّنك فقط من اتباع الخطوات الضرورية للاستمرار في عملية البحث، بل يساعدك أيضًا على الاستكشاف واستثمار وقتك على أكمل وجه. وفيما يأتي بعض الإرشادات الخاصة بذلك:

- تربطك كل تجربة وأسئلتها بالحياة؛ لتذكّرك أن العلم يستعمل يوميًّا في كل مكان، لا في غرفة الصف وحدها. وهذا يقود إلى أسئلة تدور حول كيفية حدوث الأشياء في الحياة.
- تذكر أن التجارب لا تعطي دائمًا النتائج التي تتوقعها. وقد كانت بعض اكتشافات العلماء مبنية على البحث دون توقع نتائج مسبقة. وتستطيع تكرار التجربة للتحقق من أن نتائجك صحيحة، أو لتضع فرضية جديدة يمكن اختبارها.
- يمكنك كتابة أي أسئلة في دليل دفتر العلوم قد تبرز في أثناء بحثك. وهذه أفضل طريقة تذكّرك بالحصول على إجابات لهذه الأسئلة لاحقًا.

قبل الاختبار

تضمن الكتاب مجموعة من الطرق لجعل الاختبارات محببة إليك. وسوف يساعدك كتابك أن تكون أكثر نجاحًا في الاختبار عند استعمالك المصادر المعطاة لك.

- راجع جميع **المفردات الجديدة**، وتأكد أنك فهمت تعريف كل منها.
- راجع الملاحظات التي دونتها ضمن **المطويات** أو سجلتها مع زملائك داخل الصف أو في المختبر، واكتب أي سؤال أنت في حاجة إلى الإجابة عنه.
- أجب عن أسئلة المراجعة في نهاية كل درس.
- ادرس المفاهيم الواردة في دليل مراجعة الفصل ، وأجب عن أسئلة مراجعة الفصل وأسئلة الاختبار المقنن الواردة في نهاية كل وحدة.

ابحث عن:

- الأسئلة الـــواردة ضمن المحتوى.
- أسئلة المراجعة في نهاية كل درس.
- دليل مراجعة الفصل في نهاية كل فصل.
- أسئلة مراجعة الفصل في نهاية كل فصل.
- الاختبار المقنن في نهاية كل وحدة.

أسس الحياة

ما العلاقة بين سفن نقل البضائع والخلايا السرطانية؟

خلايا سرطانية

في عام ١٩٤٣ م خلال الحرب العالمية الثانية، أصابت قنبلةٌ سفينةً تنقل مواد كيميائية كانت عند الشواطئ الإيطالية، مما أدى إلى تسرب هذه المواد. وعندما فحص الأطباء البحارة الذين كانوا على متن السفينة لوحظ تناقص كبير في عدد كريات الدم البيضاء لديهم. وبعد البحث، استنتج الأطباء أن المواد الكيميائية تدخلت في المادة الوراثية لبعض الخلايا ومنعتها من التكاثر، وبما أن الخلايا السرطانية ـ الموضحة في الصورة ـ هي خلايا تتكاثر دون القدرة على السيطرة عليها فقد تمكَّن العلماء عندئذ من تحضير أدوية من هذه المواد الكيميائية، لاستعمالها في علاج مرض السرطان.

مشاريع الوحدة

ارجع إلى المواقع للبحث عن فكرة أو موضوع يمكن أن يكون مشروعًا تنفذه أنت. ومن المشاريع المقترحة:

- **التاريخ:** استحضر لحظات من التاريخ لاستعراض حياة عالِمَين مشهورين حظِيا بالتقدير؛ لاكتشافهما تركيب DNA.
- **التقنية:** ابحث باستخدام شبكة الإنترنت عن عملية انقسام الخلايا وأنواع الانقسامات التي تحدث لها، ثم ارسم مخططًا توضح من خلاله أنواع هذه الانقسامات.
- **النماذج:** استعمل قطعة نقد وشجرة عائلة مكوّنة من ثلاثة أجيال؛ لتحديد الطرز الجينية والطرز الشكلية لكل جيل.

البحث عبر الشبكة الإلكترونية

تكاثر الخلايا: ابحث في الشبكة الإلكترونية عن مواقع توضح أثر المواد الكيميائية المسرطنة في انقسام الخلايا وتكاثرها.

الفصل ٧

أنشطة وعمليات في الخلية

الفكرة العامة

مكّن الله عزّ وجلّ كل خلية بعمليات حيوية، تساعدها وتساعد المخلوق الحي على الاستمرار في الحياة.

الدرس الأول

أنشطة في الخلية

الفكرة الرئيسة تظل الخلية حية ما دام لديها غشاء بلازمي يسمح بدخول وخروج المواد الغذائية. وتحتاج الخلايا جميعها إلى الطاقة وتستهلكها.

الدرس الثاني

انقسام الخلية وتكاثرها

الفكرة الرئيسة تنمو المخلوقات الحية جميعها، وتعوِّض ما يتلف من خلاياها، وتتكاثر عن طريق الانقسام الخلوي والانقسام المتساوي. بينما يحافظ التكاثر الجنسي والانقسام المنصّف على بقاء الأنواع، ويسهم في تنوُّع صفاتها.

علم البستنة

إن زراعة حديقة والمحافظة عليها أمر صعب بالنسبة لك وللنبات؛ فالنباتات مثلك تحتاج إلى الماء والغذاء والطاقة، ولكنها تختلف عنك في طريقة حصولها على تلك المواد.

دفتر العلوم اذكر مصدرين يحتاج إليهما النبات لصنع غذائه والحصول على الطاقة.

نشاطات تمهيدية

لماذا يدخل الماء خلايا النبات، ويخرج منها؟

إذا نسيت سقي نبتة فإنها تذبل. ولكن بعد ريّها بالماء ستلاحظ أن أوراقها تعود إلى نَضارتها. في هذه التجربة ستتعرف دور الماء في نمو النباتات وبقائها نضرة.

١. أحضر وعاءً به ٢٥٠ مل من الماء، ثم أضف إليه ١٥ جرامًا من الملح وحرّكه، واكتب عليه "ماء مالح".

٢. أحضر وعاءً آخر به ٢٥٠ مل من الماء العذب.

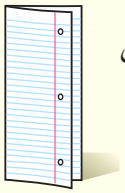
٣. ضع جزرتين في كل وعاء، وأبقِ جزرتين على طاولة المختبر.

٤. بعد ٣٠ دقيقة، أخرج كل جزرتين وضعهما بجانب الوعاء الذي كانا فيه. افحص الجزرات الستّ، واكتب ملاحظاتك في دفتر العلوم.

٥. **التفكير الناقد:** اكتب في دفترك فقرة تصف فيها ما تتوقع أن يحدث إذا أنت نقلت جزرتي الماء المالح إلى الماء العذب، وجزرتي الماء العذب إلى طاولة المختبر، وجزرتي طاولة المختبر إلى الماء المالح، وتركت كل ذلك مدة ثلاثين دقيقة. نفِّذ هذه الخطوات؛ لتختبر مدى صحة توقعاتك.

المطويات
منظمات الأفكار

كيف تحافظ المخلوقات الحية على استمرارها في الحياة؟ اعمل مطوية تساعدك على فهم كيمياء الحياة وأهمية الطاقة للحياة.



الخطوة ١ اطو ورقة طوليًّا، كما في الشكل.

الخطوة ٢ قص الجزء العلوي من الورقة المطوية إلى أشرطة، بحيث يحتوي كل شريط على ثلاثة أسطر، كما في الشكل.

بناء المفردات: في أثناء دراستك هذا الفصل اكتب المصطلحات الخاصة بأنشطة الخلية على الأشرطة، واكتب على الورقة الخلفية تعريفًا لكل منها، مستعملاً أحد هذه المصطلحات في جملة تصف فيها نشاطًا خلويًّا.

أتهيأ للقراءة

المفردات الجديدة

١ أتعلّم ماذا تفعل إذا وجدت كلمة لا تعرفها أو لا تفهم معناها؟ إليك بعض الاقتراحات:

١. استخدم الدلالات الموجودة في سياق النص أو الفقرة لتساعدك على تحديد معنى الكلمة.
٢. ابحث عن جذر الكلمة، فلعل معناها مفهوم لديك من قبل.
٣. اكتب الكلمة واطلب المساعدة في إيجاد معناها.
٤. خمن معنى الكلمة.
٥. ابحث عن الكلمة في مسرد المصطلحات في نهاية الكتاب (مصادر تعليمية للطالب) أو في القاموس.

٢ أتدرب اقرأ الفقرة الآتية، وتمعن في مصطلح «الخاصية الأسموزية»، ولاحظ كيف تساعدك دلالات سياق النص في فهم معناه.

تتحرك جزيئات الماء إلى داخل الخلية وخارجها عبر الغشاء البلازمي عن طريق خاصية الانتشار. ويطلق العلماء على عملية انتشار الماء **الخاصية الأسموزية**.

فإذا لم تكن الخلية محاطة بكميات كافية من الماء المذاب فيه بعض المواد فإن الماء ينتشر من داخل الخلية إلى خارجها. وهذا ما حدث لخلايا الجزر المغمور في الماء المالح، كما اتضح ذلك في التجربة الاستهلالية. صفحة ١٥.

دلالة من سياق النص
الخاصية الأسموزية هي عملية انتشار جزيئات الماء من داخل الخلية إلى خارجها والعكس.

دلالة من سياق النص
تعتمد الخاصية الأسموزية على كمية الماء المذيبة للمواد.

دلالة من سياق النص
تسبب الخاصية الأسموزية ذبول الخلايا وانكماشها إذا غُمرت في محاليل مالحة.

٣ أطبّق خصص صفحة في دفترك؛ لتدوّن فيها المصطلحات الجديدة والكلمات التي تدرسها أولاً بأول.

إرشـــاد

اقرأ الفقرة التي تتضمن المفردة الجديدة من بدايتها وحتى نهايتها، ثم عاود القراءة محاولاً تحديد معنى المفردة.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءة الفصل باتباعك ما يأتي:

١ قبل قراءة الفصل

أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

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

٢ بعد قراءة الفصل

ارجع إلى هذه الصفحة لترى إذا كنت قد غيّرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة والمصححة أثناء دراستك.

قبل القراءة م أوغ	العبارة	بعد القراءة م أوغ
	١. الخاصية الأسموزية هي حركة الماء من الخلية وإليها.	
	٢. يمكن للمواد جميعها الانتقال بسهولة عبر الغشاء البلازمي.	
	٣. تنتج عملية البناء الضوئي الأكسجين والسكر.	
	٤. تستمر عملية الانتشار حتى يحدث التعادل.	
	٥. الخلايا النباتية فقط هي التي تستطيع تحويل الطاقة.	
	٦. الأكسجين ضروري للتنفس الخلوي الذي ينتج عنه تحرر الطاقة اللازمة للخلية.	
	٧. ترجع أهمية الانقسام المنصف في إنتاج أمشاج وتوفير التنوع الوراثي في المخلوقات الحية.	
	٨. الانقسام المنصف هو انقسام النواة إلى نواتين متماثلتين.	
	٩. يحدث في الانقسام المنصف (الاختزالي) اختزال عدد الكروموسومات إلى النصف.	
	١٠. يحدث الانقسام المنصف في التراكيب التناسلية للمخلوقات الحية.	

الدرس ١

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

أنشطة في الخلية

في هذا الدرس

الأهداف

- توضح وظيفة النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي.
- توضح كيفية انتقال الجزيئات بعمليتي الانتشار والخاصية الأسموزية في الخلايا الحية.
- توضح الاختلاف بين النقل النشط والنقل السلبي.
- تميز بين المُنتجات والمُستهلكات.
- توضح كيف تقوم عمليتا البناء الضوئي والتنفس الخلوي بتخزين الطاقة وإطلاقها.
- تصف كيف تحصل الخلايا على الطاقة خلال عملية التخمر.

الأهمية

- يتحكم الغشاء البلازمي في المواد التي تدخل خلايا جسمك أو تخرج منها.
- نستطيع الاستفادة من الطاقة الشمسية من خلال عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي اللذان يحدثان في النبات.

مراجعة المفردات

السيتوبلازم: خليط هلامي دائم الحركة يوجد داخل الغشاء البلازمي، وفيه المادة الوراثية، وتحدث فيه معظم التفاعلات الحيوية.

الميتوكندريا: عضية خلوية تقوم بتحليل الليبيدات (الدهون) والكربوهيدرات؛ لإنتاج الطاقة.

البناء الضوئي: تُستهلك الطاقة الضوئية خلال هذه العملية لصنع السكر باعتباره الغذاء.

المفردات الجديدة

- النقل السلبي
- الانتشار
- الاتزان
- الخاصية الأسموزية
- الانتشار المدعوم
- النقل النشط
- البلعمة
- الإخراج الخلوي
- عمليات الأيض
- التنفس الخلوي
- التخمر

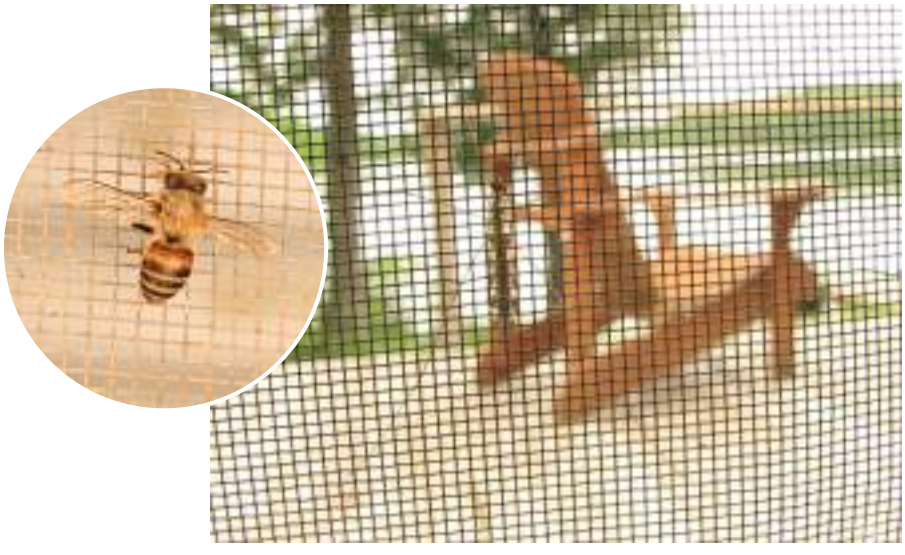
النقل السلبي

كيف يمكنك منع الحشرات من الدخول عبر النافذة المفتوحة؟ انظر إلى **الشكل ١**، يوفر لك شبك النافذة الحماية التي تريدها، كما يسمح لبعض الأشياء بالدخول إلى الغرفة والخروج منها كالهواء والروائح.

يحيط بالخلية الغشاء البلازمي الذي يشبه في عمله شبك النافذة. ويمتاز الغشاء البلازمي بالنفاذية الاختيارية؛ حيث يسمح لبعض المواد بالنفاذ من الخلية وإليها، بينما يمنع مواد أخرى من المرور.

تستطيع المواد المرور خلال الغشاء البلازمي بطرائق مختلفة. ويعتمد ذلك على حجم الجزيئات، والطريق الذي تسلكه خلال الغشاء البلازمي، وحاجتها إلى الطاقة. تُسمى عملية نقل المواد عبر الغشاء البلازمي دون الحاجة إلى الطاقة عملية **النقل السلبي** Passive Transport. وهناك ثلاثة أنواع من النقل السلبي، تعتمد على طبيعة المادة المنتقلة عبر الغشاء البلازمي، وهي الانتشار، والخاصية الأسموزية، والانتشار المدعوم.

الانتشار قد تشم رائحة عطر عندما يجلس أحدهم إلى جوارك؛ لأن جزيئات العطر تتحرك عشوائيًّا في الهواء. وتُسمى عملية انتقال الجزيئات من الأماكن ذات التركيز المرتفع إلى الأماكن ذات التركيز المنخفض **الانتشار** Diffusion.



الشكل ١ يشبه الغشاء البلازمي شبك الحماية؛ فهو يسمح لبعض المواد بالمرور من خلاله بسهولة أكثر من مواد أخرى. ويمر الهواء عبر الشبك، أما الحشرات فلا تستطيع ذلك.

الشكل ٢ تحتاج خلايا أصابع القدمين ـ مثلها مثل بقية خلايا الجسم ـ إلى الأكسجين.
حدد المقصود بالانتشار ؟

الانتشار إحدى عمليات النقل السلبي في الخلية، ويستمر إلى أن يصبح العدد النسبي للجزيئات متساويًا في المنطقتين، وعندها نصل إلى حالة **الاتزان** Equilibrium؛ وتتوقف هذه العملية.

ماذا قرأت؟ ما المقصود بالاتزان ؟

عندما يضخ القلب الدم إلى الرئتين تكون خلايا الدم الحمراء محمّلة بكميات قليلة من الأكسجين، بينما تحتوي الرئتان على كميات كبيرة منه، فتنتقل جزيئات الأكسجين خلال عملية الانتشار إلى خلايا الدم الحمراء، وعندما يصل الدم إلى خلايا إصبع القدم يكون عدد جزيئات الأكسجين أكبر في خلايا الدم الحمراء منه في خلايا الإصبع، فينتشر الأكسجين منتقلاً من خلايا الدم الحمراء إلى خلايا الإصبع كما يبين **الشكل ٢**.

الخاصية الأسموزية - انتشار الماء درست سابقًا أن الماء يشكِّل جزءًا كبيرًا من المادة الحية، وأنه يملأ الخلايا، ويحيط بها. تتحرك جزيئات الماء إلى داخل الخلية وخارجها عبر الغشاء البلازمي عن طريق خاصية الانتشار. ويطلق العلماء على عملية انتشار الماء **الخاصية الأسموزية** Osmosis.

تجربة

مشاهدة حركة الجزيئات

الخطوات

تحذير: لا تستعمل *الماء المغلي*.

١. أحضر كأسين زجاجيين نظيفين، واكتب على الأول (ساخن) واملأه إلى منتصفه بماء دافئ، ثم اكتب على الثاني (بارد)، واملأه إلى منتصفه بماء بارد.

٢. أضف قطرة من **حبر سائل** بحرص إلى كل من الكأسين.

٣. لاحظ ما يحدث مباشرة للماء في الكأسين وسجِّل ملاحظاتك، ثم سجِّلها مرة أخرى بعد ١٥ دقيقة.

التحليل

ما العلاقة بين درجة الحرارة وحركة الجزيئات؟

في المنزل

فـإذا لـم تكن الخلية محاطة بكميات كافية من المـاء المذاب فيه بعض المواد فإن الماء ينتشـر من داخل الخلية إلى خارجها. وهذا ما حدث لخلايا الجزر المغمور في الماء المالح، كما اتضح ذلك في التجربة الاستهلالية.

وينتج عن فقدان الخلايا النباتية للماء ابتعاد غشائها البلازمي عن الجدار الخلوي، كمـا يبين **الشـكل ٣** (أ)، ممـا يخفف الضغط عليه فيذبل. أمـا إذا أخذنا الجزر من المحلـول الملحي ووضعناه في الماء العذب، فإن الماء سـينتقل إلى داخل خلايا الجـزر، فتمتلـئ بالماء، مما يزيد مـن ضغط الخلية على الجـدار الخلوي كما في **الشكل ٣** (ب).

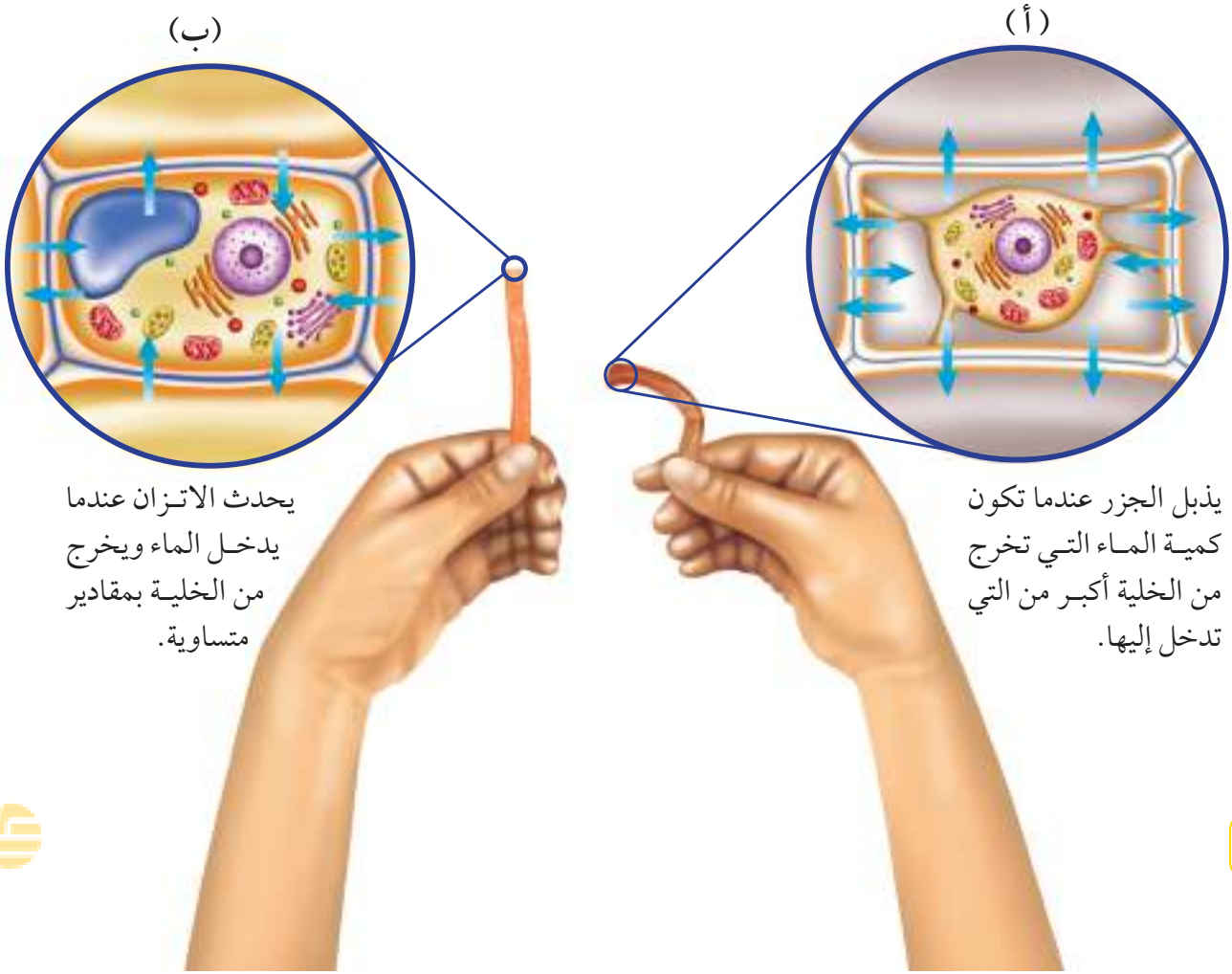
تجربة عملية الانتشار
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

ماذا قرأت؟ لماذا يذبل الجزر الموضوع في المحلول الملحي؟

تحـدث الخاصية الأسـموزية في الخلايـا الحيوانيـة أيضًا، فإذا وضعـت الخلايا الحيوانيـة في الماء العذب، فإنهـا تنتفخ. وتختلف الخلايـا الحيوانية عن الخلايا النباتية في أنها تنفجر إذا دخل فيها كميات كبيرة من الماء.

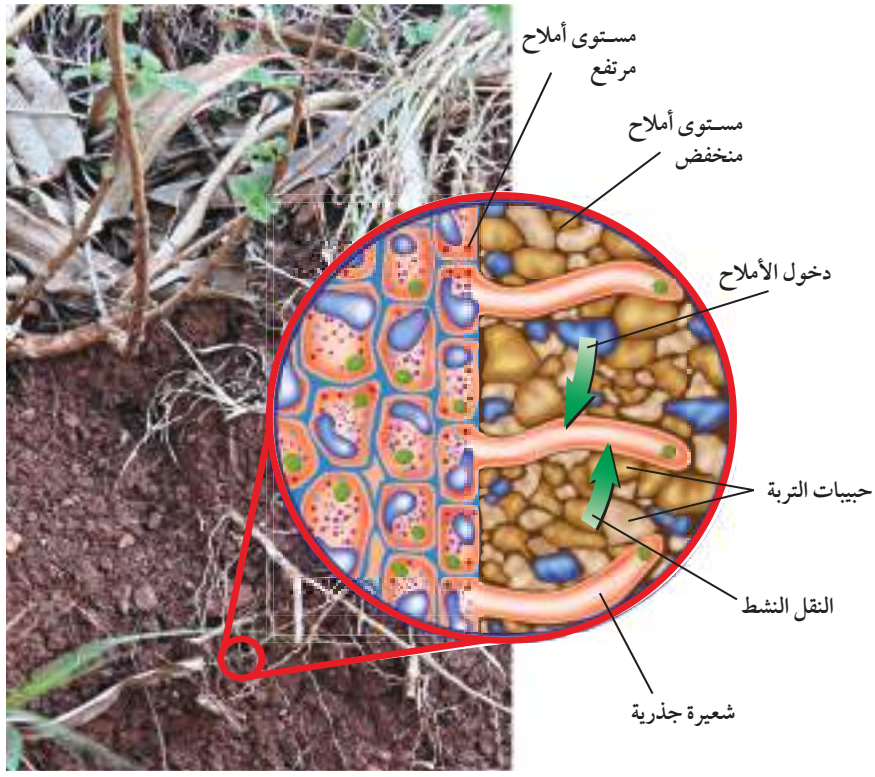
الانتشـار المدعـوم تُدخِل الخلايا العديدَ من المواد، فيعبر بعضها بسـهولة عبر الغشـاء البلازمي خلال عملية الانتشـار. أما بعض المواد الأخرى ـ مثل جزيئات السـكر الكبيرة الحجم ـ فلا تستطيع دخول الخلية دون مساعدة بعض البروتينات الموجودة في الغشـاء البلازمي التي تُسـمى البروتينات الناقلة. ويُسمى هذا النوع من النقل السلبي **الانتشارَ المدعوم** Facilitated Diffusion.

الشكل ٣ تسـتجيب الخـلايا لاختلاف كمية الماء بين ما هو داخل الخلية وما هو خارجها.
عرّف المقصود بالخاصية الأسموزية؟



يذبل الجزر عندما تكون كميـة المـاء التـي تخرج من الخلية أكبـر من التي تدخل إليها.

يحدث الاتـزان عندما يدخـل الماء ويخرج من الخليـة بمقادير متساوية.



الشكل ٤ لبعض خلايا الجذر امتدادات تُسمى الشعيرات الجذرية، وقد يصل طولها من ٥–٨ مم. تنتقل الأملاح عبر أغشية الشعيرات الجذرية عن طريق النقل النشط.

النقل النشط

تخيل أنك أثناء مغادرتك ملعبًا لكرة القدم مع آلاف الجماهير اضطررت للعودة إلى الملعب لأخذ معطفك الذي نسيته. أيهما يحتاج منك إلى طاقة أكبر: الخروج من الملعب أم العودة إليه؟ قد تحتاج الخلية في بعض الأحيان إلى إدخال بعض المواد إليها رغم أن كميتها داخل الخلية كبيرة. فمثلًا تحتاج خلايا جذر النبات إلى الأملاح رغم أن كميتها داخل الخلية أكبر منها في التربة، كما في **الشكل ٤**. لذا يكون هناك ميل لانتقال الأملاح خارج الجذر بواسطة الانتشار أو الانتشار المدعوم، غير أن ذلك لا يحدث. أما الذي يحدث فهو انتقال الأملاح إلى داخل الخلية. وفي مثل هذه الحالة تحتاج الخلية إلى الطاقة لنقل المواد عبر غشائها. وتُسمى عمليات النقل هذه **النقل النشط** Active Transport.

تحتاج عملية النقل النشط إلى بروتينات ناقلة، كما في عمليات الانتشار المدعوم. غير أن المواد المنقولة خلال النقل النشط تتحد مع البروتينات الناقلة، وتستهلك البروتينات الطاقة؛ لنقلها عبر الغشاء البلازمي، وعندما تتحرر المواد المنقولة من البروتينات الناقلة يمكنها أن ترتبط بجزيئات أخرى تنقلها عبر الغشاء من جديد.

البروتينات الناقلة

تعتمد صحتك على البروتينات الناقلة، ففي بعض الأحيان لا تعمل هذه البروتينات بصورة جيدة، وفي أحيان أخرى لا تكون موجودةً أصلاً. فما الذي يحدث إذا كانت البروتينات التي تنقل الكولسترول عبر الأغشية غير موجودة؟ الكولسترول من الليبيدات (الدهون) المهمة التي تستعملها خلايا جسمك.

اكتب أفكارك في دفتر العلوم.

الشكل ٥ يستطيع مخلوق حي وحيد الخلية أن يبتلع مخلوقًا آخر وحيد الخلية من خلال عملية البلعمة.

البلعمة والإخراج الخلوي

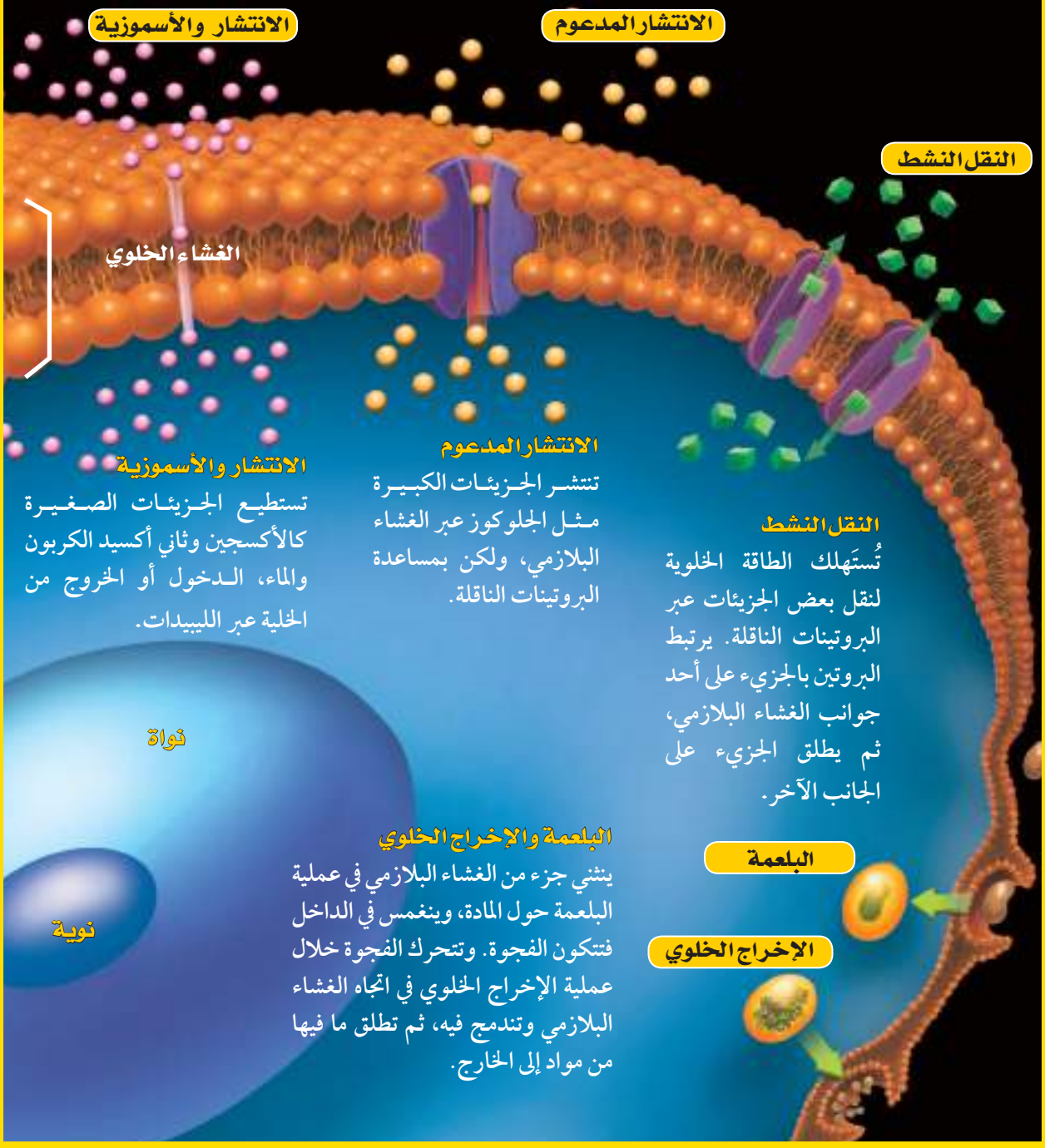
تكون بعض الجزيئات كبيرة جدًّا، بحيث لا يمكن نقلها بواسطة الانتشار، أو بواسطة البروتينات الناقلة عبر الغشاء البلازمي، مثل جزيئات البروتينات الضخمة والبكتيريا. يمتاز الغشاء البلازمي بقدرته على الانثناء إلى الداخل عندما تلامسه الأجسام الكبيرة، بحيث يحيط بها وينغلق على نفسه مكونًا كرة تُسمى الفجوة.

وتُسمى هذه العملية التي يتم خلالها إدخال المواد عند إحاطتها بالغشاء البلازمي **البلعمة** Endocytosis. وتحصل بعض المخلوقات الوحيدة الخلية على غذائها بهذه الطريقة كما يبين **الشكل ٥**.

وتستطيع الفجوات إخراج محتوياتها خلال عملية تُسمى **الإخراج الخلوي** Exocytosis. وعملية الإخراج الخلوي عكس عملية البلعمة؛ حيث تندمج الفجوة مع الغشاء البلازمي، فتنطلق محتويات الفجوة إلى خارج الخلية. وتستعمل خلايا المعدة هذه الطريقة لإطلاق المواد الكيميائية التي تساعد على هضم الطعام. وسوف تجد طرائق انتقال المواد من الخلية وإليها ملخصة في **الشكل ٦**.

عمليات النقل عبر الغشاء البلازمي

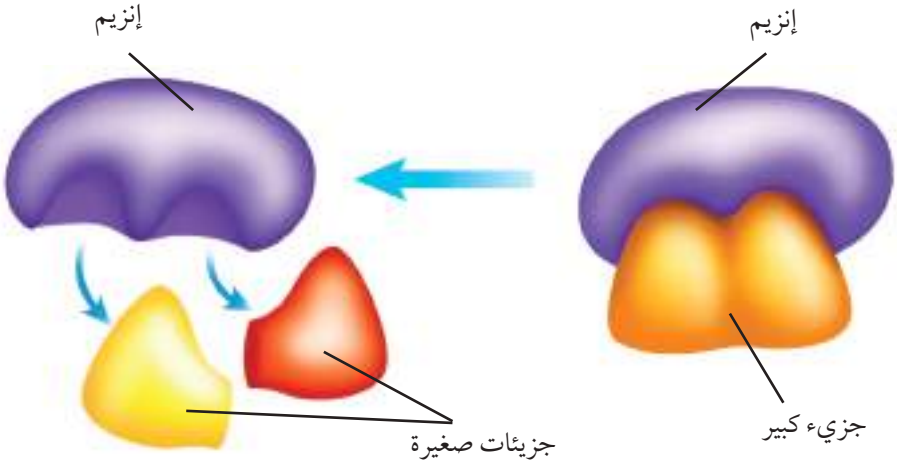
الشكل ٦ الغشاء البلازمي ليس طبقة مرنة قوية فقط، بل يتكون من طبقتين من الليبيدات (اللون الذهبي) تنغمس فيها البروتينات الناقلة (اللون البنفسجي). تستطيع المواد دخول الخلية والخروج منها عبر طبقات الليبيدات أو خلال البروتينات الناقلة. أما المواد التي لا تستطيع الدخول أو الخروج خلال الطريقتين السابقتين فقد تحاط بالغشاء البلازمي فتندفع إلى الخارج أو تنسحب إلى الداخل.



الحصول على الطاقة واستخدامها

مـن أيـن يحصل لاعبو كرة القدم علـى الطاقة التي يبذلونها؟ الإجابة بكل بسـاطة "من الغذاء". يتغير شـكل الطاقـة الكيميائية المخزنة في الغذاء عند دخولها إلى الخليـة إلى أشـكال أخـرى لازمـة لأداء النشـاطات الضرورية للحيـاة. وتتضمن هـذه التغيرات تفاعـلات كيميائية تحدث في كل خلية. وتسـمى هـذه التفاعلات الكيميائية **عمليات الأيض** Metabolism.

تحتـاج التفاعـلات الكيميائيـة خـلال عمليات الأيض إلـى الإنزيمـات. فما دور الإنزيمات؟ تخيل أنك جائع، وقد أردت فتح علبة فول، فعندها سـوف تسـتعمل مفتـاح العلـب لفتحها، ولن تسـتطيع فعل ذلـك دون مفتاح. وخـلال الفتح يتغير شـكل العلبـة، أما المفتـاح فلن يحدث له شـيء، كمـا يمكنك اسـتعمال المفتاح مرات عديدة وفتح العديد من العلب الأخرى. هكذا تعمل الإنزيمات في الخلية، كمفتـاح العلـب نوعًا ما؛ فهـي تُحدِث تغييـرًا، ولكنها لا تتغير، كما أنها تسـتعمل أكثـر مـن مرة، كما في **الشـكل ٧**. وعلى عكـس عمل مفتاح العلـب الذي يفكك الأجزاء الكبيرة، تعمل الإنزيمات على اتحاد الجزيئات وربطها معًا. ولكل تفاعل في الخلية إنزيمه الخاص الذي يؤدي إلى تنشيطه.



الشكل ٧ تحتـاج معظـم التفاعـلات الكيميائيـة فـي الخلايا الحية إلى الإنزيمات.
حـدّد مـاذا تُسـمى جميـع التفاعـلات الكيميائيـة التي تحدث في المخلوق الحي؟

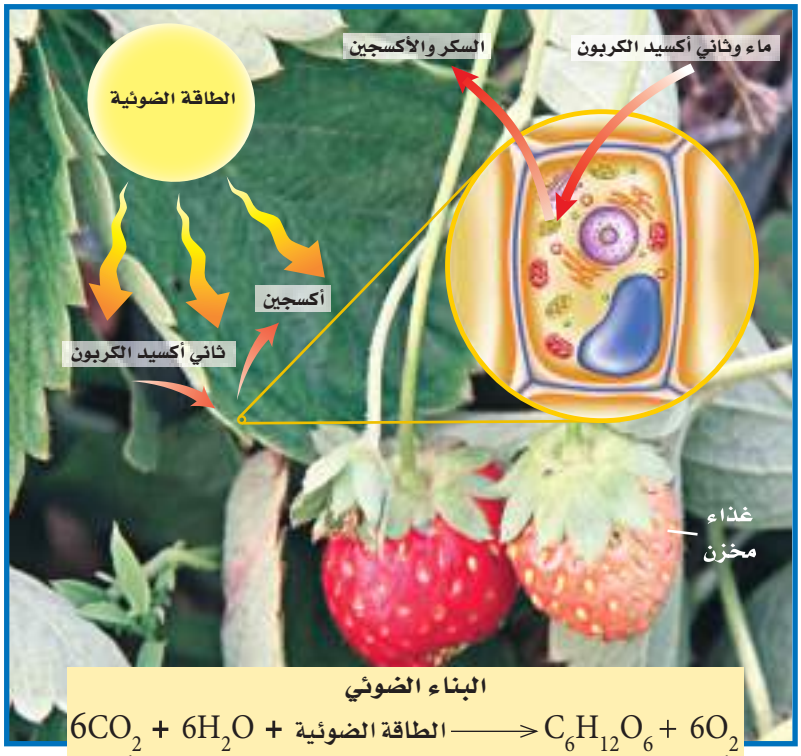
تلتصـق الإنزيمـات بالجزيئـات الكبيـرة حيث تساعد على تغييرها.

تعمـل الإنزيمات على تكسـير الجزيئات الكبيـرة إلى جزيئـات صغيـرة. ولا يتغير الإنزيـم خـلال ذلـك، ويُسـتعمل مـرة أخرى.

البنـاء الضوئي تُصنّـف المخلوقـات الحيـة تبعًـا لطريقة حصولهـا على الغذاء إلـى مُنتِجات ومستهلكات؛ فالمُنتِجات هي المخلوقات الحية التي مكّنها الخالق سـبحانه وتعالى من أن تصنع غذاءها بنفسها، وأهمها النباتات، أما المُستهلِكات فلا تستطيع صنع غذائها بنفسها.

تسـتطيع النباتات وبقية المنتِجات تحويل الطاقة الضوئيـة إلـى طاقة كيميائية خلال عملية تُسـمى البنـاء الضوئـي Photosynthesis. وتُسـتهلك الطاقة الضوئية خلال هذه العملية لصنع السـكر باعتباره الغذاء.

تصنيـع الكربوهيدرات تحتـوي المنتِجـات على صبغة خضراء تُسـمى كلوروفيل، تقوم هي وبعـض الصبغـات الأخـرى خلال عمليـة البناء الضوئي بامتصاص الطاقة الضوئية. وتوجد هذه الصبغات في البلاستيدات الخضراء في الخلايا النباتية.



البناء الضوئي

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{الطاقة الضوئية} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

ثاني أكسيد الكربون — ماء — كلوروفيل — سكر — أكسجين

الشكل ٨ تستعمل النباتات عملية البناء الضوئي لصنع غذائها.
حـدّد المـواد المتفاعلة التي يحتاج إليهـا النبات لحدوث عمليـة البناء الضوئي اعتمادًا على المعادلة أعلاه.

تسـتعمل الطاقـة الضوئيـة الممتصـة –بالإضافة إلـى ثاني أكسـيد الكربون الذي تحصـل عليه النباتات من الهواء، وكذلك الماء الذي تحصل عليه من التربة– في تصنيع السـكر. وبذلك تخزن بعض الطاقة الضوئيـة على صورة طاقة كيميائية في جزيئات السكر. ويظهر **الشكل ٨** ما يحدث خلال عملية البناء الضوئي.

تخزيـن الكربوهيدرات تصنـع النباتـات أكثر من حاجتها من السـكر. لذا فإنها تخـزن السـكر الزائـد على حاجتهـا على هيئـة نشـا أو مـواد كربوهيدراتية أخرى تستعملها للنمو والاستمرار في الحياة والتكاثر.

لمـاذا تُعـد عملية البناء الضوئي ضرورية للمسـتهلكات؟ هل تحـب أكل التفاح؟ تسـتعمل شـجرة التفـاح عمليـة البنـاء الضوئي لإنتـاج التفـاح. هل تحـب تناول الجبن؟ نحصل على الجبن من حليب الأبقار التي تتغذى على الأعشاب. تتغذى المسـتهلكات على مسـتهلكات أخرى أو منتِجات. فبصرف النظر عما تأكل، فإن عملية البناء الضوئي تدخل بصورة مباشرة أو غير مباشرة في صنع ما تأكله.

تجربة عملية
الأكسجين والبناء الضوئي
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

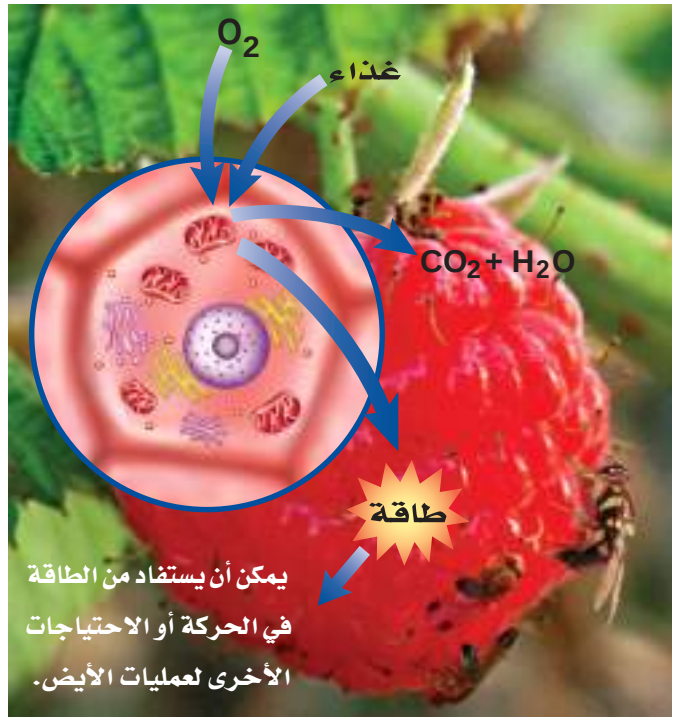
عالم الأحياء الدقيقة

يدرس عالم الأحياء الدقيقة المخلوقات الحية الدقيقة ومنها البكتيريا والطفيليات التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. ابحث عن مهنة عالم الأحياء الدقيقة، واكتب ما وجدته في دفتر العلوم.

التنفس الخلوي بعد مشاركتك في لعبة كرة القدم أو الكرة الطائرة تشعر بالحر، وتلاحظ أنك تتنفس بسرعة. لماذا؟ إن خلايا العضلات تستهلك كميات كبيرة من الطاقة، تحصل عليها بتحلل الغذاء، فتستهلك بعض الطاقة في أثناء حركتك، وبعضها الآخر ينطلق على هيئة حرارة، مما يشعرك بالحر. وفي أثناء تحلل الغذاء تحتاج معظم الخلايا إلى الأكسجين، لذا تتنفس بسرعة أكبر لإيصال كميات مناسبة منه إلى العضلات. تستعمل خلايا عضلات الجسم الأكسجينَ خلال عملية **التنفس الخلوي** Cellular Respiration. وخلال هذه العملية تحدث تفاعلات كيميائية تحلل جزيئات الغذاء المعقدة إلى جزيئات أبسط، فتتحرر الطاقة المخزنة فيها. وكما هو الحال في عملية البناء الضوئي فإن الإنزيمات ضرورية لحدوث عملية التنفس الخلوي.

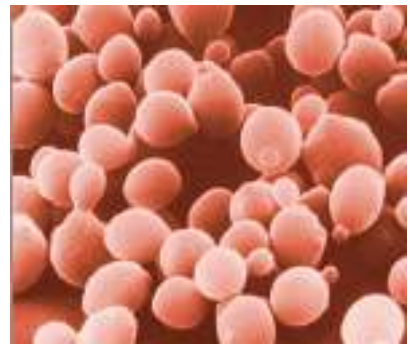
ماذا قرأت؟ ماذا يجب أن يحدث لجزيئات الطعام لكي تتم عملية التنفس الخلوي؟

تحليل الكربوهيدرات الكربوهيدرات أكثر المواد قابلية للتحلل في الخلية. تبدأ عملية التنفس الخلوي في السيتوبلازم، حيث يتم تحليل الكربوهيدرات وتحويله إلى جلوكوز، ثم يتحلل كل جزيء جلوكوز إلى جزيئين بسيطين، وينتج عن ذلك طاقة. وتستمر الخلية في تحويل هذه الجزيئات إلى جزيئات أبسط فأبسط، ويتم تحلّل الجزيئات داخل الميتوكندريا في خلايا النباتات والحيوانات والفطريات والعديد من المخلوقات الحية الأخرى. وخلال هذه العملية، يُستهلك الأكسجين، وتتحرر كميات أكبر من الطاقة، وينتج ثاني أكسيد الكربون والماء بوصفهما فضلات. يحدث التنفس الخلوي في عديد من خلايا المخلوقات الحية كما في **الشكل ٩**.

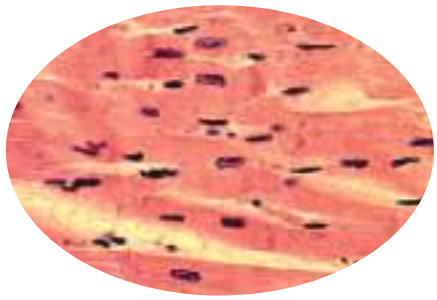


الشكل ٩ تحدث عملية التنفس الخلوي في خلايا المنتجات والمستهلكات؛ حيث يتم تحرير الطاقة من تحليل الغذاء.

التخمر خلال ركضك السريع، وبالرغم من تسارع تنفسك، قد لا تصل كميات كافية من الأكسجين إلى الخلايا العضلية. لذا تلجأ الخلايا إلى عملية أخرى تُسمى **التخمر** Fermentation، يتم من خلالها الحصول على بعض الطاقة المختزنة في جزيئات السكر دون وجود الأكسجين. تبدأ عملية التخمر –كما هو الحال في التنفس الخلوي– في السيتوبلازم، ويتحلل جزيء الجلوكوز إلى جزيئين بسيطين، وتتحرر الطاقة، ولكن الجزيئات الناتجة لا تنتقل إلى الميتوكندريا، بل تحدث تفاعلات كيميائية أخرى داخل السيتوبلازم، ينتج عنها المزيد من إنتاج الطاقة والفضلات. واعتمادًا على نوع الخلية، قد تكون



تنتج الخميرة ثاني أكسيد الكربون والكحول كفضلات عند تخمرها.



تنتج خلاياك العضلية حمض اللاكتيك كفضلات عند التخمر.

الشكل ١٠ ينتج عن التخمر فضلات مختلفة.

الفضلات الناتجة إما حمض اللاكتيك (حمض اللبن)، أو الكحول وثاني أكسيد الكربون كما في **الشكل ١٠**. تستطيع خلايا العضلات في الجسم استعمال عملية التخمر؛ لتحويل الجزيئات البسيطة إلى حمض اللاكتيك وإنتاج الطاقة. فما تشعر به من ألم وشد عضلي ناتج عن تراكم حمض اللاكتيك في العضلات.

ماذا قرأت؟ في أي أجزاء الخلية تحدث عملية التخمر ؟

بعض المخلوقات الحية الدقيقة، ومنها البكتيريا، تنتج حمض اللاكتيك خلال عملية التخمر وهو ما نستفيد منه في تصنيع الزبادي، وبعض أنواع الجبن، حيث يسبب حمض اللاكتيك الناتج تخثُّر الحليب وإعطاءه نكهة مميزة.

هل استعملت الخميرة يومًا في عمل الخبز؟ تُعد الخميرة من المخلوقات الحية الوحيدة الخلية التي تستعمل التخمر لتحليل السكر؛ لتنتج الكحول وثاني أكسيد الكربون بوصفهما فضلات. ويسبب ثاني أكسيد الكربون انتفاخ العجين قبل خبزه. أما الكحول فيتطاير في أثناء عملية الخبز.

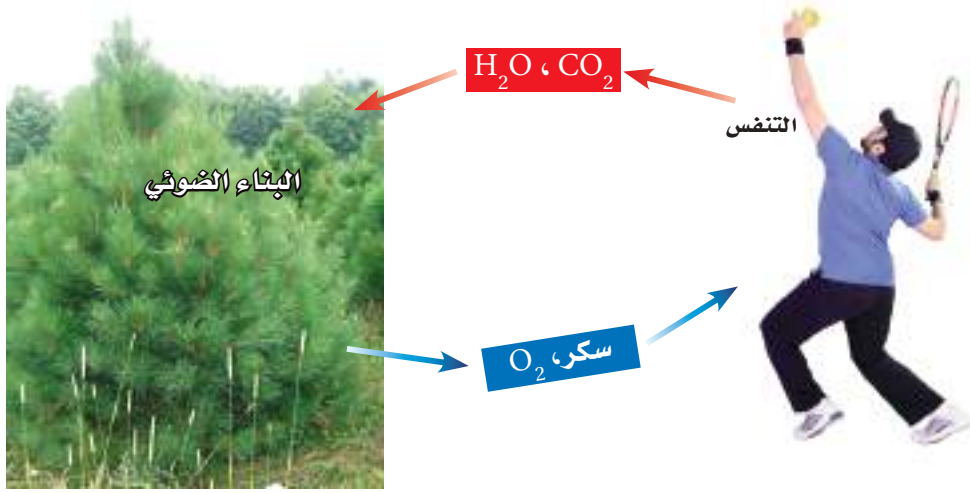
العلاقات المتبادلة بين العمليات مر بك في هذا الدرس ثلاث عمليات مهمة، هي البناء الضوئي والتنفس والتخمر. ترى، ما العلاقة بين هذه العمليات الثلاث؟ يوضح **الشكل ١١** العلاقة بين التنفس الخلوي والبناء الضوئي. فخلال عملية البناء الضوئي تصَنع المنتِجات الغذاء. وتقوم المخلوقات الحية جميعها بالتنفس؛ أو

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

مخلوقات حية دقيقة مفيدة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للبحث عن معلومات حول دور المخلوقات الدقيقة في إنتاج العديد من المواد المفيدة.

نشاط أوجد ثلاث طرق أخرى تكون فيها المخلوقات الحية الدقيقة مفيدة.



الشكل ١١ لا يمكن حدوث التفاعلات الكيميائية لكل من عمليتي التنفس الخلوي والبناء الضوئي إحداهما بمعزل عن الأخرى.

التخمر؛ لتحرير الطاقة المختزنة في الغذاء. وإذا فكرت جيدًا فيما يحدث خلال عمليتي البناء الضوئي والتنفس فستلاحظ أن نواتج إحداهما تُستهلك في الأخرى. إن هاتين العمليتين متعاكستان تقريبًا؛ فخلال عملية البناء الضوئي ينتج الأكسجين والسكر اللذان يُستعملان في عملية التنفس. أما في عملية التنفس الخلوي فينتج ثاني أكسيد الكربون والماء بوصفهما فضلات، وهما يُستعملان خلال عملية البناء الضوئي. ولولا رحمة الله سبحانه وتعالى في خلق هاتين العمليتين لاستحالت الحياة.

مراجعة الدرس ١

الخلاصة

النقل السلبي

- تحصل الخلايا على المواد الضرورية، وتتخلص من الفضلات عن طريق غشائها البلازمي.
- الانتشار والخاصية الأسموزية والانتشار المدعوم أمثلة على النقل السلبي.

النقل النشط

- تؤدي البروتينات الناقلة دورًا مهمًا في عملية النقل النشط.
- تستعمل البروتينات الناقلة أكثر من مرة.

البلعمة والإخراج الخلوي

- تتكون الفجوات عندما تدخل المواد إلى الخلية خلال عملية البلعمة.
- تخرج محتويات الفجوات خارج الخلية خلال عملية الإخراج الخلوي.

الحصول على الطاقة واستخدامها

- عمليات الأيض هي جميع التفاعلات الكيميائية داخل جسم المخلوق الحي.
- تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية خلال عملية البناء الضوئي.
- يَمتص الكلوروفيل وبعض الأصباغ الأخرى ضوء الشمس.
- تحصل المستهلكات على طاقتها بأكلها المنتجات ومستهلكات أخرى.
- تستطيع الخلايا الحية استعمال الأكسجين لتحليل الجلوكوز والحصول على الطاقة.
- تحرر عملية التخمر الطاقة في غياب الأكسجين.

اختبر نفسك

١. **صف** كيف يتحكم الغشاء البلازمي في مرور المواد؟

٢. **اشرح** أهمية عمليتي البلعمة والإخراج الخلوي للخلية.

٣. **قارن** بين الخاصية الأسموزية والانتشار.

٤. **وضح** الفرق بين المنتجات والمستهلكات، واذكر ثلاثة أمثلة على كل منهما.

٥. **استنتج** كل الطاقة التي تستعملها المخلوقات الحية على الأرض تعود في أصلها إلى الطاقة الشمسية. فسِّر ذلك.

٦. **قارن** بين التنفس الخلوي والتخمر.

٧. **التفكير الناقد**

- لماذا يرش البائعون الماء على الخضراوات والفواكه المعروضة في محالّهم؟
- كيف تساعد بعض النباتات الداخلية على تحسين هواء الغرفة؟

تطبيق الرياضيات

٨. **حلّ** ارجع إلى معادلة البناء الضوئي، واحسب عدد ذرات كل من الكربون والهيدروجين والأكسجين قبل حدوث عملية البناء الضوئي وبعدها.

الدرس ٢

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

انقسام الخلية وتكاثرها

في هذا الدرس

الأهداف

- **توضح** أهمية الانقسام المتساوي.
- **تتبع** أطوار الانقسام المتساوي.
- **تقارن** بين الانقسام المتساوي في الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية.
- **تُعدّد** مثالين على التكاثر اللاجنسي.
- **تصف** أطوار الانقسام المنصّف، وكيفية تكوين الخلايا الجنسية.
- **توضح** أهمية الانقسام المنصّف في التكاثر الجنسي.
- **توضح** كيف يحدث الإخصاب في التكاثر الجنسي.

الأهمية

- يعتمد نمو المخلوقات الحية على الانقسام الخلوي.
- تعود أهمية الانقسام المنصّف والتكاثر الجنسي في عدم وجود شخصين متشابهين تمامًا.

مراجعة المفردات

النواة عضية تتحكم في جميع نشاطات الخلية، وتحتوي على المادة الوراثية التي تتكون من البروتينات وDNA.

المخلوق الحي كل مخلوق يتكون من خلايا، وله قدرة على النمو والتكاثر والاستجابة، ويستهلك الطاقة.

المفردات الجديدة

- الانقسام المتساوي
- الكروموسوم
- التكاثر اللاجنسي
- التكاثر الجنسي
- البويضة
- الحيوان المنوي
- الإخصاب
- البويضة المخصبة
- ثنائي المجموعة الكروموسومية
- أحادي المجموعة الكروموسومية
- الانقسام المنصف

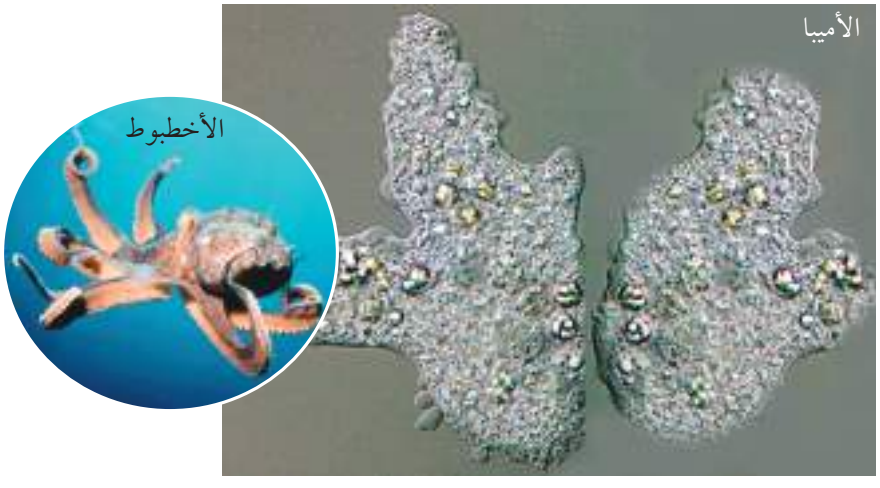
ما أهمية انقسام الخلية؟

ما الأشياء المشتركة بينك وبين الأخطبوط وشجرة العرعر؟ هذه المخلوقات الحية تشترك في خصائص كثيرة، أهمها أن الله الذي خلقها بقدرته وتدبيره جعل أجسامها تتكون من بلايين الخلايا، كما جعل هذه المخلوقات الحية العديدة الخلايا كلها تبدأ من خلية واحدة، تنقسم لتصبح اثنتين، ثم أربعًا ثم ثمانيًا .. وهكذا. ويستمر الانقسام الخلوي حتى بعد توقف النمو؛ فهو يعوّض الخلايا التالفة. فعلى سبيل المثال، خلال اللحظات التي تستغرقها لقراءة هذه الجملة يُنتج نخاعُك العظميّ ستةَ ملايين خلية دم حمراء. وللانقسام الخلوي أهمية أيضًا للمخلوقات الحية الوحيدة الخلية؛ فهي تتكاثر عن طريق الانقسام الخلوي، كما في **الشكل ١٢**. الانقسام الخلوي ليس مجرد عملية فصل الخلية الواحدة إلى قسمين كما قد يبدو لك؛ إنه عملية أصعب من ذلك، كما سيتضح لك قريبًا.

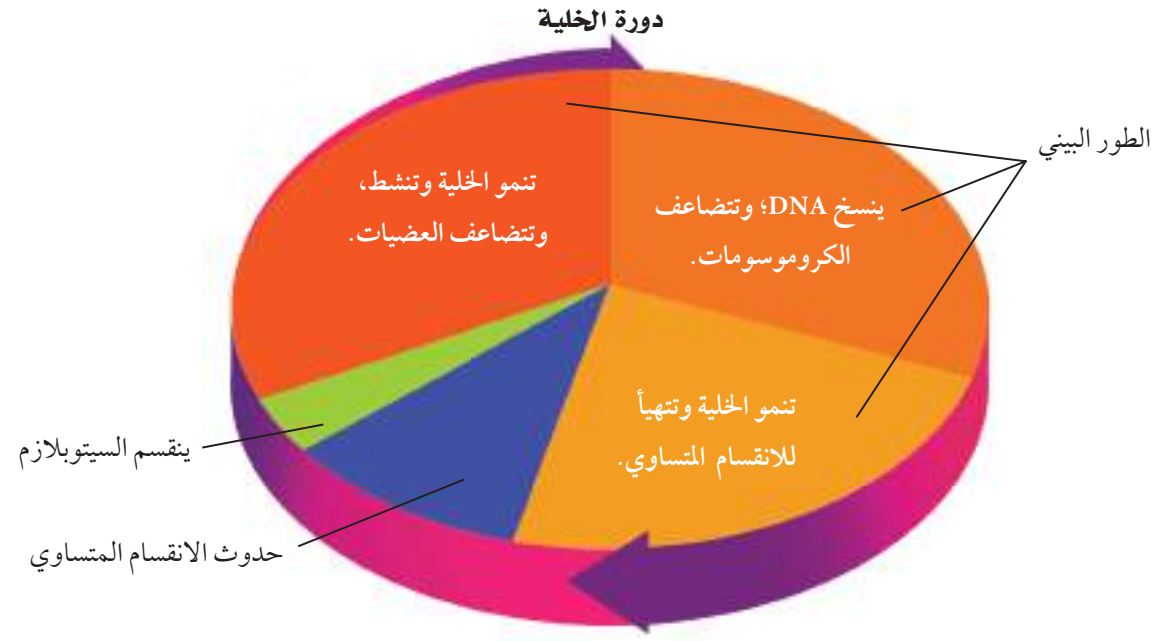
دورة الخلية

قدَّر الحق تبارك وتعالى لجميع المخلوقات الحية أن تمر بمراحل متتابعة خلال حياتها، وهذا ما يُعرف بدورة الحياة، التي تبدأ بتكوّن المخلوق الحي، ثم نموه، وتنتهي بموته. ويحدث ذلك أيضًا للخلايا المفردة، فلكل منها دورة حياة.

تصل المخلوقات الحية الوحيدة الخلايا- ومنها الأميبا الموضحة في الصورة- إلى حجم معين، ثم تنقسم لتتكاثر.



الشكل ١٢ يحدث الانقسام الخلوي في المخلوقات الحية جميعها. فالمخلوقات الحية العديدة الخلايا كالأخطبوط تنمو نتيجة زيادة عدد خلاياها.



الشكل ١٣ الطور البيني هو الجزء الأطول في دورة الخلية. حدد متى تتضاعف الكروموسومات؟

زمن دورة الخلية يُقصد بدورة الخلية ـ كما يوضحها **الشكل ١٣** ـ المراحل أو الأطوار المتتابعة التي تمر بها الخلية منذ بدء الانقسام الخلوي حتى الانقسام الخلوي الذي يليه. وتختلف المدة التي تستغرقها دورة الخلية من خلية إلى أخرى. فمثلاً تستغرق دورة حياة بعض خلايا نبات الفول ١٩ ساعة، بينما نجد أن خلايا أجنة الحيوانات تنقسم بسرعة أكبر، بحيث تكمل دورتها في أقل من ٢٠ دقيقة. أما في جسم الإنسان فإنَّ دورة حياة بعض الخلايا تستغرق ١٦ ساعة. كما أن الخلايا التي يحتاج إليها للنمو وتعويض الخلايا التالفة – ومنها خلايا الجلد والعظام– فإنها تعيد دورة حياتها باستمرار.

الطَّور البينيّ يشكّل الطور البينيّ معظم زمن دورة الخلية الحقيقية النواة، وتستغرقه الخلية في النمو. فالخلايا التي لا تنقسم في الجسم ـ ومنها الخلايا العصبية وخلايا العضلات ـ تبقى دائمًا في هذا الطور. وأما الخلايا النشطة ـ ومنها خلايا الجلد ـ فتنسخ المادة الوراثية خلال هذا الطور استعدادًا للانقسام الخلوي.

ولعلك تتساءل: لماذا يجب نسخ المادة الوراثية قبل الانقسام؟! تخيل أنك تمثل دورًا ما في مسرحية، ولا يملك المخرج إلا نسخة واحدة من النص، فوزّع صفحة واحدة على كل ممثل، فهل يحصل أي منهم على النص الكامل؟ فالصواب أن ينسخ المخرج النص كاملاً، ثم يوزعه؛ ليعرف كل واحد دوره وما يحيط به. كذلك الحال في الخلية؛ يجب أن تُنسخ المادة الوراثية فيها قبل الانقسام؛ لتحصل كل خلية جديدة على نسخة كاملة من المادة الوراثية لتقوم بوظائف الحياة.

بعد انتهاء الطور البيني تدخل الخلية في طور الانقسام؛ حيث تنقسم النواة، ثم يتوزع السيتوبلازم؛ لتكوين خليتين جديدتين.

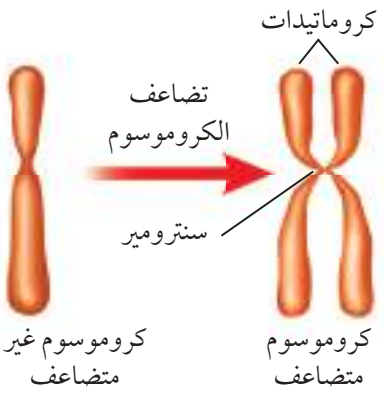
اختصاصي الأورام

تُتم الخلايا دوراتها ضمن ضوابط معينة، ويتم التحكم فيها. أما الخلايا السرطانية فتنقسم بسرعة لايمكن التحكم فيها. ويُسمَّى الأطباء المتخصصون في دراسة هذه الخلايا اختصاصيي الأورام. ولكي تصبح مختصًّا في علاج الأورام تحتاج أولًا إلى دراسة الطب، ثم التخصص في علم الأورام. ابحث عن التخصصات الفرعية في علم الأورام، ثم عدّدها، واكتب وصفًا عنها في دفتر العلوم.

الانقسام المتساوي (غير المباشر)

تُسمى عملية انقسام النواة إلى نواتين متماثلتين **الانقسام المتساوي(غير المباشر)** Mitosis، وتكون النواة الجديدة مماثلة للنواة الأصلية. ويتضمن الانقسام المتساوي سلسلة من الأطوار المتتالية، هي: الطور التمهيدي، والطور الاستوائي، والطور الانفصالي، والطور النهائي.

مراحل الانقسام المتساوي تلعب الكروموسومات دورًا مهمًّا في عملية انقسام النواة. و**الكروموسوم** Chromosome تركيب في النواة يحتوي على المادة الوراثية. وخلال الطور البيني يتضاعف هذا الكروموسوم، فعندما تكون النواة جاهزة للانقسام يصبح الكروموسوم أكثر سمكًا وأقصر، ويظهر في صورة سلسلتين متماثلتين تُسمى كل واحدة منهما كروماتيدًا، كما في **الشكل ١٤**.



الشكل ١٤ يُنسخ DNA خلال الطور البيني، ويتكون الكروموسوم غير المتضاعف من سلسلة واحدة من DNA، أما الكروموسوم المتضاعف فيحتوي على سلسلتين متماثلتين من DNA تُسميان كروماتيدات، ترتبطان معًا في منطقة تُسمى سنترومير.

ماذا قرأت؟ **ما العلاقة بين الكروموسومات والكروماتيدات؟**

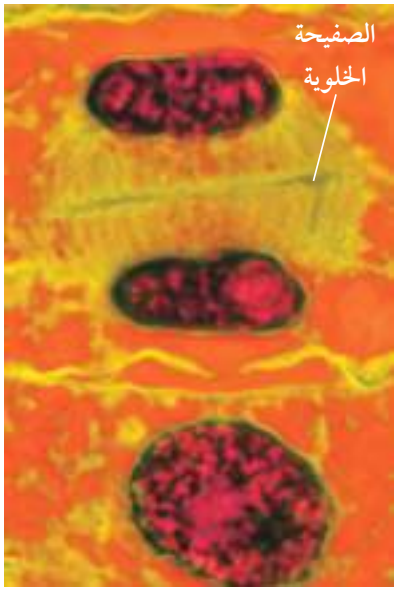
خلال الطور التمهيدي، يمكن رؤية أزواج الكروماتيدات بوضوح تحت المجهر المركب، تتلاشى النُوَيّة والغشاء النووي، ويبدأ زوجان من تراكيب صغيرة تُسمى المريكزات (سنتريول) في التحرك إلى قطبي الخلية، ثم تبدأ تراكيب خيطية تُسمى الخيوط المغزلية في التكوّن بينها. وعلى الرغم من تكوّن الخيوط المغزلية في الخلايا النباتية في أثناء عملية الانقسام المتساوي، إلا أنها تفتقر إلى المريكزات.

أما في الطور الاستوائي فتصطف أزواج الكروماتيدات في وسط الخلية، وتتصل بزوج من الخيوط المغزلية في السنترومير.

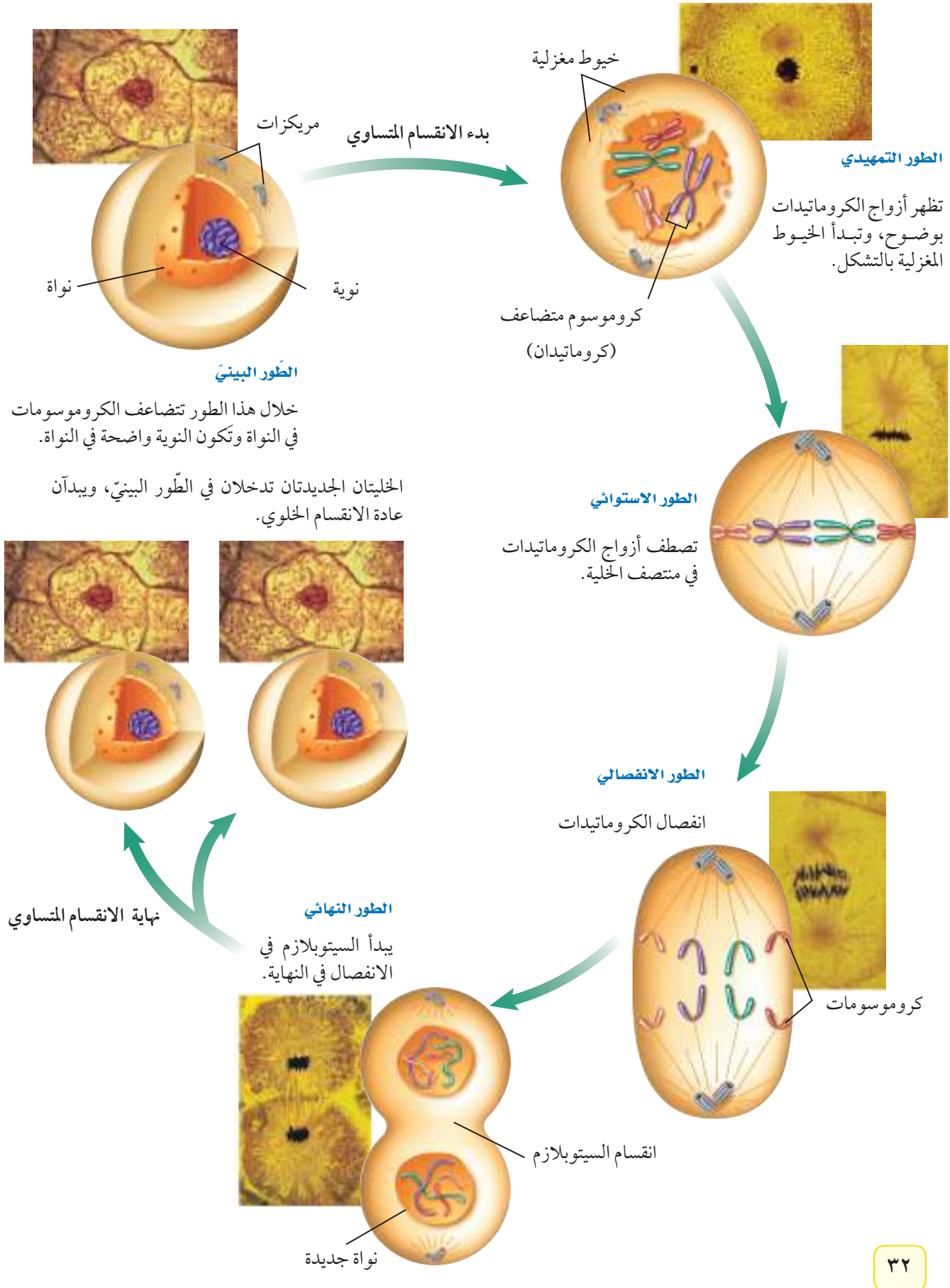
وخلال الطور الانفصالي ينقسم السنترومير، وتنكمش الخيوط المغزلية، وتشد معها الكروماتيدات، مما يؤدي إلى انفصال بعضها عن بعض، وتبدأ في الحركة نحو طرفي الخلية، وتُسمى الكروماتيدات بعد انفصالها الكروموسومات. أما في الطور الأخير، وهو الطور النهائي، فتبدأ الخيوط المغزلية في الاختفاء، كما تبدأ الكروموسومات في التفكك، وتتكوّن نواتان جديدتان.

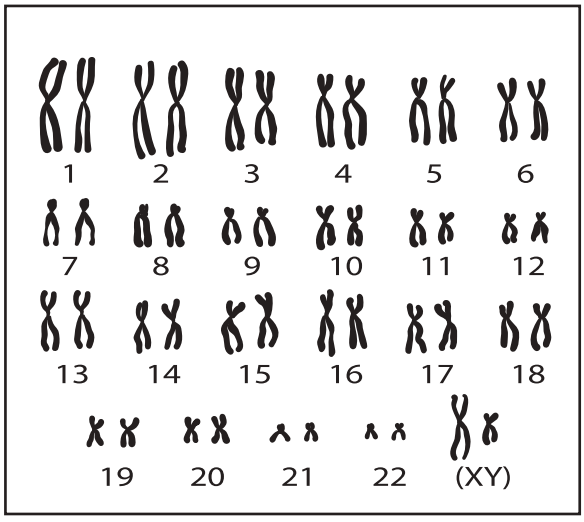
الانقسام الخلوي يتوزع السيتوبلازم في معظم الخلايا بعد انقسام النواة، وبذلك تتكون خليتان جديدتان. تبدأ هذه العملية في الخلايا الحيوانية بتخصّر الغشاء البلازمي. وتشبه عملية التخصّر البالون الذي يُربط وسطه بخيط. أما في الخلايا النباتية فيبدأ انقسام السيتوبلازم بظهور الصفائح الخلوية- كما في **الشكل ١٥**- التي تُكَوِّنُ الغشاءَ البلازمي الجديد، والذي يفرز بدوره جزيئات تترسب خارجه، فيتكون الجدار الخلوي. وبعد انقسام السيتوبلازم تبدأ معظم الخلايا من جديد فترة النمو أو الطور البيني. استعن **بالشكل ١٦** لمراجعة مراحل الانقسام الخلوي في الخلايا الحيوانية.

الشكل ١٥ تظهر الصفيحة الخلوية في الخلية النباتية عندما يبدأ السيتوبلازم في الانقسام **استنتج** ما الطور الذي يأتي بعد هذه المرحلة؟

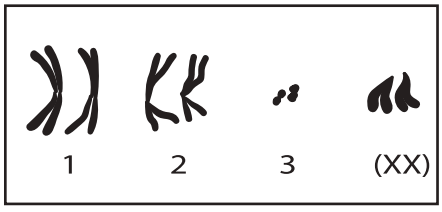


الشكل ١٦ يظهر الشكل الانقسام الخلوي لخلية حيوانية. الصور الظاهرة في الشكل مكبّرة ٦٠٠ مرة.





كروموسومات خلية بشرية



كروموسومات خلية ذبابة الفاكهة

نتائج الانقسام المتساوي والانقسام الخلوي هناك ثلاثة أشياء مهمة يجب تذكرها بالنسبة للانقسام المتساوي والانقسام الخلوي.

أولاً: ينتج عن الانقسام المتساوي انقسام النواة.

ثانيًا: ينتج عن الانقسام المتساوي نواتان جديدتان متماثلتان تشبهان الخلية الأصلية، وتحتوي كل منهما على نفس عدد الكروموسومات ونوعها. إن كل خلية في جسم الإنسان ـ ما عدا الخلايا الجنسية ـ تحتوي على نواة بداخلها ٤٦ كروموسومًا. وكذلك الحال بالنسبة لذبابة الفاكهة التي تحوي كل خلية من خلايا جسمها ثمانية كروموسومات، كما في **الشكل ١٧**.

ثالثًا: تختفي الخلية الأصلية، ولا يعود لها وجود.

تحصل الخلايا جميعها على المادة الوراثية نفسها أثناء الانقسام، وتستخدم كل خلية جزءًا محددًا من هذه المادة الوراثية يجعلها تختصّ بوظيفة محددة. ويسمح الانقسام الخلوي للخلايا بالنمو وتعويض الخلايا التالفة والميتة، فإذا جُرحت فإن الانقسام الخلوي يعوض الخلايا المتضررة. كما أنّ له دورًا كبيرًا في عملية التكاثر، فبسبب هذه الخاصية المهمة التي حبا الله بها خلايا أجسامنا ينمو جسدك ويصبح أكبر حجمًا من الطفل.

الشكل ١٧ توجد الكروموسومات على شكل أزواج في نُوى معظم الخلايا. تحتوي خلية الإنسان على ٤٦ كروموسومًا، منها زوج (كروموسومان) يساعدان على تحديد نوع الجنس، كما في **(XY)** أعلاه. أما خلية ذبابة الفاكهة فتحتوي على ٨ كروموسومات.

استنتج ما الذي تستدل عليه من خلال زوج الكروموسومات **(XX)** في خلية ذبابة الفاكهة؟

تجربة عملية نمذجة الانقسام الخلوي في مراحل النمو المبكرة
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

التكاثر اللاجنسي

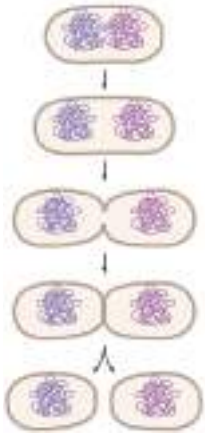
يقصد بالتكاثر العملية التي يُنتجُ خلالها المخلوقُ الحي أفرادًا من نوعه. وهناك نوعان من التكاثر، هما: التكاثر الجنسي، والتكاثر اللاجنسي. يتطلب التكاثر الجنسي وجود فردين اثنين لحدوثه. أمّا في **التكاثر اللاجنسي** Asexual Reproduction فيكون لدى المخلوق الحي بمفرده القدرة على إنتاج فرد أو أكثر يحمل المادة الوراثية نفسها التي يحملها المخلوق الحي الأصلي.

ماذا قرأت؟ **ما عدد أفراد المخلوقات الحية التي يتطلبها التكاثر اللاجنسي؟**

التكاثر اللاجنسي الخلوي تتكاثر المخلوقات الحية التي تتكون من خلايا حقيقية النوى تكاثرًا لاجنسيًّا عن طريق الانقسام المتساوي والانقسام الخلوي. ومن هذا النوع من التكاثر اللاجنسي نمو درنات البطاطس، والسيقان العرضية المسماة بالسيقان الجارية في نباتات الفراولة، كما في **الشكلين** (١٨ - أ)، (١٨ - ب). أما الخلايا البدائية النوى أو البكتيريا فإنها لا تحتوي على نواة. لذا فإنها تتكاثر بالانشطار، حيث تُنسخ المادة الوراثية فيها، ثم تنشطر، **الشكل ١٨ - جـ**.

الشكل ١٨ - ب

استنتج كيف تكون المادة الوراثية في نباتات الفراولة الصغيرة مقارنة بنبات الفراولة الأصلي؟



الشكل ١٨ - جـ تتكاثرُ البكتيريا بالانشطار، بحيث تعطي خليتين جديدتين تشبهان الخلية الأصلية.

تجربة

نموذج للانقسام المتساوي

الخطوات

١. اصنع نموذجًا للانقسام المتساوي من **المواد التي يوفِّرها لك المعلم**.

٢. استعمل أربعة كروموسومات في النموذج.

٣. رتّب النماذج بالتسلسل بعد الانتهاء حسب مراحل الانقسام المتساوي.

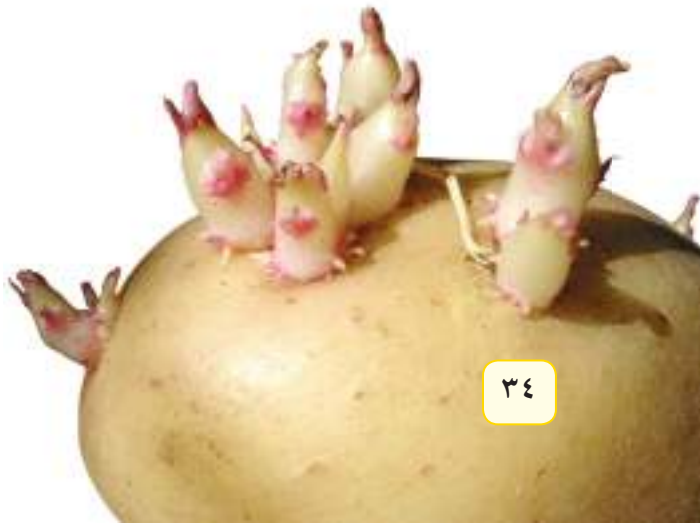
التحليل

١. أيّ دور يمكن رؤية النواة فيه؟

٢. ما عدد الخلايا الناتجة عن انقسام الخلية؟

الشكل ١٨ - أ العديد من النباتات تتكاثرُ لاجنسيًّا.

يمكن أن ينمو نبات بطاطس جديد من كل برعم في درنة البطاطس.



أ. الهيدرا حيوان يعيش في المياه العذبة ويستطيع التكاثر لاجنسيًّا بالتبرعم. والبرعم نسخة تطابق الحيوان الأصلي.
ب. يتجدد لنجم البحر في الصورة أربع أذرع.

الشكل ١٩ تستعمل بعض المخلوقات الحية الانقسام الخلوي للتبرعم والتجدد.

التبرعم والتجديد تأمل الشكل ١٩-أ، تلاحظ نمو برعم على جانب جسم الهيدرا الأصلية. ويسمى هذا النوع من التكاثر اللاجنسي التبرعم. وينفصل البرعم عندما يكبر.

وهناك مخلوقات حية تستطيع إعادة بناء الأجزاء المدمرة أو المفقودة من جسمها، كما في **الشكل ١٩ - ب**. ويُسمى هذا النوع من التكاثر التجدد. ومن المخلوقات الحية التي تتكاثر بهذه الطريقة الإسفنج ونجم البحر. يتغذى نجم البحر على المحار، لذا فإنه يشكّل مشكلة لمزارعي المحار، فماذا تتوقع أن يحدث إذا جمع مزارعو المحار نجم البحر ثم قطعوه وأعادوه إلى البحر ثانية؟

التكاثر الجنسي: يتطلب التكاثر الجنسي وجود فردين اثنين لحدوثه.

خلال **التكاثر الجنسي** Sexual Reproduction، تتحد **البويضة** Eggs وهي الخلية الجنسية الناتجة عن الأعضاء التناسلية الأنثوية مع **الحيوان المنوي** Sperm وهو الخلية الجنسية الناتجة عن الأعضاء التناسلية الذكرية، كما في **الشكل ٢٠**. وتُعرف هذه العملية **بالإخصاب** Fertilization. وتُسمى الخلية الناتجة عن هذه العملية **البويضة المخصبة** Zygote أو الزيجوت. وبعد الإخصاب تمر البويضة المخصبة بسلسلة من الانقسام المتساوي والانقسام الخلوي فَينتُجُ فرد جديد.

الشكل ٢٠ البويضة والحيوان المنوي في الإنسان عند الإخصاب.

الخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية يتكون الجسم من نوعين من الخلايا، هما الخلايا الجسمية والخلايا الجنسية. ويكون عدد الخلايا الجسمية أكثر كثيرًا من الخلايا الجنسية، فالدماغ والجلد والعظام وبقية أنسجة الجسم وأعضائه هي عبارة عن خلايا جسمية. لقد درست سابقًا أن كل خلايا جسم الإنسان تحتوي على ٤٦ كروموسومًا، تترتب على هيئة أزواج متماثلة في الحجم والشكل والـ DNA التي تتكون منه. تُسمى الخلايا التي تحتوي على أزواج متماثلة من الكروموسومات الخلايا **الثنائية المجموعة الكروموسومية** Diploid.

الخلايا الأحادية المجموعة الكروموسومية يكون عدد الكروموسومات في الخلايا الجنسية نصف عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية؛ لذا نقول: إنها **أحادية المجموعة الكروموسومية** Haploid، فمثلاً يكون عدد الكروموسومات في الخلايا الجنسية في الإنسان ٢٣ كروموسومًا فقط (كروموسوم واحد من كل زوج من الكروموسومات المتشابهة). قارن بين عدد الكروموسومات الموجودة في الخلايا الجنسية للإنسان ومجموعة الكروموسومات الكاملة للإنسان المبينة في **الشكل ١٧ صفحة ٣٣**.

ماذا قرأت؟ ما عدد الكروموسومات في الحيوان المنوي في الإنسان؟

الانقسام المنصّف (الانقسام الاختزالي) والخلايا الجنسية

تَنتُج الخلايا الأحادية المجموعة الكروموسومية خلال عملية **الانقسام المنصّف** Meiosis. وفي هذه العملية يكون عدد الكروموسومات في الأبناء مساويًا لعدد الكروموسومات في الآباء، كما في **الشكل ٢١**. فعندما تتحد الخلايا الجنسية الأحادية تنتج البويضة المخصبة الثنائية المجموعة الكروموسومية التي تبدأ في النمو والتغير؛ لتكوّن فردًا جديدًا بقدرة الله عز وجلّ.

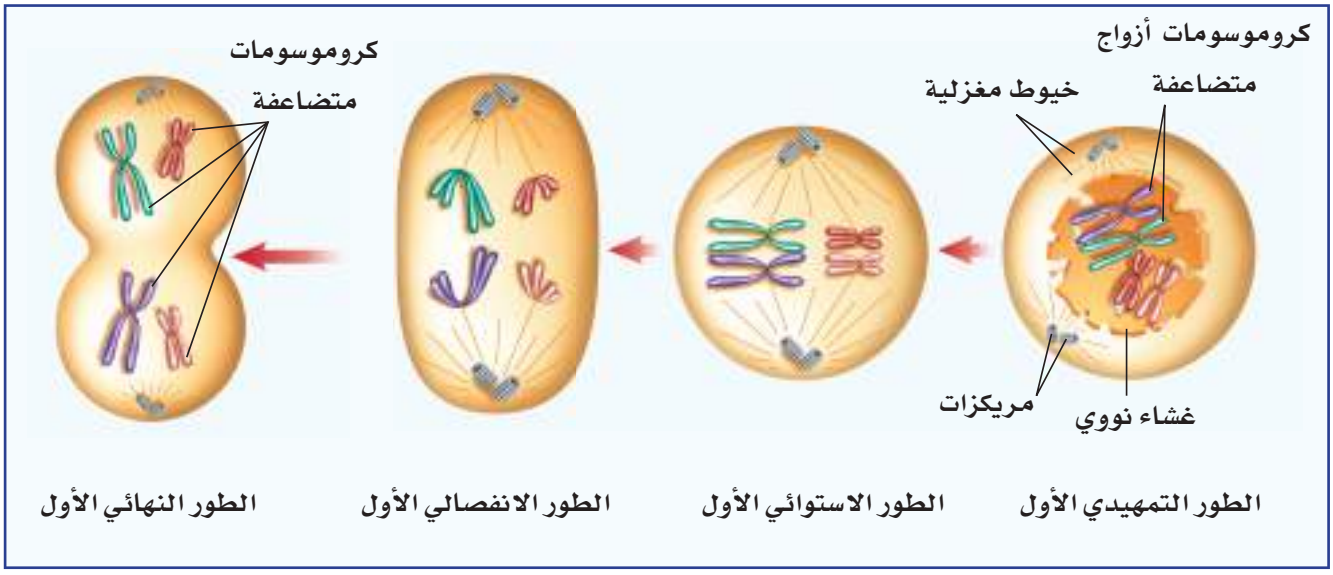
الشكل ٢١ تتكون البويضة المخصبة عند اتحاد خليتين جنسيتين، ثم تبدأ في الانقسام المتساوي لتنمو وتتغير مكونة مخلوقًا جديدًا.
قارن بين عدد الكروموسومات الموجودة في الخلايا المختلفة.

الربط مع الكيمياء

البويضة المخصبة الثنائية المجموعة الكروموسومية

تفرز البويضة مادة كيميائية حول نفسها تساعد على جذب الحيوانات المنوية. وعلى الرغم من أن مئات الحيوانات المنوية تصل إلى البويضة إلا أن حيوانًا منويًّا واحدًا فقط يقدِّر له الخالقُ تبارك وتعالى أن يخترقها، حيث تتغير طبيعة غشائها البلازمي عند دخول نواة أول حيوان منوي إليها، فيصبح غشاؤها غير نافذ للحيوانات المنوية الأخرى.

كيف تسهم هذه العملية في أن يكون عدد الكروموسومات في البويضة المخصبة ثنائيًّا؟ اكتب في دفتر العلوم فقرة تصف فيها أفكارك حول ذلك.



الشكل ٢٢ المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف.

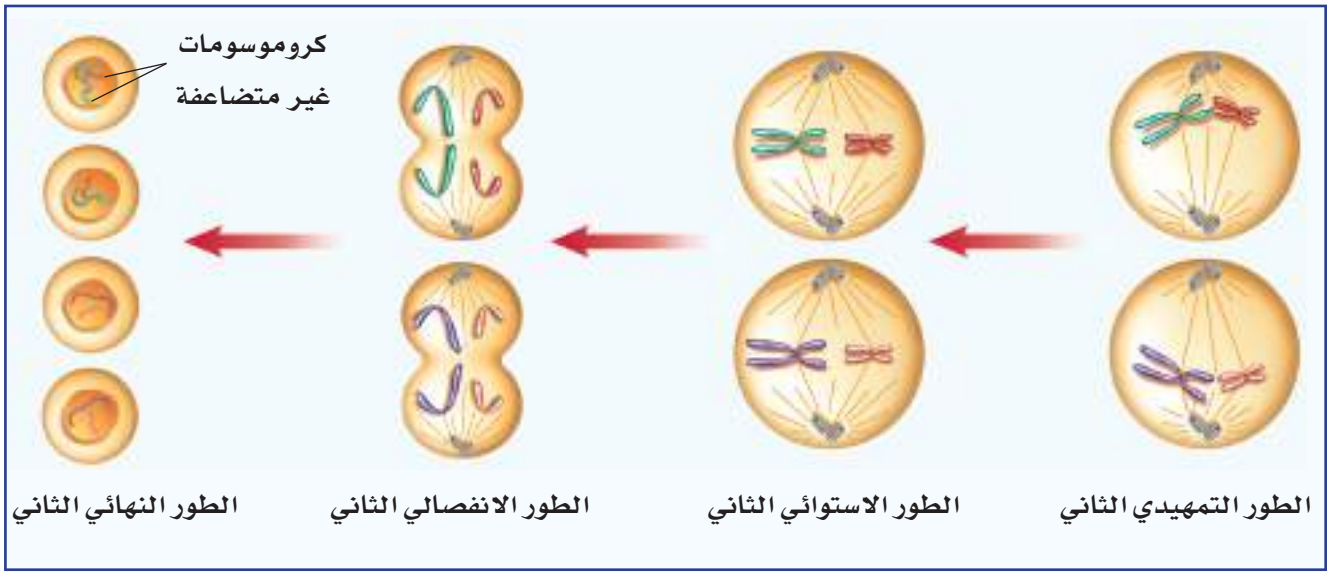
تمر النواة خلال الانقسام المنصّف بمرحلتين من الانقسام، تتضمن كل مرحلة أربعة أطوار كما في الانقسام المتساوي.

المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف تتضاعف الكروموسومات قبل بدء الانقسام المنصّف كما في الانقسام المتساوي، وعندما تكون الخلايا جاهزة للانقسام تظهر الكروموسومات المتضاعفة بوضوح، ويمكن رؤيتها بالمجهر المركب، كما في **الشكل ٢٢**. وتشبه الأحداث في الطور التمهيدي الأول ما يحدث خلال الطور التمهيدي في الانقسام المتساوي، إلا أن الكروموسومات المتماثلة تتجمع في صورة أزواج.

وفي الطور الاستوائي الأول تتحرك أزواج الكروموسومات المتماثلة، وتصطف في وسط الخلية في مجموعتين متقابلتين، وتظهر الخيوط المغزلية التي ترتبط بالكروموسومات من السنترومير.

تأخذ الخيوط المغزلية في الانكماش خلال الطور الانفصالي الأول، فتبتعد أزواج الكروموسومات المتماثلة بعضها عن بعض، وتتحرك نحو الأطراف المتقابلة للخلية. وتنتهي المرحلة الأولى بالطور النهائي، حيث ينقسم السيتوبلازم، وتنتج خليتان، في كل خلية كروموسوم واحد من زوجي الكروموسومات المتماثلة.

ماذا قرأت؟ ماذا يحدث للكروموسومات المتماثلة خلال الطور الانفصالي؟

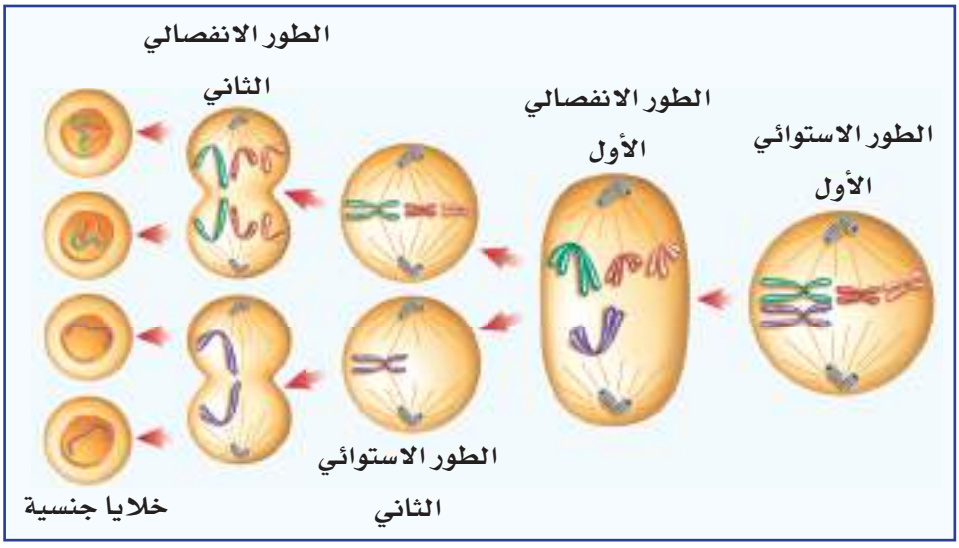


الشكل ٢٣ المرحلة الثانية من الانقسام المنصف.
حدِّد عدد الخلايا الجنسية الناتجة في نهاية الانقسام المنصّف؟

المرحلة الثانية من الانقسام المنصّف تنتقل الخليتان الناتجتان خلال المرحلة الأولى من الانقسام إلى المرحلة الثانية، وتنفصل الكروماتيدات الشقيقة المكوّنة لكل كروموسوم كل منهما عن الأخرى خلال هذه المرحلة. وتظهر الخيوط المغزلية والكروموسومات بوضوح خلال الطور التمهيدي الثاني، ثم تتحرك الكروموسومات إلى وسط الخلية في الطور الاستوائي الثاني. وترتبط الخيوط المغزلية بالكروموسوم من السنترومير. وخلال الطور الانفصالي الثاني ينقسم السنترومير وتنكمش الخيوط المغزلية فتنفصل الكروماتيدات كل منهما عن الأخرى، وتتحرك نحو أطراف الخلية، وتُسمى الكروماتيدات بعد انفصالها كروموسومات. وتنتهي المرحلة الثانية بالطور النهائي الثاني، حيث تختفي الخيوط المغزلية، ويتشكل الغلاف النووي حول الكروموسومات، ثم ينقسم السيتوبلازم، وبهذا تنتهي عملية الانقسام المنصف. (لاحظ **الشكل ٢٣**).

ملخص عملية الانقسام المنصف ينتج عن المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف خليتان، تنقسم كل خلية خلال المرحلة الثانية لتكوين خليتين جديدتين، وبذلك تنتج عن عملية الانقسام المنصف أربع خلايا جنسية في كل منها نصف العدد الأصلي من الكروموسومات. فمثلاً تحتوي كل خلايا جسم الإنسان على ٤٦ كروموسومًا. وخلال الانقسام المنصّف تنتج أربع خلايا جنسية تحتوي كل خلية على ٢٣ كروموسومًا.

تجربة عملية دراسة نماذج الكروموسومات
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين



الشكل ٢٤ تحتوي الخلية الثنائية المجموعة الكروموسومية على أربعة كروموسومات. خلال الطور الانفصالي الأول لا ينفصل أحد أزواج الكروموسومات المتضاعفة.

استنتج ما عدد الكروموسومات في كل خلية جنسية عادةً؟

الانحرافات والخلل في الانقسام المنصّف تحدث عملية الانقسام المنصّف عدة مرات في الأعضاء التكاثرية. لذا قد تحصل بعض الانحرافات، أو الخلل خلالها، وتكون هذه الانحرافات شائعة في النباتات، وقليلة الحدوث في الحيوانات. وينتج عن هذه الانحرافات خلايا جنسية تحتوي على عدد أكبر أو أقل من الكروموسومات، كما في **الشكل ٢٤**. قد تموت البويضة المخصّبة الناتجة عن هذه الخلايا الجنسية أحيانًا. أما إذا نمت فيكون عدد الكروموسومات في خلايا المخلوق الحي الناتج غير طبيعي، مما قد يؤدي إلى عدم نموه بشكل طبيعي. انظر **الشكل ٢٥**.

تطبيق العلوم

كيف يمكن توقع أعداد الكروموسومات؟

يحصل الفرد على نصف كروموسوماته من أبيه والنصف الآخر من أمه. ولكن ماذا لو كان عدد الكروموسومات عند الأبوين مختلفًا؟

تحديد المشكلة

يستطيع الحمار والفرس التزاوج وإنجاب البغل. انظر الشكل أدناه.

حل المشكلة

١. ما عدد الكروموسومات التي يحصل عليها البغل من كلا الأبوين؟

٢. ما عدد الكروموسومات في خلايا البغل؟

٣. ماذا ينتج عندما تحدث عملية الانقسام المنصف في الأعضاء الجنسية للبغل؟

٤. تُرى لماذا يكون البغل عقيمًا من وجهة نظرك؟

حمار ٦٢ كروموسومًا

بغل

فرس ٦٤ كروموسومًا

تعدد المجموعات الكروموسومية في النباتات

الشكل ٢٥ افترض أنك استقبلت نصف عدد الكروموسومات (n) من أبيك ونصفها الآخر من أمك، مما جعل منك مخلوقًا ثنائي المجموعة الكروموسومية (2n). تكون العديد من النباتات في الطبيعة متعددة المجموعة الكروموسومية، فقد تكون ثلاثية (3n) أو رباعية (4n) أو أكثر. إننا نعتمد على بعض هذه النباتات بوصفها مصدرًا للغذاء.

▲ ثُلاثية المجموعة الكروموسومية

إن الموز مثال واضح على النباتات الثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n)، وإن النباتات ذات المجموعات الفردية من الكروموسومات لا تستطيع التكاثر جنسيًا عادةً، ولها بذور صغيرة جدًا و قد لا توجد فيها أصلاً.

▲ ثُمانية المجموعة الكروموسومية

تمتاز النباتات المتعددة المجموعات الكروموسومية بكبر حجمها مقارنة بالنباتات الأخرى، وخصوصًا الأوراق أو الأزهار أو الثمار. وتعَدّ الفراولة مثالًا على ثمانية المجموعة الكروموسومية (8n).

▲ رُباعية المجموعة الكروموسومية

تحدث طبيعيًا في العديد من النباتات، ومنها الفول السوداني والزنبق؛ وذلك نتيجة انحراف أو خلل في الانقسام المنصّف أو المتساوي.

▼ سُداسية المجموعة الكروموسومية

أنتجت الجهود الزراعية الحديثة لنبات الشعير نباتات سداسية المجموعة الكروموسومية (6n).

الخلاصة

دورة الخلية

- دورة الخلية هي المراحل والأطوار المتتابعة التي تمر بها الخلية منذ بدء أول انقسام خلوي حتى الانقسام الخلوي الذي يليه.
- يشكل الطور البينيّ معظم زمن دورة الخلية الحقيقية النواة.

الانقسام المتساوي

- يتضمن الانقسام المتساوي أربعة أطوار متتالية.
- يكون عدد الكروموسومات ونوعها في الأنوية الناتجة عن الانقسام المتساوي متماثلاً.

التكاثر اللاجنسي

- في التكاثر اللاجنسي ينتج فرد جديد عن مخلوق حي واحد.
- الانشطار والتبرعم والتجديد أمثلة على التكاثر اللاجنسي.

التكاثر الجنسي

- خلال التكاثر الجنسي تندمج خليتان جنسيتان.
- يبدأ الانقسام المتساوي والانقسام الخلوي بعد الإخصاب.
- تحتوي الخلايا الجسمية في جسم الإنسان على ٤٦ كروموسومًا، أما خلاياه الجنسية فتحتوي على ٢٣ كروموسومًا.

الانقسام المنصّف والخلايا الجنسية

- تتضاعف الكروموسومات قبل الانقسام المنصف.
- تنفصل أزواج الكروموسومات كل منهما عن الآخر خلال الطور الانفصالي الأول.
- تنفصل الكروماتيدات خلال المرحلة الثانية من الانقسام المنصّف.
- ينتج عن الانقسام المنصّف أربع خلايا جنسية.

اختبر نفسك

١. **وضّح** المقصود بالانقسام المتساوي. كيف يختلف في النباتات عنه في الحيوان؟

٢. **صف** ماذا يحدث للكروموسومات قبل الانقسام المتساوي؟

٣. **وضح** أين تتكون الخلايا الجنسية؟

٤. **قارن** بين ما يحدث للكروموسومات في الطور الانفصالي الأول والطور الانفصالي الثاني.

٥. **التفكير الناقد**

- لماذا يعد اختفاء الغلاف النووي مهمًّا خلال عملية الانقسام المتساوي؟
- لماذا تكون النباتات الناتجة عن العُقل أو الدَّرَنات مشابهة للنبات الأصلي، بينما تختلف النباتات الناتجة عن البذور في بعض الصفات عن أبويها؟

تطبيق المهارات

٦. **تنظيم وقراءة الجدول** قارن بين الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف في الإنسان، ونظم إجابتك في جدول، بحيث يحتوي العمود الأول على نوع الخلية (جسمية أم جنسية)، والخلية الأصلية (أحادية المجموعة الكروموسومية أم ثنائية)، وعدد الخلايا الناتجة، والخلايا الناتجة (أحادية المجموعة الكروموسومية أم ثنائية)، وعدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة.

البناء الضوئي والتنفس الخلوي

الأهداف

- **تلاحظ** نباتات مائية خضراء في الليل والنهار.
- **تحدد** فيما إذا كانت النباتات تقوم بعمليتي البناء الضوئي والتنفس معًا.

المواد والأدوات

- ٤ أنابيب اختبار (١٥٠ ملم) مع سدادات
- أربعة أوعية شفافة
- حامل أنابيب اختبار
- قضيب زجاجي
- مقص
- ماء غازي
- محلول بروموثيمول الأزرق في علبة قطارة
- ماء صنبور (٢٠ مل)
- ماء مقطر
- نبات الإلوديا

إجراءات السلامة

تحذير: ضع النظارات الواقية لحماية عينيك من المواد الضارة.

سؤال من واقع الحياة

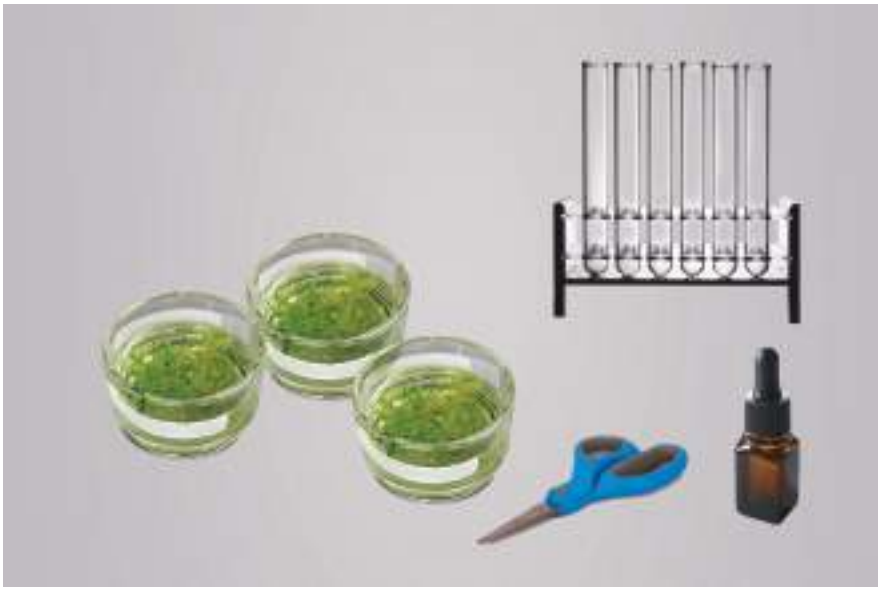
تقوم كل خلية حية بالعديد من العمليات الكيميائية، أهمها التنفس الخلوي والبناء الضوئي. تقوم جميع الخلايا ـ ومنها الخلايا المكوّنة للجسم ـ بعملية التنفس الخلوي، بينما تقوم بعض الخلايا النباتية بالعمليتين معًا. وفي هذه التجربة، ستبحث حدوث هاتين العمليتين في الخلايا النباتية. كيف يمكنك معرفة أنَّ النبات يقوم بأي من هاتين العمليتين؟ هل نواتج عملية التنفس هي نواتج عملية البناء الضوئي نفسها؟ ومتى تقوم النباتات بعملية التنفس أو البناء الضوئي؟

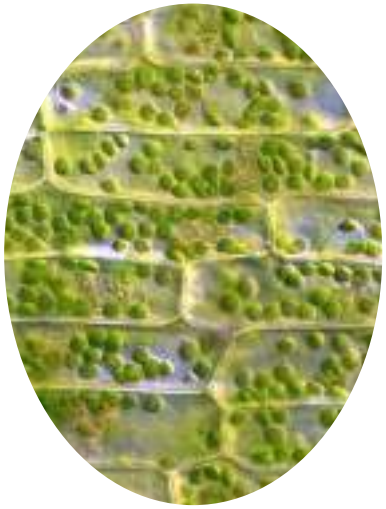
الخطوات

١. انقل جدول البيانات الآتي إلى دفتر العلوم، ثم أكمله في أثناء تنفيذ التجربة.

بيانات أنابيب الاختبار

الأنبوب	اللون في البداية	اللون بعد مرور ٣٠ دقيقة
١		
٢		
٣		
٤		





٢. رَقِّم أنابيب الاختبار من ١ إلى ٤، ثم ضع ٥ مل من ماء الصنبور في كل منها.

٣. أضف ١٠ قطرات من الماء الغازي إلى كل من الأنبوبين ١ و ٢ .

٤. أضف ١٠ قطرات من محلول بروموثيمول الأزرق إلى أنابيب الاختبار كلها.

٥. اقطع قطعتين طول كل منهما ١٠ سم من نبات الإلوديا، ثم ضع واحدة منهما في الأنبوب رقم ١، وواحدة في الأنبوب رقم ٣، ثم أغلق الأنابيب جميعها بالسدادات.

٦. ضع الأنبوبين ١ و ٢ في مكان مضيء، وضع الأنبوبين ٣ و٤ في مكان معتم، وراقب أنابيب الاختبار مدة ٤٥ دقيقة، أو إلى أن يتغير اللون. سجِّل في الجدول لون كل أنبوب.

تحليل البيانات

١. **حدّد** ما الذي يشير إليه لون الماء في الأنابيب الأربعة في بداية النشاط.

٢. **استنتج** ما العملية التي حدثت في أنبوب (أو أنابيب) الاختبار التي تغير لونها بعد مرور ٣٠ دقيقة؟

الاستنتاج والتطبيق

١. **صف** الهدف من استخدام الأنبوبين ٢ و٤ في التجربة.

٢. **اشرح** ما إذا كانت نتائج هذه التجربة تكشف عن حدوث، أو عدم حدوث أي من عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي في النباتات.

تواصل

بياناتك

اختر أحد النشاطين الآتيين للتواصل بنتائجك:

جهِّز عرضًا شفهيًّا توضح فيه كيف بينت التجربة الفرق بين نواتج البناء الضوئي ونواتج التنفس الخلوي.

اعمل مطوية من الورق المقوى؛ لتوضح ما فعلته خلال هذه التجربة.

كيف تمكن العلماء من فصل الكروموسومات بعضها عن بعض؟

الحمد لله الذي خلق الكروموسومات التي جعلت كل واحد منا فريدًا.

تظهر الكروموسومات عند النظر إليها بالمجهر المركب متشابكة كالمعكرونة، لهذا استغرق العلماء فترة طويلة؛ لمعرفة عددها في خلايا جسم الإنسان.

تخيل كيف شعر الدكتور دو شيو سو عندما نظر إلى المجهر المركب فشاهد الكروموسومات متباعدة. لكن المشكلة الكبرى تمثلت في أنه لم يعرف ما الذي فعله لتظهر الكروموسومات بهذه الصورة بحيث تمكن من عدّها.

يقول الدكتور سو: «حاولت دراسة هذه الشرائح وتحضير عينات أخرى مماثلة؛ لتكرار هذه الأعجوبة؛ ولكن لم يحدث شيء».

واستمر الدكتور سو ثلاثة أشهر يحاول معرفة السبب الذي أدى إلى فصل الكروموسومات بعضها عن بعض، وفي شهر أبريل من عام ١٩٥٢م حصل على مبتغاه، حيث توصل إلى أن الكروموسومات انفصل بعضها عن بعض بسبب الخاصية الأسموزية.

الخاصية الأسموزية هي حركة جزيئات الماء خلال الغشاء البلازمي، حيث تتحرك جزيئات الماء من المحاليل ذات التركيز الأكبر للماء إلى المحاليل ذات التركيز الأقل.

ففي تجربة سو كان المحلول الذي استعمله لتحضير العينة يحتوي على كميات أكبر من الماء مقارنة بما في داخل الخلية، لذا تحرك الماء إلى الداخل فانتفخت الخلايا حتى انفجرت، مما أدى إلى ظهور الكروموسومات بوضوح.

وكان ذلك نتيجة خطأ قام به أحد العاملين في المختبر في أثناء تحضيره المحلول الذي تُحفظ فيه الخلايا، وبما أن تحضير هذا المحلول يقوم به أكثر من شخص، ولأنه مضت فترة طويلة على اكتشاف سبب ظهور الكروموسومات بوضوح، لم يتمكن الدكتور سو من تحديد من كان وراء اكتشاف هذا اللغز العظيم، فبقي مجهولاً.

هذه الكروموسومات مكبرة ٥٠٠ مرة

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.

بحث ما الأبحاث التي ساعدت العلماء على الاستنتاج بأن خلايا الإنسان تحتوي ٤٦ كروموسومًا. قم بزيارة الموقع الإلكتروني الموضح على اليمين.

دليل مراجعة الفصل ٧

مراجعة الأفكار الرئيسة

الدرس الأول أنشطة في الخلية

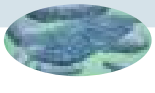
١. تتحكم النفاذية الاختيارية للغشاء الخلوي في المواد التي تدخل إلى الخلية أو تخرج منها.
٢. تتحرك الجزيئات خلال عملية الانتشار من المناطق التي تحتوي على كميات كبيرة منها إلى المناطق التي تحتوي على كميات أقل.
٣. الخاصية الأسموزية هي عملية انتشار الماء عبر الغشاء الخلوي.
٤. تستهلك الخلايا الطاقة لنقل المواد خلال عملية النقل النشط.
٥. تنقل الخلايا الجزيئات الكبيرة عبر غشائها خلال عمليتي البلعمة والإخراج الخلوي.
٦. البناء الضوئي عملية تقوم من خلالها بعض المنتِجات بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.
٧. تستهلك عملية التنفس الخلوي الأكسجين، وتحرِّر الطاقة المخزنة في جزيئات الطعام، وتطرح الفضلات كثاني أكسيد الكربون والماء.
٨. تقوم بعض المخلوقات الحية الوحيدة الخلية، والخلايا التي تعيش في بيئة فقيرة بالأكسجين، بعملية التخمر لإنتاج كمية قليلة من الطاقة المخزنة في الجلوكوز، وبعض الفضلات كالكحول وثاني أكسيد الكربون وحمض اللاكتيك.

الدرس الثاني انقسام الخلية وتكاثرها

١. تتضمن دورة حياة الخلية جزأين، هما: النمو، والانقسام الخلوي.
٢. تنقسم النواة خلال الانقسام المتساوي لتكوّن نواتين متماثلتين. يحدث الانقسام المتساوي في أربع أطوار، هي: التمهيدي، والاستوائي، والانفصالي، والنهائي.
٣. يتشابه الانقسام الخلوي في الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية، لكن لا تحتوي الخلايا النباتية على مريكزات، ولا تكوّن الخلايا الحيوانية جدارًا خلويًّا.
٤. تستعمل المخلوقات الحية الانقسام الخلوي؛ لكي تنمو، وتعوِّض الخلايا التالفة، كما يُستعمل أيضًا في التكاثر اللاجنسي. وينتج عن التكاثر اللاجنسي مخلوقات حية يتماثل فيها DNA الخاص بها مع DNA للآباء. يمكن استعمال الانشطار والتبرعم والتجدد للتكاثر اللاجنسي.
٥. ينتج التكاثر الجنسي عندما يتحد الحيوان المنوي مع البويضة. ويُسمى ذلك الإخصاب، وتُسمى الخلية الناتجة البويضة المخصبة.
٦. يحدث الانقسام المنصّف في أعضاء التكاثر، وينتج عنه أربع خلايا جنسية أحادية المجموعة الكروموسومية.
٧. يحدث انقسامان للنواة خلال الانقسام المنصّف.
٨. يؤكد الانقسام المنصّف أن الأجيال الناتجة عن عملية الإخصاب تحوي عدد الكروموسومات نفسه لدى الآباء.

تصور الأفكار الرئيسة

أعد رسم الجدول الآتي الذي يتضمن عمليات الطاقة، ثم أكمله:

عمليات الطاقة			
	البناء الضوئي	التنفس الخلوي	التخمر
مصدر الطاقة		الغذاء (سكر الجلوكوز)	الغذاء (سكر الجلوكوز)
في الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية، تحدث في:			
المواد المتفاعلة هي:			
المواد الناتجة هي:			

استخدام المفردات

أجب عن كل سؤال مما يأتي بالمفردة المناسبة من مفردات الفصل:

١. ماذا يُسمى انتشار الماء؟

٢. كيف تدخل دقائق الطعام الكبيرة إلى الأميبا؟

٣. ما العملية التي تستعملها المُنتِجات، لتحويل طاقة الضوء إلى طاقة كيميائية؟

٤. ما اسم العملية التي تستعمل الأكسجين؛ لتحليل الجلوكوز؟

٥. ماذا تُسمى التفاعلات الكيميائية جميعها التي تحدث في جسم المخلوق الحي؟

٦. ما الانقسام الذي ينتج عنه خليتان متماثلتان؟

٧. ما الطريقة التي تتكاثر بها الهيدرا لاجنسيًّا؟

٨. ما العملية التي ينتج عنها اندماج خليتين جنسيتين لينتج فرد جديد؟

٩. ماذا تُسمى المراحل والأطوار المتتابعة التي تمر بها الخلية؟

تثبيت المفاهيم

اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي :

١٠. ما اسم العملية التي تستعمل فيها الخلية الطاقة لنقل المواد؟

أ. الانتشار ج. النقل النشط

ب. الخاصية الأسموزية د. النقل السلبي

استعمل الصورة للإجابة عن السؤال ١١

١١. ما اسم العملية الخلوية التي تحدث في الصورة أعلاه؟

أ. الخاصية الأسموزية ج. الإخراج الخلوي

ب. البلعمة د. الانتشار

١٢. ماذا يحدث عندما يتساوى عدد الجزيئات في مادة ما في مكانين؟

أ. اتزان ج. تخمر

ب. أيض د. تنفس خلوي

١٣. ماذا تُسمى المخلوقات القادرة على صنع غذائها بنفسها؟

أ. المحلّلات ج. المُستهلِكات

ب. المُنتِجات د. آكلات الاعشاب

١٤. إذا كانت خلية الطماطم الثنائية المجموعة الكروموسومية تحتوي على ٢٤ كروموسومًا فإن الخلية الجنسية فيها تحتوي على:

أ. ٦ كروموسومات ج. ٢٤ كروموسومًا

ب. ١٢ كروموسومًا د. ٤٨ كروموسومًا

١٥. تتضاعف الكروموسومات خلال دورة الخلية في الطور:

أ. البيني ج. الانفصالي

ب. الاستوائي د. النهائي

١٦. تنفصل الكروموسومات بعضها عن بعض خلال الانقسام المتساوي في الطور:

أ. التمهيدي ج. الانفصالي

ب. الاستوائي د. النهائي

مراجعة الفصل ٧

١٧. كيف تتكاثر الهيدرا في الشكل المجاور؟

أ. تكاثر لاجنسي- تبرعم

ب. تكاثر جنسي- تبرعم

ج. تكاثر لاجنسي- انشطار

د. تكاثر جنسي- انشطار

التفكير الناقد

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال ١٨.

البناء الضوئي في النباتات المائية

رقم الكأس	البعد عن الضوء (سم)	عدد الفقاقيع/ دقيقة
١	١٠	٤٥
٢	٣٠	٣٠
٣	٥٠	١٩
٤	٧٠	٦
٥	١٠٠	١

١٨. **تفسير البيانات** وضعت نباتات مائية على مسافات مختلفة من مصدر ضوء. فإذا اعتبرت أن الفقاقيع الناتجة عن النباتات دليل على معدّل حدوث عملية البناء الضوئي، فما الذي تستنتجه عن العلاقة بين معدل حدوث البناء الضوئي في النبات وبُعْده عن مصدر الضوء؟

١٩. **استنتج** لماذا يُستعمل الملح؛ لإذابة الجليد على الطرق في المناطق الباردة؟ وما تأثير ذلك في النباتات التي تنمو على جوانب الطريق؟

٢٠. **توقّع** ماذا يحدث للمستهلِكات في بحيرة إذا ماتت جميع المُنتِجات فيها؟

٢١. **كوّن فرضية** ماذا يحدث لنباتات الكرفس الذابلة إذا وُضعت في كأس ماء؟

٢٢. **وضّح** كيف يمكن أن تنتج بويضة مخصبة تحتوي على زيادة في عدد الكروموسومات؟

٢٣. **خريطة مفاهيمية** اعمل خريطة مفاهيمية على شكل سلسلة أحداث توضح فيها ما يحدث من الطور البيني من خلية الآباء إلى تكوّن البويضة المخصبة. وحدِّد ما إذا كان عدد الكروموسومات ثنائيًّا أم أحاديًّا في كل مرحلة.

٢٤. **قارن** بين المرحلة الأولى والمرحلة الثانية من الانقسام المنصّف.

٢٥. **حدِّد** ما عدد الكروموسومات في الخلايا الأصلية مقارنة بالخلايا الجديدة الناتجة عن الانقسام الخلوي؟ وضِّح إجابتك.

أنشطة تقويم الأداء

٢٦. **البطاقات التعليمية** اعمل ١١ بطاقة تعليمية تظهر رسومًا توضيحيةً لكل طور من الانقسام المنصّف. اخلطها، ثم رتِّبها بطريقة صحيحة، ثم أعطها لأحد زملائك، واطلب إليه إعادة خلطها ثم ترتيبها.

تطبيق الرياضيات

٢٧. **الضوء والبناء الضوئي** مثّل البيانات في السؤال ١٨ بيانيًّا؛ لتوضيح العلاقة بين معدّل عملية البناء الضوئي، وبُعْد النبات عن مصدر الضوء.

استعمل المعادلة الآتية للإجابة عن السؤال ٢٨.

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة ضوئية} \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{البناء الضوئي}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

٢٨. **البناء الضوئي** ما عدد جزيئات السكر المتكوّنة؟ وما عدد جزيئات الأكسجين الناتجة عند استهلاك ١٨ جزيء CO_2، و ١٨ جزيء ماء مع ضوء الشمس لإنتاج السكر؟

٢٩. **دورة الخلية** تخيل أن طول دورة خلية في جسم الإنسان ٢٠ ساعة، احسب عدد الخلايا الناتجة بعد ٨٠ ساعة.

الفصل ٨

الوراثة

الفكرة العامة

تُحدد الجينات الصفات الوراثية للمخلوق الحي.

الدرس الأول

مادة الوراثة DNA

الفكرة الرئيسة يحتوي DNA على التعليمات اللازمة للحياة.

الدرس الثاني

علم الوراثة

الفكرة الرئيسة ساعدت المنهجيةُ العلمية منذل على اكتشاف مبادئ علم الوراثة.

لماذا يبدو الأشخاص مختلفين؟

يختلف الأشخاص في لون الجلد والشعر والطول، فمعرفة كيفية تحديد هذه الاختلافات يساعد على توقع ظهور بعض الصفات الوراثية، كما يساعد على فهم سبب بعض الاختلالات الوراثية وكيفية انتقالها من جيل إلى آخر.

دفتر العلوم **اكتب عن ثلاث صفات وراثية تملكها، وكيفية انتقالها إليك.**

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلالية

من له صفة وجود الغمازات؟

قد تشترك أنت وزميلك في أشياء كثيرة، كنوع الطعام الذي تحبه، أو قصة الشَّعر، ولكن هناك اختلافات واضحة تظهر بينكما. تتحكم الجينات في معظم هذه الاختلافات التي ورثتها من والديك. وسوف تدرس خلال هذه التجربة أحد هذه الاختلافات.

١. لاحظ صورتي الطالبين أعلاه. تظهر لدى أحدهما الغمّازات عندما يبتسم، في حين لا تظهر في الثاني.

٢. اطلب إلى أصدقائك في الصف الابتسام، ثم سجل في دفتر العلوم من لديه غمازات، ومن لا غمازات له.

٣. **التفكير الناقد:** احسب نسبة الطلاب الذين لهم غمّازات. وهل هذه الصفة شائعة بين طلاب صفك؟ سجل ما توصلت إليه في دفتر العلوم.

المطويات
منظمات الأفكار

تصنيف الصفات يمكنك استعمال هذه المطوية لتساعدك في أثناء قراءتك هذا الفصل على معرفة أي الصفات لديك وراثية؟ وأيها غير وراثية؟

الخطوة ١ **اطو** الورقة عرضيًّا، على أن تقسمها إلى ثلاثة أجزاء كما في الشكل.

الخطوة ٢ **لف** الورقة طوليًّا، **وافتحها**، ثم **عنون** الأعمدة الثلاثة، كما في الشكل.

قراءة الأفكار الرئيسة قبل قراءتك للفصل، اكتب قائمة بالصفات الشخصية، وتوقَّع ما هو وراثي منها، وما هو غير وراثي. وفي أثناء قراءتك للفصل، قارن قائمتك بما تقرؤه، وصحّح الأخطاء فيها، إن وُجِدَت.

أتهيأ للقراءة

التصوّر الذهني

١ أتعلّم كوِّن في أثناء قراءتك للنص تصورات ذهنية، وتخيل كيف تبدو لك أوصاف النص: صوت، أم شعور، أم رائحة، أم طعم. وابحث عن أي صور أو أشكال في الصفحة تساعدك على الفهم.

٢ أتدرب اقرأ الفقرة الآتية، وكوّن صورة ذهنية للأفكار الرئيسة فيها:

> **لتوقع ظهور صفة ما باستعمال مربع بانيت تُمَثَّل أزواج الجينات المتقابلة لأحد الآباء باستعمال الحروف في الصف العلوي لمربع بانيت، بحيث يحتوي كل مربع على حرف واحد، وتمثل أزواج الجينات المتقابلة للأب الآخر في العمود الأول، ثم تُملأ كل المربعات في الجدول بزوج من الجينات، واحد من كلا الأبوين. وتمثل الأحرف التي يتم الحصول عليها الطرز الجينية المحتملة للأبناء. صفحة ٦٣.**

اعتمادًا على الوصف أعلاه، حاول تصور مربع بانيت، ثم انظر إلى تطبيق الرياضيات (حساب النسبة) في ص ٦٤.

- إلى أي مدى يشبه مربع بانيت المرسوم الصورةَ الذهنية التي كوّنتها؟
- أعد قراءة الفقرة، ثم انظر إلى الصورة مرة أخرى. هل تغيرت أفكارك؟
- قارن تصورك بالصور التي تخيّلها زملاؤك في الصف.

٣ أطبّق اقرأ الفصل، واكتب قائمة بثلاثة مواضيع يمكن تصورها، وارسم مخططًا يوضح تصوراتك.

إرشـــاد

يساعدك التصور الذهني على تذكر ما تقرأ.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءة الفصل باتباعك ما يأتي:

١ قبل قراءة الفصل

أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

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

٢ بعد قراءة الفصل

ارجع إلى هذه الصفحة لترى إذا كنت قد غيّرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة والمصححة أثناء دراستك.

قبل القراءة م أوغ	العبارة	بعد القراءة م أوغ
	١. تركيب DNA غير معروف.	
	٢. الجين هو جزء من DNA المحمول على الكروموسوم.	
	٣. تَنتج الطفرة الوراثية عن انحراف في عملية نسخ DNA.	
	٤. قد تتشابه أزواج الجينات المتقابلة أو تختلف.	
	٥. قد تكون الجينات سائدة أو متنحية.	
	٦. تحدّد الطرز الشكلية للمخلوق الحي الطرز الجينية له.	
	٧. يُظهر مربع بانيت الوراثة الحقيقية للأبناء من أبويهما.	
	٨. تُحدد الصفة الوراثية بأكثر من جين.	

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

مادة الوراثة DNA

في هذا الدرس

الأهداف

- **تتعرف** أجزاء جزيء DNA وتركيبه.
- **توضح** كيف يتضاعف DNA.
- **تصف** تركيب RNA ووظائف أنواعه المختلفة.

الأهمية

- يساعد DNA على تحديد معظم خصائص الجسم.

مراجعة المفردات

البروتين: مركب عضوي ضخم الحجم يتكون من الأحماض الأمينية.

المفردات الجديدة

- DNA
- الجين
- RNA
- الطفرة

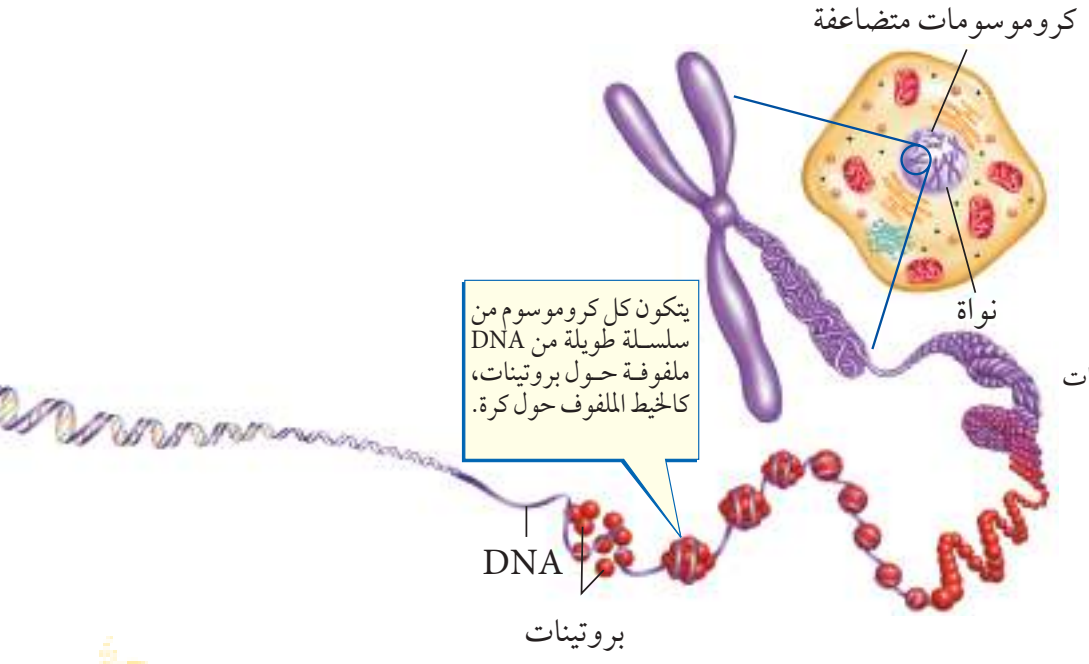
ما مادة الوراثة DNA؟

لماذا كانت حروف الهجاء من أهم الأشياء التي يجب أن تتعلمها عند دخولك المدرسة؟ تساعد معرفة الحروف على تعلم القراءة؛ فهي الشفرة التي تفك أسرار اللغة العربية. وكذلك تستعمل الخلية الشفرات المختزنة في مادتها الوراثية، والتي تكون على صورة مركب كيميائي يُسمى الحمض النووي المنقوص الأكسجين أو **DNA** الذي يحوي معلومات خاصة بنمو ونشاط المخلوقات الحية.

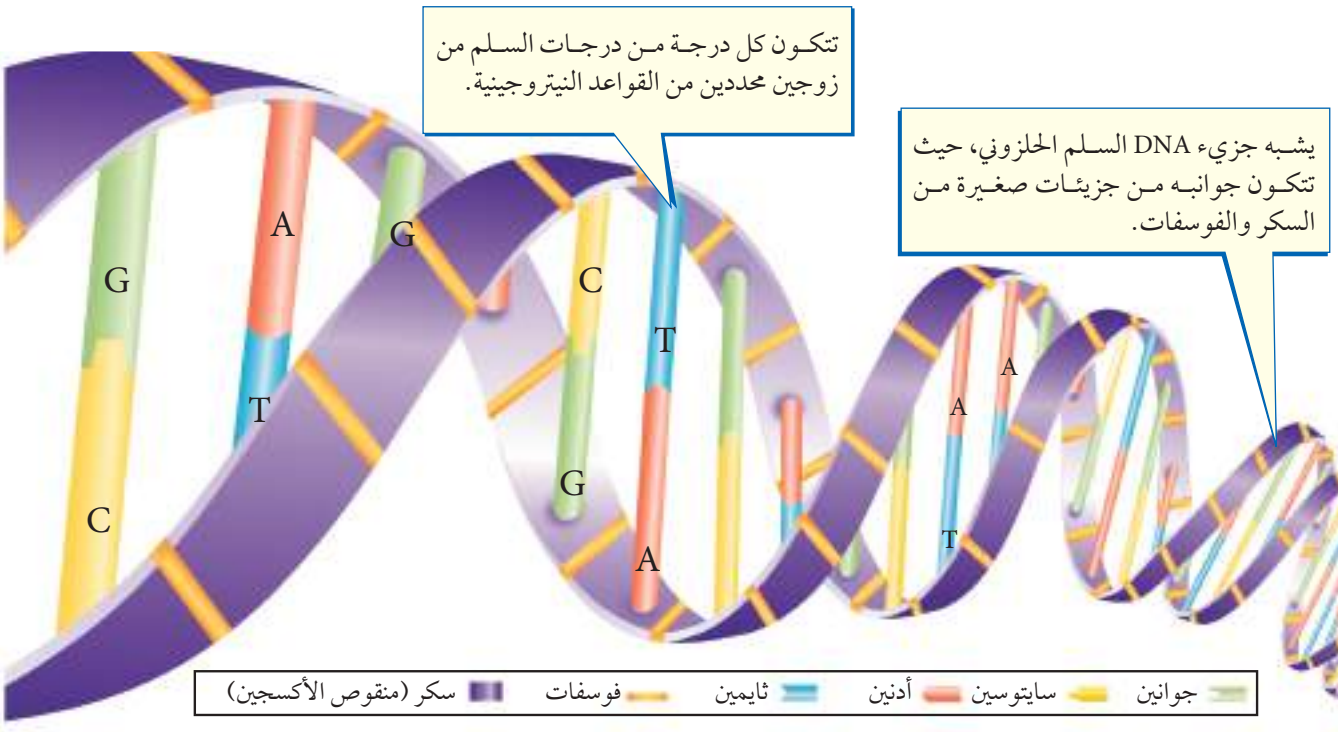
انظر إلى **الشكل ١** الذي يوضح كيفية تخزين DNA في الخلايا التي تحتوي على نواة. فعندما تنقسم الخلية يتضاعف DNA، وينتقل إلى الخلايا الجديدة. وبهذه الطريقة تحصل كل خلية جديدة على المعلومات نفسها الموجودة في الخلية الأصلية. ويجب أن تتذكر دائمًا أن كل خلية تتكون في جسمك أو في جسم أي مخلوق حي آخر تحتوي على DNA.

الربط مع الكيمياء

اكتشاف DNA اكتشف العلماء منذ منتصف عام ١٨٠٠م أن نواة الخلية تحتوي على جزيئات كبيرة أطلقوا عليها اسم الأحماض النووية. وفي عام ١٩٥٠م تمكّن الكيميائيون من معرفة مكوّنات الحمض النووي DNA، ولكنهم لم يستطيعوا في حينها بناء نموذج يصف كيفية ترتيب هذه المكوّنات لتشكيل جزيء DNA.



الشكل ١ DNA جزء من الكروموسومات الموجودة في النواة.



تركيب DNA في عام ١٩٥٢م اكتشفت العالمة روزاليند فرانكلين أن DNA يتركب من سلسلتين من الجزيئات لهما شكل لولبي، وبالاعتماد على الأشعة السينية توصلت الدكتورة فرانكلين إلى أن شكل DNA يشبه السلم الحلزوني. وفي عام ١٩٥٣م وبناءً على ما توصّلت إليه العالمة فرانكلين وغيرها من العلماء استطاع العالمان جيمس واطسون وفرانسيس كريك بناء نموذج لـجزيء DNA.

نموذج DNA ما شكل DNA؟ بناءً على نموذج واطسون وكريك يتكوّن جانبَا السلم الحلزوني من تعاقب السكر- وهو السكر الخماسي المنقوص الأكسجين- ومجموعة الفوسفات. في حين تتكون درجات السلم من جزيئات تُسمى القواعد النيتروجينية. ويحتوي الـ DNA على أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية، هي: الأدنين (A)، والجوانين (G)، والسايتوسين(C)، والثايمين (T). وقد لاحظ العلماء أن كمية السايتوسين في الخلية تساوي دائمًا كمية الجوانين، وكمية الأدنين مساوية لكمية الثايمين، مما جعلهم يفترضون أن القواعد النيتروجينية تكون مرتبطة في أزواج (كل قاعدتين معًا)، كما في **الشكل ١**، حيث يرتبط الأدنين في السلسلة الأولى مع الثايمين في السلسلة المقابلة، ويرتبط الجوانين مع السايتوسين، وتكون أزواج القواعد النيتروجينية متداخلة كما في ألعاب قطع التركيب.

ماذا قرأت؟ ما أزواج القواعد النيتروجينية الموجودة في جزيء DNA؟

تجربة

نمذجة تضاعف DNA

الخطوات

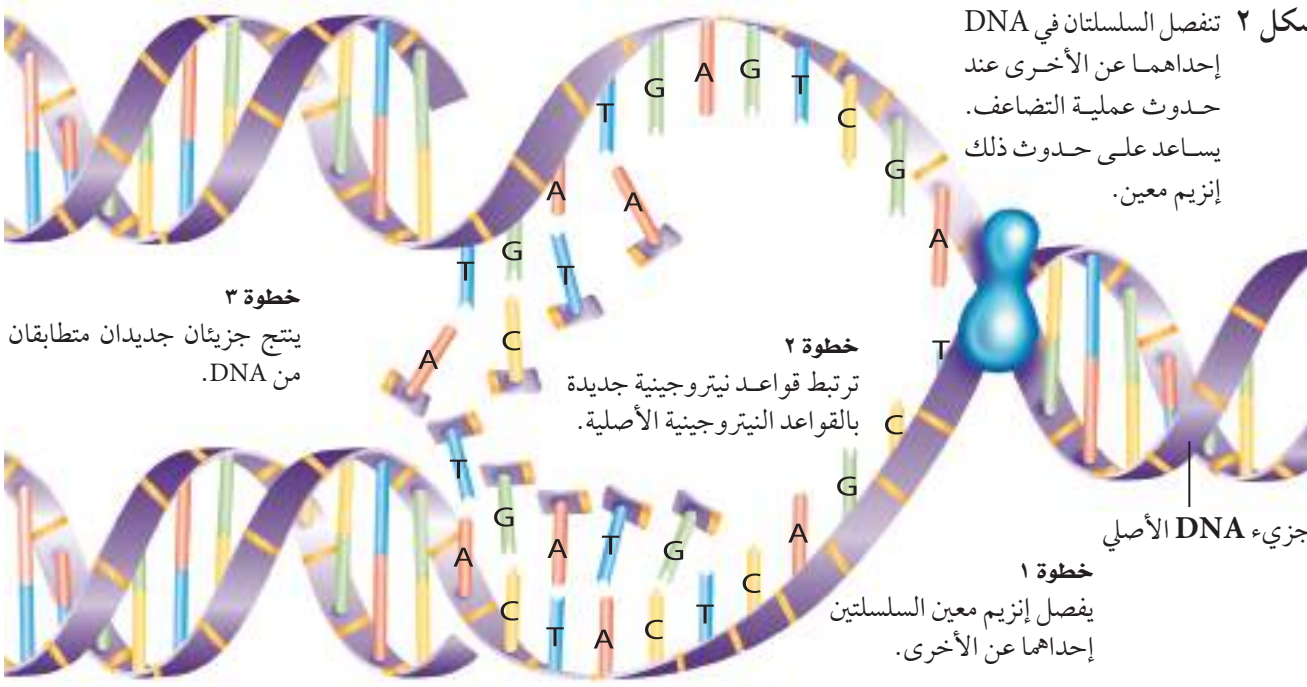
١. تخيل أن لديك قطعة من DNA، تتكون من ١٢ قاعدة نيتروجينية. اكتب على ورقة تسلسل هذه القواعد في جزيء DNA مستعملًا الأحرف A وT وG وC. وتذكر أن A يتحد دائمًا مع T، و G يتحد مع C.

٢. وضح على الورقة كيف تتضاعف قطعة DNA؟ وما تسلسل القواعد على DNA الجديد؟

التحليل

قارن بين ترتيب القواعد النيتروجينية على جزيئات DNA الأصلية وجزيئات DNA الجديد.

في المنزل



الشكل ٢ تنفصل السلسلتان في DNA إحداهما عن الأخرى عند حدوث عملية التضاعف. يساعد على حدوث ذلك إنزيم معين.

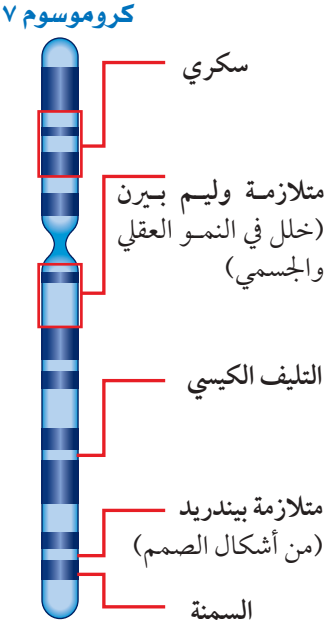
نسخ DNA عندما تتضاعف الكروموسومات قبل الانقسام المنصف أو المتساوي تتضاعف كمية DNA داخل النواة. وقد أظهر نموذج واطسون وكريك كيف يحدث ذلك، حيث تنفصل السلسلتان في DNA إحداهما عن الأخرى، ثم ترتبط قواعد نيتروجينية جديدة فيتكون DNA جديد، يحمل ترتيب القواعد النيتروجينية نفسها في DNA الأصلي، كما في **الشكل ٢**.

الجينات

تعتمد معظم صفات الإنسان مثل لون الشعر والطول وغيرهما من الصفات على البروتينات التي تصنّعها الخلايا المكوّنة للجسم. وتدخل البروتينات في بناء الخلايا والأنسجة، أو تعمل كإنزيمات. وتكون المعلومات التي تستعملها الخلايا لتصنيع هذه البروتينات محمولة على DNA. ويُسمى الجزء من DNA المحمول على الكروموسوم والمسؤول عن تصنيع بروتين **بالجين** Gene. ويحتوي الكروموسوم الواحد على مئات الجينات كما هو موضح في **الشكل ٣**. تتكون البروتينات من سلسلة من مئات أو آلاف الأحماض الأمينية، ويحدد الجين ترتيب الأحماض الأمينية المكوّنة للبروتين، فإذا تغير ترتيبها تغير البروتين. ولكن ماذا يحدث لخلايا الجسم عندما لا يُصنع بروتين ما، أو يحدث خلل في تصنيعه لسبب ما؟

تصنيع البروتينات توجد الجينات في النواة. إلا أنَّ عملية تصنيع البروتينات تحدث في الرايبوسومات الموجودة في السيتوبلازم. لذا تتم عملية نقل شفرة تصنيع البروتينات من النواة إلى الرايبوسومات عبر نوع آخر من الأحماض النووية هو الحمض النووي الرايبوزي أو **RNA**.

الشكل ٣ يوضح الرسم بعض الجينات التي تم تحديدها على الكروموسوم ٧ في جسم الإنسان. الكتابة بالخط العريض هي الأسماء التي أعطيت لهذه الجينات.

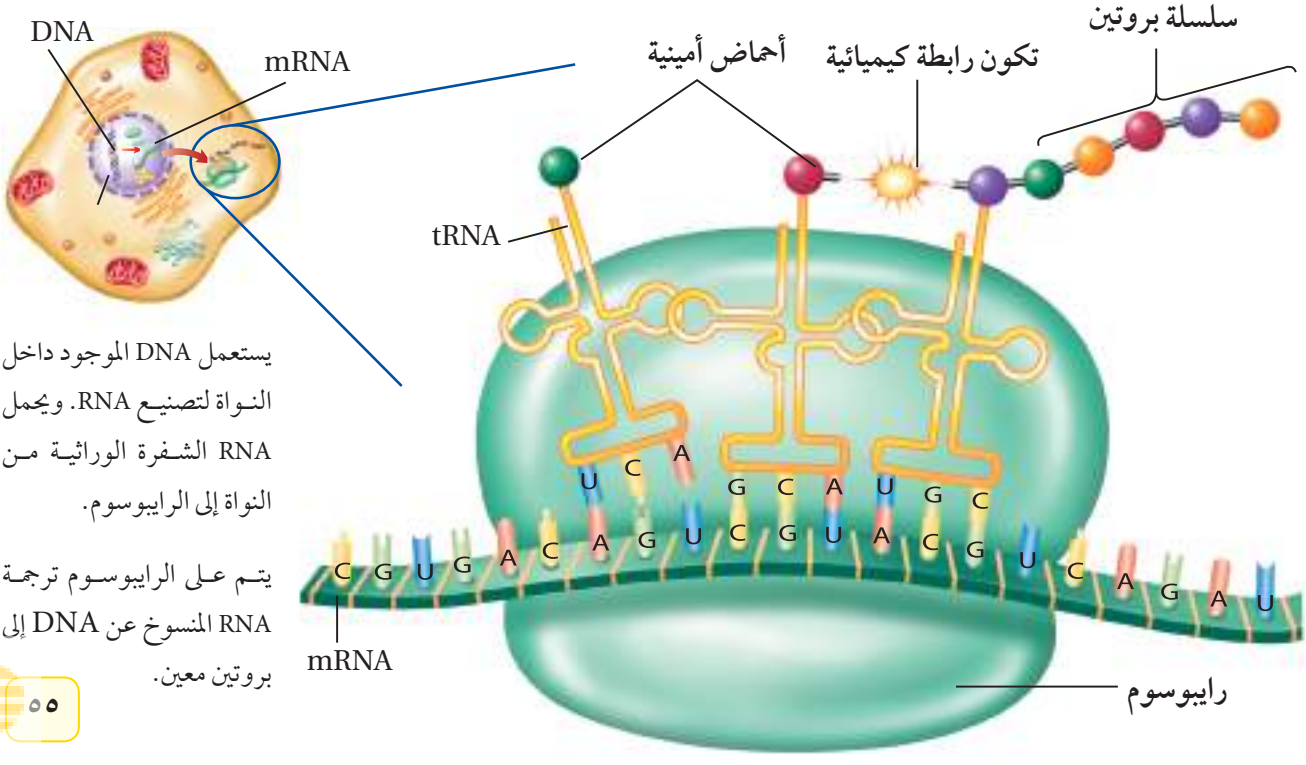


الحمض النووي الريبوزي (RNA) يُصنَع الـ (RNA) في النواة، وهو نسخة طبق الأصل عن (DNA)، ولكنه يختلف عنه في بعض الخصائص. وبمقارنة تركيب (DNA) في **الشكل ١** وتركيب (RNA) في **الشكل ٤** تظهر مجموعة من الاختلافات، منها:

(RNA) مكون من سلسلة واحدة، أما (DNA) فيتكون من سلسلتين. ويحتوي (DNA) على أربعة قواعد نيتروجينية هي: أدنين (A)، جوانين (G)، ثايمين (T)، سايتوسين (C)، أما (RNA) فيتكون من القواعد النيتروجينية نفسها إلا الثايمين (T) فيحل محله اليوراسيل (U). كذلك يحتوي (RNA) على سكر خماسي الكربون، أما DNA فيحتوي على سكر خماسي رايبوزي منقوص ذرة أكسجين. لذلك سمي بالحمض النووي الرايبوزي المنقوص الأكسجين.

هناك ثلاثة أنواع من (RNA) في الخلية هي: الرسول (mRNA)، والناقل (tRNA)، والرايبوسومي (rRNA). ويلعب (mRNA) دورًا مهمًّا في بناء البروتينات؛ وتبدأ هذه العملية عندما ينتقل (RNA) من النواة إلى السيتوبلازم، وبعد ذلك يرتبط مع الرايبوسومات ـ التي تحتوي rRNA ـ المنتشرة في سيتوبلازم الخلية.

بعد الارتباط مع الرايبوسوم تبدأ عملية ارتباط الأحماض الأمينية بعضها مع بعض داخل الرايبوسوم، وترتبط كل قاعدة نيتروجينية من (mRNA) مع ما يقابلها في (tRNA). وهكذا تستمر العملية، كما هو مبين في **الشكل ٤**. ثم ترتبط الأحماض الأمينية على (tRNA) فيما بينها لتكوّن سلسلة طويلة ومترابطة. وهذا ما يشكّل بداية سلسلة البروتين. وتحدد الشفرة التي يحملها (mRNA) ترتيب ارتباط الأحماض الأمينية، وبعد أن يفقد (tRNA) الحمض الأميني يصبح حرًا في السيتوبلازم ليحمل الأحماض الأمينية مجددًا كما فعل في المرة الأولى.



الشكل ٤ تحتاج الخلية إلى DNA وRNA والأحماض الأمينية لتصنيع البروتينات.

يستعمل DNA الموجود داخل النواة لتصنيع RNA. ويحمل RNA الشفرة الوراثية من النواة إلى الرايبوسوم.

يتم على الرايبوسوم ترجمة RNA المنسوخ عن DNA إلى بروتين معين.

الشكل ٥ تُنتج كل خلية في الجسم البروتينات الضرورية للقيام بوظائفها.

الجينات المسيطرة (المُتَحَكِّمة) ربما تعتقد أن جميع الخلايا في جسم المخلوق الحي تصنع نفس البروتينات لأنها تحتوي على الكروموسومات والجينات نفسها، غير أنَّ هذا لا يحدث. فكل خلية تستعمل بعض الجينات من بين آلاف الجينات الموجودة فيها لتصنيع البروتينات، وكل خلية تستعمل فقط الجينات التي تصنع البروتينات اللازمة للقيام بأنشطتها. فمثلاً تُصنع البروتينات العضلية في الخلايا العضلية لا في الخلايا العصبية، كما هو موضح في **الشكل ٥**.

يجب أن تكون الخلايا قادرة على تثبيط بعض الجينات وتنشيط أخرى، فأحيانًا يكون DNA ملتفًا بعضه حول بعض، ولذلك يصعب بناء RNA. أو قد ترتبط به بعض المواد الكيميائية، ومن ثم لا يمكن استعماله. كما أنه إذا أنتج البروتين غير المناسب لم يستطع المخلوق الحي القيام بوظائفه.

الطفرة

تحدث أحيانًا بعض الانحرافات أثناء عملية نسخ DNA، مما قد يؤدي إلى تصنيع بروتينات غير متطابقة، وتُسمى هذه الانحرافات **الطفرات** Mutations. فالطفرة أي تغيير دائم في سلسلة DNA المكوّنة للجين أو الكروموسوم في الخلية. وتتضمن بعض الطفرات زيادة أو نقصًا في عدد الكروموسومات. ومن العوامل التي تسبب الطفرات: الأشعة السينية وضوء الشمس وبعض المواد الكيميائية.

ماذا قرأت؟ متى تحدث الطفرات؟

نتائج الطفرة تتحكم الجينات في الصفات التي تورث من الوالدين. فإذا حدث أي تغيير في الجينات فقد ينتج عنه تغيير في صفات المخلوق الحي كما في **الشكل ٦**. وعندما تحدث الطفرة في الخلايا الجسمية للمخلوق الحي فقط فإنه لا يتأثر. ولكن إذا حدثت الطفرة في الخلايا الجنسية فإن الخلايا الناتجة كلها يحدث لها هذه الطفرة، ومن ثم تضيف تنوعًا إلى المخلوقات الحية.

الكثير من الطفرات مضرة بالمخلوق الحي، وتسبّب موته غالبًا، ومع ذلك فإن بعض الطفرات تكون مفيدة. فمثلاً قد تؤدي بعض الطفرات في النبات إلى قدرته على تكوين مواد كيميائية تُنفّر بعض الحشرات التي تتغذى عليه، فيحافظ على بقائه.

الشكل ٦ تُصاب ذبابة الفاكهة بسبب خلل في الكروموسوم ٢ بطفرة ينتج عنها تكوّن أجنحة قصيرة لا تمكنها من الطيران.

توقع هل تنتقل هذه الطفرة إلى الأبناء؟ وضح ذلك.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

جينات ذبابة الفاكهة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت لتتعرف على الجينات الموجودة على كروموسومات ذبابة الفاكهة.

نشاط ارسم صورة لأحد كروموسومات ذبابة الفاكهة، وحدّد بعض الجينات عليه.

مراجعة الدرس ١

الخلاصة

ما مادة الوراثة DNA ؟

- يتكون جانبا السلم المكوّن لـ DNA من جزيئات السكر والفوسفات. أما الدرجات فتتكون من القواعد النيتروجينية.
- عندما يتضاعف DNA تكون النسخة الجديدة مماثلة للنسخة الأصلية.

الجينات

- تحمل الجينات داخل نواة الخلية طريقة تصنيع البروتينات حسب نوعها. حيث تصنع البروتينات في الرايبوسومات الموجودة في السيتوبلازم.
- هناك ثلاثة أنواع من RNA، هي: mRNA، و tRNA، و rRNA.

الطفرة

- إذا لم ينسخ الـ DNA كما هو بالأصل تنتج الطفرة التي تؤدي إلى تصنيع بروتين بطريقة غير سليمة.

اختبر نفسك

١. **صف** كيف تحدث عملية تضاعف DNA؟

٢. **وضّح** كيف تنتقل شفرة تصنيع البروتينات من النواة إلى الرايبوسومات؟

٣. **طبق** إذا كان ترتيب القواعد النيتروجينية في سلسلة من DNA هو AGTAAC، بيّن ترتيب القواعد في سلسلة DNA المقابلة لها باستعمال الأحرف.

٤. **حدد** ما دور tRNA في عملية بناء البروتينات؟

٥. **التفكير الناقد** قارن بين DNA في خلايا الدماغ و DNA في خلايا القلب.

تطبيق المهارات

٦. **خريطة مفاهيمية** استعمل شكل ڤن؛ للمقارنة بين DNA و RNA.

٧. **استعمال معالج النصوص** لكتابة الأحداث التي أدت إلى اكتشاف DNA، مستعينًا بمكتبة المدرسة للحصول على المعلومات.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

علم الوراثة

في هذا الدرس

الأهداف

- **تفسر** كيف تورث الصفات.
- **تتعرّف** دور العالم مندل في علم الوراثة.
- **تستعمل** مربع بانيت لتوقع نتائج التزاوج.
- **تميز** بين الطرز الجينية والطرز الشكلية.

الأهمية

يساعد علم الوراثة على تفسير اختلاف الصفات بين الناس.

مراجعة المفردات

الانقسام المنصّف: عملية حيوية ينتج عنها أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية من خلية واحدة ثنائية المجموعة الكروموسومية.

المفردات الجديدة

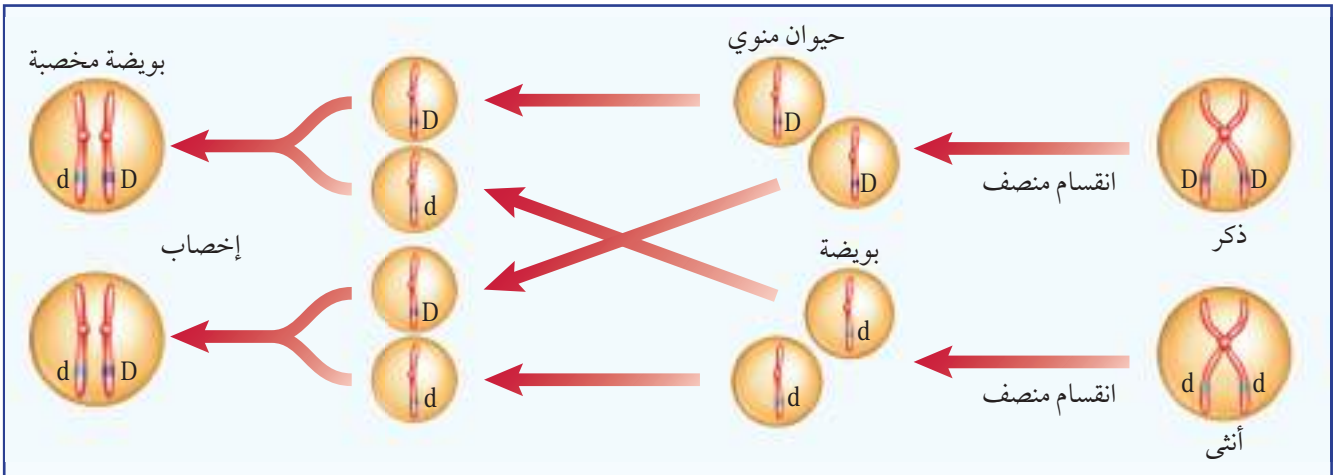
- الوراثة
- الجين المقابل (الأليل)
- علم الوراثة
- الهجين
- العامل السائد
- العامل المتنحي
- مربع بانيت
- الطرز الجينية
- الطرز الشكلية
- الجينات المتماثلة
- الجينات غير المتماثلة

الصفات الوراثية

هل تشبه أحد والديك أم جديك؟ وهل عيناك تشبه عينَيْ أبيك؟ إن صفات لون العيون وشكل الأنف وغيرها أمثلة على الصفات التي ترثها من والديك، كما يتضح في **الشكل ٧**. **فالوراثة** Heredity هي انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء. ولكن، ما الذي يتحكم في الصفات الوراثية؟

ما علم الوراثة؟ تتحكم الجينات المحمولة على الكروموسومات في شكل المخلوق الحي ووظائفه، أي ما نسميه صفاته الوراثية. وتُسمى أزواج الجينات المسؤولة عن صفة محددة **الجينات المتقابلة (الأليل)** Alleles. وتنفصل الجينات المتقابلة بعضها عن بعض أثناء إنفصال الكروموسومات خلال عملية الانقسام المنصّف، وتتوزع على الخلايا الجنسية الناتجة، بحيث تحصل كل خلية على أحد الجينات المتقابلة. فلو درسنا صفة وجود الغمّازات مثلاً ـ كما في **الشكل ٨** – لوجدنا أن إحدى الخليتين الجنسيتين الناتجتين عن عملية الانقسام المنصّف تحتوي على جين وجود الغمّازات، في حين تحتوي الخلية الأخرى على جين يخلو منها. إن دراسة كيفية انتقال الصفات الوراثية وتفاعلها فيما بينها هو ما يعرف **بعلم الوراثة** Genetics.

الشكل ٧ لاحظ الشبه بين أجيال هذه العائلة.



يمنح كل من الأبوين خلال الإخصاب كروموسومًا واحدًا، وينتج عن ذلك جينان متقابلان لصفة الغمازات في الفرد الجديد.

تنفصل الكروموسومات المتضاعفة خلال الانقسام المنصّف.

توجد الجينات المسؤولة عن الصفة في صورة زوج من الكروموسومات المتضاعفة.

منـدل- مؤسس علـم الوراثة

هـل تصـدق أن التجارب على نبات البـازلاء هي التي سـاعدت العلماء على فهم سبب ظهور عيوننا بألوانها المتعددة التي نعرفها؟ درس جريجور مندل وهو عالم نمسـاويّ الرياضيات والعلوم، وبدأ اهتمامه بالنبات منذ طفولته في بسـتان والده، حيـث كان بمقـدوره توقع أنواع الأزهـار والثمار التي يمكـن الحصول عليها عند تلقيـح النباتات. وقد دفعـه فضوله في معرفة العلاقة بين لون الأزهار ونوع البذور في نبات البازلاء إلى بدء تجاربه في عام ١٨٥٦م. اسـتعمل مندل الطريقة العلمية بدقة في تفسـير النتائج التي جمعها حول كيفية انتقال الصفات من جيل إلى آخر. وبعد مرور ثماني سنوات قدّم نتائجه حول نبات البازلاء.

كان معظـم العلماء قبل منـدل يعتمدون على الملاحظات والوصف، ويدرسـون أكثـر من صفة فـي التجربة الواحدة. أما مندل فكان أول مـن تتبع صفة واحدة عبر أكثر من جيل، كما كان أول من استعمل الاحتمالات لتفسير نتائج تجاربه.

أُهمِلَـت تجارب منـدل فترة طويلة، ولـم تُقدر أهميتها حتى عـام ١٩٠٠م، عندما توصل ثلاثة من علماء النبات ـ كل على حدة ـ إلى النتائج نفسها التي توصّل إليها مندل. ومنذ ذلك الوقت عُرف مندل بأنه مؤسس علم الوراثة.

الشكل ٨ تتوزع الجينات المتقابلة للصفة الوراثية خلال الانقسام المنصّف. وفي هذا المثال رُمز إلى الجين المسؤول عن وجود الغمازات بالحرف D، وللجين المسؤول عن اختفاء الغمازات بالحرف d.

العلـوم
عبر المواقع الإلكترونية

علم الوراثة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للحصـول على معلومات عن التجارب الأولى في الوراثة.

نشـاط اذكـر اسـم عـالمين آخريـن اهتمـا بالوراثـة، وأسـماء المخلوقات الحية التي ركزا عليها في دراستهما.

جدول ١ مقارنة الصفات الوراثية التي قام بها مندل							
الصفة الوراثية	شكل البذور	لون البذور	لون القرن	شكل القرن	طول ساق النبات	موقع الأزهار	لون الأزهار
الصفة السائدة	أملس	أصفر	أخضر	منتفخ	طويل	محوري	أرجواني
الصفة المتنحية	مجعد	أخضر	أصفر	مسطّح	قصير	طرفي	أبيض

الوراثة في الحديقة

كان مندل كلما لقح نباتين يحملان صفتين متضادتين حملت النباتات الناتجة جميعها صفة أحد الأبوين، بينما تختفي الصفة الأخرى، فسمّاها نباتات **هجينة** Hybrids؛ لأنها حصلت على جينين متقابلين مختلفين للصفة الوراثية من كلا الوالدين. وقد زادت هذه النتائج من فضول مندل لمعرفة المزيد عن وراثة الصفات.

تجربة عملية الصفات الوراثية
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

من السهل تلقيح نبات البازلاء للحصول على صفات نقية. ونحن نقول: أن المخلوق الحي يحمل صفة وراثية نقية عندما تظهر فيه الصفة الوراثية نفسها جيلاً بعد جيل. فمثلاً نباتات البازلاء الطويلة الساق التي تُنتج دائمًا بذورًا ينتج عنها نباتات طويلة ـ تكون صفة طول الساق فيها نقية. ولكي تتعرف الصفات التي درسها مندل في نبات البازلاء انظر **الجدول ١**.

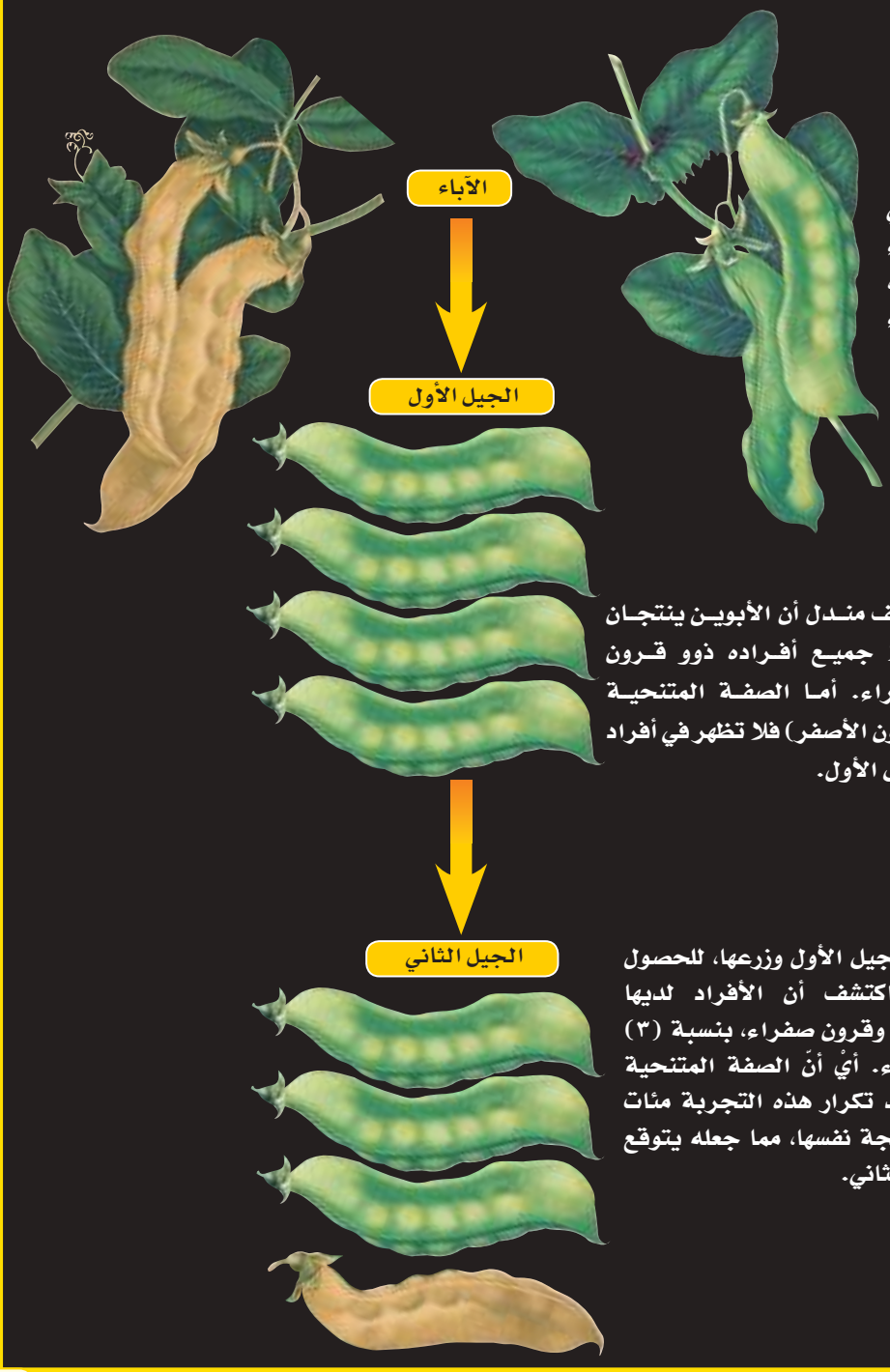
ماذا قرأت؟ لماذا يزرع الفلاحون البذور التي تحمل الصفة النقية؟

العوامل السائدة والمتنحية تُلقح الحشرات الأزهار في الطبيعة بشكل يبدو عشوائيًّا خلال انتقالها من زهرة إلى أخرى. لكن مندل كان يتحكم في عملية التلقيح في تجاربه. ففي إحدى تجاربه استعمل حبوب لقاح من أزهار تحمل الصفة النقية لطول الساق لتلقيح أزهار نباتات تحمل الصفة النقية لقصر الساق. وتسمى هذه العملية التلقيح الخلطي. وعندما زرع البذور الناتجة عن هذا التلقيح كانت كل النباتات الناتجة طويلة الساق، ولم يظهر أي نبات قصير الساق، فاستنتج وجود عامل ساعَد على ظهور صفة طول الساق أطلق عليه **العامل السائد** Dominants؛ وذلك لأنه ساد أو أخفى صفة قصر الساق. أما عامل الصفة التي لم تظهر أو اختفت فأطلق عليه اسم **العامل المتنحي** Recessive. وتُسمى هذه العوامل اليوم الجينات السائدة والجينات المتنحية. ولكن ماذا حدث للصفة المتنحية؟ للإجابة عن هذا السؤال انظر **الشكل ٩**.

تجارب مندل

الشكل ٩

اكتشف مندل أن التجارب التي قام بها على النباتات في الحديقة أدت إلى فهم الوراثة. وخلال ثمانية أعوام درس الصفات المختلفة في النباتات، وسجّل كيفية انتقال هذه الصفات إلى الأبناء، ومن هذه الصفات صفة لون القرن. وفيما يلي تظهر نتائج تجارب مندل على لون القرن.



أ لون قرون أحد الآباء في تجارب مندل خضراء (الصفة السائدة)، والآخر قرونه صفراء (الصفة المتنحية).

ب اكتشف مندل أن الأبوين ينتجان جيلا جميع أفراده ذوو قرون خضراء. أما الصفة المتنحية (اللون الأصفر) فلا تظهر في أفراد الجيل الأول.

ج جمع مندل البذور من الجيل الأول وزرعها، للحصول على الجيل الثاني، فاكتشف أن الأفراد لديها الصفتان: قرون خضراء وقرون صفراء، بنسبة (٣) خضراء إلى (١) صفراء. أيْ أنّ الصفة المتنحية ظهرت مرة أخرى. وعند تكرار هذه التجربة مئات المرات حصل على النتيجة نفسها، مما جعله يتوقع نسبة لون قرون الجيل الثاني.

دور الاحتمالات في توقُّع الصفات إذا اختلفت أنت وأختك على مشاهدة برنامج تلفازي، ولجأت إلى الاقتراع برمي قطعة نقد لحل النزاع فإنك تستعمل الاحتمالات. الاحتمالات فرع من فروع الرياضيات، وهي تساعد على توقع فرصة حدوث شيء ما. فإذا رميت قطعة النقد في الهواء، فما احتمال ظهور الصورة؟ لأن لقطعة النقد وجهين فإن هناك احتمالين، هما الصورة أو الكتابة. لذا فإن احتمال ظهور الصورة هو ٥٠ ٪.

تجربة عملية الاحتمالات ٥٠ : ٥٠
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

لجأ مندل إلى الاحتمالات في تفسير نتائجه. ونظرًا إلى أنه كان يحصل على أعداد كبيرة من النباتات لدراسة الصفة الواحدة كانت نتائجه دقيقة جدًّا. فخلال ثماني سنوات درس مندل ٣٠٠٠٠ نبتة بازلاء تقريبًا، مما زاد من فرصه لرؤية النماذج المتكررة.

مربع بانيت افترض أنك أردت معرفة لون أزهار نباتات البازلاء الناتجة عن تلقيح نبات أزهاره بيضاء مع نبات أزهاره أرجوانية، كيف يمكنك توقع صفات النباتات الناتجة دون إجراء التلقيح؟ هناك أداة مناسبة وسهلة يمكن استعمالها لتوقع النتائج اعتمادًا على تجارب مندل؛ إنها **مربع بانيت** Punnett Square. يُستعمل في مربع بانيت الحرف الكبير للتعبير عن الجين السائد، والحرف الصغير للتعبير عن الجين المتنحي. وبذلك فإنك تكتب شفرة تظهر **الطرز الجينية** Genotypes للمخلوق الحي. وعند معرفة معنى الحروف تستطيع معرفة الصفة، ومعرفة الكثير عن توارث الصفات الوراثية في المخلوق الحي.

الشكل ١٠ الطرز الشكلية للون الأزهار في نبات فم السمكة هو اللون الأحمر.
حدّد هل يمكنك تحديد الطرز الجينية لِلَون الأزهار؟ فسر إجابتك.

تسمى الصفات المظهرية للمخلوق الحي وسلوكه الناتجة عن الطرز الجينية **بالطرز الشكلية** Phenotypes، انظر **الشكل ١٠**. إذا كان لون الأزهار في نبات فم السمكة فإن الطرز الشكلية للون الأزهار هو اللون الأحمر.

الجينات المتقابلة تحدد الصفات الوراثية تحتوي معظم الخلايا في الجسم على جينين متقابلين على الأقل للصفة الوراثية الواحدة، وتكون هذه الجينات المتقابلة محمولة على أزواج الكروموسومات المتماثلة داخل النواة في الخلية. فإذا كان للمخلوق الحي جينان متقابلان متماثلان نقول: إن لديه **جينات متماثلة** Homozygous للصفة الوراثية. وتبعًا لتجارب مندل على البازلاء فإنها تكتب TT (متماثل الجينات لصفة طول الساق – الصفة السائدة)، أو tt (متماثل الجينات لصفة قصر الساق – الصفة المتنحية). أما المخلوق الحي الذي له جينان متقابلان مختلفان للصفة الوراثية فنقول إن لديه **جينات غير متماثلة** Heterozygous للصفة الوراثية. وبذلك فإن جميع النباتات المهجنة التي أنتجها مندل غير متماثلة الجينات لصفة الطول Tt.

ماذا قرأت؟ **ما الفرق بين المخلوقات الحية المتماثلة الجينات والمخلوقات الحية غير المتماثلة الجينات؟**

رسم مربع بانيت لتوقع ظهور صفة ما باستعمال مربع بانيت تُمَثَّل أزواج الجينات المتقابلة لأحد الآباء باستعمال الحروف في الصف العلوي لمربع بانيت، بحيث يحتوي كل مربع على حرف واحد، وتمثل أزواج الجينات المتقابلة للأب الآخر في العمود الأول، ثم تُملأ كل المربعات في الجدول بزوج من الجينات، واحد من كلا الأبوين. وتمثل الأحرف التي يتم الحصول عليها الطرز الجينية المحتملة للأبناء.

مبادئ الوراثة على الرغم من عدم معرفة العالم مندل بـ DNA أو الجينات أو الكروموسومات، إلا أنه نجح في تفسير كيفية انتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء وتمثيلها رياضيًّا. وأدرك وجود بعض العوامل في نبات البازلاء تسبب ظهور صفات وراثية محددة. ويلخص **الجدول ٢** مبادئ علم الوراثة.

جدول ٢ مبادئ علم الوراثة

١	تتحكم الجينات المتقابلة المحمولة على الكروموسومات في الصفات الوراثية.
٢	يكون تأثير الجينات المتقابلة سائدًا أو متنحيًا.
٣	عندما ينفصل زوج الكروموسومات خلال الانقسام المنصف فإن الجينات المتقابلة للصفة الواحدة تنفصل، بحيث يتحرك واحد منها لكل خلية جنسية جديدة.

حساب النسبة

تطبيق الرياضيات

مربع بانيت تزَاوج قطّ لون شعره أسود غير متماثل الجينات (Bb) و قطة شعرها أشقر (bb). استعمل مربع بانيت لتحديد احتمال ولادة قطّ شعره أسود.

الحل:

١ المعطيات
- يُمثّل الجين السائد بالحرف B.
- يُمثّل الجين المتنحي بالحرف b.

٢ المطلوب
ما النسبة المحتملة لولادة قطّ شعره أسود؟

٣ طريقة الحل
- أكمل مربع بانيت.
- هناك طرازان Bb وأربعة نواتج محتملة.
- نسبة لون الشعر الأسود=

القطّ الأسود		
b	B	
bb	Bb	b
bb	Bb	b

القطة الشقراء

الطرز الجينية: 2bb و 2Bb

الطرز الشكلية: ٢ أسود، ٢ أشقر

$$\frac{\text{عدد مرات الحصول على شعر أسود}}{\text{المجموع الكلي}}$$

$$= \frac{٢}{٤} = \frac{١}{٢} = ٥٠٪$$

٤ التحقق من الحل
نصف الأربعة = ٢ وهو عدد القطط ذات الشعر الأسود.

مسائل تدريبية

١. في نبات البازلاء، اللون الأصفر للبذور (Y) سائد على اللون الأخضر (y). باستعمال مربع بانيت المجاور، ما احتمال ظهور نباتات بذورها صفراء؟

٢. ما احتمال ظهور نباتات لها الطراز الجيني yy؟

أب Yy		
y	Y	
Yy	YY	Y
y y	Yy	y

أب Yy

مراجعة الدرس ٢

الخلاصة

الصفات الوراثية

- الوراثة: انتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء.
علم الوراثة: دراسة كيفية انتقال الصفات الوراثية وتفاعل الجينات المتقابلة بعضها مع بعض.

مندل- مؤسس علم الوراثة

- في عام ١٨٥٦م، بدأ مندل تجاربه على نبات البازلاء مستعملًا المنهج العلمي الدقيق.
- كان مندل أول من تتبع انتقال الصفة الوراثية الواحدة عبر عدة أجيال.
- في عام ١٩٠٠م توصل ثلاثة علماء كل على حدة إلى النتائج نفسها التي توصّل إليها مندل.

الوراثة في الحديقة

- التهجين: انتقال معلومات وراثية مختلفة للصفة الوراثية الواحدة من الآباء.
- تتضمن الوراثة عوامل سائدة وأخرى متنحية.
- يستعمل مربع بانيت لتوقع نتائج التزاوج.
- أدت نتائج مندل إلى وضع مبادئ علم الوراثة.

اختبر نفسك

١. **قارن** بين الجينات المتقابلة السائدة والجينات المتقابلة المتنحية.

٢. **صف** كيف تمثّل الجينات السائدة والجينات المتنحية في مربع بانيت.

٣. **وضح** الفرق بين الطرز الجينية والطرز الشكلية، وأعط أمثلة على ذلك.

٤. **استنتج** لماذا أطلق على جريجور مندل لقب مؤسس علم الوراثة؟

٥. **التفكير الناقد** إذا عرفت الطرز الشكلية لصفة وراثية متنحية فهل يمكنك معرفة الطرز الجينية لها؟ وضح إجابتك من خلال الأمثلة.

تطبيق الرياضيات

٦. **استعمال النسبة** إذا لُقحت ذبابة فاكهة طويلة الجناح (غير نقية) مع ذبابة فاكهة قصيرة الجناح (نقية)، فاستعمل مربع بانيت لمعرفة نسبة الأبناء الذين يحملون صفة قصر الجناح، علمًا بأن صفة طول الجناح سائدة على قصَر الجناح.

استخدم الإنترنت

الطفرات

الأهداف:

- **تلاحظ** الصفات الوراثية لعدد من الحيوانات.
- **تبحث** كيف تتحول الطفرات إلى صفة وراثية؟
- **تجمع** معلومات عن الطفرات.
- **تُنْشئ** جدول تكرار بالبيانات التي حصلت عليها وتوزعها على الطلاب الآخرين.

مصدر البيانات

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى مواقع مناسبة للحصول على المزيد من المعلومات عن الصفات الوراثية الشائعة بين الحيوانات المختلفة، والجينات السائدة والجينات المتنحية. وشارك زملاءك في المعلومات التي حصلت عليها.

سؤال من واقع الحياة

تحدث الطفرات للجينات السائدة والجينات المتنحية. وتظهر الصفات المتنحية فقط عندما يكون للمخلوق الحي جينان متنحيان للصفة. في حين تظهر الصفة السائدة عندما يملك المخلوق الحي جينًا أو جينين سائدين لهذه الصفة. لماذا تحدث بعض الطفرات في الصفات الوراثية الأكثر شيوعًا، في حين لا تحدث طفرات أخرى في الصفات الأقل شيوعًا؟ كوّن فرضية توضح كيف يمكن أن تصبح الطفرة صفة شائعة.

حمامة مروحية الذيل

تصميم خطة

١. **لاحظ** الصفات الوراثية الشائعة بين الحيوانات المختلفة مثل الحيوانات الأليفة أو الحيوانات التي قد تشاهدها في حديقة الحيوانات.

٢. **تعرف** أي الجينات تحمل هذه الصفات في كل حيوان؟

٣. **ابحث** عن الصفات الوراثية لتكتشف أيها نتج عن طفرات؟ وهل الطفرات جميعها سائدة؟ وأيها مفيد؟

النمر الأبيض

تنفيذ الخطة

١. تأكد من موافقة معلمك على خطتك قبل أن تبدأ في تنفيذها.

٢. زُر الموقع الإلكتروني أدناه، لتعرف المواقع الإلكترونية التي يمكنك زيارتها للحصول على معلومات عن الطفرات والوراثة.

٣. **قرِّر** ما إذا كانت الطفرات مفيدة أو ضارة أو لا تأثير لها، وسجّل بياناتك في دفتر العلوم.

تحليل البيانات

١. **سجّل** في دفتر العلوم قائمة بالصفات الوراثية التي تنتج عن طفرات.

٢. **صف** أحد الحيوانات الأليفة أو حيوانًا شاهدته في حديقة الحيوانات، وحدِّد أي هذه الصفات نتج عن طفرات.

٣. **أنشئ** مخططًا تقارن فيه بين الطفرات السائدة والطفرات المتنحية، وأيها أكثر انتشارًا؟

٤. **شارك** الطلاب الآخرين في النتائج التي حصلت عليها بوضعها في الموقع الإلكتروني المدوّن أدناه.

الاستنتاج والتطبيق

١. **قارن** المعلومات التي حصلت عليها بما حصل عليه زملاؤك والمعلومات الأخرى في الموقع الإلكتروني. اذكر بعض الصفات الوراثية التي وجدها زملاؤك ولم تحصل عليها أنت. وأيها أكثر شيوعًا؟

٢. انظر إلى مخططك حول الطفرات. هل الطفرات جميعها مفيدة؟ متى تكون الطفرة ضارة بالمخلوق الحي؟

٣. **توقَّع** كيف تتأثر بياناتك إذا قمت بتنفيذ هذا الاستقصاء لطفرة شائعة ظهرت حديثًا لأول مرة؟ هل تعتقد أنك سوف تشاهد عددًا أكبر من الحيوانات التي تحمل هذه الصفة أم أقل؟

٤. تحدث الطفرات كل يوم، ولكن نرى القليل منها. استنتج كم طفرة أدت إلى تغيرات في الأنواع خلال ملايين السنوات الماضية.

الجينوم البشري

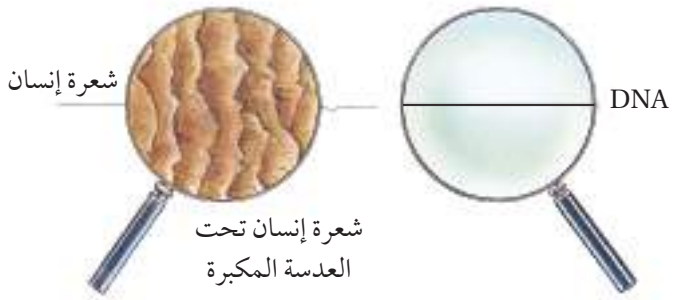
هل تعلم..

.. أن أعظم تقدم في علم الوراثة تحقق عام ٢٠٠١م،

عندما نجح العلماء في رسم الخريطة الجينية للإنسان (الجينوم البشري)، حيث استطاع العلماء التوصل إلى تحديد ٣٠,٠٠٠ - ٤٠,٠٠٠ جين في كل خلية من خلايا جسم الإنسان. فالجينات موجودة في كل نواة من بلايين الخلايا في جسمك.

.. سلاسل DNA في الجينيوم البشري،

إذا حُلّتْ سلاسل DNA في الجينوم البشري ثم ربطت النهاية بالنهاية فسيكون طولها أكثر من ١,٥م، وعرضها يقارب ١٣٠ تريليون من السنتمتر الواحد. أيْ أن الشعرة الواحدة أعرض من ذلك ٢٠٠,٠٠٠ مرة.



.. سوف تحتاج إلى ٩ سنوات ونصف دون توقف لقراءة أزواج القواعد الأساسية (٣ بليون) المكوّنة للجينوم في الجسم.

تطبيق الرياضيات

إذا شغل مليون من القواعد الأساسية ١ ميجابايت من السعة التخزينية للحاسب الآلي، فكم جيجابايت (١,٠٢٤ ميجابايت) تحتاج لتعبئة الجينوم البشري؟

أبحث

يطمح علماء الجينوم البشري إلى تحديد موقع الجينات المسببة للأمراض. زُر المواقع الإلكترونية للبحث عن الأمراض الوراثية، وشارك زملاءك في النتائج التي حصلت عليها.

دليل مراجعة الفصل ٨

مراجعة الأفكار الرئيسة

الدرس الأول مادة الوراثة DNA

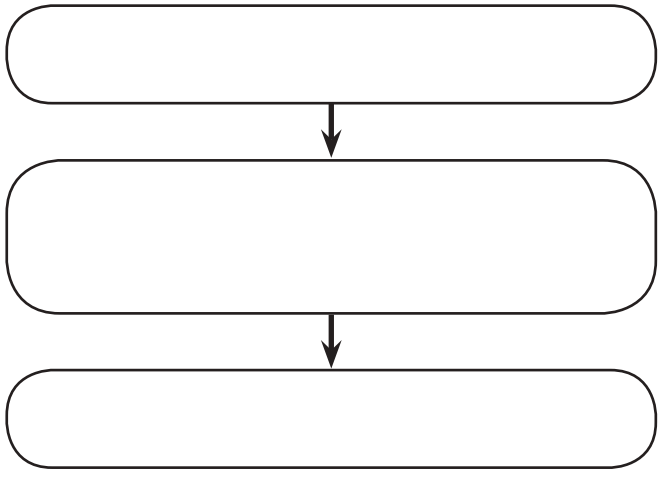
١. DNA جزيء ضخم يتكون من سلسلتين حلزونيتين من السكر وجزيئات الفوسفات والقواعد النيتروجينية.
٢. تحتوي جميع الخلايا على DNA. وتُسمى أي قطعة من DNA المسؤولة عن تصنيع بروتين محدد بالجين.
٣. يمكن لجزيء DNA أن يتضاعف (أو ينسخ نفسه)، وهو النموذج الذي يُصنّع منه RNA، بأنواعه الثلاثة: mRNA الرسول، و rRNA الرايبوسومي و tRNA الناقل، والتي تستعمل جميعها في عملية تصنيع البروتينات.
٤. تُسمى التغيرات الدائمة في DNA بالطفرات.

الدرس الثاني علم الوراثة

١. علم الوراثة هو العلم الذي يبحث في كيفية انتقال الصفات الوراثية. ويعود الفضل إلى العالم مندل في تحديد القوانين الأساسية لعلم الوراثة.
٢. يتحكم في الصفات الوراثية الجينات المتقابلة على الكروموسومات.
٣. بعض الجينات المتقابلة سائدة، وبعضها الآخر متنحٍّ.
٤. عندما ينفصل زوج من الكروموسومات خلال الانقسام المنصّف، تتحرك الجينات المنفصلة إلى الخلايا الجنسية. وقد وجد مندل أنه يستطيع توقع الصفات الوراثية للأفراد الناتجة عن التزاوج.

تصور الأفكار الرئيسة

أعد رسم الخريطة المفاهيمية التالية حول عملية تصنيع DNA في دفتر العلوم، ثم أكملها.



مراجعة الفصل ٨

استخدام المفردات

ما المصطلح المناسب لكل مما يأتي:

١. ..... هو شفرة تصنع البروتين.

٢. التركيب الموجود داخل النواة ويحمل المادة الوراثية هو .....

٣. يُسمى أي انحراف ينتج خلال عملية تضاعف DNA .....

٤. يطلق على أزواج الجينات المسؤولة عن صفة محددة .....

٥. المظهر الخارجي للصفة الوراثية يسمى .....

٦. الطول ولون العيون ولون الجلد في الإنسان أمثلة على وراثة .....

٧. الجين المتقابل المسؤول عن ظهور الصفة الوراثية غير النقية هو.....

٨. ..... انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلي الأبناء.

تثبيت المفاهيم

اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

٩. أي مما يأتي جزيء حلزوني يمتاز بوجود القواعد النيتروجينية في صورة أزواج؟

أ. RNA ج. البروتين

ب. الحمض الأميني د. DNA

١٠. ما القاعدة التي توجد في RNA ولا توجد في DNA؟

أ. الثايمين ج. الأدنين

ب. الجوانين د. اليوراسيل

١١. ما الحمض النووي الذي يحمل الشفرة الوراثية من النواة إلى الريبوسومات؟

أ. DNA ج. البروتين

ب. RNA د. الجين

١٢. ما الذي ينفصل في أثناء الانقسام المنصّف؟

أ. البروتينات ج. الجينات المتقابلة

ب. الجدار الخلوي د. الفجوات الغذائية

١٣. ما الذي يتحكم في الصفات الوراثية في المخلوق الحي؟

أ. الغشاء البلازمي ج. الجينات

ب. الجدار الخلوي د. الميتوكندريا

١٤. ما الطرز الشكلية الظاهرة في الأبناء في مربع بانيت أدناه؟

أ. جميعها متنحية.

ب. جميعها سائدة.

ج. نصفها سائد ونصفها متنحٍّ.

د. كل فرد له صفة تختلف عن الآخر.

	f	F
F	Ff	FF
F	Ff	FF

مراجعة الفصل ٨

التفكير الناقد

١٥. **اكتب** تسلسل القواعد النيتروجينية على RNA الناتجة عن قطعة DNA تحمل تسلسل القواعد النيتروجينية الآتية: ATCCGTC. انظر إلى **الشكل ١** لتتوصل إلى الإجابة.

١٦. **توقّع** هل تنتقل الطفرة التي تحملها خلايا جلد شخص إلى أبنائه؟ فسر إجابتك.

١٧. **صنف** انقل الجدول الآتي إلى دفترك ثم أكمله.

DNA و RNA

	DNA	RNA
عدد السلاسل		
نوع السكر		
الأحرف الممثلة للقواعد النيتروجينية		
مكان وجوده في الخلية		

١٨. **وضح** العلاقة بين DNA، والجينات، والجينات المتقابلة، والكروموسومات.

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال ١٩.

Tt	Tt
Tt	Tt

١٩. **تحليل الشكل** ما الطرز الجينية للآباء التي نتج عنها مربع بانيت أعلاه؟

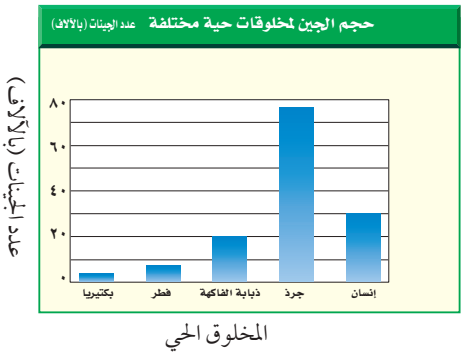
أنشطة تقويم الأداء

٢٠. **مقالة** اكتب مقالة للإعلان عن نبات جديد معدّل وراثيًّا، وضمّنها الطريقة المستعملة لتطوير النبات، والصفات التي تغيرت، والمواصفات التي تتوقع مشاهدتها. ثم اقرأ المقالة لزملائك في الصف.

٢١. **توقّع** صفة الشعر الأملس في الإنسان سائدة على صفة الشعر المتعرج. توقّع كيف يستطيع أبوان لهما صفة شعر أملس إنجاب طفل لديه شعر متعرج.

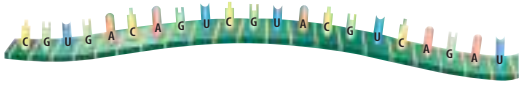
تطبيق الرياضيات

استعمل الشكل الآتي في الإجابة عن السؤال ٢٢.



٢٢. **الجينيوم البشري** باستعمال المخطط أعلاه، كم يزيد الجينوم في الإنسان عليه في ذبابة الفاكهة؟

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال ٢٣.



٢٣. **الحمض الأميني** تشكّل كل ثلاث قواعد نيتروجينية الشفرة لحمض أميني معين. ما عدد الأحماض الأمينية التي تكوّن البروتين كما يتضح في الشفرة المحمولة على mRNA أعلاه؟

الجزء الأول أسئلة الاختيار من متعدد

دوِّن الإجابة في ورقة الإجابة التي يزودك بها معلمك.

اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

١. أيّ العمليات الآتية تنتج ثاني أكسيد الكربون الذي تخرجه مع هواء الزفير؟

أ. الخاصية الأسموزية ج . البناء الضوئي

ب. تصنيع DNA د. التنفس

٢. أي مرحلة من دورة الخلية تتضمن النمو والوظيفة؟

أ. التمهيدي ج. الانقسام المتساوي

ب. البيني د.انقسام السيتوبلازم

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين ٣ و٤.

٣. ما نوع التكاثر اللاجنسي الذي يظهر في الصورة أعلاه؟

أ. التجدد ج. الانقسام الخلوي

ب. التبرعم د. الانقسام المنصّف

٤. كيف تكون المادة الوراثية للنبات الناتج أعلاه مقارنة بالنبات الأصلي؟

أ. مطابقة له تمامًا. ج . مختلفة عنه تمامًا.

ب. مختلفة عنه قليلاً. د. يحتوي على نصف المادة الوراثية.

٥. إذا احتوت خلية جنسية على ٨ كروموسومات، فما عدد الكروموسومات فيها بعد الإخصاب؟

أ. ٨ ج. ٣٢

ب. ١٦ د. ٦٤

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين ٦ و ٧.

٦. يمثّل الشكل أعلاه:

أ. تضاعف DNA ج. تكاثر الخلية

ب. RNA د. صنع RNA

٧. تحدث هذه العملية في الطور:

أ. البيني ج. الاستوائي

ب. التمهيدي د. الانفصالي

٨. أي مما يأتي لا تشمله الوراثة:

أ. الصفة الوراثية ج. التغذية

ب. الكروموسومات د. الطرز الشكلية

٩. الطفرة هي:

أ. تغير في الجين قد يكون ضارًّا أو مفيدًا أو لا تأثير له.

ب. تغير في الجين يكون مفيدًا.

ج . تغير في الجين يكون دائمًا ضارًّا.

د. لا يحدث أي تغيير في الجين.

الجزء الثاني أسئلة الإجابات القصيرة

١٠. كيف تؤثر عملية المضغ في قدرة جسمك على إنتاج الطاقة الكيميائية المخزّنة في الطعام؟

١١. وضّح من أين يأتي النشا المخزن في حبة البطاطس.

١٢. أيهما ينتج طاقة أكثر في العضلات: التخمر أم التنفس الخلوي؟ وأي العمليتين تُعد مسؤولة عن حدوث إعياء العضلات؟

١٣. ما أنواع RNA الثلاثة المستعملة في عملية تصنيع البروتين؟

١٤. املأ الجدول الآتي بالعبارات المناسبة.

طور دورة الخلية	ما يحدث
	تضاعف الكروموسومات
الطور التمهيدي	
الطور الاستوائي	
	تنفصل الكروموسومات
الطور النهائي	

١٥. ماذا يحدث للكروموسومات في كل من المرحلتين الأولى والثانية من الانقسام المنصّف؟

١٦. لماذا يُعد التجدد مهمًّا لبعض المخلوقات الحية؟ كيف يكون تجدد الخلايا العصبية (المحور الأسطواني)مفيدًا للإنسان؟

١٧. ما المقصود بالمخلوقات الحية المتعددة المجموعات الكروموسومية؟ وما أهميتها؟

١٨. ما عدد الجينات المتقابلة التي تحتويها خلايا الجسم لكل صفة وراثية؟ وماذا يحدث لهذه الجينات خلال الانقسام المنصّف؟

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال ١٩.

بعض الصفات التي تم مقارنتها من قبل مندل			
الصفات	شكل البذور	شكل القرن	لون الزهرة
الصفة السائدة	أملس	منتفخ	أرجواني
الصفة المتنحية	مجعّد	مسطّح	أبيض

١٩. ارسم مربع بانيت مستعملًا صفة شكل القرن لأبوين غير نقيي الصفة. ما نسبة كل من الأبناء الذين يحملون الصفة غير النقية، والذين يحملون الصفة النقية، والذين يكون طرازهم الشكلي مماثلًا للآباء؟

الجزء الثالث أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال ٢٠.

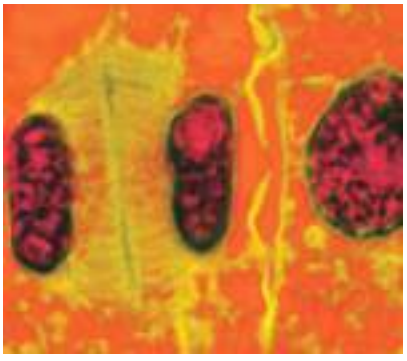
٢٠. صف بالتفصيل العمليات التي تحدث في الشكل أعلاه، وتكون مفيدة للخلية.

٢١. كيف يستفيد النبات من غاز ثاني أكسيد الكربون؟ ولِمَ يحتاج النبات للأكسجين؟

٢٢. تتبع مسار إنتاج جزيء الأكسجين في النبات إلى استهلاكه في خلايا جسم الإنسان.

٢٣. صف أربع طرائق يمكن للجزيئات أن تنتقل من خلالها عبر الغشاء البلازمي.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال ٢٤.



٢٤. هل الصورة أعلاه لخلية نباتية أم خلية حيوانية؟ قارن بين انقسام الخلية في كلا النوعين.

٢٥. صف تركيب DNA بالتفصيل.

٢٦. لماذا تختلف خلايا الجلد كثيرًا عن خلايا المعدة على الرغم من احتوائها على DNA نفسه؟

٢٧. ما الطفرة؟ أعطِ مثالاً عليها عندما تكون مفيدة، أو ضارة، أو لا تأثير لها.

الوحدة ٥

الحركة و القوة

ما العلاقة بين التسارع وحركة اللعبة الأفعوانية؟

الأفعوانية نموذج مصغر لسكة حديد، ملتوية ومرتفعة عن سطح الأرض، يركبها الناس للتسلية والترفيه. تعود براءة اختراع الأفعوانية إلى نهاية القرن التاسع عشر. وهي تنتشر الآن بكثرة في مدن الترفيه الحديثة. تتكون الأفعوانية من سكة حديدية لها مسار يرتفع ويهبط ويتلوى في أنماط ذات تصاميم مختلفة، وغالبًا ما يوجد في الأفعوانية الواحدة أكثر من مرتفع لتسبب ظاهرة الانقلاب (مثل الحلقات الرأسية) التي بدورها تقلب راكبيها رأسًا على عقب فترة وجيزة. وتنزلق على مسار الأفعوانية عربات متتابعة يجلس فيها الركاب من مختلف الأعمار؛ ليستمتعوا طوال رحلتهم في المسار المصمم. وأهم ما يميز حركة العربات في الأفعوانية ويسبب الإثارة للركاب، هو اختلاف سرعتها؛ سواء من حيث المقدار أو الاتجاه، مما يعني تسارعها الذي يختلف باختلاف موقع العربة واتجاه حركتها في المسار. وفي كل الأحوال تلعب قوانين الحركة دورًا أساسيًا في عمل الأفعوانية وما تحدثه من متعة للمتنزهين

مشاريع الوحدة

ارجع إلى المواقع للبحث عن فكرة أو موضوع يصلح لمشروع تنفذه. ومن المشروعات المقترحة ما يأتي:

- **التاريخ** اكتب ما يقارب خمسة أسطر من تاريخ حياة العالم إسحاق نيوتن وإسهاماته العلمية.
- **التقنية** افحص بدقة مسنّنات ساعة، واستكشف كيف تعمل الساعات. صمّم مخططًا للنظام الذي يبين الكيفية التي يتحرّك بها عقرب الدقائق.
- **النماذج** صمم نموذجًا يبين تصميمًا لمدينة المستقبل، تكون شوارعها بدون إشارات ضوئية.

البحث عبر الشبكة الإلكترونية

قوانين نيوتن: ابحث في الشبكة الإلكترونية عن قوانين نيوتن وتطبيقاتها المختلفة في حياتنا.

الفصل ٩

الحركة والزخم

الفكرة العامة

توصف حركة الأجسام بالتعبير عن سرعاتها.

الدرس الأول

الحركة

الفكرة الرئيسة الحركة هي تغير في الموضع.

الدرس الثاني

التسارع

الفكرة الرئيسة يحدث التسارع عند زيادة أو إبطاء سرعة الجسم أو تغيير اتجاهه.

الدرس الثالث

الزخم والتصادمات

الفكرة الرئيسة ينتقل الزخم في أثناء التصادم من جسم إلى آخر.

مرونة الحركة والقفز

قد يكون أمر الفريسة محسومًا لدى هذا الفهد المفترس؛ حيث يجري الفهد بسرعة كبيرة تصل إلى ٩٠ كم/ ساعة خلال مسافات قصيرة، ويمكنه القفز إلى أعلى حتى ارتفاع ثلاثة أمتار. ولكي يتمكن الفهد من الانقضاض على فريسته فإنه يغير من سرعته واتجاه حركته بشكل مفاجئ وسريع.

دفتر العلوم

صف كيف تتغيّر حركتك من لحظة دخولك بوابة المدرسة حتى دخولك غرفة الصف.

نشاطات تمهيدية

الحركة بعد التصادم

كيف يمكن لجسم كتلته صغيرة أن يؤثر في جسم كتلته كبيرة عند الاصطدام به؟ في العادة يجب أن تكون سرعة الجسم الأصغر أكبر من سرعة الجسم الآخر. وللكتلة تأثير في تصادم الأجسام، كما أن للسرعة تأثيرًا أيضًا. ولاستكشاف سلوك الأجسام المتصادمة نفّذ النشاط التالي:

١- اجلس على بعد ٢ م من زميلك، ودحرج كرة بيسبول بسرعة قليلة على الأرض في اتجاهه، وفي اللحظة نفسها يدحرج زميلك كرة بيسبول أخرى بسرعة كبيرة في اتجاه كرتك، وراقب ما يحدث.

٢- دَعْ زميلك يدحرج كرة بيسبول بسرعة قليلة في اتجاهك، وفي اللحظة نفسها دحرج كرة تنس بسرعة كبيرة في اتجاه كرة البيسبول، وراقب ما يحدث.

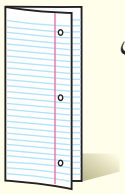
٣- دحرج أنت وزميلك كرتي تنس كل منهما في اتجاه الأخرى بالسرعة نفسها، وراقب ما يحدث.

٤- التفكير الناقد: صِفْ - في دفتر العلوم - كيف تغيرت حركة كل كرتين بعد التصادم، مضمّنًا وصفك تأثير السرعة، ونوع الكرة في هذه الحركة.

المطويات
منظمات الأفكار

الحركة والزخم اعمل المطويات الآتية لتساعدك على فهم المصطلحات الواردة في هذا الفصل.

الخطوة ١ اطو ورقة طوليًّا، كما في الشكل.



الخطوة ٢ قص الجزء العلوي من الورقة المطوية إلى أشرطة، بحيث يحتوي كل شريط على ثلاثة أسطر، كما في الشكل.

بناء المفردات: في أثناء دراستك هذا الفصل اكتب المصطلحات الخاصة بالحركة والزخم على الأشرطة، واكتب على الجانب الآخر لكل شريط تعريف المصطلح.

أتهيأ للقراءة

التلخيص

١ أتعلّم التلخيص يساعدك على تنظيم المعلومات والتركيز على الفكرة الرئيسة، ويساعدك على تذكر المعلومات.
وحتى يكون تلخيصك مفيدًا ابدأ بالحقائق المهمة، وضعها في جمل قصيرة، واجعلها مختصرة، وابتعد عن التفاصيل الطويلة.

٢ أتدرّب اقرأ النص الموجود في صفحة ٨٤ والمعنون بعنوان السرعة المتجهة. ثم اقرأ الملخص الوارد أدناه، وابحث عن الأفكار الرئيسة فيه.

حقائق مهمة

- السرعة دون تحديد اتجاه لا تسمى سرعة متجهة.
- لا بد من معرفة كل من مقدار السرعة واتجاهها لحساب السرعة المتجهة لجسم.
- وحدة قياس السرعة المتجهة لجسم هي م/ ث.
- ٨ م/ ث ليست سرعة متجهة ولكن ٨ م/ ث شرقًا سرعة متجهة.

التلخيص

السرعة المتجهة هي سرعة الجسم واتجاهه.

٣ أطبّق تدرَّبْ على التلخيص في أثناء قراءة هذا الفصل، وتوقَّفْ بعد كل درس، وحاولْ كتابة ملخص له.

إرشـــاد

اقرأ ملخّصك وتأكد من عدم تغيير أفكار النص الأصلي أو معناه.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءة الفصل باتباعك ما يأتي:

١ قبل قراءة الفصل

أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

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

٢ بعد قـراءة الفصل

ارجع إلى هـذه الصفحة لتـرى إذا كنت قـد غيّـرت رأيك حـول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة والمصححة أثناء دراستك.

قبل القراءة م أوغ	العبارة	بعد القراءة م أوغ
	١- المسافة المقطوعة والإزاحة متساويتان دائمًا.	
	٢- عندما يغير الجسم اتجاهه فإنه يتسارع.	
	٣- الخط البياني الأفقي الموازي لمحور السينات في منحنى المسافة – الزمن يعني أن السرعة صفر.	
	٤- عندما يتحرك جسمان بالسرعة نفسها فإن إيقاف الجسم الأكثر كتلة يكون أصعب من إيقاف الجسم الأقل كتلة.	
	٥- السرعة اللحظية لجسم تساوي دائمًا السرعة المتوسطة له.	
	٦- السرعة تقاس دائمًا بوحدة كيلومتر لكل ساعة.	
	٧- إذا تسارع جسم فإن سرعته يجب أن تزداد.	
	٨- السرعة والسرعة المتجهة يعبران عن الشيء نفسه.	
	٩- الزخم يساوي الكتلة مقسومة على السرعة.	
	١٠- يزداد زخم أي جسم بزيادة سرعته.	

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الحـركـة

في هذا الدرس

الأهداف

- توضح المقصود بكل من المسافة، والسرعة، والسرعة المتجهة.
- تقارن بين المسافة والإزاحة.
- تمثل الحركة بيانيًّا.

الأهمية

- حـركات الأجسـام التي تشـاهدها يوميًّا يمكـن وصفهـا بالطريقـة نفسها.

مراجعة المفردات

المتر: وحـدة قيـاس المسـافة في النظـام الدولي للوحـدات، ويرمز إليه بالرمز م.

المفردات الجديدة

- الإزاحة
- السرعة
- السرعة المتوسطة
- السرعة اللحظية
- السرعة المتجهة

جميع الأجسـام في الكون فـي حالة حركة دائمة، ومن ذلـك حركة الأرض حول الشمس، وحركة الإلكترونات حول النواة في الذرة، وكذلك حركة أوراق الشجر نتيجـة حركة الهـواء، واندفاع اللابة من فوهات البراكيـن، وتنقُّل النحلة بين زهرة وأخرى لتجمع الرحيق، وتدفُّق الدم في شرايين الجسم وأوردته. وحتى مدرستك تتحرك مع حركة الأرض في الفضاء. هذه كلها أمثلة على أجسـام تتحرك، فكيف يُمكن وصف حركة الأجسام المختلفة؟

تغيّر الموضع

لوصف حركة جسـم متحرك يجب عليك أولًا أن تتحقق أن هذا الجسـم في حالة حركة. ويكون الجسـم متحركًا إذا تغيّر موضعه باستمرار حركته. والحركة يمكن أن تكون سـريعة كحركة الطائرة، أو ورقة شـجر تقذفها الرياح، أو تدفّق الماء من فوهة خرطوم. أو بطيئة مثل حركة السلحفاة. وعندما يتحرك الجسم من موقع إلى آخر نقول إن موضعه تغيّر. إن المتسـابقين في **الشكل ١** يَعْدون بأقصى سرعة لهما من خط بداية السباق إلى خط نهايته، فتتغيّر مواضعهما؛ لذا فهما في حالة حركة.

الشكـل ١ هـذان المتسـابقان فـي حالة حركة؛ لأن مواضعهما تتغير.

الحركة النسبية لتحديد ما إذا كان موضع شيء ما قد تغير أم لا، يتطلب الأمر تحديد نقطة مرجعية (نقطةإسناد). فالجسم يتغيّر موضعه إذا تحرّك بالنسبة إلى نقطة مرجعية محددة. ولتصور ذلك، افترض أنك في سباق عدو ١٠٠ م، وقد بدأتَ السباق من خط البداية، فعندما تصل إلى خط النهاية تكون على بعد ١٠٠ م من خط البداية. في هذه الحالة يكون خط البداية هو النقطة المرجعية، وعندها نقول إن موضعك قد تغيّر مسافة مقدارها ١٠٠ م بالنسبة لخط البداية، وإن حركة قد حدثت. انظر **الشكل ٢**، وبيّن كيف يمكنك أن تقرر ما إذا كان الطالب في حالة حركة أم لا؟

ماذا قرأت؟ كيف تعلم أن جسماً ما قد غيّر موضعه؟

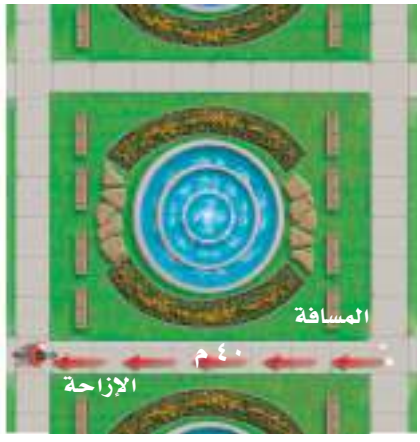
المسافة والإزاحة افترض أن عليك لقاء صديقك في الحديقة بعد خمس دقائق، فهل يُمكنك الوصول إلى مكان اللقاء في الموعد المحدد سيرًا على قدميك، أم أنك تحتاج إلى استخدام دراجتك؟ لكي تتخذ القرار المناسب تحتاج إلى معرفة المسافة التي عليك قطعها حتى تصل إلى الحديقة. هذه المسافة هي طول المسار الذي ستسلكه من بيتك إلى الحديقة.

ليكن البعد بين بيتك والحديقة ٢٠٠ م، فكيف يمكنك وصف موقعك عندما تصل إلى الحديقة؟ ربما تقول: أنا على بعد ٢٠٠ م من بيتي. ولكن في أي اتجاهٍ سِرْت حتى وصلت إلى الحديقة، في اتجاه الشرق أم الغرب؟ في الواقع، لكي تستطيع تحديد موقعك بدقة تحتاج إلى تحديد البعد بين موقعك والنقطة المرجعية التي بدأت منها، وهي في هذه الحالة البيت، كذلك عليك تحديد اتجاه موقعك الحالي بالنسبة إلى النقطة المرجعية. إذا فعلت ذلك تكون قد حددت ما يُعرف **بالإزاحة** Displacement؛ فالإزاحة تتضمن البُعد بين نقطة البداية ونقطة النهاية واتجاه الحركة. ويبين **الشكل ٣** الفرق بين المسافة والإزاحة.

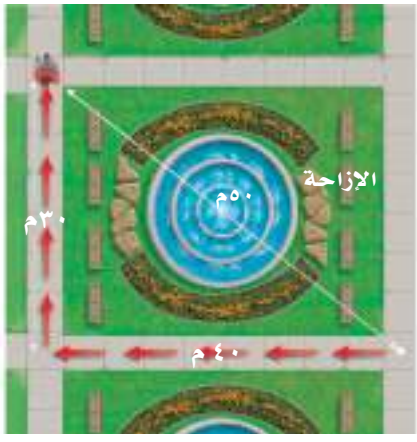
الشكل ٢ تحدث الحركة عندما يتغير موضع جسم ما بالنسبة إلى نقطة إسناد.

فسر كيف تغير موضع الطالب؟

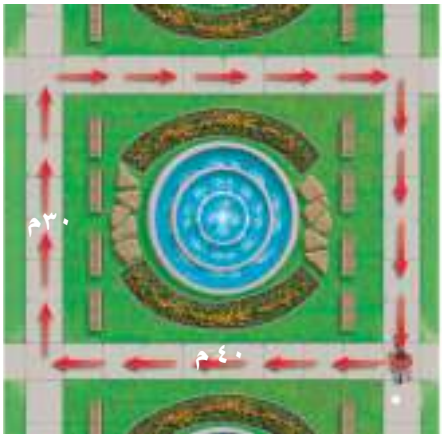
الشكل ٣ المسافة هي طول المسار الذي تسلكه لتنتقل من نقطة البداية إلى نقطة النهاية، في حين أن الإزاحة هي البعد بين نقطة النهاية ونقطة البداية، ويكون اتجاهها من نقطة البداية إلى نقطة النهاية.



المسافة: ٤٠ م
الإزاحة: ٤٠ م غربًا



المسافة: ٧٠ م
الإزاحة: ٥٠ م شمال غرب



المسافة: ١٤٠ م
الإزاحة: صفر م

السرعة

لوصف حركة جسم ما، عليك معرفة السرعة التي يتحرك بها؛ فالجسم الأسرع هو الجسم الذي يقطع أكبر مسافة في وحدة الزمن (ثانية أو ساعة). **السرعة** Speed هي المسافة التي يقطعها جسم ما في وحدة الزمن. فعلى سبيل المثال، الجسم الذي يتحرك بسرعة ٥ م/ ث، يقطع مسافة ٥ أمتار كل ثانية خلال حركته. ويمكن حساب السرعة من المعادلة :

$$\text{السرعة (م/ ث)} = \frac{\text{المسافة (م)}}{\text{الزمن (ث)}}$$

$$ع = \frac{ف}{ز}$$

تقاس السرعة بوحدة المسافة مقسومة على وحدة الزمن. ووحدة قياس السرعة في النظام الدولي للوحدات هي م/ ث، وتقرأ متر لكل ثانية. ويمكن قياس السرعة بوحدات قياس أخرى، منها كم/ س، وتقرأ كيلومتر لكل ساعة.

سرعات الحيوانات

تختلف الحيوانات بعضها عن بعض في مقدار السرعة القصوى التي تتحرك بها. ما أسرع الحيوانات التي تعرفها؟

ابحث في الخصائص التي تساعد الحيوانات على الجري أو السباحة أو الطيران بسرعات عالية.

حل معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

سرعة سبّاح احسب سرعة سبّاح يقطع مسافة ١٠٠ م في ٥٦ ثانية.

الحلّ:

١ المعطيات
- المسافة (ف) = ١٠٠م
- الزمن (ز) = ٥٦ ثانية

٢ المطلوب
حساب مقدار السرعة (ع) = ؟

٣ طريقة الحل
عوض بالكميات المعلومة في معادلة السرعة، واحسب السرعة:

$$ع = \frac{ف}{ز} = \frac{١٠٠ م}{٥٦ ث} = ١,٨ م/ ث$$

٤ التحقّق من الحل
جد حاصل ضرب الجواب الذي حصلت عليه في الزمن، يجب أن تحصل على المسافة المعطاة في السؤال.

مسائل تدريبية

١- قطع عداء مسافة ٤٠٠م في سباق خلال ٤٣,٩ ثانية. وفي سباق آخر قطع مسافة ١٠٠م خلال ١٠,٤ ثانية. في أي السباقين كان العدّاء أسرع؟

٢- تقطع حافلة المسافة بين المنامة ومكة المكرمة في فريضة الحج والبالغة حوالي ١٤٠٠ كم في زمن مقداره ١٢ ساعة. ما متوسط سرعة الحافلة خلال تلك المسافة؟

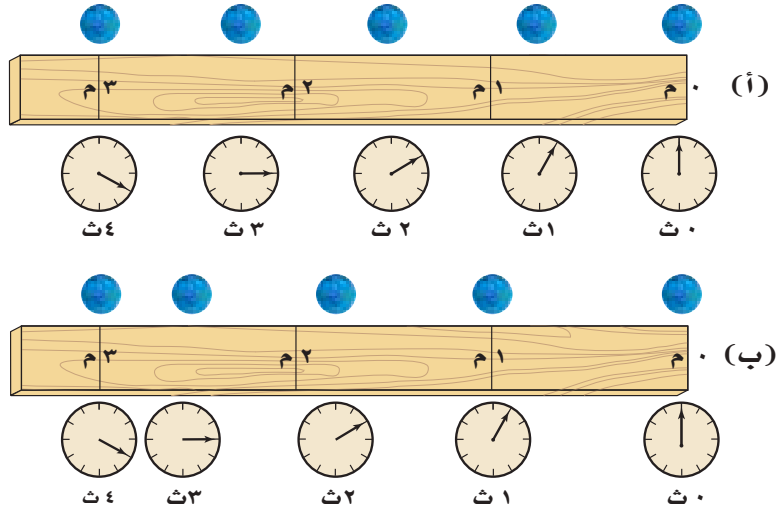
السرعة المتوسطة عندما تتحرك سيارة في مدينة فإن سرعتها تتزايد، ثم تتناقص عند الإشارات الضوئية، فكيف تصف سرعة متغيرة لجسم ما؟ من الطرائق المتبعة تحديد السرعة المتوسطة للجسم بين نقطة بداية الحركة، ونقطة توقفه. يمكن استعمال معادلة السرعة السابقة لحساب السرعة المتوسطة. **السرعة المتوسطة** Average Speed تحسب بقسمة المسافة الكلية التي يقطعها الجسم على الزمن اللازم لقطع المسافة.

ماذا قرأت؟ كيف تحسب السرعة المتوسطة؟

السرعة اللحظية قد يغيّر الجسم المتحرك من سرعته عدة مرات في أثناء حركته زيادة أو نقصانًا. يُطلق على مقدار سرعة الجسم عند لحظة محددة **السرعة اللحظية** Instantaneous Speed. ولفهم الفرق بين السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية، تصور أنك تحركت في اتجاه المكتبة العامة، وأن حركتك استغرقت زمنًا قدره ٠,٥ ساعة لقطع مسافة ٢ كم للوصول إلى المكتبة، فإن مقدار السرعة المتوسطة لحركتك تحسب كما يلي:

$$\text{ع} = \frac{\text{ف}}{\text{ز}} = \frac{\text{٢ كم}}{\text{٠,٥ ساعة}} = \text{٤ كم/ س}$$

بالطبع أنت لم تكن تتحرك بالسرعة نفسها طوال وقت حركتك نحو المكتبة؛ فقد تقف عند تقاطع طرق، وعندها يكون مقدار سرعتك صفر كم/ س. وقد تركض في جزء من الطريق، وقد تكون سرعتك اللحظية حينئذٍ ٧كم/ س. وإذا كان بإمكانك أن تُحافظ على سرعة مقدارها ٤ كم/ س طوال المسافة فعندئذٍ نقول إنك تحركت بسرعة ثابتة. **والشكل ٤** يبين كلًّا من السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية والسرعة الثابتة.



الشكل ٤ السرعة المتوسطة لكل كرة هي نفسها، من الزمن صفر ثانية إلى الثانية الرابعة.
أ- الكرة العليا تتحرك بسرعة ثابتة المقدار؛ فهي تقطع المسافة نفسها في كل ثانية.
ب- الكرة السفلى لها سرعة متغيرة؛ فمقدار السرعة اللحظية تزداد في الفترة من ٠ ث إلى ١ ث، وتقل في الفترة من ٢ ث إلى ٣ ث، وتصبح أقل في الفترة من ٣ ث إلى ٤ ث.

تجربة

قياس السرعة المتوسطة

الخطوات

١. اختر نقطتين بين بابين مثلاً، وعلمهما بشريط لاصق.
٢. قس المسافة بين النقطتين.
٣. استعمل ساعة إيقاف أو مؤقتًا يقيس بالثواني لقياس الزمن الذي تحتاج إليه لقطع المسافة بين النقطة الأولى والنقطة الثانية.
٤. قس الزمن الذي تحتاج إليه لقطع المسافة مرّة وأنت تسير ببطء، ومرّة وأنت تسير أسرع، ومرة وأنت تسير جزءًا من المسافة ببطء ثم تسرع ثم تبطئ بعد ذلك.

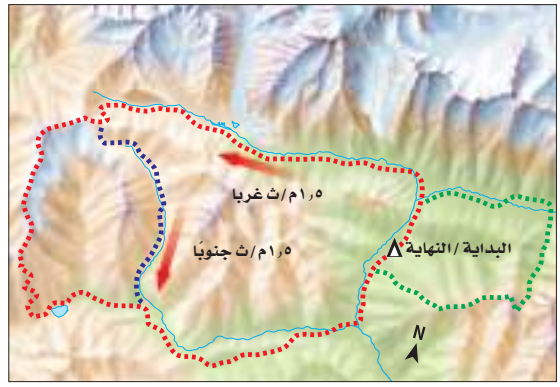
التحليل

١. احسب مقدار السرعة المتوسطة لحركتك في كل حالة من الحالات السابقة.
٢. قدّر الزمن الذي تحتاج إليه لقطع مسافة ١٠٠ م عندما تسير بسرعتك العادية، وعندما تسرع في سيرك.

في المنزل

السرعة المتجهة تعتمد السرعة المتجهة لحركة جسم على اتجاه حركة الجسم بالإضافة إلى مقدار سرعته. فاتجاه حركة الجسم يجب وصفها مع سرعته. و**السرعة المتجهة** Velocity لجسم تمثل مقدار سرعته واتجاه حركته معًا. فعلى سبيل المثال إذا تحركت سيارة بسرعة ٨٠ كم/ س في اتجاه الغرب فإن السرعة المتجهة لها تساوي ٨٠ كم/ س غربًا. ويمكن التعبير عن السرعة المتجهة لجسم بسهم، حيث يشير رأس السهم إلى اتجاه حركة الجسم.

في **الشكل** ٥ استعملت الأسهم للتعبير عن السرعة المتجهة لحركة شخصين. وتتغير السرعة المتجهة لجسم إذا تغير مقدار سرعته، أو تغير اتجاه حركته، أو تغير كلاهما. فعلى سبيل المثال إذا تحركت سيارة بسرعة مقدارها ٤٠ كم/ س شمالًا، ثم انعطفت يسارًا بالسرعة نفسها فإن مقدار سرعتها ثابت وهو ٤٠ كم/ س، في حين أن سرعتها المتجهة تغيّرت من ٤٠ كم/ س شمالًا، إلى ٤٠ كم/ س غربًا. لماذا يُمكنك القول إن السرعة المتجهة للسيارة تغيّرت إذا توقفت عند تقاطع؟



الشكل ٥ تبين الأسهم اتجاه السرعة المتجهة لشخصين من متسلقي الجبال. فعلى الرغم من أن مقدار سرعتهما هو نفسه؛ إلا أن لكل منهما سرعة متجهة مختلفة عن الآخر؛ لأنهما يتحركان في اتجاهين مختلفين.

التمثيل البياني للحركة

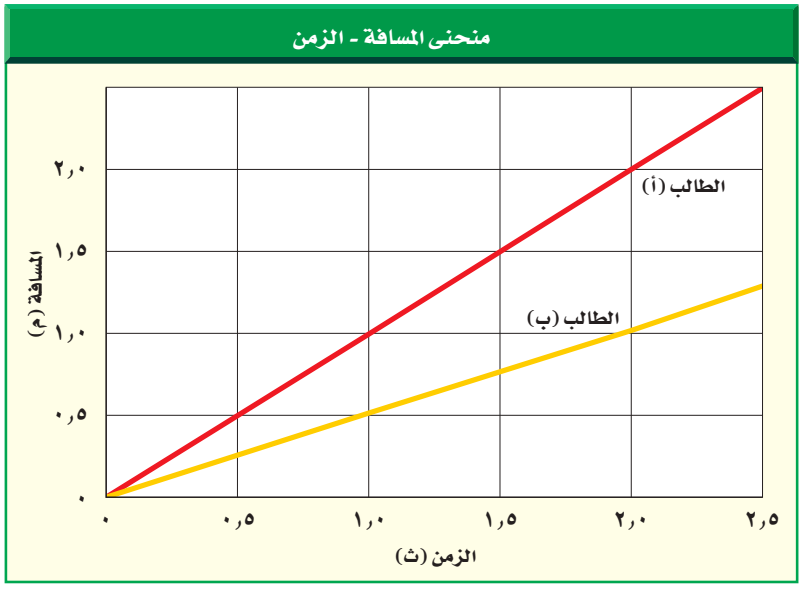
بإمكانك تمثيل حركة جسم ما بيانيًا بمنحنى المسافة–الزمن، حيث إن المحور الأفقي يمثل الزمن بينما يكون المحور الرأسي ممثلًا للمسافة. يبين **الشكل** ٦ حركة طالبين داخل غرفة الصف ممثلًا بمنحنى المسافة–الزمن.

منحنيات المسافة-الزمن ومقدار السرعة يُمكن استخدام منحنيات المسافة– الزمن للمقارنة بين مقادير سُرعات الأجسام. انظر إلى **الشكل** ٦ من خلال المنحنى تلاحظ أنه بعد مضي ١ ث كان الطالب أ قطع مسافة ١ م؛ لذا فإن:

تجربة عملية حركة كرة البولينج
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

الشكل ٦ حركة طالبين داخل غرفة الصف ممثلة في منحنى المسافة–الزمن.

استعمل المنحنى لتحديد أي الطالبين كان متوسط سرعته أكبر.



مقدار سرعته المتوسطة خلال الثانية الأولى :

$$\text{السرعة} = \text{المسافة} \div \text{الزمن} = \frac{\text{١ م}}{\text{١ ث}} = \text{١ م/ ث.}$$

أما الطالب (ب) قطع مسافة ٠,٥ م فقط خلال الثانية الأولى، وبذلك يكون مقدار السرعة المتوسطة خلال الثانية الأولى:

$$\text{السرعة} = \text{المسافة} \div \text{الزمن} = \frac{\text{٠,٥ م}}{\text{١ ث}} = \text{٠,٥ م / ث.}$$

من ذلك نستنتج أن الطالب (أ) كان أسرع من الطالب (ب). والآن قارن بين ميل الخطين في **الشكل ٦**. إن ميل الخط الذي يمثل حركة الطالب (أ) أكبر من ميل الخط الذي يمثل حركة الطالب (ب). فكلما كان ميل الخط في منحنى المسافة–الزمن أكبر كان مقدار السرعة أكبر. أما الخط الأفقي في منحنى المسافة–الزمن فيعني أن الجسم لم يغيّر موضعه، وفي هذه الحالة يكون مقدار سرعته المتوسطة صفرًا.

العلوم
عبر المواقع الإلكترونية

سجل الأرقام القياسية في السرعة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت لتحصل على معلومات عن الكيفية التي تغيرت بها السرعات القياسية للأرض خلال القرن الماضي.

نشاط ارسم منحنى يبين تزايد الأرقام القياسية في مقدار سرعة الأرض على مر الزمن.

مراجعة الدرس ١

الخلاصة

تغيّر الموضع

- يكون جسم ما في حالة حركة إذا تغيّر موضعه بالنسبة إلى نقطة مرجعية.
- من الممكن وصف حركة جسم باستخدام المفردات: المسافة والسرعة والإزاحة والسرعة المتجهة. لكن الإزاحة والسرعة المتجهة يجب أن يتضمنا اتجاهًا لوصفها.

السرعة و السرعة المتجهة

- يُحسب مقدار سرعة جسم بقسمة المسافة التي يقطعها على الزمن المستغرق في الحركة.
- الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة المقدار تكون سرعته المتوسطة مساوية لمقدار سرعته اللحظية.
- السرعة المتجهة لجسم ما هي مقدار سرعته واتجاه حركته.

التمثيل البياني للحركة

- يزداد انحدار منحنى المسافة–الزمن الممثل لحركة جسم بزيادة سرعته.

اختبر نفسك

١. **حدد** العاملين اللذين تحتاج إليهما لمعرفة السرعة المتجهة لحركة جسم.

٢. **رسم منحنى واستخدامه** إذا تحركت إلى الأمام بسرعة ١,٥ م/ ث لمدة ٨ ثوانٍ، وصمم صديقك أن يتحرك أسرع منك، فبدأ حركته بسرعة ٢,٠ م/ ث لمدة ٤ ثوان، ثم تباطأ فأصبحت سرعته ١,٠ م/ ث لمدة ٤ ثوانٍ أخرى. ارسم منحنى المسافة–الزمن لحركتك وحركة صديقك. وبين أيكما قطع مسافة أكبر؟

٣. **التفكير الناقد** تطير نحلة مسافة ٢٥ م في اتجاه الشمال من الخلية، ثم تطير مسافة ١٠ م في اتجاه الشرق، ثم مسافة ٥ م في اتجاه الغرب، ثم ١٠ م في اتجاه الجنوب. ما موضعها الآن بالنسبة للخلية؟ فسّر إجابتك.

تطبيق المهارات

٤. **احسب** السرعة المتوسطة لطفل يجري مسافة ٥ م نحو الشرق خلال ١٥ ث.

٥. **احسب زمن رحلة** طائرة قطعت مسافة ٦٥٠ كم، بسرعة متوسطة ٣٠٠ كم/ س.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

التسارع

في هذا الدرس

الأهداف

- **تعرّف** التسارع.
- **تتوقع** كيفية تأثير التسارع في الحركة.
- **تحسب** تسارع الجسم.

الأهمية

- يتسارع الجسم عندما تتغيّر حركته.

مراجعة المفردات

كيلوجرام: وحدة الكتلة في النظام الدولي للوحدات، ويرمز لها بالرمز كجم

المفردات الجديدة

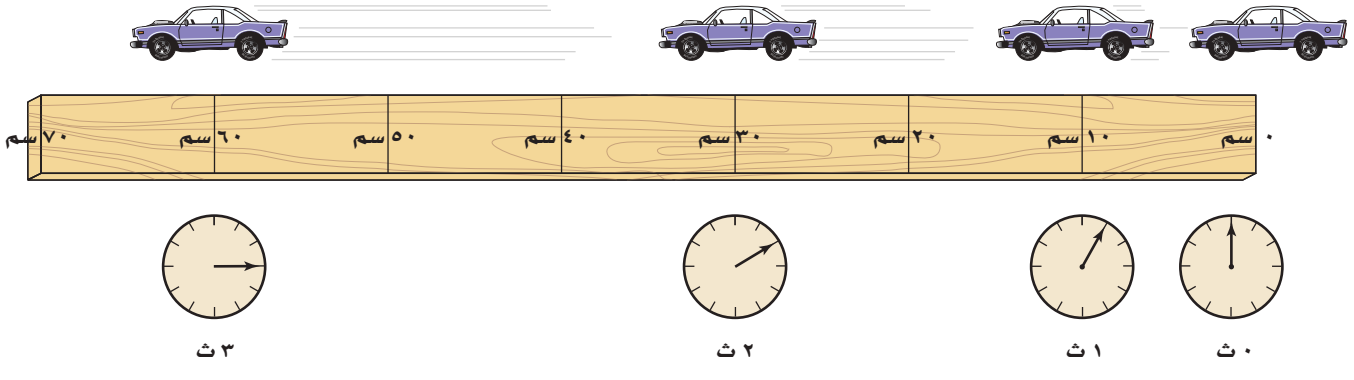
- التسارع

التسارع والحركة

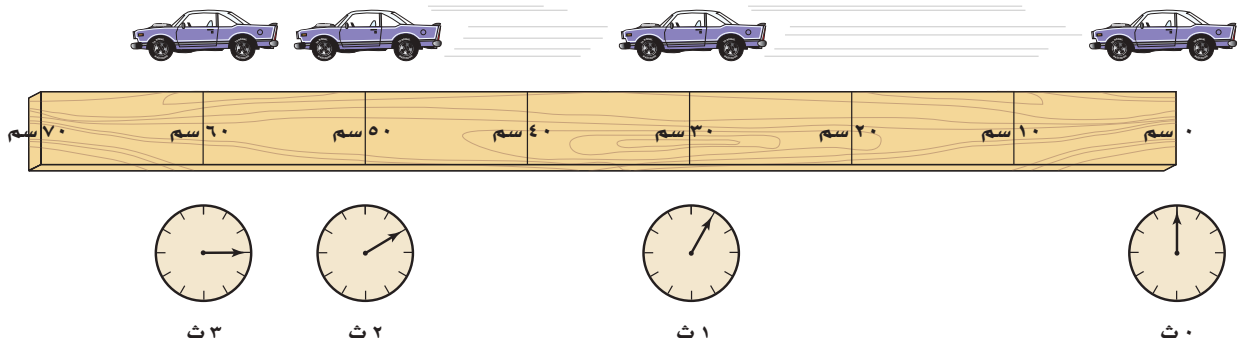
في أثناء مراقبتك لانطلاق صاروخ ستلاحظ أنه يتحرك ببطء شديد في الثواني الأولى من انطلاقه، ومع مرور الثواني ستلاحظ أن سرعته تزداد باستمرار ليصل إلى سرعة هائلة. كيف يمكنك وصف التغير في حركة الصاروخ؟ عندما تتغير حركة جسم فإنه يتسارع. ويعرف **التسارع** Acceleration بأنه التغير في سرعة الجسم المتجهة مقسومًا على الزمن الذي حدث فيه هذا التغير.

والتسارع مثل السرعة المتجهة؛ له مقدار واتجاه محدد. فإذا زاد مقدار سرعة الجسم فإنه يتسارع في اتجاه الحركة نفسه، أما إذا تناقص مقدار سرعته فيصبح التسارع في اتجاه معاكس لاتجاه الحركة. لكن ماذا إذا كان اتجاه التسارع يصنع زاوية مع اتجاه حركة الجسم؟ في هذه الحالة سيميل اتجاه الحركة في اتجاه تسارع الجسم.

تسريع الأجسام عندما تقود دراجة هوائية فإنها تبدأ الحركة عند تحريك البدال. تبدأ الدراجة حركتها ببطء، ومع استمرار حركة البدال يزداد مقدار سرعة الدراجة. تذكر هنا أن سرعة الجسم المتجهة تمثل مقدار سرعته واتجاه حركته معًا. ويحدث التسارع لجسم ما عندما تتغير سرعته المتجهة. ولأن زيادة مقدار سرعة الدراجة يغير من سرعتها المتجهة؛ فإنها ستتسارع. وعلى سبيل المثال تتسارع السيارة اللعبة في **الشكل ٧**؛ لأن مقدار سرعتها يزداد، حيث كانت سرعتها ١٠ سم/ ث عند نهاية الثانية الأولى، ثم ٢٠ سم/ ث عند نهاية الثانية التالية، و٣٠ سم/ ث عند نهاية الثانية الثالثة. وهنا كان اتجاه تسارع السيارة في اتجاه السرعة المتجهة نفسها، أي في اتجاه اليسار.



الشكل ٧ السيارة المبينة في الشكل تتسارع نحو اليسار لأن مقدار سرعتها يزداد.

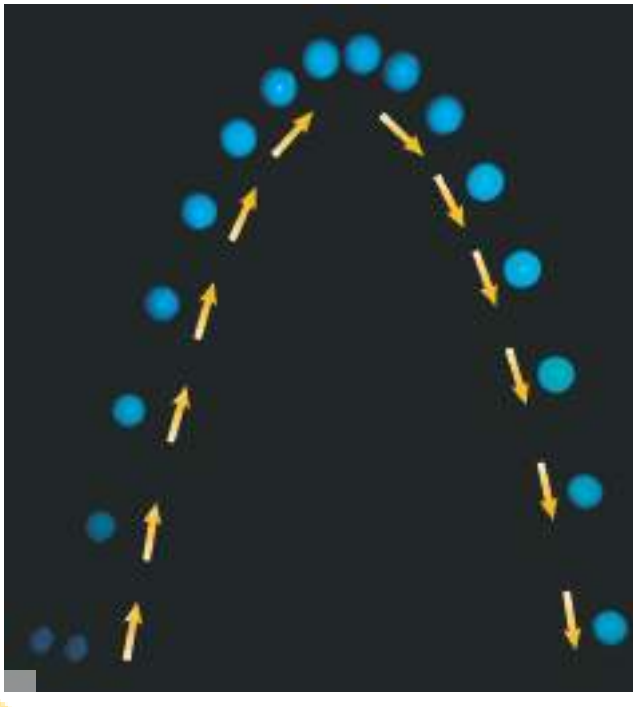


تباطؤ الأجسام تخيل أنك تقود دراجتك بسرعة ٤ م/ ث، ثم استخدمت المكابح، فسيؤدي ذلك إلى تباطؤ سرعة الدراجة. لقد تغيرت السرعة المتجهة لأن سرعة الدراجة تناقصت. وهذا يعني أن التسارع حدث عندما تناقصت سرعة الجسم، كما حدث عندما زاد مقدارها. يبين **الشكل ٨** السيارة اللعبة وقد تناقصت سرعتها في أثناء حركتها؛ حيث تقطع مسافات متناقصة في كل وحدة زمن؛ لذلك فإن مقدار سرعتها متناقص. في المثالين السابقين حدث تسارع؛ لأن مقدار السرعة تغير، وفي هذه الحالة يكون تسارع السيارة نحو اليمين أي أن اتجاه التسارع في عكس اتجاه الحركة.

الشكل ٨ تتحرك السيارة في اتجاه اليسار، لكنها تتسارع في اتجاه اليمين؛ فهي تقطع في كل ثانية مسافة أقل من المسافة التي قطعتها في الثانية التي قبلها.
فسر. كيف تغيرت سرعة السيارة؟

تغير الاتجاه كذلك تتغير السرعة المتجهة لجسم إذا تغير اتجاه حركته، وعندها لا يتحرك الجسم في مسار مستقيم، بل في مسار منحن، ويكون في حالة تسارع، وهذا التسارع يصنع زاوية مع اتجاه الحركة، فلا يكون في اتجاه الحركة أو عكسها، كما في الأمثلة السابقة. ومرة أخرى تخيل نفسك تحرك مقود الدراجة، فتنعطف عن مسارها وتنحرف؛ لأن اتجاه الحركة قد تغير، وبذلك تكون الدراجة قد تسارعت أيضًا. ويكون التسارع هنا بسبب تغير اتجاه الحركة.

الشكل ٩ تتحرك الكرة إلى الأمام وإلى الأعلى ولكن يكون اتجاه تسارعها إلى الأسفل، لذا يصبح مسار الكرة عند لحظة معينة في اتجاه التسارع نفسه.



يبين **الشكل ٩** مثالًا آخر لجسم متسارع. فقد بدأت الكرة الحركة في اتجاه الأعلى، ولكن اتجاه الحركة تغير وأصبح في اتجاه الأسفل. ولأن اتجاه التسارع نحو الأسفل؛ لذا فإن مسار حركتها قد تغير وعادت ثانية إلى الأرض. وكلما كان مقدار تسارع الكرة أكبر زاد انحناء مسارها في اتجاه هذا التسارع.

ماذا قرأت؟ اذكر ثلاث طرائق لتسريع جسم ما.

حساب التسارع

إذا تحرك جسم في اتجاه واحد، فإن تسارعه يحسب باستعمال المعادلة الآتية:

معادلة التسارع

التسارع (بوحدة م/ ث^{٢}) =

$$\frac{\text{السرعة النهائية (بوحدة م/ ث) – السرعة الابتدائية (بوحدة م/ ث)}}{\text{الزمن (بوحدة ث)}}$$

$$\text{ت} = \frac{\text{ع}_{٢} - \text{ع}_{١}}{\text{ز}}$$

في هذه المعادلة يكون الزمن هو الفترة الزمنية التي حدث خلالها التغير في السرعة، ويقاس التسارع في النظام الدولي للوحدات بوحدة (م/ ث^{٢}).

حل معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

تسارع حافلة احسب تسارع حافلة تغيرت سرعتها من ٦م/ ث إلى ١٢م/ ث خلال زمن مقداره ٣ ثوانٍ.

الحلّ:

١ المعطيات
- السرعة الابتدائية ع$_{١}$ = ٦م/ ث
- السرعة النهائية ع$_{٢}$ = ١٢م/ ث
- الزمن ز = ٣ ث.

٢ المطلوب
حساب التسارع ت = ؟ م/ ث^{٢}

٣ طريقة الحل
عوض في معادلة التسارع بقيم الكميات المعلومة

ت = (ع$_{٢}$ – ع$_{١}$) ÷ ز

ت = (١٢م/ ث – ٦م/ ث) ÷ ٣ ث

ت = (٦م/ ث) ÷ ٣ ث = ٢م/ ث^{٢}

٤ التحقّق من الحل
اضرب مقدار التسارع الذي حسبته في الزمن، وأضِف إلى حاصل الضرب السرعة الابتدائية، سيكون المجموع مساويًا للسرعة النهائية.

مسائل تدريبية

١- أوجد تسارع قطار تزايدت سرعته من ٧م/ ث إلى ١٧م/ ث خلال ١٢٠ ثانية.

٢- تسارعت دراجة من السكون حتى أصبحت سرعتها ٦م/ ث خلال ثانيتين. احسب تسارع الدراجة.

الشكل ١٠ عندما يرغب راكب الدراجة في التوقف فإنه يقلل من سرعتها، وهذا يعني أن تسارعها سالب.

التسارع الموجب والتسارع السالب يتسارع الجسم عند زيادة مقدار سرعته، فيكون التسارع هنا في نفس اتجاه حركته، وكذلك فإن الجسم يتسارع عندما تتناقص سرعته، لكن اتجاه التسارع يكون في عكس اتجاه حركته، كما ورد في مثال الدراجة الموضح في **الشكل ١٠**.

كيف يختلف تسارع الجسم بتغير سرعته زيادة أو نقصانا؟ افترض أنك زدت سرعة دراجتك من ٤ م/ ث إلى ٦ م/ ث خلال ٥ ثوانٍ، فإنه يمكن حساب تسارعها من خلال المعادلة السابقة:

$$\text{ت} = (\text{ع}_٢ - \text{ع}_١) \div \text{ز}$$
$$= (٦ \text{ م/ ث} - ٤ \text{ م/ ث}) \div ٥ \text{ ث}$$
$$= + ٠,٤ \text{ م/ ث}^٢$$

لاحظ أنه عندما تتزايد سرعة جسم فإن تسارعه يكون موجبًا؛ لأن سرعته النهائية تكون أكبر من سرعته الابتدائية، وعند طرح مقدار صغير من مقدار كبير تكون النتيجة موجبة، كما في المثال.

أما عندما تتناقص سرعة الدراجة من ٤ م/ ث إلى ٢ م/ ث خلال ٥ ثوانٍ فإن تسارعها في هذه الحالة يحسب على النحو الآتي:

$$\text{ت} = (\text{ع}_٢ - \text{ع}_١) \div \text{ز}$$
$$= (٢ \text{ م/ ث} - ٤ \text{ م/ ث}) \div ٥ \text{ ث}$$
$$= - ٠,٤ \text{ م/ ث}^٢$$

لأن سرعة الدراجة النهائية كانت أقل من سرعتها الابتدائية؛ لذا كان التسارع سالبًا في أثناء التباطؤ.

تجربة

نمذجة التسارع

الخطوات

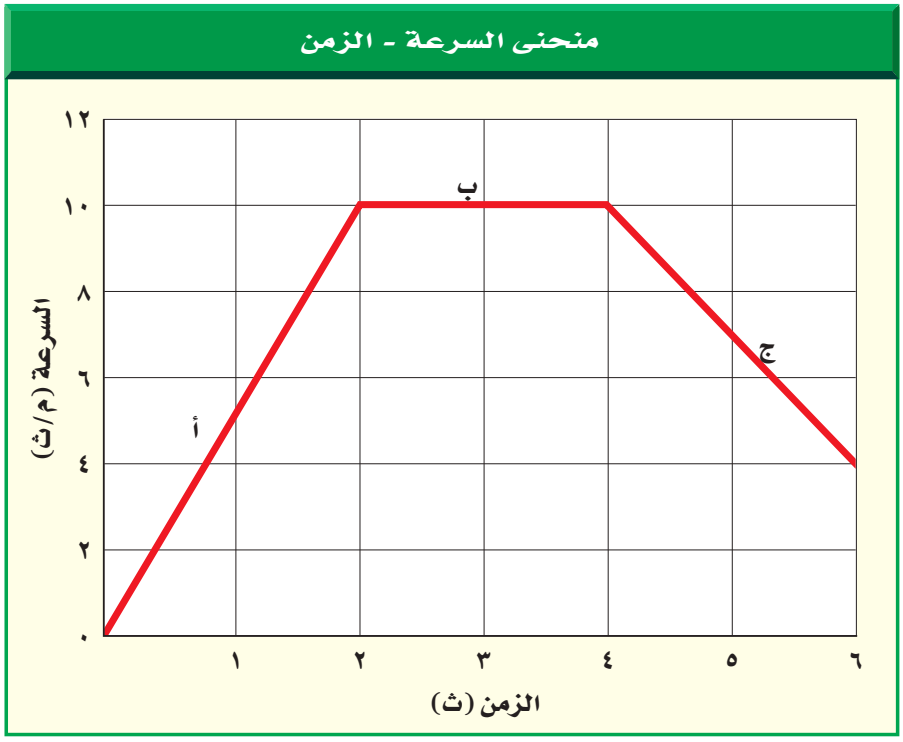
١. استخدم شريط قياس لتحدد مسارًا مستقيمًا على أرضية الغرفة، على أن تضع علامات باستخدام شريط لاصق عند: ١٠ سم، ٤٠ سم، ٩٠ سم، ١٦٠ سم، ٢٥٠ سم، من بداية الشريط.

٢. صفّق بيديك مرات متتالية منتظمة، بمعنى أن تكون الفترة الزمنية بين كل تصفيقة والتي تليها متساوية. حاول أن تبدأ التصفيق عند بداية الشريط، وأن تكون الثانية عند العلامة الأولى (١٠ سم)، والتي تليها عند العلامة الثانية (٤٠ سم)، وهكذا حتى تصل إلى العلامة الأخيرة (٢٥٠ سم).

التحليل

١. صف ما يحدث لسرعتك وأنت تتحرك عبر المسار. ماذا تتوقع أن تكون سرعتك لو كان المسار أطول.

٢. أعد الخطوة ٢ أعلاه مبتدئًا من نقطة نهاية المسار. هل ما زلت تتسارع؟ فسر إجابتك.



الشكل ١١ يُستخدم منحنى السرعة – الزمن لإيجاد التسارع. عندما يكون الخط البياني صاعدًا يكون الجسم متسارعًا، وعندما يكون الخط البياني نازلًا يكون الجسم متباطئًا.

توقع ماذا تستنتج عندما يكون الخط أفقيًّا؟.

التمثيل البياني للتسارع

يُمكن تمثيل تسارع جسم ما يتحرك في خط مستقيم بمنحنى بياني يمثل العلاقة بين التغير في السرعة بالنسبة للزمن، وفي هذا النوع من المنحنيات يكون المحور الرأسي ممثلًا للسرعة، بينما يمثل المحور الأفقي الزمن. انظر إلى **الشكل ١١**، نستنتج من الجزء أ من المنحنى أن سرعة الجسم تتزايد من صفر م/ ث إلى ١٠ م/ ث في زمن مقداره ٢ ثانية. لذا فإن التسارع خلال هذه المرحلة يساوي +٥ م/ ث^{٢} (تزايد في السرعة). إن الخط البياني في الجزء أ يميل إلى أعلى نحو اليمين. والآن انظر إلى الجزء ج من المنحنى البياني، فخلال الفترة الزمنية من ٤ ث إلى ٦ ث تناقصت سرعة الجسم من ١٠ م/ ث إلى ٤ م/ ث، وبذلك يكون التسارع −٣ م/ ث^{٢} (تناقص في السرعة)، حيث إن الخط البياني في الجزء ج يميل إلى أسفل. أما في الجزء ب من المنحنى ـ حيث الخط البياني أفقي ـ فيكون مقدار التغير في السرعة صفرًا. من هنا فإن الخط الأفقي على المنحنى البياني السرعة – الزمن يمثل تسارعًا مقداره صفر، أو أن السرعة ثابتة.

تجربة عملية دفع المتزلج

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

الخلاصة

التسارع والحركة

- التسارع هو التغير في السرعة مقسومًا على الزمن الذي حدث فيه هذا التغير. والتسارع له اتجاه.
- يحدث تسارع للجسم إذا تزايدت سرعته أو تناقصت أو تغير اتجاه حركته.

حساب التسارع

- يُحسب التسارع، في الحركة في خط مستقيم، من المعادلة: $ت = \frac{(ع_٢ - ع_١)}{ز}$.
- إذا تزايدت سرعة الجسم فإن تسارعه موجب، وإذا تناقصت سرعته فإن تسارعه سالب (تباطؤ) .
- في منحنى السرعة-الزمن، يمثل الخط الذي يميل صعودًا إلى أعلى تسارعًا موجبًا، ويمثل الخط الذي يميل نزولًا إلى أسفل تسارعًا سالبًا (تباطؤًا). أما الخط الأفقي فيمثل تسارعًا يساوي صفرًا أو سرعة ثابتة.

اختبر نفسك

١. **قارن** بين المفاهيم الآتية: السرعة، السرعة المتجهة، التسارع.

٢. **استنتج** نوع حركة سيارة إذا تم تمثيل حركتها بمنحنى السرعة-الزمن فكان الخط البياني أفقيًّا، يليه خط مستقيم يميل نزولًا إلى نهاية المنحنى.

٣. **التفكير الناقد:** إذا كانت دراجتك تتحرك في اتجاه أسفل منحدر واستخدمت مكابح الدراجة لإيقافها، ففي أي اتجاه يكون تسارعك؟

تطبيق الرياضيات

٤. **احسب** تسارع عدّاء تتزايد سرعته من صفر م/ ث إلى ٣م/ ث خلال زمن مقداره ١٢ ثانية.

٥. **احسب سرعة** جسم يسقط من السكون بتسارع ٩,٨ م/ ث^{٢}، بعد ثانيتين من بدء حركته.

٦. **استخدم الرسم البياني** تتغير سرعة عدّاء في أثناء السباق على النحو الآتي: صفر م/ ث عند الزمن صفر ث؛ ٤ م/ ث عند الزمن ٢ث؛ ٧م/ ث عند الزمن ٤ث؛ ١٠م/ ث عند الزمن ٦ث؛ ١٢م/ ث عند الزمن ٨ث؛ ١٠م/ ث عند الزمن ١٠ث. ارسم منحنى السرعة- الزمن لحركة هذا العداء. في أي الفترات الزمنية كان تسارعه موجبًا؟ وفي أي منها كان تسارعه سالبًا؟ وهل هناك فترة يكون تسارعه فيها صفرًا؟

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

الزخم والتصادمات

في هذا الدرس

الأهداف

- تعرّف الزخم (كمية الحركة).
- توضّح لماذا قد يكون الزخم بعد التصادم غير محفوظ.
- تتوقّع حركة الأجسام، استنادًا إلى مبدأ حفظ الزخم.

الأهمية

- الأجسام المتحركة لها زخم. وتعتمد حركة الأجسام بعد تصادمها على زخم كل منها.

مراجعة المفردات

الميزان الثلاثي الأذرع: جهاز علمي يُستعمل من أجل قياس الكتلة بدقة، وذلك من خلال مقارنة كتلة عينة مجهولة الكتلة بكتل معلومة.

المفردات الجديدة

- الكتلة
- القصور الذاتي
- الزخم
- مبدأ حفظ الزخم

يحدث التصادم عندما يرتطم جسم متحرّك بجسم آخر. ماذا يحدث عندما تصطدم الكرة البيضاء في لعبة البلياردو بكرة أخرى؟ ستتغيّر السرعة المتجهة للكرتين، ويمكن أن يُغيّر التصادم سرعة كل كرة، أو اتجاه حركة كل كرة، أو الاثنين معًا (مقدار السرعة واتجاه الحركة). ويعتمد التغيّر في حركة الأجسام المتصادمة على كتل الأجسام المتصادمة والسرعة المتجهة للأجسام المتصادمة قبل حدوث التصادم.

الكتلة والقصور الذاتي

تؤثّر كتلة الجسم في مدى سهولة تغيير حالته الحركية. **وكتلة** Mass جسم ما هي كمية المادة فيه. ووحدة الكتلة في النظام الدولي للوحدات هي الكيلو جرام.

تخيّل شخصًا يندفع بسرعةٍ نحوك، لكي توقف هذا الشخص عليك أن تدفعه، وعليك أن تدفع بقوة أكبر إذا كان هذا الشخص بالغًا، مقارنة بما لو كان هذا الشخص طفلاً. وسيكون من السهل عليك إيقاف الطفل؛ لأن كتلته أقل من كتلة الشخص البالغ. فكلما كانت كتلة الجسم أكبر واجهت صعوبة أكبر عند تغيير حالته الحركية.

ولعلك تلاحظ في **الشكل ١٢** أن كرة التنس الأرضي لها كتلة أكبر من كتلة كرة تنس الطاولة؛ لذا يكون المضرب المستخدم في التنس الأرضي أكبر من المضرب المستخدم في تنس الطاولة، وذلك لتغيير الحالة الحركية لكل كرة. وتُسمّى الخاصية التي تمثل ميل الجسم لمقاومة (ممانعة) إحداث أي تغيير في حالته الحركية **القصور الذاتي** Inertia. وتزداد مقاومة الجسم لإحداث أي تغيير في حالة الحركة بزيادة كتلة الجسم.

ماذا قرأت؟ ماذا يُقصد بالقصور الذاتي؟

الشكل ١٢ لكرة التنس الأرضي كتلة أكبر من كتلة كرة تنس الطاولة. ولكي تتغيّر السرعتان المتجهتان للكرتين بالمقدار نفسه يجب أن تضرب كرة التنس الأرضي بقوة أكبر، مقارنة بالقوة التي تضرب بها كرة تنس الطاولة.

الزخم (كمية الحركة)

عرفت سابقًا أنه كلما زادت سرعة الدراجة كان إيقافها صعبًا. وبالمثل فإنه كلما زادت كتلة الجسم المتحرك كان إيقافه أو زيادة سرعته صعب، ومقياس صعوبة إيقاف الجسم يسمى **زخمًا (كمية حركة)** Momentum. ويعتمد الزخم على كل من كتلة الجسم وسرعته المتجهة؛ حيث يُعرف بأنه حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته. وعادة ما يُرمز للزخم بالرمز (خ)؛ أي أن:

معادلة الزخم

الزخم (كجم.م/ ث) = **الكتلة** (كجم)× **السرعة** (م/ ث)

$$خ = ك ع$$

تُقاس الكتلة بوحدة الكيلوجرام، أمّا السرعة المتجهة فتقاس بوحدة (متر لكل ثانية)؛ لذا تكون وحدة قياس الزخم هي (كجم.م/ ث). ولأن السرعة المتجهة تتضمّن اتجاهًا فإن الزخم أيضًا يتضمّن اتجاهًا؛ حيث يكون اتجاهه في اتجاه السرعة المتجهة نفسها.

ماذا قرأت؟ وضّح كيف يتغيّر زخم جسم ما بتغيّر سرعته المتجهة؟

الربط مع العلوم الاجتماعية

البحث الجنائي والزخم

إن تحرّيات رجال البحث الجنائي وتقصّيات رجال شرطة السير حول الحوادث والجرائم كثيرًا ما تتضمّن تحديد زخم الأجسام. فعلى سبيل المثال، يُستخدم مبدأ حفظ الزخم أحيانًا لتعرّف سرعات المركبات المتصادمة.

ابحث حول مجالات أخرى يُستخدم فيها الزخم في تحرّيات البحث الجنائي.

حل معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

زخم دراجة احسب زخم دراجة كتلتها ١٤ كجم، تتحرّك بسرعة ٢ م/ ث نحو الشمال.

الحلّ:

١ المعطيات

الكتلة: ك = ١٤ كجم

السرعة المتجهة: ع = ٢ م/ ث شمالًا.

٢ المطلوب

حساب الزخم: خ = ؟ كجم.م/ ث.

٣ طريقة الحل

عوّض بالمعطيات في معادلة الزخم: خ = ك ع

خ = (١٤ كجم)× (٢ م/ ث شمالاً) = ٢٨ كجم.م/ ث شمالًا

٤ التحقّق من الحل:

أوجد حاصل قسمة الجواب الذي حسبته على الكتلة؛ إذ يجب أن يكون الجواب الذي ستحصل عليه مساويًا للسرعة المعطاة في السؤال.

مسائل تدريبية

١. إذا تحرّك قطار كتلته ١٠٠٠٠ كجم، نحو الشرق بسرعة مقدارها ١٥ م/ ث فاحسب زخم القطار.

٢. ما زخم سيارة كتلتها ٩٠٠ كجم، تتحرّك شمالًا بسرعة ٢٧ م/ ث؟

حفظ الزخم

إذا سبق لك أن لعبت البلياردو في ذات يوم فأنت تعرف أنه عندما تصطدم الكرة البيضاء بكرة أخرى، ستتغيّر الحالة الحركية للكرتين على حد سواء. وسوف تتناقص سرعة الكرة البيضاء، كما يتغيّر اتجاه حركتها، ولذلك يقل زخمها، وفي الوقت نفسه تبدأ الكرة الأخرى تتحرك، ويزداد زخمها.

وفي أي تصادم يَنتقل الزخم من جسم إلى آخر. فكّر الآن في التصادم بين كرتي بلياردو، فإذا كان الزخم الذي تخسره إحدى الكرتين يساوي الزخم الذي تكسبه الكرة الأخرى فإن كمية الزخم الكلي لا تتغيّر. وعندما لا يتغيّر الزخم الكلي لمجموعة من الأجسام يكون الزخم محفوظًا.

الشكل ١٣ تتباطأ كرة البلياردو البيضاء عندما تضرب كرات البلياردو الأخرى؛ لأنها نقلت جزءًا من زخمها إلى الكرات الأخرى.

توقع ماذا يحدث لسرعة الكرة البيضاء، إذا أعطت زخمها كله لكرات البلياردو الأخرى؟

قانون حفظ الزخم وفقًا **لقانون حفظ الزخم** Law of Conservation of Momentum يبقى الزخم الكلي لمجموعة من الأجسام ثابتًا ما لم تؤثّر قوًى خارجية في المجموعة. فكُرة البلياردو البيضاء والكرات الأخرى الموضّحة في **الشكل ١٣** جميعها تُشكّل مجموعة الأجسام. والمقصود بقانون حفظ الزخم أن التصادمات التي تحدث بين هذه الأجسام لا تغيّر الزخم الكلي لمجموعة الأجسام بل القوى الخارجية فقط ـ ومنها قوة الاحتكاك بين كرات البلياردو والطاولة ـ هي التي يمكنها أن تُغيّر من مجموع الزخم الكلي لمجموعة الأجسام؛ حيث يؤدي الاحتكاك إلى تباطؤ حركة الكرات عندما تتدحرج على الطاولة، وبالتالي نقصان الزخم الكلي.

أنواع التصادمات يمكن أن تتصادم الأجسام معًا بطرائق مختلفة. ويُبيّن **الشكل ١٤** نوعين من التصادم؛ إذ ترتد الأجسام المتصادمة أحيانًا بعضها عن بعض، كما يحدث مع كرة البولنج والأقماع، وفي تصادمات أخرى يتصادم جسمان فيلتحمان معًا بعد التصادم، كما يحدث مع لاعبي كرة القدم.

الشكل ١٤ عندما تتصادم الأجسام قد يرتد بعضها عن بعض، أو يلتحم بعضها ببعض.

عندما يتصادم أحد اللاعبين بالآخر ويمسك كل منهما بالآخر، فإنهما يلتحمان، ويتغيّر زخم كل منهما في أثناء التصادم.

عندما تضرب كرة البولنج الأقماع يرتد بعضها عن بعض، ويتغيّر زخم الكرة وزخم الأقماع في أثناء التصادم.

قبل أن يلتقط الطالب حقيبته كانت سرعته صفرًا.

يتحرّك الطالب بعد التصادم مع الحقيبة بسرعة أقل من سرعة الحقيبة قبل التصادم.

الشكل ١٥ انتقل الزخم من الحقيبة إلى الطالب.

استخدام قانون حفظ الزخم يمكن استخدام قانون حفظ الزخم للتنبؤ بالسرعة المتجهة للأجسام بعد تصادمها. وعند استخدام قانون حفظ الزخم نفترض أن الزخم الكلي للأجسام المتصادمة لا يتغيّر. فعلى سبيل المثال تخيّل نفسك تلبس مزلاجين في قدميك، كما في **الشكل ١٥**، ثم طلبت إلى زميلٍ لك أن يقذف إليك حقيبتك. عندما تلتقطها ستتحرّك أنت والحقيبة في الاتجاه نفسه الذي كانت تتحرّك فيه. ويمكن استخدام قانون حفظ الزخم لحساب سرعتك المتجهة بعد أن تلتقط حقيبتك. افترض أن كتلة الحقيبة تساوي ٢كجم، وأن سرعتها المتجهة الابتدائية تساوي ٥ م/ ث شرقًا، وأن كتلتك تساوي ٤٨كجم، بالطبع سرعتك الابتدائية تساوي صفرًا. ووفق قانون حفظ الزخم فإن:

الزخم الكلي قبل التصادم = زخم الحقيبة+ زخمك

= ٢ كجم × ٥ م/ ث شرقًا +٤٨ كجم × صفر م/ ث

= ١٠ كجم.م/ ث شرقًا

لا يزال الزخم الكلي هو نفسه بعد التصادم، إلا أنه بعد التصادم هناك جسم واحد متحرّك، وكتلة هذا الجسم تساوي مجموع كتلتك وكتلة الحقيبة. ويمكنك استخدام معادلة الزخم لإيجاد السرعة المتجهة النهائية.

الزخم الكلي بعد التصادم = (كتلة الحقيبة+كتلتك) × السرعة المتجهة

١٠ كجم.م/ ث شرقًا = (٢ كجم+٤٨ كجم) × السرعة المتجهة

١٠ كجم.م/ ث شرقًا = ٥٠ كجم × السرعة المتجهة

السرعة المتجهة = ٠,٢ م/ ث شرقًا

هذه هي سرعتك المتجهة أنت والحقيبة بعد أن التقطتها مباشرة. ولاحظ أن سرعتك المتجهة أنت والحقيبة معًا أقل كثيرًا من السرعة الابتدائية المتجهة للحقيبة. و**الشكل ١٦** يُبيّن نتيجة التصادم بين جسمين لم يلتصقا معًا.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

التصادم

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

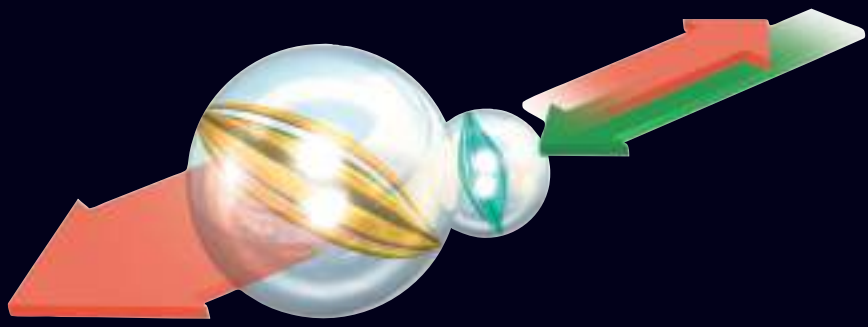
للتوصّل إلى معلومات حول التصادم بين أجسام ذات كتل مختلفة.

نشاط ارسم أشكالًا توضّح التصادم بين كرة تنس الطاولة، وكرة البولنج، إذا كانتا تتحرّكان في الاتجاه نفسه، وإذا كانتا تتحرّكان في اتجاهين متعاكسين.

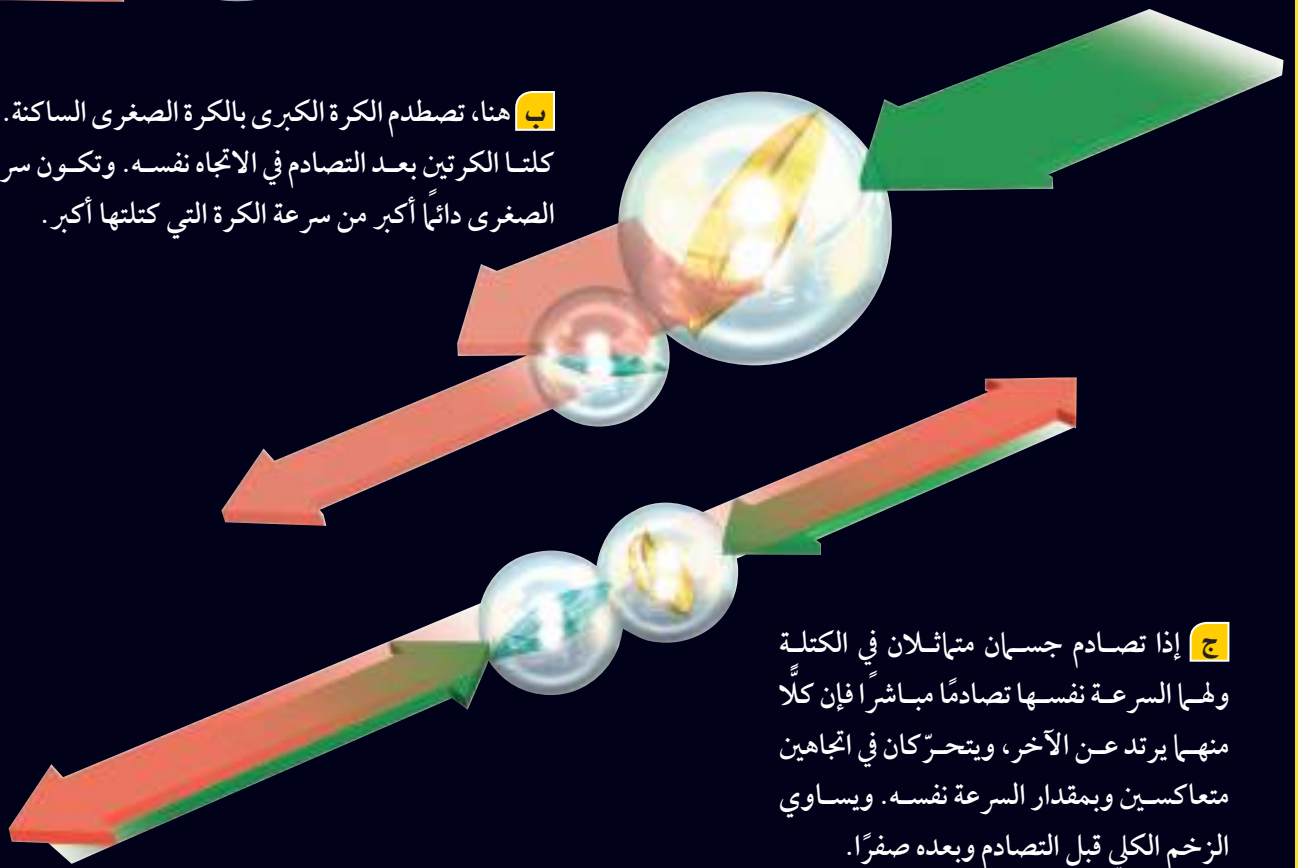
الشكل ١٦

من الممكن استخدام قانون حفظ الزخم لتوقّع نتائج التصادمات بين أجسام مختلفة، سواءً أكانت أجسامًا ذرية تتصادم معًا بسرعات هائلة، أو تصادمات بين الكرات الزجاجية، كما هو مبيّن في هذه الصفحة. ماذا يحدث عندما تصطدم كرة زجاجية بكرة أخرى ساكنة؟ تعتمد نتيجة التصادم على كتلة كل من الكرتين الزجاجيتين.

أ هنا تصطدم كرة زجاجية كتلتها صغيرة بكرة أخرى ساكنة كتلتها أكبر. بعد التصادم ترتد الكرة الصغرى، وتتحرّك الكرة الكبرى في اتجاه حركة الكرة الصغرى قبل التصادم.



ب هنا، تصطدم الكرة الكبرى بالكرة الصغرى الساكنة. وتتحرّك كلتا الكرتين بعد التصادم في الاتجاه نفسه. وتكون سرعة الكرة الصغرى دائمًا أكبر من سرعة الكرة التي كتلتها أكبر.



ج إذا تصادم جسمان متماثلان في الكتلة ولهما السرعة نفسها تصادمًا مباشرًا فإن كلًّا منهما يرتد عن الآخر، ويتحرّكان في اتجاهين متعاكسين وبمقدار السرعة نفسه. ويساوي الزخم الكلي قبل التصادم وبعده صفرًا.

التصادم والارتداد في بعض التصادمات ترتد الأجسام المتصادمة بعضها عن بعض، كما يحدث بين السيارات الصغيرة في مدينة الألعاب الموضّحة في **الشكل ١٧**. ويمكن استخدام قانون حفظ الزخم لتحديد الكيفية التي تتحرّك بها هذه الأجسام بعد التصادم.

فعلى سبيل المثال، افترض أن جسمين متماثلين اصطدما وجهًا لوجه بالسرعة نفسها، ثم ارتد كل منهما عن الآخر. يكون زخم كل من الجسمين قبل التصادم متساويًا، إلاّ أن زخميهما في اتجاهين متعاكسين؛ لذا يساوي الزخم الكلي للجسمين قبل التصادم صفرًا. وإذا كان الزخم محفوظًا وجب أن يكون الزخم الكلي بعد التصادم صفرًا أيضًا. وهذا يعني أن الجسمين يجب أن يتحرّكا في اتجاهين متعاكسين، ومقدار سرعة الجسم الأول مساوٍ لمقدار سرعة الجسم الثاني. وسيساوي الزخم الكلي مرة أخرى صفرًا.

الشكل ١٧ عندما تتصادم السيارات الصغيرة في مدينة الألعاب يرتد بعضها عن بعض، وينتقل الزخم بينها.

مراجعة الدرس ٣

الخلاصة

الكتلة والقصور الذاتي

- **القصور الذاتي هو ميل الجسم إلى مقاومة أي تغيّر في حالته الحركية، ويزداد القصور الذاتي بزيادة كتلة الجسم.**

الزخم (كمية الحركة)

- **يرتبط زخم جسم متحرّك مع درجة صعوبة إيقافه، ويمكن حسابه بالمعادلة الآتية:**

$$\text{خ} = \text{ك ع}$$

- **يكون اتجاه زخم جسم ما في اتجاه سرعته المتجهة نفسها.**

حفظ الزخم

- **ينص قانون حفظ الزخم على أن الزخم الكلي لمجموعة من الأجسام يبقى ثابتًا ما لم تؤثر قوًى خارجية في المجموعة.**
- **عندما يتصادم جسمان فإمّا أن يدفع أحدهما الآخر، أو يلتصق الجسمان معًا.**

اختبر نفسك

١. **فسّر** كيف ينتقل الزخم عندما يضرب لاعب الجولف الكرة بمضربه؟

٢. **بيّن** هل زخم جسم يتحرّك في مسار دائري بسرعة مقدارها ثابت يكون ثابتًا أم لا؟

٣. **وضح** لماذا يتغيّر زخم كرة بلياردو تتدحرج على سطح الطاولة؟

٤. **التفكير الناقد** إذا تحرّكت كرتان متماثلتان بسرعتين متساويتين كل منهما في اتجاه الأخرى، فكيف تكون حركتهما إذا التحمتا معًا بعد التصادم؟

تطبيق الرياضيات

٥. **الزخم** ما زخم كتلة مقدارها ١,٠ كجم، إذا تحركت بسرعة متجهة ٥ م/ ث غربًا؟

٦. **حفظ الزخم** اصطدمت كرة كتلتها ١ كجم كانت تتحرّك بسرعة متجهة ٣ م/ ث شرقًا بكرة أخرى كتلتها ٢ كجم فتوقّفت. إذا كانت الكرة الثانية ساكنة قبل التصادم فاحسب سرعتها المتجهة بعد التصادم.

اختبارات الأمان في السيارات

الأهداف

- **تُرَكّب** سيارة سريعة.
- **تصمم** سيارة آمنة، تكفي لحماية بيضة بلاستيكية من تأثير القصور الذاتي عند تحطم السيارة.

المواد والأدوات

صينية خفيفة من البولسترين، كأس من البولسترين، ماصة عصير، دبابيس مختلفة، لاصق، بيضة بلاستيكية.

إجراءات السلامة

تحذير: وفر لعينيك الحماية من الأجسام المتطايرة.

سؤال من واقع الحياة

تخيل نفسك مصمم سيارات، كيف يمكنك أن تصنع تصميمًا لسيارة جذابة وسريعة وآمنة؟ عندما تصطدم السيارة بجسم آخر فإن القصور الذاتي للركاب يبقيهم متحركين، كيف تحمي ركاب سيارتك من أثر هذا التصادم؟

تكوين فرضية

طور فرضية حول كيفية تصميم سيارة يمكنها نقل بيضة بلاستيكية، بسرعة وأمان، عبر مسار خاص، ثم تتحطم في النهاية.

اختبار فرضية

تصميم خطة

١. تأكد من اتفاق طلاب مجموعتك معك على صياغة الفرضية.

٢. **ارسم مخططًا** لتصميمك، وجهز قائمة بالأدوات والمواد اللازمة، تأكد أنه لجعل السيارة تتحرك بسهولة يجب أن تدخل الماصة الصغيرة في الماصة الكبيرة

٣. في أثناء قيام زملائك الآخرين في المجموعة بوضع تفاصيل القائمة، قم أنت باختبار فرضياتك.

٤. اجمع المواد اللازمة لإنجاز تجربتك.

تنفيذ الخطة

١. تأكد أن معلمك قد وافق على خطتك، قبل أن تبدأ التنفيذ، وخذ بعين الاعتبار أي اقتراح يضيفه معلمك إلى خطتك.

٢. ابدأ [illegible] كما خططت لها.

٣. **سجل** أي ملاحظات تشاهدها في أثناء قيامك بالتجربة، بما في ذلك التحسينات التي تنوي إدخالها على تصميمك.

تحليل البيانات

١. **قارن** تصميمك للسيارة، مع تصاميم طلاب المجموعات الأخرى. ما الذي جعل [illegible] السيارات أسرع، والأخرى أبطأ؟

٢. **قارن** [illegible] التي اتبعتها في سيارتك مع عوامل الأمان في السيارات الأخرى. ما الذي وفر أكبر حماية للبيضة؟ وكيف تُحسن جوانب النقص في تصميمك؟

٣. **توقع** ما أثر تخفيض السرعة في سيارتك على سلامة البيضة؟

الاستنتاج والتطبيق

١. **لخص** كيف يمكنك عمل أفضل تصميم للسيارة يساعد على توفير الحماية للبيضة؟

٢. **طبق** لو كنت مصمم سيارات حقًّا، فما الذي تقدمه لتوفير حماية أكبر للركاب من حوادث الوقوف المفاجئ؟

تواصل

بياناتك

اكتب فقرة تصف فيها الطرائق التي تصمم بها سيارة لتحمي ركابها بكفاءة، وضمّن ذلك الرسوم التوضيحية الضرورية.

ما يعود حولك يعود إليك

قصة البوميرنج

تجتمع أحيانًا مجموعة من الناس في أستراليا على أرض مستوية مفتوحة، فيتقدم أحدهم خطوة إلى الأمام، وبحركة خاطفة يقذف قطعة خشبية مقوّسة، تنطلق محلّقة في الهواء، ثم تعود بعد ذلك إلى يد مُطلقها. ثم يتقدم آخر ليقذف هذه القطعة من جديد، ويليه ثالث.. وهكذا تمتد المنافسة طيلة اليوم.

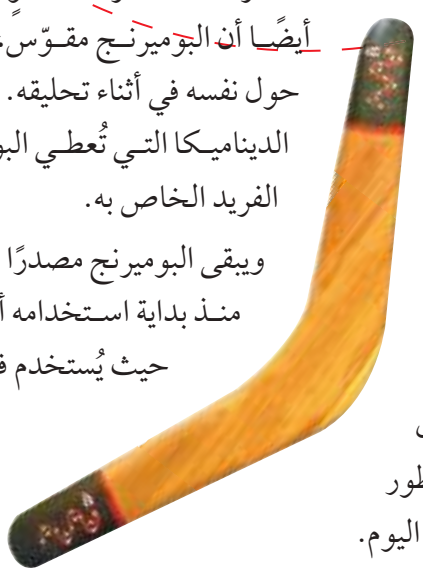
هذه المنافسة تتم بإلقاء ما يسمى البومرنج(Boomerangs)، وهي قطعة خشبية منحوتة بدقة، وبسبب شكلها هذا فإنها تعود إلى يد من أطلقها.

يعود هذا التصميم المدهش إلى ١٥٠٠٠ سنة خلت. ويعتقد العلماء أنّ البومرنج طُوّرَ عن هراوة صغيرة كانت تُستخدم لتدويخ الحيوانات ثم قتلها لأجل الطعام. وكانت الهراوات ذات الأشكال المختلفة تحلّق بطرائق مختلفة، ومع الزمن تطور شكلها حتى أصبحت على الصورة الموجودة اليوم.

وكذلك كانت تستعمل للعب والمتعة. وما زال البومرنج يُستخدم إلى اليوم بوصفه رياضة شعبية ممتعة، يتنافس فيها المحترفون مظهرين قوتهم وبراعتهم.

وللبومرنج أشكال متعددة، غير أنها تشترك معًا في صفات عدّة. منها أن البومرنج يُشكل ليُحاكي جناح الطائرة، فأحد أطرافه مستوٍ والآخر محدّب. ومنها أيضًا أن البومرنج مقوّس، وهذا ما يجعله يدور حول نفسه في أثناء تحليقه. هاتان الصفتان تحددان الديناميكا التي تُعطي البومرنج مسار التحليق الفريد الخاص به.

ويبقى البومرنج مصدرًا للإثارة لمئات السنين، منذ بداية استخدامه أداة للصيد وإلى اليوم، حيث يُستخدم في البطولات العالمية.



تصميم يُصنع البومرنج من مواد مختلفة. ابحث لتعرف كيفية صناعة البومرنج. وبعد أن تصنع واحدًا منه ويصنع زميلك آخر تنافسا معًا في قذفهما.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية
ابحث: ارجع إلى الموقع الإلكتروني
www.obeikaneducation.com

دليل مراجعة الفصل ٩

مراجعة الأفكار الرئيسة

الدرس الأول الحركة

١. يعتمد موضع جسم ما على نقطة الإسناد المختارة.

٢. يكون الجسم في حالة حركة إذا تغيّر موضعه.

٣. مقدار سرعة جسم يساوي المسافة التي قطعها مقسومة على الزمن:

$$ع = \frac{ف}{ز}$$

٤. السرعة المتجهة لجسم تتضمن سرعة الجسم واتجاه حركته.

٥. يمكن تمثيل حركة جسم ما بمنحنى المسافة-الزمن.

الدرس الثاني التسارع

١. التسارع هو مقدار التغير في السرعة المتجهة للجسم.

٢. يتسارع الجسم عندما تتزايد سرعته أو تتناقص أو يتغير اتجاه حركته.

٣. عندما يتحرك جسم ما في خط مستقيم يُحسب تسارعه من المعادلة:

$$ت = \frac{(ع_٢ - ع_١)}{ز}$$

الدرس الثالث الزخم والتصادمات

١. يساوي الزخم حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته.

$$خ = ك ع$$

٢. ينتقل الزخم من جسم إلى آخر في أثناء التصادم.

٣. بالرجوع إلى مبدأ حفظ الزخم، لا يتغيّر الزخم الكلي لمجموعة من الأجسام حتى تؤثّر في النظام قوة خارجية.

تصور الأفكار الرئيسة

انسخ **الجدول** الآتي في دفترك ثم أكمله

وصف الحركة		
الكمية	التعريف	الاتجاه
المسافة	طول المسار الذي تحرك عليه الجسم	لا يوجد
الإزاحة	مقدار واتجاه التغير في موقع الجسم	
السرعة		لا يوجد
السرعة المتجهة	معدل التغير في موقع الجسم واتجاهه	
التسارع		
الزخم		نعم

مراجعة الفصل ٩

استخدام المفردات

وضح العلاقة بين كل زوج من المفاهيم الآتية:

١. السرعة ـ السرعة المتجهة

٢. السرعة المتجهة – التسارع

٣. التسارع الموجب – التسارع السالب.

٤. السرعة المتجهة – الزخم

٥. الزخم – قانون حفظ الزخم

٦. الكتلة – الزخم

٧. الزخم – القصور الذاتي

٨. السرعة المتوسطة ــ السرعة اللحظية

تثبيت المفاهيم

اختر الكلمة أو الجملة المناسبة لكل سؤال.

٩. ما الذي يعبّر عن كمية المادة في الجسم؟

أ. السرعة ج. الوزن

ب. التسارع د. الكتلة

١٠. أي مما يأتي يساوي السرعة؟

أ. التسارع ÷ الزمن.

ب. التغير في السرعة المتجهة÷ الزمن.

ج. المسافة ÷ الزمن.

د. الإزاحة ÷ الزمن.

١١. أي الأجسام الآتية لا يتسارع؟

أ. طائرة تطير بسرعة ثابتة.

ب. دراجة تخفض سرعتها للوقوف.

ج. طائرة في حالة إقلاع.

د. سيارة تنطلق في بداية سباق.

١٢. أي مما يأتي يعبر عن التسارع؟

أ. ٥ م شرقًا ج. ٢٥ م/ ث^{٢} شرقًا

ب. ١٥ م/ ث شرقًا د. ٣٢ ث^{٢} شرقًا

١٣. علام يدل المقدار١٨ سم/ ث شرقًا؟

أ. سرعة ج. تسارع

ب. سرعة متجهة د. كتلة

١٤. ما العبارة الصحيحة عندما تكون السرعة المتجهة والتسارع في الاتجاه نفسه؟

أ. تبقى سرعة الجسم ثابتة.

ب. يتغير اتجاه حركة الجسم.

ج. تزداد مقدار سرعة الجسم.

د. يتباطأ الجسم.

١٥. أي مما يأتي يساوي التغير في السرعة المتجهة مقسومًا على الزمن؟

أ. السرعة. ج. الزخم.

ب. الإزاحة. د. التسارع.

١٦. إذا سافرت من مدينة إلى أخرى تبعد عنها مسافة ٢٠٠ كم، واستغرقت الرحلة ٢,٥ ساعة، فما متوسط سرعة الحافلة؟

أ. ١٨٠كم/ س ج. ٨٠كم/ س

ب. ١٢,٥كم/ س د. ٥٠٠كم/ س

١٧. ضربت كرة البلياردو البيضاء كرة أخرى ساكنة فتباطأت. ما سبب تباطؤ الكرة البيضاء؟

أ. أن زخم الكرة البيضاء موجب.

ب. أن زخم الكرة البيضاء سالب.

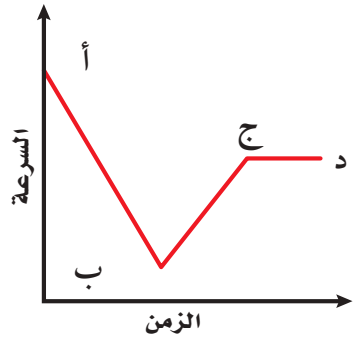
ج. أن الزخم انتقل إلى الكرة البيضاء.

د. أن الزخم انتقل من الكرة البيضاء.

التفكير الناقد

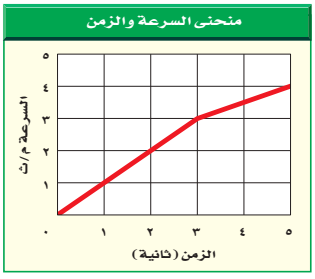
١٨. **فسر** ركضت مسافة ١٠٠م في زمن مقداره ٢٥ث. ثم ركضت المسافة نفسها في زمن أقل، هل زاد مقدار سرعتك المتوسطة أم قل؟ فسر ذلك.

استعن بالرسم البياني للإجابة عن السؤال ١٩.



١٩. يبين المنحنى أعلاه علاقة السرعة – الزمن لحركة سيارة. خلال أي جزء من الرسم يكون تسارع السيارة صفرًا؟

استعن بالرسم البياني للإجابة عن السؤالين ٢٠، ٢١:



٢٠. **قارن** بالرجوع إلى حركة الجسم الموضح في الرسم البياني، قارن بين تسارع الجسم في الفترة الزمنية (٠ ث إلى ٣ ث) والفترة الزمنية (٣ث إلى ٥ ث).

٢١. **احسب** تسارع الجسم في الفترة الزمنية من صفر وحتى ٣ ث.

٢٢. **احسب** إزاحتك إذا تحركت مسافة ١٠٠ متر شمالًا، و٢٠ مترًا إلى الشرق، و٣٠ مترًا إلى الجنوب، و٥٠ مترًا إلى الغرب، ثم ٧٠ مترًا إلى الجنوب.

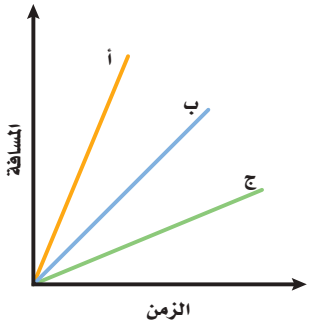
أنشطة تقويم الأداء

٢٣. **اعرض** صمّم مضمار سباق، وحدد القوانين التي تحدد أنواع الحركة المسموح بها. وضّح كيف تقيس كلًّا من المسافة والزمن؟ ثم احسب مقدار السرعة بدقة.

تطبيق الرياضيات

٢٤. **المسافة المقطوعة** تحركت سيارة نصف ساعة، بسرعة مقدارها ٤٠ كم/ س. احسب مقدار المسافة التي قطعتها السيارة؟

استخدم الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤال ٢٥.



٢٥. **السرعة** من المنحنى البياني، حدد أي الأجسام (أ، ب، ج) يتحرك بسرعة أكبر، وأيها بسرعة أقل؟

الفصل ١٠

القوة وقوانين نيوتن

الفكرة العامة

تتغيّر حركة الجسم عندما تؤثر فيه قوًى غير متزنة.

الدرس الأول

القانونان الأول والثاني لنيوتن في الحركة

الفكرة الرئيسة لا تتغيّر حركة الجسم عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه صفرًا. وتسارع الجسم يساوي ناتج قسمة القوة المحصلة على كتلته.

الدرس الثاني

القانون الثالث لنيوتن

الفكرة الرئيسة تؤثّر القوى في صورة أزواج تتساوى مقدارًا، وتتعاكس اتجاهًا.

حركة زاحفة ببطء

تزحف العربة الضخمة متحرّكة ببطء، لتُحرّك مكوك الفضاء نحو منصة الإقلاع. وتبلغ كتلة العربة الزاحفة ومكوك الفضاء معًا، ٧٧٠٠٠٠٠ كجم تقريبًا. ولتحريك العربة الزاحفة بسرعة ١،٥ كم/ س تلزم قوة مقدارها ١٠٠٠٠٠٠٠ نيوتن تقريبًا. وهذه القوة ينتجها ١٦ محرّكًا كهربائيًّا.

دفتر العلوم

صف ثلاثة أمثلة على دفع جسم ما أو سحبه، موضّحًا كيف يتحرّك الجسم؟

نشاطات تمهيدية

القوى والحركة

تخيّل نفسك في فريق، تتزلّجون نحو أسفل ممر جليدي. تؤثّر في المزلاج قوى الجليد ومكابح المزلاج ونظام توجيه المزلاج والجاذبية. باستخدام قوانين نيوتن يمكننا أن نتوقّع كيف تؤثّر هذه القوى في انعطاف المزلاج، أو تزايد سرعته، أو تناقصها؛ إذ تخبرنا قوانين نيوتن كيف تسبّب القوى تغيير حركة الأجسام.

١. اعمل سطحًا مائلاً باستخدام ثلاثة كتب لتسند إليها مسطرتين خشبيتين متوازيتين، على أن تفصلهما مسافة أقل قليلًا من قطر كرة زجاجية صغيرة. كما في الشكل.

٢. ضع الكرة الزجاجية أسفل الفراغ بين المسطرتين، ثم انقرها لترتفع إلى أعلى السطح. ثم قس أعلى مسافة تصل إليها.

٣. كرّر الخطوة السابقة مستخدمًا كتابين، ثم كتابًا واحدًا، ثم من غير كتب، مع الحفاظ على مقدار القوة نفسه المستخدم في كل مرة.

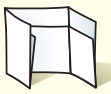
٤. **التفكير الناقد:** اعمل جدولًا ودوّن فيه المسافات التي تصل إليها الكرة على السطح المائل لكل ميل جديد للسطح. ماذا يمكن أن يحدث لو كان السطح أملس ومستويًا تمامًا؟

المطويات
منظمات الأفكار

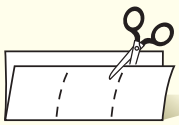
قوانين نيوتن اعمل المطوية الآتية لتُساعدك على تنظيم أفكارك حول قوانين نيوتن.

الخطوة ١ اطوِ ورقة من منتصفها طوليًّا، بحيث تكون حافتها الخلفية أقصر من الأمامية ٥ سم.

الخطوة ٢ دوّر الورقة عرضيًّا، ثم اطوِها ثلاثة أجزاء.



الخطوة ٣ افتح الورقة، وقصّ الطبقة العليا على طول الحواف، ليُصبح لديك ثلاثة أشرطة.



الخطوة ٤ اكتب عنوان المطوية كما في الشكل أدناه:

اعمل خريطة مفاهيمية في أثناء قراءتك للفصل، واكتب المعلومات التي تعلمتها عن قوانين نيوتن الثلاثة في خريطتك المفاهيمية.

أتهيأ للقراءة

المقارنة

١ أتعلّم يقوم القارئ الجيد بالمقارنة والتمييز بين المعلومات في أثناء قراءته. وهذا يعني النظر إلى أوجه الشبه والاختلاف، ممّا يساعده على تذّكر الأفكار المهمة. ابحث عن المفردات أو الحروف التي تدل على أن النص يُشير إلى تشابه أو اختلاف:

كلمات المقارنة والتفريق	
للمشابهة	للاختلاف
كَـ	لكن
مثل	أو
أيضًا	بخلاف ذلك
مشابه لـ	بينما
في الوقت نفسه	أما
بطريقة مماثلة	ومن جهة أخرى / في المقابل

٢ أتدرّب اقرأ النص الآتي، ثم لاحظ كيف استعمل المؤلف مفردات المقارنة لتوضيح الاختلاف بين الوزن والكتلة.

فعندما تقف على الميزان المنزلي فإنك تقيس مقدار قوة جذب الأرض لجسمك؛ **أما** الكتلة فهي مقدار ما في الجسم من مادة، وتقاس بالكيلوجرام. وكتلة جسم ما ثابتة لا تتغير بتغير المكان، **ولكن** الوزن يتغير بتغير المكان. صفحة ١١٦.

٣ أطبّق بيّن أوجه الشبه والاختلاف بين الاحتكاك الانزلاقي صفحة ١١٢ ومقاومة الهواء صفحة ١٢٠ من خلال قراءة هذا الفصل.

إرشـــاد

في أثناء القراءة، استخدم مهارات أخرى، مثل التلخيص والتواصل، لتساعدك على فهم المقارنة.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءة الفصل باتباعك ما يأتي:

١ قبل قراءة الفصل

أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

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

٢ بعد قراءة الفصل

ارجع إلى هذه الصفحة لترى إذا كنت قد غيّرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة والمصححة أثناء دراستك.

قبل القراءة م أوغ	العبارة	بعد القراءة م أوغ
	١. عندما يتحرّك الجسم فهو يقع تحت تأثير قوى غير متزنة.	
	٢. عندما تقفز إلى أعلى في الهواء تؤثّر الأرض بقوة في جسمك.	
	٣. القوة إمّا سحب أو دفع.	
	٤. لا تسحب الجاذبية الأرضية رائد الفضاء في أثناء وجوده في مدار حول الأرض.	
	٥. لا بد أن تتلامس الأجسام معًا؛ حتى يؤثر بعضها في بعض بقوًى.	
	٦. الجسم الذي يتحرّك في مسار دائري بسرعة ثابتة مقدارًا لا يتسارع.	
	٧. قوة الفعل وقوة رد الفعل قوتان تلغي كل منهما الأخرى، لأنهما متساويتان مقدارًا ومتعاكستان اتجاهًا.	
	٨. تسحب الجاذبية كافة الأجسام التي لها كتلة.	
	٩. قد يكون الجسم الساكن واقعًا تحت تأثير قوًى عديدة.	

الدرس ١

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

القانونان الأول والثاني لنيوتن في الحركة

في هذا الدرس

الأهداف

- تميّز بين القوى المتزنة والقوة المحصّلة.
- تذكر نص القانون الأول لنيوتن.
- تفسّر كيفية تأثير الاحتكاك في الحركة.
- تشرح نص القانون الثاني لنيوتن.
- تفسّر أهمية اتجاه القوة.

الأهمية

- القوى تغير من الحالة الحركية للأجسام.

مراجعة المفردات

السرعة المتجهة: مقدار واتجاه سرعة حركة جسم.

الكيلوجرام: وحدة الكتلة في النظام الدولي للوحدات ويرمز لها بالرمز كجم.

التسارع: التغير في السرعة المتجهة مقسومًا على زمن هذا التغيّر.

المفردات الجديدة

- القوة
- القوة المحصّلة
- القوى المتزنة
- القوى غير المتزنة
- القانون الأول لنيوتن في الحركة
- قوة الاحتكاك
- القانون الثاني لنيوتن في الحركة
- الوزن
- مركز الكتلة

القــوة

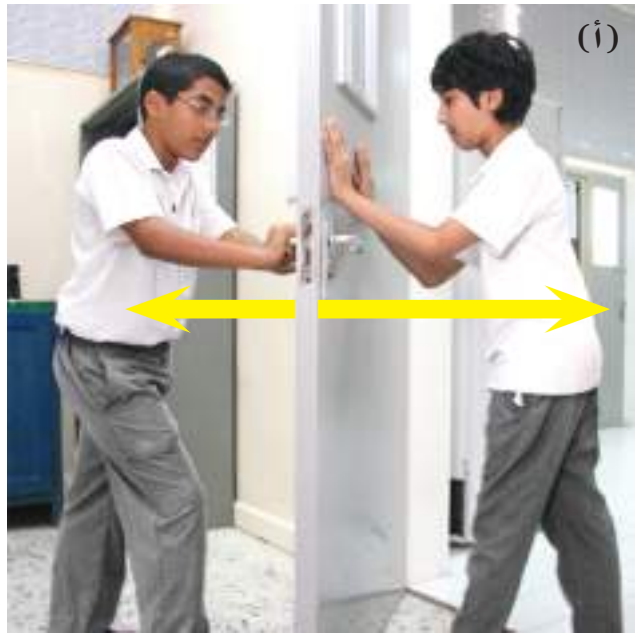
إذا وضعت كرة على سطح الأرض فإنها تبقى ساكنة في مكانها ولا تتحرك، إلا إذا ضربتها بقدمك. وكذلك الكتاب الموجود على مكتبك، يبقى ساكنًا ما لم ترفعه بيدك. وإذا تركت الكتاب بعد رفعه فإن قوة الجاذبية الأرضية تسحبه في اتجاه الأسفل. تلاحظ في كل حالة من الحالات السابقة أن حركة الكرة أو الكتاب تغيرت بفعل مؤثر سحب أو دفع. أي أن الأجسام تتسارع أو تتباطأ أو تغير اتجاه حركتها فقط عندما يؤثر فيها مؤثر سحب أو دفع.

إن هذا المؤثر الذي يعمل على تغيير حركة الأجسام يُطلق عليه اسم **القوة** Force. والقوة إما دفعٌ أو سحب. ويبين **الشكل ١** أنه عندما تقذف كرة جولف فإنك تؤثر فيها بقوة، فتتسارع الكرة مبتعدة عن المضرب. وتعمل القوة كذلك على تغيير اتجاه حركة الكرة؛ فبعد أن تغادر الكرة المضرب ينحني مسارها إلى أسفل لتعود ثانية إلى الأرض بتأثير قوة الجاذبية الأرضية التي تسحب الكرة إلى أسفل وتغير اتجاه حركتها. وعندما تصطدم الكرة بالأرض تؤثر فيها الأرض بقوة فتوقفها.

الشكل ١ القوة سحب أو دفع.

يسحب المغناطيس في الرافعة قطعًا فلزية محطمة (خردة) إلى أعلى.

بعد دفع كرة الجولف بالمضرب تتبع مسارًا منحنيًا في اتجاه الأرض.



يُغلق هذا الباب لأن القوة التي تعمل على إغلاقه أكبر من القوة التي تعمل على فتحه.

وهذا الباب لن يتحرك لأن القوتين متساويتان مقدارًا، وتؤثر كل منهما في اتجاه معاكس لاتجاه الأخرى.

وتؤثر القوى بطرائق مختلفة؛ فمثلًا يُمكن تحريك مشبك ورق بواسطة قوة مغناطيسية، أو سحبه بواسطة قوة الجاذبية الأرضية، أو بواسطة قوة من تأثيرك عندما تلتقطه. كل هذه أمثلة على القوى التي قد تؤثر في مشبك الورق.

جمع القوى من الممكن أن تؤثر أكثر من قوة في جسم ما. فعلى سبيل المثال، إذا أمسكت مشبك ورق بيدك بالقرب من مغناطيس فإن المشبك يتأثر بقوتك وقوة جذب المغناطيس وقوة الجاذبية الأرضية. يسمى مجموع القوى المؤثرة في جسم ما **القوة المحصلة** Net Force. إن القوة المحصلة هي التي تحدد كيفية تغير حركة جسم عندما تؤثر فيه أكثر من قوة. وعندما تتغير حركة الجسم فإن سرعته المتجهة تتغير أيضا؛ وهذا يعني أن الجسم يتسارع.

والآن كيف تجمع القوى لتعطي القوة المحصلة؟ إذا كانت القوى في اتجاه واحد فإنها تجمع معًا لتكوّن القوة المحصلة. أما إذا أثرت قوتان في اتجاهين متعاكسين فإن القوة المحصلة تساوي الفرق بينهما، ويكون اتجاهها في اتجاه القوة الكبرى.

القوى المتزنة وغير المتزنة من الممكن أن تؤثر قوة في جسم ما، ولا تُسبب تسارعه إذا ألغت قوى أخرى دفع أو سحب القوة الأولى. انظر **الشكل ٢**. إذا كنت تدفع بابًا بقوة، وكان زميلك يدفع الباب نفسه بقوة مماثلة في الاتجاه المعاكس فلن يتحرّك الباب؛ لأن القوتين متعاكستان، وتُلغي إحداهما أثر الأخرى.

الشكل٢ عندما تكون القوى المؤثرة في الجسم متوازنة لا يحدث تغيير في الحركة، يحدث تغير فقط عندما تؤثر قوى غير متزنه على الجسم.

فإذا أثرت قوتان أو أكثر في جسم وألغى بعضها أثر بعض، ولم تحدث تغييرًا في السرعة المتجهة للجسم فإن هذه القوى تسمى **قوى متزِنة** Balanced Forces. وفي هذه الحالة تكون القوة المحصلة صفرًا. أما إذا لم تكن القوة المحصلة صفرًا تكون القوى **قوًى غير متزِنة** Unbalanced Forces. وفي هذه الحالة لا تلغي القوى بعضها أثر بعض، وتتغير السرعة المتجهة للجسم.

القوة والقانون الأول لنيوتن في الحركة

لو أنك دفعت كتابًا على سطح طاولة أو على أرض الغرفة فإنه ينزلق، ثم لا يلبث أن يتوقف. وكذلك لو ضربت كرة جولف فإنها تصطدم بالأرض وتتدحرج، ثم لا تلبث أن تتوقف. ويبدو من هذين المثالين أن أي جسم تحرّكه يتوقف بعد فترة. وربما تستنتج من ذلك أنه يلزم أن نؤثر بقوة وبصورة مستمرة في أي جسم نريد أن يستمر في حركته. وهذا الاستنتاج في الواقع غير صحيح.

أعطت أفكار جاليليو العالم الإنجليزي نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧م) فهمًا أفضل لطبيعة الحركة؛ فقد فسّر نيوتن حركة الأجسام في ثلاثة قوانين، سمّيت باسمه. يصف القانون الأول لنيوتن حركة جسم عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه صفرًا. وينص **القانون الأول لنيوتن في الحركة** Newton's First Law of Motion على أنه إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما تساوي صفرًا فإنه يبقى ساكنًا. وإذا كان الجسم متحركًا فإنه يبقى متحركًا في خط مستقيم بسرعة ثابتة.

الاحتكاك

أدرك جاليليو أيضًا أن حركة جسم ما لا تتغير حتى تؤثر فيه قوة غير متزنة. وأنت ترى يوميًا أجسامًا متحركة تتوقف. فما القوة التي أدت إلى إيقافها؟ إن القوة المسؤولة عن ذلك ـ والتي تجعل جميع الأجسام تقريباً تتوقف عن الحركة ـ هي **قوة الاحتكاك** Friction.

وهي قوة ممانعة تنشأ بين سطوح الأجسام المتلامسة، وتقاوم حركة بعضها

الميكانيكا الحيوية تؤثر قوًى في أجزاء جسمك المختلفة سواء كنت تركض أو تقفز أو كنت جالسًا. والميكانيكا الحيوية هي دراسة كيف يؤثر الجسم بقوى، وكيف يتأثر بالقوى المؤثرة فيه. ابحث في كيفية الاستفادة من الميكانيكا الحيوية للتقليل من إصابات العمل.

اكتب في دفتر العلوم فقرة حول ما تعلمته.

العالم جاليليو

كان العالم الإيطالي جاليليو جاليلي(١٥٦٤-١٦٤٢م) من أوائل العلماء الذين أدركوا أنه ليس من الضروري أن تؤثر قوة باستمرار في جسم حتى يستمر في حركته.

تبطئ قوة الاحتكاك اللاعب المنزلق على الأرض

من دون قوة الاحتكاك ستنزلق قدما متسلق الصخور ولا يستطيع التسلق.

بالنسبة إلى بعض، كما هو مبين في **الشكل ٣**. وبسبب قوة الاحتكاك، لا ترى جسمًا يتحرك بسرعة متجهة ثابتة، إلا مع وجود قوة محصلة تؤثر فيه باستمرار. كما تؤثر قوة الاحتكاك أيضًا في الأجسام التي تنزلق أو تتحرك خلال مواد، منها الهواء أو الماء.

وعلى الرغم من وجود عدة أشكال لقوة الاحتكاك إلا أنها تشترك جميعًا في أنها تعمل على مقاومة انزلاق جسم يتحرك على سطح جسم آخر. حرّك يدك فوق سطح الطاولة، ستُحس بقوة الاحتكاك. غيِّر اتجاه حركة يدك، ستُلاحظ تغير اتجاه قوة الاحتكاك. إن قوة الاحتكاك تعمل دائمًا على إنقاص سرعة الأجسام المتحركة.

إن فهم الحركة استغرق وقتًا طويلًا؛ وذلك لعدة أسباب، منها: عدم إدراك الناس لسلوك الاحتكاك، وأن الاحتكاك قوة. وقد اعتقدوا أن الحالة الطبيعية للأجسام هي السكون؛ لأن الأجسام المتحركة تتوقف في النهاية، وأنه لاستمرار حركة جسم فإنه يلزم التأثير فيه بقوة سحب أو دفع بشكل مستمر، وعند توقف القوة عن التأثير فإن الجسم يتوقف.

أدرك جاليليو أن الحركة المستمرة حالة طبيعية للأجسام، مثل الحالة السكونية لها، وأن الاحتكاك هو المسؤول عن نقصان سرعة جسم متحرك مسبِّبًا توقفه في النهاية، وأنه للمحافظة على استمرار حركة جسم لا بد من التأثير بقوة للتغلب على تأثيرات قوة الاحتكاك. وإذا أمكن إزالة قوة الاحتكاك فإن الجسم المتحرك يبقى متحركًا بسرعة ثابتة، وفي خط مستقيم

الشكل ٣ عندما يتحرك جسمان أحدهما مماس للآخر، فإن قوة الاحتكاك تمنع حركتهما أو تبطئ منها.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

جاليليو ونيوتن

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

لتتعرف روابط تزودك بمعلومات عن حياة كل من العالمين جاليليو ونيوتن

نشاط ارسم خط زمن تضع عليه الأحداث المهمة في حياة العالمين جاليليو ونيوتن.

ويوضح **الشكل** ٤ الحركة في حالة عدم وجود الاحتكاك.

الشكل ٤ ينزلق قرص الهوكي على طبقة من الهواء في لعبة الهوكي الهوائية؛ لذا يكون الاحتكاك معدومًا. ويتحرك قرص الهوكي بسرعة ثابتة وبخط مستقيم بعد ضربه.

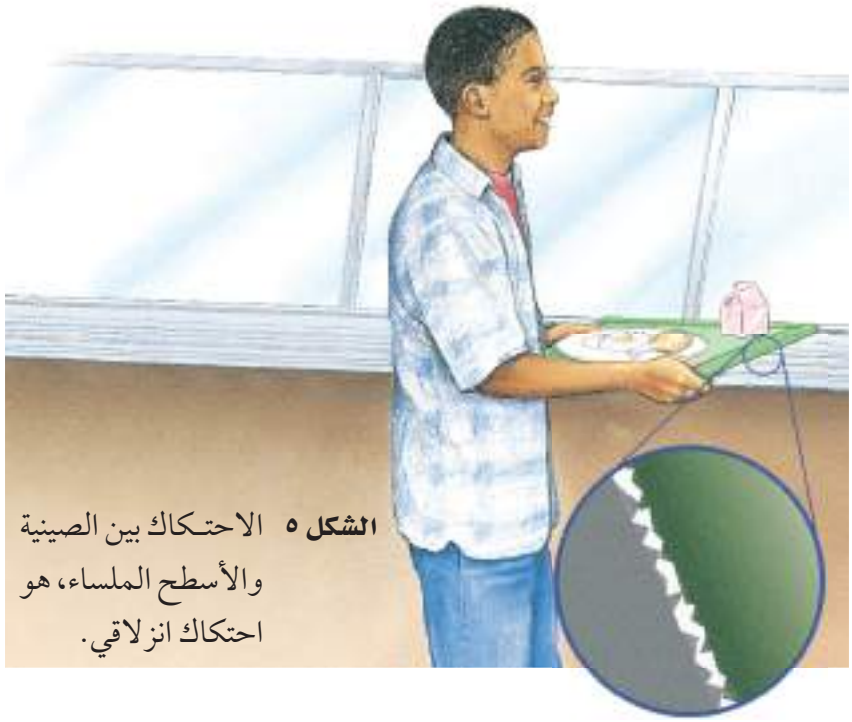
استنتج. كيف تكون حركة قرص الهوكي في غياب طبقة الهواء؟

ماذا قرأت؟ ما الشيء المشترك بين جميع أشكال قوة الاحتكاك؟

الاحتكاك السكوني إذا حاولت تحريك جسم ثقيل، كثلاجة مثلًا، فستُلاحظ أنها لا تتحرّك في البداية، ولكن إذا زدت من قوة دفعك أكثر فأكثر فستجدها قد بدأت تتحرك فجأة. عندما بدأت تدفع الثلاجة في البداية كانت قوة دفعك وقوة الاحتكاك بين الثلاجة والأرض متعاكستين، وكانت القوة المحصلة لهما تساوي صفرًا. ويُسمّى نوع الاحتكاك الذي يمنع الأجسام من الحركة إذا أثرتْ فيها قوةٌ الاحتكاكَ السكونيَّ. ينشأ الاحتكاك السكوني عن تجاذب الذرات على السطوح المتلامسة، وهذا يسبّب التصاق هذه السطوح عند تلامسها. وتزداد قوة الاحتكاك هذه مع ازدياد خشونة السطحين المتلامسين، وازدياد وزن الجسم المراد تحريكه. ولكي تحرك الجسم عليك أن تبذل قوة كافية لكسر الروابط التي تعمل على تلاصق السطحين المتلامسين معًا.

تجربة عملية الاحتكاك السكوني والاحتكاك الانزلاقي
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

الاحتكاك الانزلاقي (الديناميكي) في الوقت الذي تعمل فيه قوة الاحتكاك السكوني على منع الجسم الساكن من الحركة، تعمل قوة الاحتكاك الانزلاقي على تقليل سرعة الجسم المنزلق. فإذا دفعت جسمًا على أرضية غرفة فسوف يؤثر الاحتكاك الانزلاقي فيه في عكس اتجاه حركته. وإذا توقّفت عن دفعه فسيؤدي الاحتكاك الانزلاقي إلى توقّف الجسم عن الحركة، ولكي يستمر الجسم في حركته عليك الاستمرار في دفعه. ويعود سبب الاحتكاك الانزلاقي إلى خشونة السطوح المتلامسة، كما هو موضّح في **الشكل** ٥. وتميل السطوح إلى الالتصاق بعضها ببعض في مواقع تلامسها. وعندما ينزلق سطح فوق آخر تتكسّر الروابط بين السطحين، وتتشكّل روابط أخرى جديدة، وهذا ما يُسبّب الاحتكاك الانزلاقي. ويجب بذل قوة لتحريك سطح خشن على سطح خشن آخر.

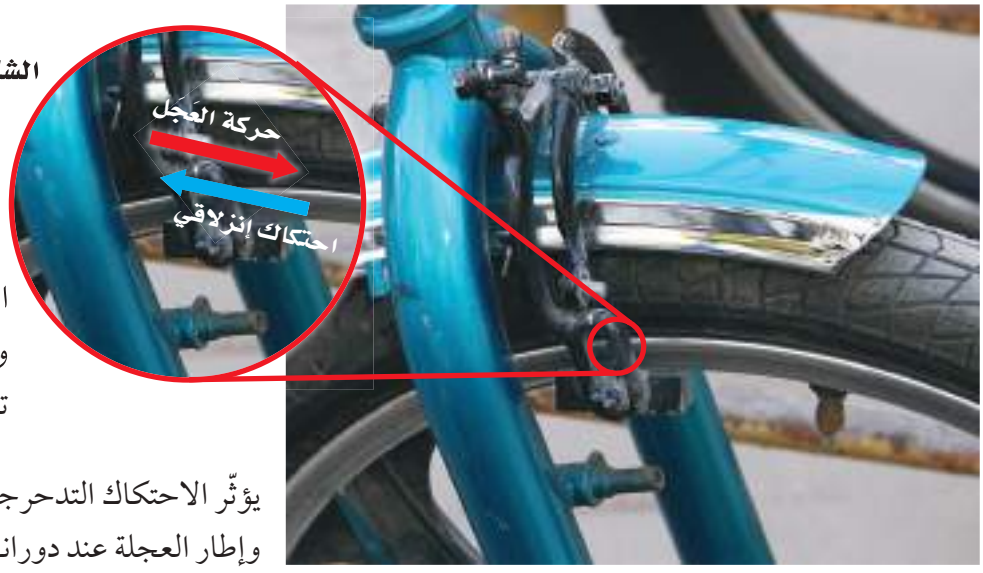


الشكل ٥ الاحتكاك بين الصينية والأسطح الملساء، هو احتكاك انزلاقي.

ويُبيّن **الشكل ٦** كيف ينشأ الاحتكاك الانزلاقي عند احتكاك الكوابح بعجلة الدراجة.

ماذا قرأت؟ ما الفرق بين الاحتكاك السكوني والاحتكاك الانزلاقي؟

الاحتكاك التدحرجي عندما تقود دراجة أو تنطلق فوق لوح تزلج فإن سرعتك تتناقص بسبب تأثير نوع آخر من قوة الاحتكاك؛ يسمى الاحتكاك التدحرجي، ينتج عندما يدور جسم فوق سطح. وفي مثال الدراجة يكون الاحتكاك التدحرجي بين إطارات الدراجة والأرض، كما يوضّح **الشكل ٦**، مما يؤدي إلى إبطاء حركة الدراجة.



الشكل ٦ يؤثّر الاحتكاك الانزلاقي والاحتكاك التدحرجي في الدراجة الهوائية.

الاحتكاك الانزلاقي بين المكابح والعجلة هو الذي يؤدي إلى توقّف العجلة.

يؤثّر الاحتكاك التدحرجي بين الأرض وإطار العجلة عند دورانها.

تجربة

ملاحظة الاحتكاك

الخطوات

١. ضع قطعة من الصابون وممحاة ومفتاحًا بعضها جانب بعض على سطح دفترك.

٢. ارفع ببطء وبثبات طرف دفترك، ولاحظ ترتيب حركة الأجسام على الدفتر.

التحليل

١. أي الأجسام أعلاه كانت قوة الاحتكاك السكونية له أكبر، وأيها كانت له أقل؟ فسّر إجابتك.

٢. أي الأجسام تكون سرعة انزلاقه أكبر، وأيها أقل؟ فسّر إجابتك.

٣. كيف يُمكنك زيادة أو إنقاص قوة الاحتكاك بين سطحين؟

في المنزل

وعـادة تكون قـوة الاحتـكاك التدحرجي أقل كثيـرًا من قوة الاحتـكاك الانزلاقي للسـطحين نفسـيهما. وهذا يُفسّر سـهولة تحريك صندوق فوق عجلات، بالنسبة لسـحبه فوق سـطح الأرض مباشـرةً. يكون الاحتكاك التدحرجي بين الإطارات والأرض أقل من قوة الاحتكاك الانزلاقي بين الصندوق والأرض.

القانون الثاني لنيوتن في الحركة

القوة والتسـارع في أثناء جولتك للتسـوق في المراكز التجارية تحتاج إلى بذل قوة حتى تدفع العربة، أو توقفها، أو تغير اتجاهها. أيّهما أسهل: إيقاف عربة ممتلئة أم فارغـة، كما هو موضح في **الشـكل ٧**؟ يحدث التسـارع للجسـم في كل لحظة تزداد فيها سرعته أو تقل أو يتغير اتجاه حركته.

يربط القانون الثاني لنيوتن في الحركة بين محصلة القوة المؤثرة في جسم وتسارعه وكتلتـه. وينـص **القانون الثاني لنيوتـن في الحركـة** Newton's Second Law of Motion على أن تسـارع جسـم ما يسـاوي ناتج قسـمة محصلة القوة المؤثرة فيه علـى كتلتـه، ويكون اتجاه التسـارع فـي اتجاه القوة المحصلة. ويحسـب تسـارع الجسم باستخدام العلاقة الآتية:

معادلة القانون الثاني لنيوتن

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

$$\text{ت} = \frac{\text{ق}_{\text{محصلة}}}{\text{ك}}$$

الشكل ٧ القـوة اللازمة لتغييـر حركة جسم تعتمد على كتلته.
توقـع أيّ العربتيـن يسـهل إيقافها؟

حيث: ت هي التسارع، ك هي الكتلة، و قمحصلة هي القوة المحصلة.
ومن الممكن كتابة المعادلة السابقة على النحو الآتي:
القوة المحصلة (نيوتن) = الكتلة (كجم) × التسارع (م/ ث٢)

$$ق_{محصلة} = ك \times ت$$

ماذا قرأت؟ **ما هو القانون الثاني لنيوتن؟**

وحدات القوة تقاس القوة بوحدة تسمى "نيوتن" . وحيث إن الكتلة تقاس في النظام الدولي للوحدات بـ(كجم)، ووحدة التسارع (م/ ث٢)؛ لذا فإن ١ نيوتن يساوي ١ كجم.م/ ث٢ . ويُعرّف ١ نيوتن بأنه مقدار القوة المحصلة التي إذا أثرت في جسم كتلته ١ كجم أكسبته تسارعًا مقداره ١ م/ ث٢ .

الجاذبية

تعتبر قوة الجاذبية من أكثر القوى المألوفة لديك. فعندما تنزل تلًّا بدراجتك أو بزلاجة، أو تقفز داخل بركة فإن قوة الجاذبية الأرضية تسحبك باستمرار إلى أسفل. وقوة الجاذبية تجعل الأرض تدور حول الشمس، كما تجعل القمر يدور حول الأرض.

ما الجاذبية؟ هناك قوة جاذبية بين أي جسمين تسحب الأجسام بعضها في اتجاه بعض. وتعتمد قوة الجاذبية على كتلة كل من الجسمين، فتزداد بازدياد كتلتيهما وتنقص بنقصانها. كما تعتمد قوة الجاذبية على البعد بين الجسمين، فكلما زاد البعد تضعف هذه القوة ولكنها لا تنعدم.
فمثلًا هناك تجاذب بين جسمك والأرض، وكذلك بين جسمك والشمس. ورغم أن كتلة الشمس أكبر كثيرًا من كتلة الأرض إلّا أنه بسبب بعدها الكبير تكون قوة جذبها لجسمك ضعيفة جدًّا، في حين أن قوة جذب الأرض لجسمك تفوق قوة جذب الشمس له بمقدار ١٦٥٠ ضعفًا.

الوزن ما الذي يقيسه الميزان المنزلي عندما تقف عليه؟ إنه يقيس وزنك ويظهره لك مرتبطًا بالكتلة. ووزن Weight جسم ما هو مقدار قوة الجذب المؤثرة فيه. إن وزنك على سطح الأرض يساوي قوة الجذب بينك وبين الأرض، ويحسب الوزن على سطح الأرض باستخدام المعادلة التالية:
الوزن (نيوتن) = الكتلة (كجم) × تسارع الجاذبية الأرضية (م/ ث٢)

$$و = ك \times ٩,٨ \text{ م/ ث}^{٢}$$

حيث (و) الوزن بوحدة نيوتن، و(ك) الكتلة بوحدة كجم.

نيوتن والجاذبية

العالم إسحاق نيوتن هو أول مَن بيَّن أن الجاذبية قوة تجعل الأجسام تسقط في اتجاه الأرض وتجعل القمر يدور حول الأرض، وتجعل الكواكب تدور حول الشمس. وفي عام ١٦٨٧م نشر نيوتن كتابًا يتضمن قانون الجذب العام. يبين هذا القانون كيف نحسب قوة الجذب بين أي جسمين. وباستخدام قانون الجذب العام استطاع الفلكيون توضيح حركات الكواكب في النظام الشمسي، إضافة إلى حركات النجوم البعيدة والمجرّات.

جدول ١ : وزن شخص كتلته ٦٠ كجم على كواكب مختلفة		
المكان	الوزن بوحدة نيوتن (لكتلة ٦٠ كجم)	الوزن على الكوكب بالنسبة إلى الأرض
المريخ	٢٢١	٣٧,٧
الأرض	٥٨٨	١٠٠,٠
المشتري	١٣٩٠	٢٣٦,٤
بلوتو	٣٥	٥,٩

أما إذا وقفت على كوكب آخر غير الأرض فإن وزنك سيتغير، كما يبين **الجدول ١**. إن قوة الجذب بين جسمك والكوكب هي مقدار وزنك على سطحه.

الوزن والكتلة الوزن والكتلة كميتان مختلفتان؛ فالوزن قوة تقاس بوحدة نيوتن. فعندما تقف على الميزان المنزلي فإنك تقيس مقدار قوة جذب الأرض لجسمك؛ أما الكتلة فهي مقدار ما في الجسم من مادة، وتقاس بالكيلوجرام. وكتلة جسم ما ثابتة لا تتغير بتغير المكان، ولكن الوزن يتغير بتغير المكان. فمثلًا كتاب كتلته ١ كجم على سطح الأرض له الكتلة نفسها على سطح المريخ أو في أي مكان آخر. أما وزن الكتاب على الأرض فيختلف عن وزنه على المريخ؛ حيث يؤثر الكوكبان بقوتي جذب مختلفتين في الكتاب نفسه.

استخدام القانون الثاني لنيوتن

يستخدم هذا القانون في حساب تسارع الجسم، عندما تكون كتلته والقوة المؤثرة فيه معلومتين. تذكر أن التسارع يساوي ناتج قسمة التغير في السرعة المتجهة على التغير في الزمن، وبمعرفة تسارع الجسم يمكن تحديد التغير في سرعته المتجهة.

تجربة عملية
القانون الثاني لنيوتن
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

زيادة السرعة متى يُسبب تأثير قوة غير متزنة في جسم زيادةَ سرعته؟ عندما تؤثر قوة محصلة في جسم متحرك في اتجاه حركته فإن سرعته تتزايد. فمثلًا يبين **الشكل ٨** أن القوة تؤثر في اتجاه السرعة المتجهة للزلاجة، وهذا ما يجعل الزلاجة تتسارع، ومن ثم تزداد سرعتها المتجهة.

الشكل ٨ تتسارع الزلاجة عندما يكون اتجاه محصلة القوة المؤثرة فيها في اتجاه سرعتها المتجهة.

اتجاه القوة المحصلة المؤثرة في كرة ساقطة إلى أسفل نحو الأرض، يكون في نفس اتجاه سرعتها المتجهة، لذلك تزداد سرعة الكرة أثناء سقوطها.

نقصان السرعة إذا أثرت قوة محصلة في جسم في عكس اتجاه حركته فإن سرعته تتناقص. في **الشكل ٩** يزداد الاحتكاك بين الزلاجة والثلج عندما يضع الولد قدمه في الثلج، وتكون القوة المحصلة المؤثرة في الزلاجة ناتجة عن قوتي الوزن والاحتكاك. وعندما تصبح قوة الاحتكاك كبيرة بما يكفي، تصبح القوة المحصلة معاكسة لاتجاه السرعة المتجهة، مما يسبب نقصان سرعة الزلاجة.

الشكل ٩ تتباطأ الزلاجة عندما يكون اتجاه محصلة القوة المؤثرة فيها معاكسًا لاتجاه سرعتها المتجهة.

حساب التسارع يستخدم القانون الثاني لنيوتن لحساب التسارع. افترض مثلًا أنك تسحب صندوقًا كتلته ١٠ كجم بقوة محصلة مقدارها ٥ نيوتن، فيكون التسارع هو:

$$\text{ت} = \frac{\text{ق}_{\text{محصلة}}}{\text{ك}} = \frac{\text{٥ نيوتن}}{\text{١٠ كجم}} = \text{٠,٥ م/ث}^{٢}$$

سيبقى الصندوق متسارعًا بالمقدار نفسه ما دامت القوة المحصلة مؤثرة فيه. ولا يعتمد التسارع على السرعة التي يتحرك بها الصندوق، بل يعتمد على كتلته والقوة المحصلة المؤثرة فيه فقط.

الانعطاف عندما لا يكون اتجاه القوة المحصلة المؤثّرة في جسم متحرّك في اتجاه السرعة ولا معاكسًا لها يتحرّك الجسم عبر مسار منحنٍ، بدلًا من الحركة في خط مستقيم.

فعندما تقذف كرة السلة نحو السلة فإنها لا تتحرّك حركة مستقيمة، بل ينحني اتجاه حركتها نحو الأرض، كما في **الشكل ١٠**؛ فالجاذبية سحبت الكرة إلى أسفل؛ لذا لا ينطبق اتجاه القوة المحصلة على الكرة مع اتجاه سرعتها. ولهذا تتحرّك الكرة في مسارٍ منحنٍ.

الشكل ١٠ تؤثّر الجاذبية في الكرة بقوة تصنع زاوية مع سرعتها المتجهة، ممّا يجعل مسارها منحنيًا.

توقع كيف تكون حركة الكرة إذا قُذفت في اتجاه أفقي؟

الحركة الدائرية

يتحرّك الراكب في لعبة الدولاب الدوّار في مدينة الألعاب، في مسار دائري. ويُسمّى هذا النوع من الحركةِ الحركةَ الدائرية. والجسم المتحرّك في مسار دائري يتغيّر اتجاه حركته باستمرار، ممّا يعني أن الجسم يتسارع باستمرار. ووفق القانون الثاني لنيوتن فإن أي جسم يتحرّك بتسارع مستمر لا بد أن تؤثّر فيه قوة محصلة باستمرار.

ولكي يتحرّك الجسم حركة دائرية بسرعة ثابتة يجب أن تصنع القوة المحصلة المؤثّرة في الجسم زاويةً قائمة مع سرعته المتجهة. وعندما يتحرّك الجسم حركة دائرية فإن القوة المحصلة المؤثّرة في الجسم تُسمّى عندئذ القوةَ المركزيةَ، ويكون اتجاه القوة المركزية في اتجاه مركز المسار الدائري.

حلّ معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

تسارع سيارة: أثرت قوة محصلة مقدارها ٤٥٠٠ نيوتن في سيارة كتلتها ١٥٠٠ كجم. احسب تسارع السيارة.

الحل:

١ المعطيات: القوة المحصلة = ٤٥٠٠ نيوتن.

الكتلة (ك) = ١٥٠٠ كجم

٢ المطلوب: حساب التسارع (ت) = ؟ م/ ث^{٢}

٣ طريقة الحل: عوض المعطيات في المعادلة:

$$ت = \frac{ق_{محصلة}}{ك} = \frac{٤٥٠٠ \text{ نيوتن}}{١٥٠٠ \text{ كجم}} = ٣ \text{ م/ ث}^{٢}$$

٤ التحقق من الحل: أوجد حاصل ضرب الجواب الذي حصلت عليه في الكتلة ١٥٠٠ كجم. يجب أن يكون حاصل الضرب مساويًا مقدار القوة المعطى في السؤال: ٤٥٠٠ نيوتن.

مسائل تدريبية

١. دُفع كتاب كتلته ٠,٢ كجم على سطح طاولة. فإذا كانت القوة المحصلة المؤثرة في الكتاب تساوي ٠,١ نيوتن، فما تسارعه؟

٢. احسب القوة المحصلة المؤثرة في كرة بيسبول كتلتها ٠,١٥ كجم، إذا كانت تتحرك بتسارع ٤٠,٠ م/ ث^{٢}

الشكل ١١ كلما زادت سرعة انطلاق الكرة زاد بُعد مكان سقوطها، واذا كانت سرعة انطلاقها كبيرة جدًّا؛ عندئذ لن تصطدم الكرة بالأرض، وستواصل عملية دورانها حول الأرض.

حركة القمر الاصطناعي الأقمار الاصطناعية أجسام تدور حول الأرض. وبعضها يتخذ مدارات دائرية تقريبًا. والقوة المركزية المؤثّرة فيها هي قوة التجاذب بين الأرض والقمر الاصطناعي؛ حيث تؤثّر في القمر باستمرار نحو الأرض، وتُعد الأرض مركز مدار القمر الاصطناعي. والسؤال هو لماذا لا يسقط القمر الاصطناعي على الأرض كما تسقط كرة البيسبول؟ في الواقع يكون القمر الاصطناعي في حالة سقوط نحو الأرض، مثل كرة البيسبول تمامًا.

افترض الآن أن الأرض مستوية تمامًا، وتخيّل أنك تقذف كرة بيسبول بصورة أفقية. إن الجاذبية الأرضية سوف تؤثّر في الكرة وتجذبها نحوها، لذلك ستتحرّك في مسار منحنٍ فتسقط على الأرض. والآن افترض أنك قذفت الكرة بسرعة أكبر. ستنطلق الكرة وتتحرّك في مسار منحنٍ وتسقط ثانية على الأرض، إلاّ أن مكان سقوط الكرة في هذه المرّة سيكون أبعد من مكان سقوطها في الحالة الأولى. وكلما زادت سرعة انطلاق الكرة زاد بعد مكان سقوطها. ولنفترض أن سرعة انطلاقها كانت كبيرة جدًّا بحيث لم تجد مكانًا على الأرض لتسقط فيه، بمعنى أن مكان سقوطها المفترض تعدّى سطح الأرض، فماذا يحدث؟ عندئذ لن تصطدم الكرة بالأرض وبدلاً من ذلك ستواصل الكرة عملية سقوطها عن طريق الدوران حول الأرض، كما في **الشكل** ١١. إن الأرض تجذب الأقمار الاصطناعية نحوها مثلما تجذب كرة البيسبول تمامًا، غير أن الفرق بينهما أن السرعة الأفقية للقمر الاصطناعيّ كبيرة جدًّا مما يجعل انحناء مساره إلى أسفل مساويًا لانحناء سطح

الأرض، فيستقر القمر الاصطناعي في مدار ثابت حول الأرض ولا يسقط إلى أسفل. وتبلغ السرعة التي يتطلّبها انطلاق جسم من سطح الأرض لكي يتحرّك في مسار حولها ٨ كم/ ث، أو ٢٩٠٠٠ كم/ س. وذلك لوضع قمر اصطناعي في مداره، كما نحتاج إلى صواريخ لرفعه إلى الارتفاع المطلوب، ثم إكسابه السرعة التي تمكّنه من البقاء في مداره حول الأرض.

مقاومة الهواء

لعلك شعرت بدفع الهواء لك عندما تركض أو تركب دراجة، إن هذا الدفع يسمى مقاومة الهواء؛ وهو شكل من أشكال الاحتكاك الذي يؤثّر في الأجسام المتحرّكة في الهواء، وتزداد قوة احتكاك الهواء ـ التي يُطلق عليها أحيانًا مقاومة الهواء ـ بازدياد سرعة الجسم، كما أنها تعتمد أيضًا على شكل الجسم؛ فقطعة الورق المطوية تسقط بسرعة أكبر من سقوط ورقة منبسطة.

وعندما يسقط جسم من ارتفاع معين عن سطح الأرض يتسارع بسبب الجاذبية، وتزداد سرعته باستمرار، وفي الوقت نفسه تزداد قوة مقاومة الهواء له. وفي النهاية تصبح قوة مقاومة الهواء نحو الأعلى كبيرة بما يكفي لكي تتساوى مع قوة الجاذبية نحو الأسفل.

وعندما تُصبح مقاومة الهواء مساوية للوزن تصبح القوة المحصلة المؤثّرة في الجسم صفرًا. ووفق القانون الثاني لنيوتن، يصبح تسارع الجسم صفرًا أيضًا. لذا لن يكون هناك تزايد في سرعة الجسم، وعندما تكون مقاومة الهواء نحو الأعلى مساوية لقوة الجاذبية نحو الأسفل يسقط الجسم بسرعة ثابتة، وتُسمّى هذه السرعة الثابتة السرعةَ الحدّية.

الخلاصة

القوة

- القوة دفعٌ أو سحب.
- القوة المحصلة المؤثرة في جسم هي مجموع كل القوى المؤثرة فيه.
- من الممكن أن تكون القوى المؤثرة في جسم ما متزنة أو غير متزنة. وإذا كانت القوة متزنة فإن القوة المحصلة تساوي صفرًا.

القانون الأول لنيوتن في الحركة

- إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة في جسم ساكن تساوي صفرًا فإن الجسم يبقى ساكنًا. وإذا كان الجسم متحركًا في خط مستقيم فإنه يبقى متحركًا في خط مستقيم بسرعة ثابتة.

الاحتكاك

- الاحتكاك قوة تقاوم انزلاق سطح بالنسبة إلى سطح آخر ملامس له.
- يوجد ثلاثة أنواع للاحتكاك هي: السكوني، والانزلاقي، والتدحرجي.

القانون الثاني لنيوتن في الحركة

- وفقًا للقانون الثاني لنيوتن، تُعطى العلاقة بين القوة المحصلة المؤثرة في جسم وكتلته وتسارعه بالعلاقة:

$$\text{ق}_{\text{المحصلة}} = \text{ك} \times \text{ت}$$

الجاذبية

- قوة الجاذبية بين أي جسمين هي قوة تجاذب، وتعتمد على كتلة كل من الجسمين، وعلى المسافة بينهما.

استخدام القانون الثاني لنيوتن

- تزداد سرعة جسم متحرك إذا أثرت فيه قوة محصلة في اتجاه حركته.
- تتناقص سرعة جسم متحرك إذا أثرت فيه قوة محصلة في اتجاه معاكس لاتجاه حركته.
- يتغير مسار الجسم إذا كانت القوة المحصلة فيه تميل بزاوية على اتجاه حركته.

الحركة الدائرية

- في الحركة الدائرية بسرعة ثابتة، تسمى القوة المحصلة المؤثرة بالقوة المركزية، ويكون اتجاهها نحو مركز المسار الدائري.

اختبر نفسك

١. **وضح** ما إذا كانت هناك قوة محصلة تؤثر في سيارة تتحرك بسرعة ٢٠كم/ س وتنعطف إلى اليسار.

٢. **ناقش** لماذا جعل الاحتكاك استكشاف القانون الأول لنيوتن صعبًا؟

٣. **ناقش** هل يمكن لجسم أن يكون متحركًا إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفرًا؟

٤. **ارسم شكلًا** يبين القوى المؤثرة في راكب دراجة تتحرك بسرعة ٢٥ كم/ س على طريق أفقية.

٥. **حلّل** كيف يتغير وزنك باستمرار إذا كنت في مركبة فضائية تتحرك من الأرض في اتجاه القمر؟

٦. **وضح** كيف تعتمد قوة مقاومة الهواء لجسم متحرّك على سرعته؟

٧. **استنتج** اتجاه القوة المحصلة المؤثرة في سيارة تتناقص سرعتها وتنعطف إلى اليمين.

٨. **التفكير الناقد**

- بيِّن ما إذا كانت القوى المؤثرة متزنة أو غير متزنة لكل من الأفعال الآتية:

أ. تدفع صندوقًا حتى يتحرك.

ب. تدفع صندوقًا لكنه لم يتحرك.

جـ. تتوقف عن دفع صندوق فتتباطأ حركته.

- يدفع ثلاثة طلبة صندوقًا. ما الشروط الواجب توافرها لكي تتغير حركة الصندوق؟

تطبيق الرياضيات

٩. **حساب القوة المحصلة** ما القوة المحصلة المؤثرة في سيارة كتلتها ١٥٠٠ كجم تتحرك بتسارع ٠,٢م/ ث^{٢}؟

١٠. **حساب الكتلة** تتحرك كرة بتسارع مقداره ١٥٠٠م/ ث^{٢}، فإذا كانت القوة المحصلة المؤثرة فيها تساوي ٣٠٠ نيوتن، فما كتلتها؟

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

القانون الثالث لنيوتن

في هذا الدرس

الأهداف

- تُحدّد العلاقة بين القوى التي تؤثر بها بعض الأجسام في بعض.

الأهمية

- يمكن أن يوضّح القانون الثالث لنيوتن كيف تطير الطيور، وكيف تتحرّك الصواريخ.

مراجعة المفردات

القوة: الدفع أو السحب.

القوة المحصلة : هي مجموع القوى المؤثرة في جسم ما.

المفردات الجديدة

- القانون الثالث لنيوتن في الحركة

قوة الفعل وقوة رد الفعل

يفسّر القانونان الأول والثاني لنيوتن الكيفية التي تتغيّر بها حركة جسم ما. فإذا كانت القوى المؤثّرة في الجسم متزنة، أي أن القوة المحصلة المؤثّرة فيه تساوي صفرًا، فإنه إن كان ساكنًا يبقى ساكنًا، وإن كان متحرّكًا استمر في حركته بسرعة متجهة ثابتة. أمّا إذا كانت القوى غير متزنة فسوف يتسارع الجسم في اتجاه القوة المحصّلة. ويُستفاد من القانون الثاني لنيوتن في حساب تسارع الجسم، أو التغيّر في حركته، عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه معروفة.

أمّا القانون الثالث لنيوتن فيصف لنا شيئًا آخر يحدث عندما يؤثّر جسم بقوة في جسم آخر. افترض أنك تدفع حائطًا بيدك، فقد تندهش إذا علمت أن الحائط يدفعك أيضًا. فوفقًا **للقانون الثالث لنيوتن في الحركة** Newton's Third Law of Motion، تؤثّر القوى دائمًا في صورة أزواج متساوية مقدارًا ومتعاكسة اتجاهًا، فعندما تدفع الحائط بقوة ما فإن الحائط يدفعك بقوة مساوية لقوتك. وعمومًا إذا أثّر جسم بقوة في جسم آخر فإن الجسم الثاني يؤثّر في الجسم الأول بقوة مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه، كما يُبيّن **الشكل ١٢**.

الشكل ١٢ تدفع الرافعة السيارة إلى أعلى، بالقوة نفسها التي تدفع بها السيارة الرافعة إلى أسفل.

حدّد القوة الأخرى التي تؤثّر في السيارة.

الشكل ١٣ في هذا التصادم تؤثّر السيارة الأولى بقوة في السيارة الثانية، وتؤثّر السيارة الثانية بالقوة نفسها في السيارة الأولى، ولكن في اتجاه معاكس.

وضّح هل اكتسبت السيارتان التسارع نفسه؟

قوة الفعل ورد الفعل لا تُلغي إحداهما الأخرى القوى التي يؤثّر بها جسمان كل منهما في الآخر، كثيرًا ما يُطلق عليها اسم أزواج الفعل ورد الفعل. وقد يتبادر إلى ذهنك أنه بما أن قوة الفعل مساوية لقوة رد الفعل في المقدار، ومعاكسة لها في الاتجاه، فإن إحداهما تُلغي الأخرى؛ أي أن محصلتهما تساوي صفرًا. إلا أنه في الواقع لا تلغي إحداهما الأخرى؛ لأن كلًّا منهما تؤثّر في جسم مختلف عن الآخر. وقد تُلغي القوى بعضها بعضًا إذا كانت تؤثّر في جسم واحد.

فعلى سبيل المثال، تخيل أنك تقود سيارة ألعاب كهربائية، وتصادمت مع زميلك الذي يقود سيارة أخرى، كما في **الشكل ١٣** . عندما تصطدم السيارتان تدفع سيارتك السيارة الأخرى بقوة، ووفق القانون الثالث لنيوتن فإن السيارة الأخرى ستدفع سيارتك بقوة مساوية في المقدار، ومعاكسة لها في الاتجاه. وكذلك الحال عندما تقفز، فإنك تدفع الأرض بقوة إلى أسفل، فتدفعك الأرض إلى أعلى بقوة مساوية لقوتك، وهذه القوة هي التي تُمكّنك من القفز. ويُبيّن **الشكل ١٤** مثالاً آخر على أزواج الفعل ورد الفعل. كما يوضّح **الشكل ١٥** أمثلة أخرى على قوانين نيوتن في الحركة لبعض الأحداث الرياضية.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

كيف تطير الطيور؟

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت لتعرف معلومات حول طيران الطيور، والحيوانات الأخرى.

نشاط ارسم مخطّطًا يُبيّن القوى المؤثّرة في طير أثناء تحليقه.

الشكل ١٤ عندما يدفع الطفل الحائط برجليه فإن الحائط يدفع الطفل في الاتجاه المعاكس.

الربط مع علم الأحياء

تمثل حركة الطيور في أثناء تحليقها القانون الثالث لنيوتن، فهي تدفع الهواء بجناحيها إلى الخلف وإلى أسفل. ووفقًا للقانون الثالث لنيوتن، يدفع الهواء الطائر في عكس الاتجاه أي إلى الأمام وإلى أعلى. وتُبقي هذه القوةُ الطائرَ محلّقًا في الهواء.

قوانين نيوتن في عالم الرياضة

الشكل ١٥

على الرغم من أن قوانين نيوتن في الحركة غير جليّة، إلا أنها تظهر بوضوح دائمًا في عالم الرياضة.

فوفقًا للقانون الأول لنيوتن فإن كل جسم متحرّك يبقى متحرّكًا في خط مستقيم وسرعة ثابتة ما لم تؤثّر فيه قوة محصلة، وإذا كان الجسم ساكنًا فإنه يبقى ساكنًا ما لم تؤثّر فيه قوة محصلة. وينص القانون الثاني لنيوتن على أنه إذا أثّرت قوة محصلة في جسم ما فإنها تكسبه تسارعًا في اتجاهها. وينص القانون الثالث لنيوتن على أن لكل قوة فعل قوة رد فعل مساويًا له في المقدار، ومعاكسًا له في الاتجاه.

▲ القانون الأول لنيوتن

وفقًا للقانون الأول لنيوتن، لا يتحرّك الغطّاس بسرعة ثابتة في خط مستقيم، وذلك بسبب قوة الجاذبية الأرضية.

▶ القانون الثاني لنيوتن

بمجرد أن يضرب المضرب كرة الجولف يؤثّر فيها بقوة، فيحرّكها في اتجاه تلك القوة. وهذا مثال على القانون الثاني لنيوتن.

القانون الثالث لنيوتن ◀

يُطبّق القانون الثالث لنيوتن على الأجسام حتى وإن لم تتحرّك. هنا لاعب جمباز يدفع جهاز المتوازي بقوة إلى أسفل، فيؤثّر الجهاز في اللاعب بقوة مساوية لها نحو الأعلى.

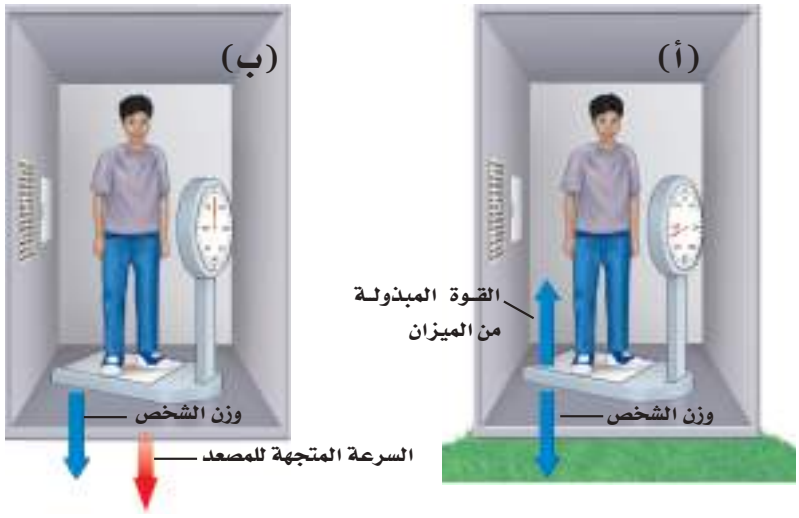
الشكل ١٦ القوة التي تؤثّر بها الأرض في قدميك تساوي القوة التي تؤثّر بها قدميك في الأرض. وإذا دفعت الأرض إلى الخلف بقوة أكبر فإن الأرض تدفعك إلى الأمام بقوة أكبر.

بيّن اتجاه القوة التي تدفعك بها الأرض في حال وقوفك عليها وقوفًا تامًّا.

التغيّر في الحركة يعتمد على الكتلة في بعض الأحيان، لا يكون من السهل ملاحظة آثار قوتي الفعل ورد الفعل؛ لأن أحد الجسمين ذو كتلة كبيرة، فيبدو أنه لا يتحرّك عندما تؤثّر فيه قوة، أي يكون قصوره كبيرًا جدًّا، أي أن ميله كبير للبقاء ساكنًا؛ لذا فإنها تتسارع قليلًا. وخير مثال على ذلك عندما تمشي إلى الأمام على سطح الأرض، كما في **الشكل ١٦**، فإنك تدفعها إلى الخلف، فتدفعك الأرض نحو الأمام. فكتلة الأرض كبيرة جدًّا بالمقارنة بكتلتك؛ لذا عندما تدفع الأرض بقدمك فإن تسارعها يكون صغيرًا جدًّا، وهذا التسارع من الصغر، بحيث لا يمكن ملاحظة التغيّر في حركة الأرض في أثناء السير.

إطلاق الصواريخ إن عملية إطلاق مكوك الفضاء مثال واضح على القانون الثالث لنيوتن؛ حيث تولد محرّكات الصاروخ الثلاثة القوة التي يُطلق عليها اسم قوة الدفع، وهي التي تعمل على انطلاق الصاروخ ورفعه. فعندما يشتعل الوقود تتولّد غازات ساخنة، فتصطدم جزيئات الغاز بجدران المحرّك الداخلية، كما في **الشكل ١٧**، فتؤثّر الجدران فيها بقوة تدفعها إلى أسفل المحرك. ووفق القانون الثالث لنيوتن في الحركة، فإن قوة الدفع إلى أسفل هي قوة الفعل، أمّا قوة رد الفعل فهي دفع جزيئات الغاز لمحرّك الصاروخ إلى أعلى. وقوة الدفع هذه هي التي تعمل على انطلاق الصاروخ إلى أعلى.

الشكل ١٧ يُفسّر القانون الثالث لنيوتن حركة الصاروخ. يدفع الصاروخ جزيئات الغاز إلى أسفل، فتدفع جزيئات الغاز الصاروخ إلى أعلى.



الشكل ١٨ سواءً أكنت واقفًا على الأرض، أو ساقطًا نحوها، لا تتغيّر قوة الجاذبية المؤثرة في جسمك، في حين يُمكن أن يتغير وزنك الذي تقيسه بالميزان.

انعدام الوزن

لعلك شاهدت صورًا لحركة رواد فضاء يسبحون داخل المكوك الفضائي وهو يدور حول الأرض. نقول في هذه الحالة، إن رواد الفضاء يعانون من حالة انعدام الوزن، كما لو كانت جاذبية الأرض لا تؤثّر فيهم. ومع ذلك فإن قوة جاذبية الأرض للمكوك وهو في مداره تساوي ٩٠ ٪ من قوة جاذبيتها له وهو على سطح الأرض. تُستخدم قوانين نيوتن في الحركة لتفسير حالة طفو رواد الفضاء، وكأنه لا توجد قوًى تؤثّر فيهم.

قياس الوزن فكّر في الطريقة التي تقيس بها وزنك. عندما تقف على الميزان تؤثّر فيه بقوة، فيتحرّك مؤشر الميزان ليُبيّن وزنك، وفي الوقت نفسه ومن خلال القانون الثالث لنيوتن يؤثّر الميزان في جسمك بقوة نحو الأعلى مساوية لوزنك، كما في **الشكل** (١٨، أ). وهذه القوة توازن قوة الجاذبية المؤثّرة فيك نحو الأسفل.

السقوط الحر وانعدام الوزن افترض الآن أنك تقف على ميزان داخل مصعد يسقط نحو الأسفل. كما يُبيّن **الشكل** (١٨، ب). الجسم الساقط سقوطًا حرًّا هو الجسم الذي يتأثّر بقوة واحدة فقط، هي قوة الجاذبية الأرضية. وفي داخل المصعد الساقط سقوطًا حرًّا يكون جسمك والميزان أيضًا في حالة سقوط حر؛ لأن القوة الوحيدة المؤثّرة في جسمك هي الجاذبية؛ لذا لا يؤثّر الميزان بدفع إلى أعلى في جسمك، وفق القانون الثالث لنيوتن. وجسمك لا يؤثّر في الميزان بقوة إلى أسفل، لذلك يُشير مؤشر الميزان إلى الصفر، وتبدو وكأنك عديم الوزن، فانعدام الوزن يحدث في حالة السقوط الحر، عندما يبدو وزن الجسم صفرًا.

في الحقيقة لستَ عديم الوزن في أثناء السقوط الحر؛ لأن الأرض ما زالت تجذب جسمك نحو الأسفل، إلاّ أن عدم وجود جسم ما كالكرسي يؤثّر في جسمك بقوة نحو الأعلى يجعلك تشعر أنك لا وزن لك.

انعدام الوزن في المدار لفهم كيفية حركة الأجسام داخل مكوك فضاء يتحرّك في مداره حول الأرض، تخيّل أنك تحمل بيدك كرة داخل مصعد يسقط سقوطًا حرًّا بتسارع

تجربة

قياس زوجي القوة

الخطوات

١. اعمل في مجموعات ثنائية، ويحتاج كل شخص إلى ميزان نابضي.

٢. ثبّت خطافي الميزانين معًا، واطلب إلى زميلك أن يسحب أحدهما، على أن تسحب الميزان الآخر في الوقت نفسه، وسجّل قراءة كل من الميزانين. ليسحب كل منكما بقوة أكبر. ثم سجّل القراءتين الجديدتين.

٣. تابع السحب، وسجّل القراءتين في كل مرّة.

٤. حاول أن تسحب، بحيث تكون قراءة ميزانك أقل من قراءة ميزان زميلك.

التحليل

١. ماذا تستنتج من القراءات التي سجلتها عن كل زوج قوى؟

٢. اشرح كيف توضّح التجربة القانون الثالث لنيوتن؟

يساوي تسارع الجاذبية الأرضية، فإذا تركت الكرة فسوف تلاحظ أنها ستبقى بالنسبة إليك وإلى المصعد في موضعها حيث تركتها؛ لأنها تتحرّك بسرعة تساوي سرعتك وسرعة المصعد. وإذا دفعت الكرة دفعة خفيفة إلى الأسفل، فستضاف هذه القوة إلى قوة الجاذبية على الكرة. ووفق القانون الثاني لنيوتن سوف يزداد تسارعها، وفي أثناء دفعك لها سيكون تسارع الكرة أكبر من تسارعك أنت والمصعد. وهذا يجعلها تزيد من سرعتها بالنسبة إلى سرعتك والمصعد. وتستمر في حركتها إلى أن تصطدم بأرضية المصعد. يكون المكوك الفضائي في أثناء حركته في مداره حول الأرض في حالة سقوط حر، هو وكافة الأجسام داخله؛ حيث يسقط في مسار منحنٍ بدلًا من السقوط في خط مستقيم نحو الأرض. ونتيجة لذلك تبدو الأجسام داخله وكأنها في حالة انعدام الوزن (انعدام ظاهري للوزن)، كما في **الشكل ١٩**. و دَفعةٌ خفيفة تُحرّك الجسمَ بعيدًا داخل المكوك، تمامًا مثل دفع الكرة داخل المصعد الساقط سقوطًا حرًّا.

الشكل ١٩ تبدو هذه الحبات من البرتقال وكأنها عائمة بسبب سقوطها حول الأرض بسرعة المكوك والرواد فيه، ونتيجة لذلك فهي لا تتحرّك بالنسبة إلى الرواد في حجرة المكوك.

مراجعة الدرس ٢

الخلاصة

الفعل ورد الفعل

- **ينص القانون الثالث لنيوتن على أنه إذا أثّر جسم بقوة في جسم آخر فإن الجسم الثاني يؤثّر في الجسم الأول بقوة مساوية لها في المقدار، ومعاكسة لها في الاتجاه.**
- **أي القوتين في زوج القوى يمكن أن تكون هي الفعل أو رد الفعل؟**
- **لا تُلغي أزواج قوتا الفعل ورد الفعل إحداهما الأخرى؛ عندما تؤثّران في جسمين مختلفين.**
- **عندما تؤثّر قوتا الفعل ورد الفعل في جسمين فإن تسارع كل منهما يعتمد على كتلته.**

انعدام الوزن

- **يكون الجسم في حالة سقوط حر إذا كانت قوة الجاذبية الأرضية هي القوة الوحيدة المؤثّرة فيه في أثناء سقوطه.**
- **تحدث حالة انعدام الوزن في السقوط الحر، فيبدو الجسم كما لو كان لا وزن له.**
- **الأجسام التي تدور حول الأرض يبدو أنها بلا وزن؛ لأنها تسقط سقوطًا حرًّا، عبر مسار منحنٍ يُحيط بالأرض.**

اختبر نفسك

١. **أوجد** مقدار القوة التي يؤثّر بها لوح التزلج فيك إذا كانت كتلتك ٦٠ كجم، وقوتك التي تؤثّر بها ٦٠ نيوتن.

٢. **فسّر** لماذا يتحرّك القارب إلى الخلف عندما تقفز منه في اتجاه الرصيف؟

٣. **بيّن** قوتي الفعل ورد الفعل عندما تطرُق مسمارًا بواسطة مطرقة.

٤. **استنتج** افترض أنك تقف على مزلاج، ويقف طفل كتلته نصف كتلتك على مزلاج آخر، ودفع كل منكما الآخر بقوة، فأيّكما يكون تسارعه أكبر؟ وما نسبة تسارع الطفل إلى تسارعك؟

٥. **التفكير الناقد** افترض أنك تتحرّك داخل طائرة في أثناء طيرانها. استخدم القانون الثالث لنيوتن لوصف تأثير حركتك في الطائرة.

تطبيق الرياضيات

٦. **حساب التسارع** أثّر شخص يقف على متن زورق بقوة مقدارها ٧٠٠ نيوتن لقذف المرساة جانبيًّا. احسب تسارع الزورق إذا كانت كتلته مع الشخص تساوي ١٠٠ كجم.

نمذجة الحركة في بُعْدَين

الأهداف

- **تحرّك** المزلاج على الأرض باستخدام قوتين.
- **تقيس** السرعة التي يتحرّك بها المزلاج.
- **تحدّد** سهولة التغيّر في الاتجاه.

المواد والأدوات

شريط لاصق، ساعة إيقاف، أو تطبيق بأحد الجوالات أو (ساعة رقمية)*، شريط متري، ميزانان نابضيان بتدريج نيوتن، طبق بلاستيكي، كرة جولف، تنس طاولة*.

* مواد بديلة.

إجراءات السلامة

سؤال من واقع الحياة

الحركة مظهر عام من مظاهر الحياة، ونحن نرى الأجسام من حولنا تتحرك بطرائق مختلفة.

ولا تقتصر حركة الأجسام على بُعد واحد في حركتها، فكثيرًا ما تتحرك الأجسام في بُعدَين أو أكثر، ومن أمثلتها، حركة السيارة وهي تصعد منحدرًا أو تنزل منه، فهي في هذه الحالة تقطع مسافة أفقية وأخرى رأسية في الوقت نفسه، ومن ذلك أيضًا حركة الأجسام المقذوفة بزاوية تحت تأثير الجاذبية الأرضية. ومن الأمثلة الشائعة على ذلك إطلاق القذائف من فوهة دبابة مائلة بزاوية معينة، وحركة كرة السلة في أثناء مسارها لتسقط في السلة.

تكوين فرضية

كيف يمكنك جمع القوى لكي تتحرّك في مسار مستقيم أو في مسار قطري، أو حول الزوايا، ضع كرة الجولف فوق المزلاج (الطبق البلاستيكي)، ثم كوّن مسارًا على الأرض باستخدام الشريط اللاصق، ثم صمّم خطة لنقل كرة الجولف عبر هذا المسار باستخدام المزلاج البلاستيكي، شريطة ألا تسقط الكرة من فوقها.

اختبار فرضية

تصميم خطة

١. **حدّد** المسار على أرضية الغرفة بحيث يتضمّن اتجاهين على الأقل، كأن يكون مرة إلى الأمام، ثم إلى اليمين.

٢. **صل** الميزانين النابضيين بالمزلاج، بحيث يُسحب أحدهما إلى الأمام باستمرار، كأن يكون موجهًا نحو باب الغرفة بشكل دائم، والثاني يؤثّر بشكل جانبي، وقد يلزم أن تكون قوة سحب النابض الثاني صفرًا في بعض الأحيان، إلا أنه لا يؤثر بقوة دفع على المزلاج.

٣. **كيف** تكون حركة يدك على طول المسار القطري وعند المنحنيات؟

٤. **كيف** تقيس السرعة؟

٥. **جرّب** باستخدام المزلاج كم يكون صعبًا عليك أن تسحب جسمًا بسرعة محدّدة مع وجود احتكاك؟ وكيف تُحقّق تسارعًا؟ وهل يمكنك التوقّف بصورةٍ مفاجئة دون سقوط الكرة عن المزلاج؟ أم أن عليك تقليل السرعة تدريجيًّا؟

٦. **اكتب** خطة لتحريك كرة الجولف، بسحبها إلى الأمام فقط، أو في اتجاه جانبي، وتأكد من فهمك للخطة بصورة جيدة، واهتم بالتفاصيل جميعها.

تنفيذ الخطة

١. تأكّد أن معلمك اطّلع على خطتك وأقرها.

٢. **حرّك** كرة الجولف على طول المسار الذي حدّدته.

٣. **عدّل** خطتك كلما لزم الأمر.

٤. **نظّم** بياناتك، فسوف تعود إليها عدة مرات خلال الفصل، ودوّنها في دفترك.

٥. **اختبر** نتائجك باستخدام مسار جديد.

تحليل البيانات

١. كيف كان الفرق بين مساري الحركة؟ وكيف أثّر ذلك في قوتي السحب؟

٢. كيف فصلت بين المتغيّرات في التجربة؟ وكيف تحكّمت فيها؟

٣. هل كانت فرضياتك مدعومة بالبيانات؟ وضّح ذلك.

الاستنتاج والتطبيق

١. ماذا حدث عندما جُمعت قوتان متعامدتان؟

٢. لو قمت بسحب المزلاج في الاتجاهات الأربعة، هل يتحرّك المزلاج على سطح الأرض؟ ضع فرضية جديدة لتفسير إجابتك.

الوسائد الهوائية أكثر أمانًا

بعد الشكاوى والإصابات بسبب حوادث السيارات، جاءت وسائد الأمان الهوائية لتساعد الركاب جميعهم.

بينما تقود سيارتك، قد تقف سيارة أمامك فجأة، فتسمع أصوات تصادم السيارات، وتجد حزام الأمان يثبّتك بقوة في مقعدك، ووالدتك إلى جوارك مغطاة، ليس بالدم ولله الحمد، وإنما بوسادة بيضاء! وبحول الله تعالى، ساعد حزام الأمان ووسادة الأمان الهوائية على التقليل كثيرًا من حجم الأذى والضرر الذي كان سيصيبكما.

تدافع الفشار

لقد أنقذت الوسائد الهوائية – بإذن الله – آلاف الناس منذ عام ١٩٩٢م. وهي تشبه – في عملها – عددًا كبيرًا من حبوب الذرة الصفراء التي يُصنَع منها الفشار، حيث تتفرقع وتتمدّد إلى حجم يساوي أضعاف حجمها الأصلي. ولكن الوسائد الهوائية تختلف عن حبات الفشار؛ حيث لا تتمدد المادة داخلها بتأثير الحرارة، بل يحدث تفاعل كيميائي مع الاصطدام، فيتولّد غاز يتمدد في جزء من الثانية، فينفخ الوسادة لتُصبح مثل البالون، فتحمي السائق، وربما الشخص الجالس إلى جواره. كما أن الوسادة تُفرغ هواءها بسرعة فلا تحتجز الركاب في السيارة.

نيوتن والوسادة الهوائية

عندما تسافر في سيارة فإنك تتحرك بالسرعة ذاتها التي تتحرك بها السيارة، مهما بلغت سرعتها. ووفقًا لقانون نيوتن الأول، فإنك في حالة حركة، وستستمرُّ في حركتك ما لم تؤثر فيك قوة، مثل حادث تتعرّض له السيارة – لا قدّر الله.

إن الحادث يوقف السيارة، لكنه لا يوقفك في الحال، فتستمر في حركتك. فإذا كانت السيارة لا تحتوي على وسائد هوائية، أو لم تكن قد وضعت حزام الأمان، فإنك سترتطم – لا قدّر الله – بمقود السيارة، أو بالزجاج الأمامي، أو بالمقعد الأمامي إذا كنت تجلس في المقعد الخلفي. وسيكون ارتطامك بها بسرعة السيارة قبيل وقوع الحادث. أمّا إذا فُتحت الوسائد الهوائية وانتفخت فإنها ستعمل على تخفيف سرعتك تدريجيًّا، مما يقلّل من القوة المؤثّرة فيك، فلا يُصيبك أذى – بإذن الله تعالى.

يُجرى اختبار للسرعة التي تنفتح عندها الوسادة الهوائية

قياس أمسك ورقة كرتون على بعد ٢٦ سم أمامك. استخدم مسطرة لقياس المسافة. هذه هي المسافة التي يجب أن تكون بين صدر السائق ومقود السيارة حتى تكون الوسادة الهوائية آمنة. أخبر الذين يقودون السيارات من أفراد عائلتك بمسافة الأمان هذه.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

دليل مراجعة الفصل ١٠

مراجعة الأفكار الرئيسة

الدرس الأول القانونان الأول والثاني لنيوتن في الحركة

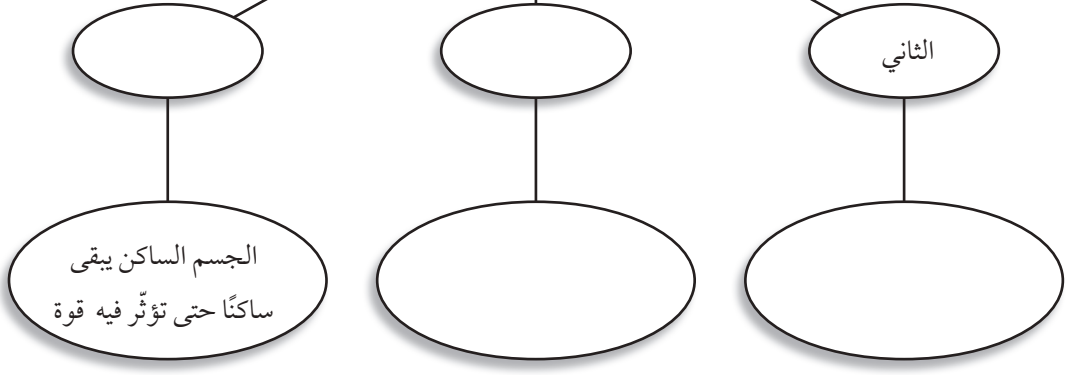
١. القوة إمّا دفع أو سحب.
٢. ينص القانون الأول لنيوتن على أن الجسم المتحرّك يميل إلى البقاء متحركًا، والجسم الساكن يميل إلى البقاء ساكنًا ما لم تؤثّر فيه قوة محصلة لا تساوي صفرًا.
٣. الاحتكاك قوة معيقة للحركة تؤثّر بين الجسمين المتلامسين.
٤. ينص القانون الثاني على أن الجسم المتأثّر بقوة محصلة يتسارع في اتجاه هذه القوة.
٥. يعطى التسارع الناتج عن محصلة قوى (ق) بالعلاقة التالية: ت = ق محصلة / ك.
٦. تعتمد قوة التجاذب بين جسمين على كتلتيهما، والبعد بينهما.
٧. يتأثر الجسم في الحركة الدائرية بقوة تتجه باستمرار نحو مركز الحركة.

الدرس الثاني القانون الثالث لنيوتن

١. تكون القوى التي يؤثّر بها جسمان كل منهما في الآخر متساوية مقدارًا، ومتعاكسة اتجاهًا.
٢. الفعل وردّ الفعل قوتان لا تلغي إحداهما الأخرى؛ عندما تؤثّران في جسمين مختلفين.
٣. تبدو الأجسام في مدارها حول الأرض في حالة انعدام الوزن؛ لأنها في حالة سقوط حر مستمر حول الأرض.

تصور الأفكار الرئيسة

انسخ الخريطة المفاهيمية الآتية التي تتعلّق بقوانين نيوتن، ثم أكملها:



استخدام المفردات

مـا الفروق بين المفردات فـي كل مجموعة من المجموعات الآتية؟

١. القوة – القصور الذاتي – الوزن

٢. القانـون الأول لنيوتـن فـي الحركـة – القانـون الثالـث لنيوتن في الحركة.

٣. الاحتكاك – القوة.

٤. القوة المحصلة – القوى المتزنة.

٥. الوزن – انعدام الوزن.

٦. القوى المتزنة – القوى غير المتزنة.

٧. الاحتكاك – الوزن.

٨. القانون الأول لنيوتن في الحركة – القانون الثاني لنيوتن في الحركة.

٩. الاحتكاك – القوى غير المتزنة.

١٠. القوة المحصلة – القانون الثالث لنيوتن.

تثبيت المفاهيم

اختر الكلمة أو الجملة المناسبة لكل سؤال:

١١. ما الذي يتغيّر عندما تؤثّر قوى غير متزنة في جسم؟

أ. الكتلة ج. القصور الذاتي

ب. الحركة د. الوزن

١٢. أي مما يأتي يبطئ انزلاق كتاب على سطح طاولة؟

أ. الجاذبية ج. الاحتكاك السكوني

ب. الاحتكاك الانزلاقي د. القصور الذاتي

١٣. إذا كنـت راكبًـا دراجة، ففـي أي الحـالات الآتية تكون القوى المؤثرة في الدراجة متزنة؟

أ. عندما تتسارع الدراجة.

ب. عندما تنعطف بسرعة مقدارها ثابت.

ج. عندما تتباطأ الدراجة.

د. عندما تتحرّك بسرعة ثابتة.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال ١٤.

١٤. إذا قـام طالبـان بدفع الصندوق من اليسـار إلى اليمين، في حين دفع طالب واحد من اليمين إلى اليسـار، فبأي اتجاه يتحرّك الصندوق؟

أ. إلى أعلى ج. إلى أسفل

ب. إلى اليسار د. إلى اليمين

١٥. أي مما يلي يمثل وحدة النيوتن؟

أ. م/ ث^{٢} ج. كجم.م/ ث

ب. كجم.م/ ث^{٢} د. كجم/ م

١٦. أي مما يأتي دفع أو سحب؟

أ. القوة ج. التسارع

ب. الزخم د. القصور الذاتي

١٧. في أي اتجاه يتسارع جسم تؤثّر فيه قوة محصلة؟

أ. في اتجاه يميل بزاوية على اتجاه القوة.

ب. في اتجاه القوة.

ج. في اتجاه يعاكس اتجاه القوة.

د. في اتجاه قوة عمودية.

التفكير الناقد

١٨. **وضّح** لماذا تزداد سرعة عربة التزلج مع نزولها تلًّا مغطًّى بالثلج، على الرغم من عدم وجود من يدفعها؟

١٩. **وضّح** قُذفت كرة بسرعة ٤٠ كم/ س في اتجاه الشرق، فارتدت عن حائط بسرعة ٤٠ كم/ س في اتجاه الغرب. هل تتسارع الكرة؟

٢٠. **كوّن فرضية** عادة ما تكون قوة الفعل وقوة رد الفعل غير ملاحظتين؛ عندما تكون الأرض أحد الجسمين. فسّر لماذا لا تكون القوة المؤثرة في الأرض واضحة؟

٢١. **حدّد** وقفت سيارة على تلّ، ثم بدأت الحركة بتسارع إلى أن وصلت إلى سرعة معينة، ثم تحرّكت بسرعة ثابتة فترة من الزمن، ثم بطؤت حركتها. اشرح كيف أثّر كل مما يأتي في السيارة: الاحتكاك السكوني، الاحتكاك الانزلاقي، الاحتكاك التدحرجي، مقاومة الهواء.

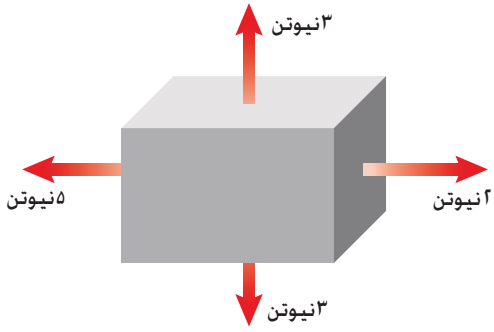
٢٢. **استنتج** ضرب لاعب القرص في لعبة الهوكي، فانزلق على الجليد بسرعة ثابتة. هل القوة هي التي جعلته يستمرّ في حركته؟ وضح إجابتك.

٢٣. **استنتج** يصف القانون الثالث لنيوتن القوى بين جسمين متصادمين. استخدم هذا القانون لتوضيح القوى المؤثّرة عندما تضرب بقدمك كرة قدم.

٢٤. **تعرّف السبب والنتيجة** استخدم القانون الثالث لنيوتن في تفسير تسارع الصاروخ عند انطلاقه.

٢٥. **توقّع** كرتان متماثلتان في الحجم والشكل، كتلة إحداهما ضعف كتلة الأخرى. أي الكرتين تواجه قوة مقاومة هواء أكبر عندما تصل سرعة كل منهما إلى السرعة الحدّية؟

استخدم الشكل الآتي في حل سؤال ٢٦.



٢٦. في **الشكل** أعلاه، هل القوى المؤثّرة في الصندوق متزنة؟ وضّح ذلك.

أنشطة تقويم الأداء

٢٧. **عرض شفهيًا** ابحث حول أحد قوانين نيوتن في الحركة، وحضّر عرضًا شفهياً. وقدّم أمثلة على القانون. قد تحتاج إلى استخدام وسائل بصرية معينة.

٢٨. **الكتابة بلغة علمية** صمّم تجربة حول قوانين نيوتن في الحركة. ووثّق تصميمك باستخدام العناوين الآتية: اسم التجربة؛ أسماء شركائك في التجربة؛ الفرضيات؛ المواد والأدوات؛ إجراءات التجربة؛ البيانات؛ النتائج؛ الاستنتاج.

تطبيق الرياضيات

٢٩. **التسارع** إذا أثّرتَ بقوة محصلة مقدارها ٨ نيوتن في جسم كتلته ٢ كجم فاحسب تسارع الكتلة.

٣٠. **القوة** إذا دفعت الجدار بقوة تساوي ٥ نيوتن فما مقدار القوة التي يؤثّر بها الحائط في يديك؟

٣١. **القوة المحصلة** إذا تحرك جسم كتلته ٤, ٠ كجم بتسارع مقداره ٢ م/ ث^{٢} فاحسب القوة المحصلة المؤثّرة فيه.

٣٢. **الاحتكاك** إذا دُفع كتاب كتلته ٢ كجم على سطح طاولة بقوة مقدارها ٤ نيوتن فاحسب قوة الاحتكاك المؤثّرة في الكتاب إذا كان تسارعه ٥, ١ م/ ث^{٢}.

الجزء الأول أسئلة الاختيار من متعدد

دوِّن إجاباتك في ورقة الإجابة التي يزودك معلمك بها.
اختر الإجابة الصحيحة في كل مما ياتي:

١. ما الكمية التي تساوي حاصل قسمة المسافة المقطوعة على الزمن المستغرق؟

أ. تسارع ج. سرعة

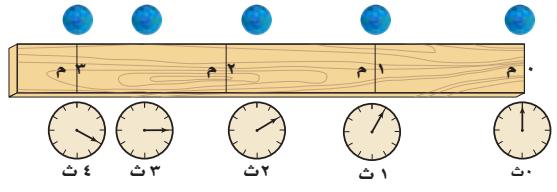
ب. سرعة متجهة د. قصور ذاتي

٢. ينتشر الصوت بسرعة ٣٣٠ م/ ث. ما الزمن اللازم لسماع صوت رعد إذا قطع مسافة ١٤٨٥ م؟

أ. ٤٥ ثانية ج. ٤٩٠٠ ثانية

ب. ٤,٥ ثانية د. ٠,٢٢ ثانية

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين ٣،٤.



٣. في أي الفترات الزمنية كانت السرعة المتوسطة للكرة أكبر؟

أ. بين صفر و ١ ثانية ج. بين ٢ و ٣ ثانية

ب. بين ١ و ٢ ثانية د. بين ٣ و ٤ ثانية

٤. ما السرعة المتوسطة للكرة؟

أ. ٠,٧٥ م/ ث ج. ١٠ م/ ث

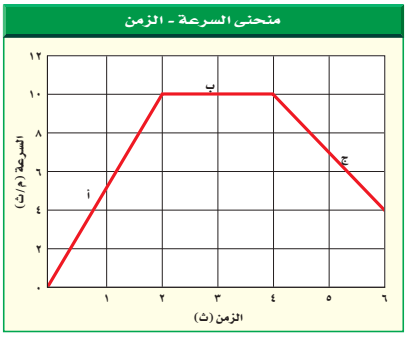
ب. ١ م/ ث د. ١,٣ م/ ث

٥. أي مما يأتي يحدث عندما يتسارع جسم؟

أ. تتزايد سرعته ج. يتغير اتجاه حركته

ب. تتناقص سرعته د. جميع ما سبق

استعمل المنحنى البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة من ٦ - ٨.



٦. ما التسارع في الفترة الزمنية من ٠ إلى ٢ ثانية؟

أ. ١٠ م/ ث^{٢} ج. ٠ م/ ث^{٢}

ب. ٥ م/ ث^{٢} د. -٥ م/ ث^{٢}

٧. في أي الفترات الزمنية الآتية كانت سرعة الجسم منتظمة؟

أ. بين ١ و ٢ ثانية ج. بين ٤ و ٥ ثوان

ب. بين ٢ و ٤ ثوان د. بين ٥ و ٦ ثوان

٨. ما التسارع في الفترة الزمنية من ٤ إلى ٦ ثوان؟

أ. ١٠ م/ ث^{٢} ج. ٦ م/ ث^{٢}

ب. ٤ م/ ث^{٢} د. -٣ م/ ث^{٢}

٩. سقطت تمرة عن نخلة، وتسارعت بمقدار ٩,٨ م/ ث^{٢} فلامست الأرض بعد ١,٥ ثانية. ما السرعة التي لامست بها التمرة الأرض تقريبًا؟

أ. ٩,٨ م/ ث ج. ١٤,٧ م/ ث

ب. ٢٠ م/ ث د. ٣٠ م/ ث

١٠. أي الأوصاف الآتية لقوة الجاذبية غير صحيح؟

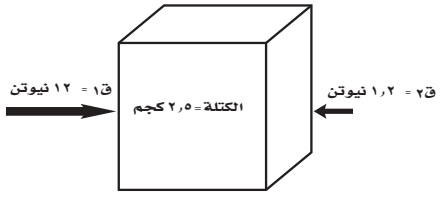
أ. تعتمد على كتلة كل من الجسمين.

ب. قوة تنافر.

ج. تعتمد على المسافة بين الجسمين.

د. توجد بين جميع الأجسام.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال ١١



١١. ما مقدار تسارع الصندوق؟

أ. ٢٧ م/ ث^{٢}
ب. ٣, ٤ م/ ث^{٢}
ج. ٨, ٤ م/ ث^{٢}
د. ٤٨, ٠ م/ ث^{٢}

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين ١٢ و ١٣

كتلة بعض الأجسام الشائعة	
الجسم	الكتلة (جم)
كوب	٣٨٠
كتاب	١١٠٠
علبة	٢٤٠
مسطرة	٢٥
دباسة	٦٢٠

١٢. أي الأجسام السابقة له تسارع = ٨٩, ٠ م/ ث^{٢} إذا قمت بدفعه بقوة ٥٥, ٠ نيوتن؟

أ. الكتاب
ب. العلبة
ج. المسطرة
د. المكبس

١٣. أي الأجسام السابقة له أكبر تسارع إذا قمت بدفعه بقوة ٢, ٨ نيوتن؟

أ. العلبة
ب. المكبس
ج. المسطرة
د. الكتاب

الجزء الثاني أسئلة الإجابات القصيرة

دوِّن إجاباتك في ورقة الإجابة التي يزودك معلمك بها.

١٤. ما سرعة حصان سباق يقطع مسافة ١٥٠٠ متر خلال ١٢٥ ثانية؟

١٥. تحركت سيارة مدة ٥, ٥ ساعة بسرعة متوسطة مقدارها ٧٥ كم / س. ما المسافة التي قطعتها؟

١٦. تحركت رزان مسافة ٢ كم شمالًا، ثم مسافة ٢ كم شرقًا، ثم مسافة ٢ كم جنوبًا، ثم مسافة ٢ كم غربًا. ما المسافة الكلية التي قطعتها؟ وما إزاحتها؟

١٧. هل يعتمد التسارع على سرعة الجسم؟ فسر إجابتك.

الجزء الثالث أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين ١٨، ١٩.

١٨. صف حركة الكرة من حيث سرعتها، وسرعتها المتجهة، وتسارعها.

١٩. في أي جزء من حركة الكرة كان تسارعها موجبا؟ في أي جزء من حركتها كان تسارعها سالبًا؟ فسّر ذلك.

٢٠. عندما يدور رواد الفضاء في سفينة الفضاء حول الأرض فإنهم يسبحون داخل السفينة بسبب انعدام الوزن. وضّح هذا التأثير.

الكهرباء والمغناطيسية

ما العلاقة بين الرادار والفشار؟

أنظمة الرادار كتلك الموضّحة في صورة غرفة التحكّم الحديثة الخاصة بالملاحة الجوية تستخدم موجات الراديو للكشف عن الأجسام. وقد تم توليد هذه الموجات في أربعينيات القرن الماضي بواسطة جهاز يُسمّى الماجنترون. ففي أحد الأيام بينما كان أحد المهندسين العاملين في مشروع أنظمة الرادار واقفًا بالقرب من الماجنترون، إذ لاحظ انصهار قطعة حلوى من السكاكر كانت في جيبه، فثارت دهشته، فأحضر المهندس بعدها كمية من بذور الذرة، ووضعها بالقرب من الماجنترون. وكما توقّع، سرعان ما بدأت بذور الذرة في الانتفاخ إلى أن تفرقعت مكوّنة الفشار. وعندها أدرك المهندس أن لموجات الميكروويف القصيرة القدرة على تحريك الجزيئات في المادة الغذائية بسرعة كافية لرفع درجة حرارتها. وبعدها استُخدم الماجنترون في أفران الميكروويف المنتشرة حول أرجاء العالم الآن، حيث تُستخدم في تحضير وتسخين العديد من الأطعمة.

مشاريع الوحدة

ارجع إلى المواقع للبحث عن أفكار أو موضوعات لمشروع ترغب في تنفيذه. وهذه بعض المشاريع المقترحة:

- **المهن** ابحث عن مهنة المهندس الكهربائي، وحدد مجالات عمله، وأهمية دوره في المجتمع.
- **التقنية** اكتشف كيف تُصنع المغانط الكهربائية، ثم اصنع مغناطيسًا، وجربه لتلاحظ المجالات المغناطيسية حَولها.
- **النماذج** صل دائرة كهربائية مرة على التوالي وأخرى على التوازي باستخدام ثلاثة مصابيح، ولاحظ التغير في سطوع المصابيح.

البحث عبر الشبكة الإلكترونية

الرفع المغناطيسي تعتمد بعض أنواع القطارات الحديثةعلي مبدأ الرفع المغناطيسي في حركتها. ابحث في الشبكة الإلكترونية عن هذا النوع من القطارات وكيفية توظيف مبادئ المغناطيسية في تحريكها.

الفصل ١١

الكهرباء

الفكرة العامة

يمكن أن تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة، عند تدفّق الشحنات الكهربائية في دائرة كهربائية.

الدرس الأول

التيار الكهربائي

الفكرة الرئيسة الشحنات الكهربائية نوعان: موجبة، وسالبة. وتؤثر بعضها في بعض. وتتدفق هذه الشحنات عندما ينشأ مجال كهربائيّ عن بطارية موصولة بدائرة كهربائية مغلقة.

الدرس الثاني

الدوائر الكهربائية

الفكرة الرئيسة يمكن أن تنتقل الطاقة الكهربائية إلى الأجهزة الكهربائية الموصولة بالدائرة الكهربائية.

طاقة البرق

وميض البرق الموضّح في الصورة ما هو إلا شرارة كهربائية ناتجة عن تفريغ لحظي لكمية هائلة من الطاقة الكهربائية. أمّا الطاقة الكهربائية التي تزوّد المنازل فتنتقل الطاقة الكهربائية فيها بطريقة يمكن التحكم فيها عن طريق التيارات الكهربائية.

دفتر العلوم **اكتب فقرة تصف فيها وميض البرق، والحالة الجوية التي شاهدت فيها هذه الظاهرة.**

نشاطات تمهيدية

ملاحظة القوى الكهربائية

هل تستطيع تخيّل الحياة دون كهرباء؟ إذ لا توجد حواسب أو ثلاجات أو مكيفات أو مصابيح إنارة؟ إن الطاقة الكهربائية التي يستفاد منها في كافة نواحي الحياة منشؤها القوى التي تؤثّر بها الشحنات الكهربائية بعضها في بعض.

١. انفخ بالونًا مطاطيًّا.

٢. قرّب البالون المنفوخ من قصاصات ورقية صغيرة، ثم دوّن ملاحظاتك.

٣. أمسك البالون من فوهته، وادلكه بقطعة صوف لتشحنه.

٤. قرّب البالون بعد شحنه من القصاصات، ثم دوّن ملاحظاتك.

٥. اشحن بالونين متّبعًا الطريقة في الخطوة ٣، وقرب أحدهما إلى الآخر، ثم دوّن ملاحظاتك.

٦. **التفكير الناقد** قارن بين القوة التي أثّر بها البالون في القصاصات، والقوة التي أثّر بها أحد البالونين في البالون الآخر.

المطويات
منظمات الأفكار

الكهرباء اعمل المطوية التالية لتساعدك في أثناء قراءة هذا الفصل على فهم المصطلحات الآتية: التيار الكهربائي، الدائرة الكهربائية.

الخطوة ١ اطوِ الجزء العلوي من الورقة إلى أسفل، والجزء السفلي منها إلى أعلى لتكوّن جزأين متساويين.

الخطوة ٢ اثنِ الورقة عرضيًّا وافتحها، ثم عَنْون العمودين، كما في الشكل الموضح التيار الكهربائي، الدائرة الكهربائية.

الخطوة ٣ اكتب مصطلح التيار الكهربائي على أحد وجهي الورقة، ومصطلح الدائرة الكهربائية على وجه آخر للورقة.

اقرأ ودوّن قبل قراءة الفصل، اكتب تعريفًا مناسبًا لكل من التيار الكهربائي، والدائرة الكهربائية. وفي أثناء قراءتك الفصل، صحّح الأخطاء في تعريفاتك إن وجدت، وأضف المزيد من المعلومات إلى كل مصطلح.

أتهيأ للقراءة

التوقع

١ **أتعلّم** التوقّع تخمين مدروس مبني على ما تعلمته سابقًا. ومن الطرائق التي يجب عليك اتباعها لتوظيف التوقّع -في أثناء قراءتك- تخمين ما يود المؤلف إيصاله إليك. وستجد في أثناء قراءتك أن كل موضوع تقرؤه سيكون منطقيًّا؛ لأنّه مرتبط مع الفقرة التي تسبقه.

٢ **أتدرّب** اقرأ النص أدناه من الدرس الأول، ثمّ اكتب، بناءً على ما قرأته، توقّعاتك حول ما ستقرؤه في سائر الدرس. وبعد انتهائك من القراءة ارجع إلى توقّعاتك؛ لترى إن كانت صحيحة أم لا.

يمكن للتفريغ الكهربائي أن يُحرّر كمية هائلة من الطاقة الكهربائية في لحظة واحدة، كما يحدث في **صاعقة البرق**، بينما تحتاج الأجهزة الكهربائية ـ ومنها مصابيح الإنارة والثلاجات والمسجلات وغيرها ـ إلى مصدر **طاقة كهربائي ثابت** يمكن التحكّم فيه. ويأتي هذا المصدر من خلال **التيار الكهربائي** الذي يُعدّ تدفقًا للشحنات الكهربائية. صفحة ١٤٤.

توقّع: هل يمكن للبرق أن يحرّر شحنات كهربائية؟

توقّع: لماذا تحتاج الأجهزة الكهربائية، إلى مصدر طاقة كهربائي ثابت يمكن التحكّم فيه؟

توقّع: هل يمكنك أن تتوقّع ما مصدر الطاقة الكهربائي الثابت الذي يمكن التحكّم فيه؟

٣ **أطبّق** قبل قراءتك لهذا الفصل، انظر إلى أسئلة مراجعة الفصل، واختر ثلاثة أسئلة وتوقع إجاباتها.

إرشـــاد

في أثناء قراءتك، اختبر التوقّعات التي أجريتها لترى إن كانت صحيحة أم لا.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءة الفصل باتباعك ما يأتي:

١ قبل قراءة الفصل

أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

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

٢ بعد قراءة الفصل

ارجع إلى هذه الصفحة لترى إذا كنت قد غيّرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة والمصححة أثناء دراستك.

قبل القراءة م أوغ	العبارة	بعد القراءة م أوغ
	١. تتحول الذرات إلى أيونات باكتساب أو فَقْد الإلكترونات.	
	٢. القوة المؤثرة فيما بين الشحنات الكهربائية تكون دائمًا قوة تجاذب.	
	٣. يجب أن تتلامس الشحنات الكهربائية لكي تؤثر بعضها في بعض.	
	٤. يُعدّ الاحتماء تحت شجرة في أثناء حدوث الصاعقة تصرفًا آمنًا.	
	٥. يتدفّق التيار الكهربائي في مسار واحد فقط، ضمن دائرة التوصيل على التوازي.	
	٦. تتدفّق الإلكترونات في خطوط مستقيمة خلال الأسلاك الموصلة.	
	٧. تُنتج البطاريات الطاقة الكهربائية من خلال التفاعل النووي.	
	٨. يمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة.	
	٩. عندما يكون الجهد الكهربائي في الدائرة الكهربائية ثابتًا فإن التيار الكهربائي يزداد بنقصان المقاومة.	

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

التيار الكهربائي

في هذا الدرس

الأهداف

- **تصف** كيف يمكن أن يصبح جسم ما مشحونًا كهربائيًا.
- **توضّح** كيف تؤثر شحنة كهربائية في شحنة كهربائية أخرى.
- **تميّز** بين المواد الموصلة للكهرباء والمواد العازلة لها.
- **تصف** كيف يحدث التفريغ الكهربائي (البرق على سبيل المثال).
- **تربط** بين الجهد الكهربائي، ومقدار الطاقة التي ينقلها التيار الكهربائي.
- **تصف** البطارية، وكيف تولّد تيارًا كهربائيًا.
- **توضّح** المقاومة الكهربائية.

الأهمية

- يوفّر التيار الكهربائي مصدرًا ثابتًا للطاقة الكهربائية التي تعمل عليها الأجهزة الكهربائية المستخدمة يوميًّا.

مراجعة المفردات

طاقة وضع الجاذبية الأرضية: الطاقة التي تُختزن في جسم ما نتيجة موضعه فوق سطح الأرض.

المفردات الجديدة

- أيون
- المجال الكهربائي
- الشحنة الكهربائية الساكنة
- التفريغ الكهربائي
- التيار الكهربائي
- عازل
- الدائرة الكهربائية
- موصل
- الجهد الكهربائي
- أشباه موصلات
- المقاومة الكهربائية
- القوة الكهربائية

الشحنات الكهربائية

درست أن المواد تتكون من ذرات، وأن الذرة تتكوّن من نواة تحوي بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة، وتدور حولها إلكترونات سالبة الشحنة. وفي الذرة المتعادلة فإن عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة. وأن الذرة تشحن بشحنة سالبة ، إذا كسبت إلكترونات إضافية، بينما تشحن بشحنة موجبة إذا فقدت إلكترونات، وأن الذرة المشحونة بشحنة موجبة أو سالبة تسمى **أيونًا** Ion.

حركة الإلكترونات في المواد الصلبة يمكن أن تنتقل الإلكترونات من ذرة إلى أخرى ومن جسم إلى آخر، ويُعدّ الدلك إحدى طرق انتقالها. فإذا دلكت بالونًا بالشعر، فإن إلكترونات تنتقل من ذرات الشعر، إلى ذرات سطح البالون وذلك لأن قوة ارتباط ذرات الشعر بإلكتروناتها أقل من قوة ارتباط ذرات البالون بإلكتروناتها. كما يُبيّن **الشكل ١**، وبذلك يصبح الشعر موجب الشحنة ، أمّا البالون فسيصبح سالب الشحنة. لذا، تنشأ قوة تجاذب بين البالون والشعر؛ ممّا يجعل أطراف الشعر تلتصق بسطح البالون. ويُسمّى عدم التوازن للشحنة الكهربائية على الجسم **الشحنة الكهربائية الساكنة** Static Charge.

حركة الأيونات في المحاليل في المحاليل تنتقل الشحنات بسبب حركة الأيونات بدلاً من حركة الإلكترونات. فملح الطعام يتكوّن من أيونات صوديوم،

الشكل ١ البالون وفرو القطة يؤثر كل منهما في الآخر بقوة كهربائية حتى من غير وجود تلامس بينهما.

وأيونـات كلـور، وعند ذوبان بلـورات الملح في الماء، تتباعـد الأيونات عن بعضها بعضًـا وتنتشـر بصـورة متسـاوية داخـل الماء مكوّنـة المحلـول، فتصبـح الأيونات الموجبة والأيونات السالبة حرة الحركة انظر **الشكل ٢**.

العوازل والموصلات تقسـم المواد من حيث توصيلهـا للكهرباء إلى مواد موصلة للكهرباء ومواد عازلة للكهرباء ومواد شـبه موصلـة للكهرباء. فالمادة التي لا يمكن للإلكترونـات الحركـة فيها بسـهولة تسـمى **عـازل** Insulater. ومن الأمثلـة عليها البلاسـتك، والخشـب. أمّـا المواد التـي يمكن للإلكترونـات الحركة فيها بسـهولة فتسـمى **موصلـة** Conductors. وتُعـدّ الفلزات، مثـل الذهب والنحـاس من أفضل الموصلات الكهربائية، لأن ارتباط إلكتروناتها بالنواة ضعيف. وهناك مواد تتصرف بعـض الأحيـان كعازل للكهرباء وبعض الأحيان كموصل تسـمى هذه المواد **أشـباه الموصلات** Semiconductors. ومن الأمثلة عليها الجرمانيوم والسليكون.

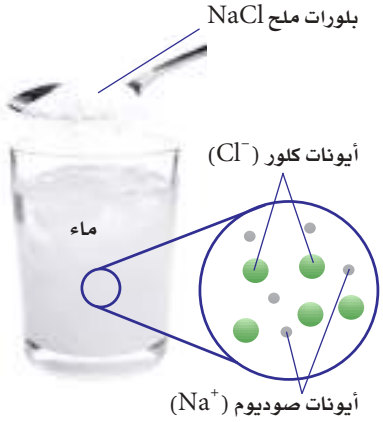
ماذا قرأت؟ **كيف يصبح الجسم مشحونًا كهربائيًا؟**

القوى الكهربائية

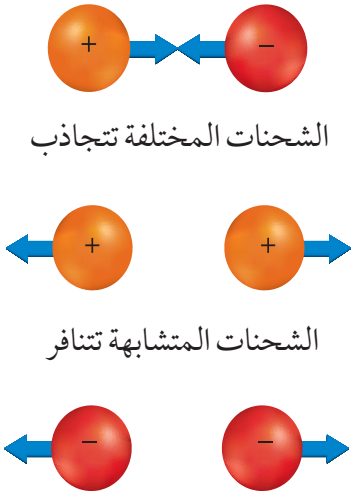
تؤثّر الأجسـام المشـحونة في بعضها البعض بقوة تسـمى **القوة الكهربائية** Electric Force، وهـذه القـوة قـد تكـون قـوة تجاذب أو قـوة تنافـر، كما يوضّح **الشـكل ٣**. فالأجسـام التـي تحمـل شـحنات مختلفـة تتجـاذب بينمـا الأجسـام التـي تحمـل شـحنات متشـابهة تتنافر. ويعتمد مقـدار القوة الكهربائية بين جسـمين مشـحونين، علـى كل مـن المسـافة بينهمـا، وكميـة الشـحنة علـى كل منهمـا، حيث تـزداد هذه القـوة كلمـا نقصـت المسـافة بينهمـا، وتـزداد بزيـادة شـحنة أحدهمـا أو كليهمـا.

المجال الكهربائي تؤثّر الشحنات الكهربائية في بعضها بقوى عن بعد، من خلال مـا يُعـرف **بالمجـال الكهربائـي** Electric Field، وهـو الحيز الذي يحيط بالشـحنة الكهربائيـة والـذي تظهـر فيه الآثـار الكهربائيـة لتلك الشـحنة. وتزداد قـوة المجال الكهربائي كلما اقتربنا من الشحنة الكهربائية.

الشـحن بالحث عندمـا تسـير في يوم جاف فوق سـجادة، ثم تلامـس مقبض باب فلـزي بيـدك تشـعر بلسـعة كهربائيـة. فما سـبب ذلـك؟ حدث دلـك بين السـجادة وحذائـك فـي أثنـاء السـير، فانتقلـت الإلكترونـات مـن السـجادة إلـى قدميك، ثم انتشـرت على سـطح جسـمك وعندما اقتربت يدك مـن مقبض الباب، أثـر المجال الكهربائـي المحيط بالإلكترونات الموجودة على أطراف أصابعك في الإلكترونات الموجـودة في مقبض الباب، وحرّكها بعيدًا نحـو الداخل، لأن المقبض مصنوع من مـادة جيدة التوصيـل للكهرباء، فبقيت شـحنة موجبة على المقبـض قريبة من يدك، ويُسـمّى هذا الفصل إلى شحنة موجبة وشحنة سالبة الناجم عن المجال الكهربائي، حث الشـحنات. وإذا كان المجال الكهربائي بين يـدك والمقبض قويًا بدرجة كافية، ستنتزع الإلكترونات من يدك لتنتقل إلى مقبض الباب. وتُسمّى هذه الحركة السريعة

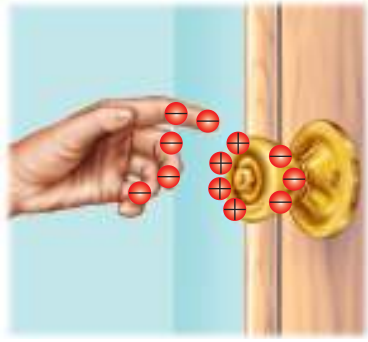


الشـكل ٢ عندمـا يـذوب الملـح (NaCl) في الماء فإن أيونات الصوديوم وأيونـات الكلـور تبتعـد عـن بعضهـا البعـض وتصبح قادرة علـى حمل طاقة كهربائية.

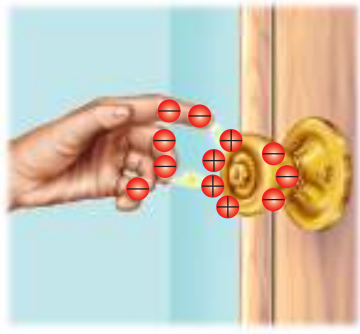


الشـكل ٣ تؤثـر الشـحنات الكهربائية بعضهـا فـي بعـض بقـوة كهربائية. وهذه القوة يمكن أن تكون تجاذبًا أو تنافرًا.
وضّـح كيـف تتغيـر هـذه القـوى عندمـا تـزداد كمية الشـحنات على كل من الكرتين؟

عندما تسير فوق سجادة فإن الاحتكاك بين السجادة وحذائك يؤدي إلى إنتقال الإلكترونات من السجادة إلى أسفل الحذاء، ثم تتجه إلى أعلى لتنتشر على جسمك ومن ضمنه يديك.



عندما تقرّب يدك لإغلاق مقبض الباب الفلزي فإن الإلكترونات الموجودة على المقبض تتنافر مع الإلكترونات الموجودة على يدك وتتحرك مبتعدة، ويبقى جزء المقبض القريب من يديك مشحونًا بشحنة موجبة.



عندما تكون قوة الجذب الكهربائي بين الإلكترونات الموجودة على يدك والشحنة الموجبة المستحثّة على مقبض الباب قوية بشكل كافٍ تنتزع الإلكترونات من يدك إلى المقبض. وعندئذٍ تشاهد ذلك على هيئة شرارة، وتشعر بلسعة كهربائية خفيفة.

الشكل ٤ الشرارة المنطلقة بين أصابعك ومقبض الباب الفلزي تبدأ من قدميك.
حدد مثالًا آخر على التفريغ الكهربائي.

للشحنات الفائضة من مكان إلى آخر **التفريغ الكهربائي** Electric Discharge، انظر **الشكل ٤**، ويُعدّ كل من البرق والصاعقة أمثلة على التفريغ الكهربائي.

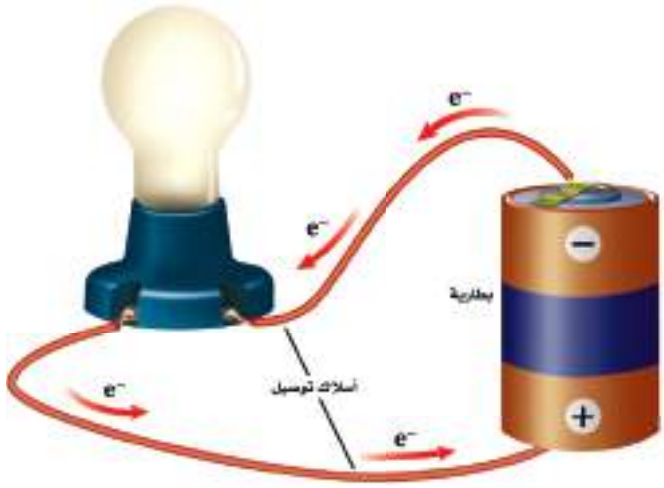
ماذا قرأت؟ **كيف تعتمد القوة الكهربائية بين جسمين على المسافة بينهما؟**

التيار الكهربائي

سَرَيَان الشحنة الكهربائية يمكن للتفريغ الكهربائي أن يُحرّر كمية هائلة من الطاقة الكهربائية في لحظة واحدة، كما يحدث في صاعقة البرق، بينما تحتاج الأجهزة الكهربائية ـ ومنها مصابيح الإنارة والثلاجات والمسجلات وغيرها ـ إلى مصدر طاقة كهربائي ثابت يمكن التحكّم فيه. ويأتي هذا المصدر من خلال **التيار الكهربائي** Electric Current الذي يُعدّ تدفقًا للشحنات الكهربائية. وينتج التيار الكهربائي في المواد الصلبة بسبب تدفّق الإلكترونات. أما في السوائل فينتج التيار الكهربائي بسبب تدفّق الأيونات التي يمكن أن تكون ذات شحنة موجبة أو شحنة سالبة. ويُقاس التيار الكهربائي في النظام الدولي للوحدات بوحدة أمبير (A). ويُعدّ النموذج الذي يُمثّل تدفّق الماء عبر منحدر بسبب قوة الجاذبية التي تؤثر فيه أفضل طريقة لتوضيح التيار الكهربائي. وبالمثل تتدفّق الإلكترونات بسبب القوة الكهربائية المؤثرة فيها.

نموذج الدائرة الكهربائية البسيطة كيف يمكن الحصول على الطاقة من تدفّق الماء؟ إذا قمنا بضخ الماء من سطح الأرض إلى أعلى بمضخة فإننا نزوده بطاقة وضع كما في **الشكل ٥**. وعند هبوط الماء من أعلى يمكن الحصول منه على هذه الطاقة مرة أخرى من خلال عجلة (تُربين) تدور بفعل الماء، أي تتحوّل طاقة الوضع المختزنة في الماء إلى طاقة حركية، ثم يعود الماء مرة أخرى إلى المضخة. ولكي يتدفّق الماء

الشكل ٥ تزداد طاقة وضع الجاذبية الأرضية للماء عند رفعه فوق سطح الأرض باستخدام المضخة.



الشكل ٦ إذا كان هناك مسار مغلق يسمح بتدفق الإلكترونات فإنها تتدفّق خلاله خارجة من القطب السالب للبطارية، وعائدة إلى قطبها الموجب.

باستمرار لا بد أن يتدفّق في مسار مغلق. وكذلك في الكهرباء؛ فإن الشحنات الكهربائية لن تتحرّك باستمرار إلاّ عبر حلقة موصلة مغلقة، تُسمّى **الدائرة الكهربائية** Circuit.

الدوائر الكهربائية تتكوّن الدائرة الكهربائية في أبسط أشكالها من مصدر للطاقة الكهربائية، وأسلاك توصيل. ويُبيّن **الشكل ٦** الدائرة المكوّنة من بطارية بوصفها مصدرًا للطاقة الكهربائية، ومصباح كهربائي، وأسلاك توصيل تجعل الدائرة مغلقة. ويتدفّق التيار الكهربائي عبر أسلاك التوصيل، ومنها السلك المتوهج داخل المصباح الكهربائي، ولا يتوقّف إلا بحدوث قطع في الدائرة.

الجُهد الكهربائي تعمل المضخة في نموذج دورة الماء على زيادة طاقة وضع الجاذبية الأرضية للماء عند رفعه من مستوى سطح الأرض، إلى مستوى مرتفع. وتقوم البطارية في الدائرة الكهربائية بعمل يُشبه عمل مضخة الماء؛ إذ تزيد من طاقة الوضع الكهربائية للإلكترونات، والتي يتم تحويلها إلى أشكال أخرى من الطاقة. و**الجُهد الكهربائي** Voltage للبطارية هو مقياس لمقدار ما يكتسبه كل إلكترون من طاقة وضع كهربائية. وكلما ازداد الجهد الكهربائي زاد مقدار طاقة الوضع الكهربائية التي يمكن أن تتحوّل إلى أشكال أخرى من الطاقة. ويُقاس الجُهد الكهربائي بوحدة الفولت (V).

كيف يسري التيار الكهربائي قد تعتقد أن سريان التيار الكهربائي في دائرة كهربائية، يعني أنه يجب على كل إلكترون أن يكمل دورة كاملة عبر الدائرة. إلا أنه في الحقيقة تتحرّك الإلكترونات المفردة في الدائرة الكهربائية ببطء، فعند توصيل طرفي سلك مع بطارية تنتج البطارية مجالًا كهربائيًا داخل السلك، فيؤثّر المجال الكهربائي بقوة في الإلكترونات، فيجبرها على الحركة نحو القطب الموجب للبطارية. وخلال هذه الحركة يتصادم الإلكترون مع شحنات كهربائية أخرى داخل السلك، فينحرف في اتجاهات مختلفة، وبعد كل تصادم يعود الإلكترون للحركة نحو القطب الموجب مرة أخرى. وقد يصل عدد هذه التصادمات إلى أكثر من ١٠ تريليون مرة خلال ثانية واحدة، لذا يمكن أن يحتاج الإلكترون إلى دقائق عديدة لكي يقطع مسافة سنتمتر واحد داخل السلك.

تجربة عملية
التوصيل الكهربائي لفلزات مختلفة
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

تجربة

استقصاء القوة الكهربائية

الخطوات

١. ضع طبقة من الملح فوق الطبق.
٢. رش قليلاً من مسحوق الفُلفُل فوق الملح. لا تستعمل الكثير من الفُلفُل.
٣. ادلك مشطًا بلاستيكيًا بقطعة صوف.
٤. قرّب المشط إلى خليط الفُلفُل والملح بلطف، ولاحظ ما يحدث.

التحليل

١. كيف استجاب كل من الملح و الفُلفُل مع المشط؟
٢. فسّر سبب استجابة الفُلفُل بصورة مختلفة عن استجابة الملح مع المشط.

في المنزل

البطاريات تـزوّد البطارية الدائرة الكهربائية بالطاقـة. وعند وصل طرفي البطارية الموجب والسـالب بالدائرة تزداد طاقة الوضع الكهربائية للإلكترونات في الدائرة. وعندما تبـدأ الإلكترونات في الحركة نحو الطرف الموجـب للبطارية تتحوّل طاقة الوضـع الكهربائية إلى أشـكال أخرى من الطاقة، كمـا تحوّلت طاقة وضع الجاذبية للماء إلى طاقة حركية في النموذج المائي.

وتزوّد البطارية الأجهزة الكهربائيـة بالطاقة، عندما تُحوّل الطاقة الكيميائية بداخلها إلى طاقة وضع كهربائية. وبالنسـبة إلى البطاريات القلوية الموضّحة في **الشـكل ٧**، تفصـل عجينـة لينة بيـن قطبي البطارية، وينقـل التفـاعل ـ الذي يحـدث داخل هذه العجينـة ـ الإلكترونـاتِ من ذرات القطب الموجب ويرسـلها إلـى الطرف الآخر، الذي يصبح سالب الشحنة، في حين يصبح الطرف الذي نقصت إلكتروناته مشحونًا بشـحنة موجبة، وهكذا يتشـكّل مجال كهربائي في الدائرة يدفـع الإلكترونات على الانتقال من الطرف السالب عبر الأسلاك الخارجية للدائرة، إلى الطرف الموجب.

عمـر البطارية لا تسـتمر البطارية في تزويد الطاقة إلـى الأبد. ومن المؤكد أنك سمعت يومًا أن سيارة أحدهم لم تَدُرْ في الصباح؛ لأنه نسي مصابيحها مضاءة طوال الليـل. فما السـبب في انخفاض قدرة البطارية؟ تحتـوي البطارية على كمية محدّدة مـن المـواد الكيميائيـة التي تتفاعـل معًا لتتحوّل إلـى مركّبات أخرى منتجـةً الطاقة الكيميائية، وعندما تُسـتهلك المـواد الكيميائية المتفاعلة يتوقّـف التفاعل، وعندها ينتهي عمر البطارية أو صلاحيتها.

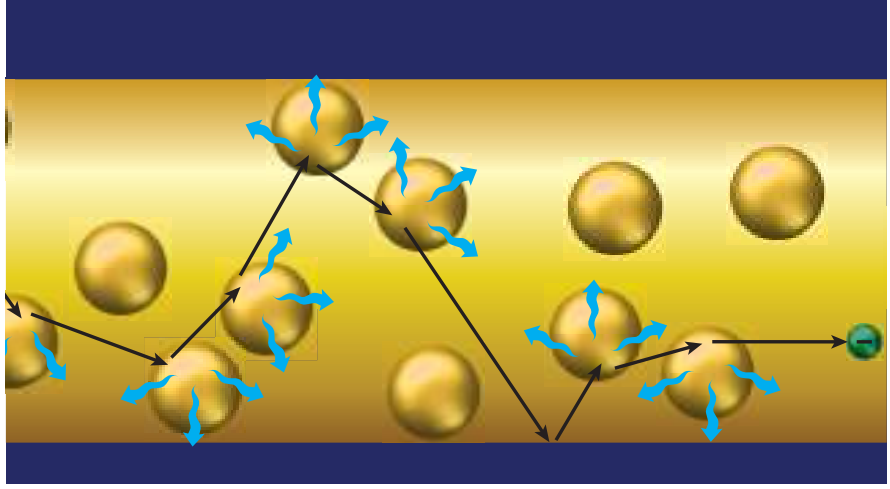
الربـط مـع الكيمياء

البطاريات القلوية

تُسـتخدم مـواد كيميائيـة متعـدّدة فـي صناعة البطاريـات القلوية؛ إذ يُعـدّ الخارصين (الزنـك) مصدرًا للإلكترونات عند الطرف السالب، ويتحـد ثانـي أكسـيد المنجنيـز مـع الإلكترونـات عنـد الطـرف الموجـب للبطاريـة. وتحتـوي العجينـة اللينـة على هيدروكسـيد البوتاسـيوم الذي يُساعد على نقل الإلكترونات من الطرف الموجب إلى الطرف السالب.

ابحـث حـول البطاريـة الجافـة وبطاريةالمركمالرصاصي،وارسم جـدولًا يُبيّـن المـواد الكيميائيـة التـي يحتـوي عليهـا كل نـوع من البطاريـات، ووظيفـة كل مـادة.

الشكل ٧ عند وصل البطارية القلوية ضمن دائرة كهربائية يبدأ تفاعل كيميائي في العجينة اللينة، فتتحرّك الإلكترونات داخل البطارية من القطب الموجب إلى القطب السالب.



الشكل ٨ عندما تنتقل الإلكترونات داخل السلك تتصادم مع الذرات والإلكترونات الأخرى، ويصبح مسارها متعرِّجًا، فتسبب هذه التصادمات تحوّل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة.

حدّد أشكال الطاقة الأخرى الناتجة عن هذه التحوّلات للطاقة الكهربائية.

المقاومة الكهربائية

تتحرك الإلكترونات خلال المواد الموصلة بشكل أسهل من حركتها خلال المواد العازلة. ومع ذلك فإن المواد الموصلة تمانع ـ إلى حد ما ـ سريان الإلكترونات. ويُسمّى قياس مدى الصعوبة التي تواجهها الإلكترونات في التدفق خلال المادة **المقاومة الكهربائية** Resistance. وتُقاس المقاومة الكهربائية بوحدة تُسمّى الأوم Ω، وللمواد العازلة مقاومة كهربائية أكبر كثيرًا من الموصلات.

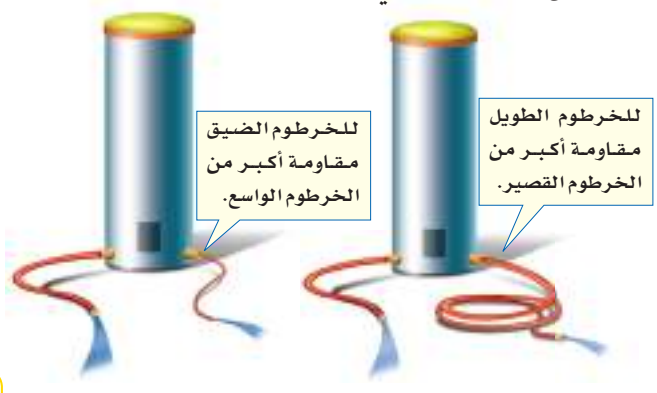
عندما تنتقل الإلكترونات عبر الدائرة الكهربائية تتصادم مع الذرات والشحنات الكهربائية الأخرى الموجودة داخل المادة التي تتركّب منها الدائرة الكهربائية. انظر **الشكل ٨**. وتعمل هذه التصادمات على تحويل الطاقة الكهربائية للإلكترونات إلى طاقة حرارية، وإلى طاقة ضوئية أحيانًا. ويعتمد مقدار الطاقة الكهربائية المُحوّلة إلى ضوء أو حرارة على المقاومة الكهربائية للمواد التي تتكوّن منها الدائرة الكهربائية.

استخدام أسلاك النحاس في المباني يزداد مقدار الطاقة الكهربائية المتحوّلة إلى طاقة حرارية بزيادة مقاومة السلك. وللنحاس مقاومة كهربائية قليلة، لذلك فهو من أفضل المواد الموصلة للكهرباء؛ فعند سريان التيار الكهربائي في أسلاك النحاس تكون كمية الحرارة الناتجة قليلة بالمقارنة بغيره من المواد؛ وذلك لأن النحاس موصل جيد للكهرباء، ولذلك تُستخدم الأسلاك النحاسية في التمديدات الكهربائية في الأبنية؛ فهي لا تسخن، إلى الحد الذي يجعلها تسبب الحرائق.

مقاومة الأسلاك تعتمد المقاومة الكهربائية للسلك أيضًا على طوله، ومساحة مقطعه العرضي، بالإضافة إلى نوع المادة المصنوع منها. ومثل هذا يحدث في تدفق الماء داخل الخرطوم؛ حيث يقل تدفقه في حالتين: الأولى عند زيادة طول الخرطوم، والثانية بنقصان مساحة مقطعه العرضي، كما هو موضّح في **الشكل ٩**، وبالمثل، تزداد المقاومة الكهربائية للسلك بزيادة طوله، أو بنقصان مساحة مقطعه العرضي.

الربط مع التاريخ

الأوم أطلقت هذه التسمية على وحدة قياس المقاومة الكهربائية؛ تخليدًا للعالم الألماني جورج سيمون أوم ١٧٨٧ ـ ١٨٥٤، الذي ينسب إليه اكتشاف العلاقة بين سريان التيار الكهربائي والجهد الكهربائي والمقاومة الكهربائية. ابحث عن المزيد من المعلومات حول هذا العالم، واكتب سيرته الذاتية مختصرة، على أن تشارك طلاب الصف فيها.



الشكل ٩ تعتمد مقاومة الخرطوم لانسياب الماء داخله، على مساحة المقطع العرضي للخرطوم وطوله.

قارن بَيْن تدفّق الماء في الخرطوم، وسريان التيار الكهربائي في السلك.

فتيل المصباح الكهربائي يُصنع فتيل المصباح الكهربائي من سلك رفيع جدًّا بحيث تكون مقاومته كبيرة. وعند سريان التيار الكهربائي داخل الفتيل يَسْخُن إلى درجة كافية لانبعاث الضوء منه، ومع ذلك نجد أن الفتيل لا ينصهر؛ لأنه مصنوع من فلز التنجستن الذي له درجة انصهار عالية جدًّا، تفوق درجات انصهار الكثير من الفلزات الأخرى، وهذا يمنع الفتيل من الانصهار عند درجات الحرارة العالية التي يتطلّبها إنتاج الضوء.

تجربة عملية البطاريات
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

مراجعة الدرس ١

الخلاصة

حركة الإلكترونات في المواد الصلبة

- الشحنة الكهربائية الساكنة هي عدم توازن توزيع للشحنة الكهربائية على الجسم.
- المجال الكهربائي هو الحيز الذي يحيط بالشحنة الكهربائية وتظهر فيه الآثار الكهربائية لتلك الشحنة.

التيار الكهربائي

- التيار الكهربائي هو تدفّق الشحنة الكهربائية.
- تتدفق الشحنات الكهربائية باستمرار في حلقة موصلة مغلقة، تُسمّى الدائرة الكهربائية.
- الجهد الكهربائي في الدائرة الكهربائية هو مقياس لطاقة الوضع الكهربائية للإلكترونات فيها.
- تزوّد البطارية الدائرة الكهربائية بالطاقة من خلال زيادة طاقة الوضع الكهربائية للإلكترونات فيها.

المقاومة الكهربائية

- المقاومة الكهربائية مقياس لمدى صعوبة تدفّق الإلكترونات عبر المادة.
- تنتج المقاومة الكهربائية عن التصادمات بين الإلكترونات المتدفّقة والذرات في المادة.
- تعمل المقاومة الكهربائية في الدائرة الكهربائية على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وضوء.

اختبر نفسك

١. **وضح** المقصود بالتفريغ الكهربائي، وبيّن كيف يحدث.
٢. **صف** كيف تُسبّب البطارية حركة الإلكترونات في الدائرة الكهربائية؟
٣. **صف** كيف تتغيّر المقاومة الكهربائية للسلك عندما يزداد طوله؟ وكيف تتغيّر مقاومته عندما تزداد مساحة مقطعه العرضي؟
٤. **وضّح** سبب استخدام النحاس في صناعة أسلاك التمديدات الكهربائية في الأبنية.
٥. **التفكير الناقد** ما مصدر الإلكترونات التي تتدفّق عبر الدائرة الكهربائية؟

تطبيق المهارات

٦. **استنتج** أوجد الجهد الكهربائي الذي ينتج عن بطاريات مختلفة، ومنها بطاريات الساعات، وبطاريات آلة التصوير، وبطاريات الهاتف الجوال، وبطاريات المصباح اليدوي، واستنتج فيما إذا كان الجهد الذي تنتجه البطارية يعتمد على حجمها أم لا.

الدرس ٢

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

الدوائر الكهربائية

في هذا الدرس

الأهداف

- **توضّح** العلاقة بين الجهد والتيار الكهربائي والمقاومة الكهربائية في دائرة كهربائية.
- **تستكشف** الفرق بين التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي.
- **تحسب** القدرة الكهربائية المستهلكة في الدائرة.
- **توضّح** كيفية تجنّب مخاطر الصدمة الكهربائية.

الأهمية

- تتحكم الدوائر الكهربائية في سريان التيار الكهربائي خلال الأجهزة الكهربائية جميعها.

مراجعة المفردات

الجهد الكهربائي: مقياس لكمية طاقة الوضع الكهربائية التي تسبب حركة الإلكترونات في الدائرة الكهربائية، وتقاس بوحدة الفولت.

المفردات الجديدة

- قانون أوم
- دوائر التوصيل على التوالي
- دوائر التوصيل على التوازي
- القدرة الكهربائية

التحكم في التيار الكهربائي

تتدفّق الإلكترونات عبر الدائرة الكهربائية عند وصل سلك موصل أو مصباح كهربائي بين قطبي البطارية الموجب والسالب. ويعتمد مقدار التيار الكهربائي المار على الجهد الكهربائي الناتج عن البطارية، ومقاومة المادة الموصلة. وللمساعدة على فهم هذه العلاقة، تخيّل دلوًا قاعدته متصلة بخرطوم ينساب الماء منه، كما يوضّح **الشكل ١٠**. فإذا رُفع الدلو إلى أعلى فسوف تزداد سرعة تدفّق الماء عبر الخرطوم أكثر مما كانت عليه من قبل، فيزداد تيار الماء بزيادة الارتفاع.

الجهد والمقاومة بالعودة إلى نموذج مضخة الماء الموضّح في **الشكل ٥**، نجد أن الماء الهابط من أعلى يخسر طاقة وضعه، وكلما زاد ذلك الارتفاع، ازدادت طاقة الماء المتحوّلة، وتشبه زيادة الارتفاع في النموذج زيادة الجهد الكهربائي للبطارية في الدائرة الكهربائية. وكما أن تيار الماء يزداد بزيادة الارتفاع فإن تيار الكهرباء يزداد بزيادة الجهد الكهربائي للبطارية.

كلما كانت مساحة المقطع العرضي للأنبوب في **الشكل ١٠** أقل ازدادت المقاومة، وقل تدفّق الماء، وبالطريقة نفسها نستطيع القول إن التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية يقل بزيادة المقاومة الكهربائية.

الشكل ١٠ عند رفع الدلو إلى أعلى يزداد مقدار طاقة وضع الماء داخله، مما يُسبّب زيادة سرعة تدفّق الماء الخارج من الخرطوم.

قانون أوم أجرى الفيزيائي الألماني جورج سيمون أوم في القرن التاسع عشر الميلادي تجربة لقياس أثر تغيّر الجهد الكهربائي في التيار المار في دائرة كهربائية، فوجد علاقة بسيطة بين الجهد والتيار والمقاومة في الدائرة الكهربائية، وتُعرف هذه العلاقة حاليًّا **بقانون أوم** Ohm's Law. ويُكتب قانون أوم كما يأتي:

قانون أوم

الجهد(فولت) = التيار (أمبير) × المقاومة (أوم)

جـ = ت × م

ووفقًا لقانون أوم، فإنه عندما يزداد الجهد الكهربائي في دائرة كهربائية يزداد التيار فيها. تمامًا كما يتدفّق الماء بسرعة من الدلو الذي تم رفعه إلى أعلى. بينما إذا لم تتغيّر قيمة الجهد في الدائرة الكهربائية فسيقل التيار بزيادة المقاومة فيها.

حلّ معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

الجهد عبر مقبس الحائط عند وصل مصباح كهربائي مقاومته ٢٢٠ أوم (Ω) بمقبس الحائط، مرَّ فيه تيار ٠,٥ أمبير (A). ما قيمة الجهد الكهربائي بالفولت(V) الذي يزوّده المقبس؟

الحلّ:

١ المعطيات:
التيار (ت) = ٠,٥ أمبير (A)
المقاومة (م) = ٢٢٠ أوم (Ω)

٢ المطلوب:
حساب قيمة الجهد الكهربائي (جـ) بالفولت(V)

٣ طريقة الحل:
عوّض المعطيات في قانون أوم:
الجهد = المقاومة × التيار = ٢٢٠ أوم × ٠,٥ أمبير = ١١٠ فولت

٤ التحقّق من الحل:
أوجد ناتج قسمة الجواب الذي حصلت عليه على المقاومة ٢٢٠ أوم؛ إذ يجب أن يكون الناتج مساويًا لمقدار التيار المعطى في السؤال ٠,٥ أمبير.

مسائل تدريبية

١. إذا وصلت مكواة كهربائية مقاومتها ٢٤ أوم بمقبس الحائط، مرَّ تيار كهربائي مقداره ٥ أمبير، فاحسب قيمة الجهد الكهربائي الذي يُزوِّدُه المقبس.

٢. ما قيمة التيار الكهربائي المار في مصباح يدوي مقاومته ٣٠ أوم، إذا كان يعمل على بطارية جهدها ٣ فولت؟

٣. ما مقاومة مصباح كهربائي يمر فيه تيار كهربائي مقداره ١ أمبير، إذا وصل بمقبس يُزود بجهد كهربائي مقداره ١١٠ فولت؟

الدوائر الموصولة على التوالي و على التوازي

تتحكّم الدائرة الكهربائية في التيار الكهربائي من خلال توفير المسارات السليمة وغير المقطوعة اللازمة لتدفّق الإلكترونات فيها. هل سبق لك أن شاركت في توصيل الزينة في الاحتفالات ولاحظت أن مصابيح بعض هذه الأسلاك تضيء حتى وإن كان بعض المصابيح فيها مفقودًا أو تالفًا، في حين تتوقف مصابيح بعض الأسلاك الصغيرة عن الإضاءة إن فُقد منها أو تعطّل فيها مصباح واحد؟ يعود ذلك إلى اختلاف توصيل المصابيح معًا وفي كلا النوعين من الأسلاك، فأحدهما وُصلت مصابيحه على التوازي، في حين وُصلت مصابيح الآخر على التوالي.

التوصيل ضمن خط واحد يوجد في **دوائر التوصيل على التوالي** Series Circuit مسار واحد للتيار الكهربائي، ليسري خلاله، كما يُبيّن **الشكل ١١**، وإذا قطع هذا المسار فلن يسري التيار الكهربائي، وستتوقّف جميع الأجهزة الكهربائية المتصلة بهذه الدائرة عن العمل. فإذا حدث هذا، وتعطلت جميع المصابيح عن الإضاءة بسبب تعطل أحدها فاعلم أن هذه المصابيح قد تم توصيلها على التوالي. فعندما يحترق المصباح ينقطع الفتيل داخله؛ لذا ينقطع مسار التيار الكهربائي.

ماذا قرأت؟ **ما عدد المسارات المختلفة التي يمكن أن يسري فيها التيار الكهربائي في الدوائر الكهربائية الموصولة على التوالي؟**

توصل الأجهزة الكهربائية في دوائر التوصيل على التوالي على امتداد مسار التيار نفسه، حيث تُشكّل الأجهزة جميعها ممرًّا واحدًا؛ لذا يكون التيار المار في أي جهاز هو نفسه، وكلما أضيف جهاز جديد إلى دوائر التوصيل على التوالي قلَّ التيار الكهربائي في الدائرة؛ وذلك لأن لكل جهاز مقاومة كهربائية. وتزداد في دوائر التوصيل على التوالي المقاومة الكلية للدائرة بإضافة أي جهاز جديد إليها. ووفقًا لقانون أوم، فإنه عند ثبات قيمة الجهد الكهربائي للبطارية يقل التيار الكهربائي عند زيادة المقاومة الكهربائية.

الشكل ١١ تمثّل هذه الدائرة طريقة التوصيل على التوالي، حيث لا يوجد إلا مسار واحد لكي يسري التيار الكهربائي خلاله.

توقّع ماذا يحدث للتيار في هذه الدائرة إذا أزيل أحد أسلاك التوصيل؟

تجربة

تكوين دائرة كهربائية بسيطة

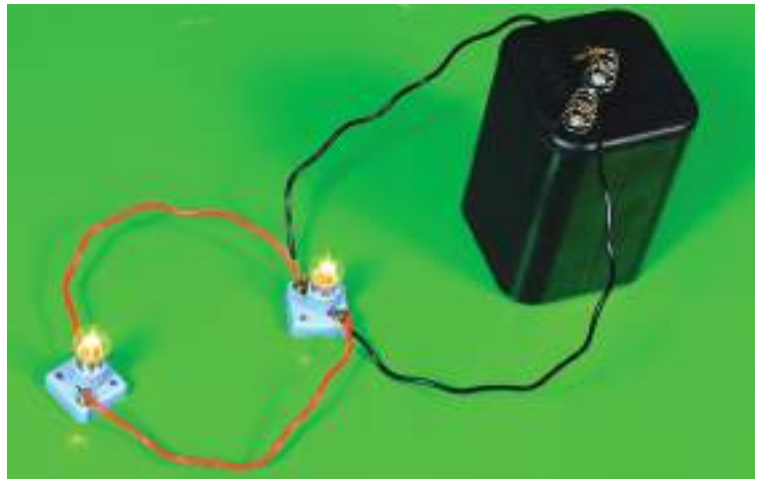
الخطوات

١. فتيل المصباح الكهربائي ما هو إلا جزء من سلك ضمن دائرة. ولكي يضيء المصباح لا بد أن يتدفّق التيار في الدائرة، ومنها الفتيل. تفحّص أحد المصابيح بحذر، وتتبّع طرفي الفتيل وكيفية اتصالهما بقاعدة المصباح.

٢. صِل البطارية بالسلك النحاسي والمصباح لإضاءته. (هناك أربعة احتمالات للتوصيل).

التحليل

ارسم شكلًا تخطيطيًّا، وعيّن عليه البيانات التي توضّح حركة الإلكترونات في الدائرة التي قمت بتركيبها.



الشكل ١٢ تمثّل هذه الدائرة طريقة التوصيل على التوازي التي تتضمّن أكثر من مسار لتدفّق التيار.

توقّع ماذا يحدث للتيار في هذه الدائرة إذا تم إزالة أي من أسلاك التوصيل؟

التوصيل المتفرّع إذا كانت الأجهزة في المنازل موصولة على التوالي فهذا يعني أنه يجب عليك تشغيل أجهزة المنزل جميعها ومصابيحه، إذا رغبت في مشاهدة التلفاز مثلًا؛ حتى تكتمل الدائرة، ويتدفّق التيار. لذا توصل الأجهزة الكهربائية في المنازل والمدارس وغيرها من المباني على التوازي.

و**دائرة التوصيل على التوازي** Parallel Circuit دائرة كهربائية تحتوي على أكثر من تفرع يمكن أن يسري فيه التيار الكهربائي، كما يظهر في **الشكل ١٢**؛ حيث يتفرّع التيار لتتدفق الإلكترونات عبر المسارين كليهما في الدائرة. ولو تم قطع أحد المسارين فسوف تستمر الإلكترونات في التدفق عبر المسار الآخر. ولو تم إزالة أحد الأجهزة ضمن أحد مسارات التيار أو إضافة جهاز جديد فلن يحدث قطع في الدائرة عبر المسارات الأخرى، ولن تتوقّف الأجهزة عن العمل.

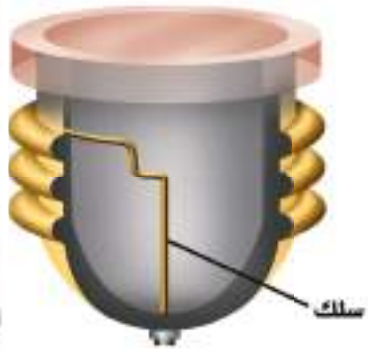
تختلف مقاومة كل مسار في دائرة التوصيل على التوازي باختلاف الأجهزة الموصولة فيه، كلما قلت مقاومة المسار زاد مقدار التيار المار فيه؛ لذا قد تختلف قيمة التيار من مسار إلى آخر.

حماية الدوائر الكهربائية

يزداد التيار الذي يتدفق من البطارية أو أي مصدر قدرة آخر في دوائر التوصيل على التوازي كلما أضيفت أجهزة أخرى للدائرة؛ لذا ترتفع درجة حرارة الأسلاك. وقد يؤدي استمرار ذلك الارتفاع في درجة الحرارة إلى حدوث حريق. ولمنع ذلك تُستخدم في الدائرة منصهرات أو قواطع كهربائية، كما في **الشكل ١٣**؛ لتضع حدًّا لزيادة التيار. فإذا وصلت شدة التيار الكهربائي إلى ١٥ أمبير أو ٢٠ أمبير يحدث انصهار في سلك فلزي رفيع داخل المنصهر، أو يفتح القاطع فتصبح الدائرة الكهربائية مفتوحة، وفي كلتا الحالتين يتوقّف التيار الكهربائي. ويسري التيار الكهربائي ثانية عند تغيير المنصهر أو إغلاق القاطع.

في بعض المباني توصل كل دائرة مع منصهر، وتوضع جميعها في صندوق خاص.

الشكل ١٣ قد يكون لديك في المنزل مثل هذه المنصهرات التي تمنع ارتفاع درجة حرارة الأسلاك الكهربائية.



يحتوي المنصهر على سلك فلزي رفيع، ينصهر عندما يزيد التيار عن مقدار معيّن، وبذلك تنقطع الدائرة الكهربائية.

القُدرة الكهربائية

عند استخدام بعض الأجهزة الكهربائية ـ ومنها محمّصة الخبز، أو مجفف الشعر أو غيرها ـ فإنك تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة. ويُعرف المعدل الزمني لتحول الطاقة **بالقدرة الكهربائية** Electric Power. ويمكن حساب القدرة الكهربائية المستهلكة في جهاز كهربائي أو أي دائرة كهربائية باستخدام المعادلة الآتية:

معادلة القدرة الكهربائية:

القدرة (واط) = التيار (أمبير) × الجهد (فولت)

القدرة = ت × جـ

القدرة الكهربائية تساوي حاصل ضرب الجهد الواصل للجهاز الكهربائي في شدّة التيار الكهربائي المار في هذا الجهاز، والوحدة الدولية لقياس القدرة هي (الواط). ويبيّن **الجدول ١** القدرة التي تستهلكها بعض الأجهزة الكهربائية الشائعة الاستعمال.

الجدول ١ القدرة المستهلكة لبعض الأجهزة

الجهاز	القدرة (واط)
الحاسوب	٣٥٠
شاشة التلفاز	٢٠٠
المسجل	٢٥٠
الثلاجة	٤٥٠
الميكروويف	٧٠٠–١٥٠٠
مجفف الشعر	١٠٠٠

حـلّ معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

القـدرة الكهربائية لمصـباح كهربائي وُصل مصباح كهربائي بمصدر جهد كهربائي مقداره ١١٠ فولت. ما مقدار القدرة الكهربائية التي يستهلكها المصباح إذا كانت شدة التيار فيه تساوي ٠,٥٥ أمبير؟

الحلّ:

١ المعطيات: الجهد الكهربائي: جـ = ١١٠ فولت
التيار الكهربائي: ت = ٠,٥٥ أمبير

٢ المطلوب: القدرة الكهربائية؟

٣ طريقة الحل: لحساب القدرة الكهربائية نعوّض القيم المعطاة في معادلة القدرة الكهربائية
القدرة الكهربائية = جـ × ت = (١١٠ فولت) × (٠,٥٥ أمبير) = ٦٠,٥ واط

٤ التحقّق من الحل: اقسم الجواب على قيمة التيار. يجب أن تكون النتيجة قيمة الجهد الكهربائي.

مسائل تدريبية

١. تُستخدم في مشغّل الأقراص المدمجة بطارية جهدها الكهربائي ٦ فولت، فإذا علمت أن شدة التيار الكهربائي المار في المشغّل يساوي ٠,٥ أمبير، فما مقدار القدرة الكهربائية التي يستهلكها هذا المُشغّل؟

٢. ما شدة التيار المار في محمّصة خبز تستهلك قدرة كهربائية مقدارها ١١٠٠ واط، وتعمل على جهد كهربائي مقداره ١١٠ فولت؟

٣. تعمل مجفّفة ملابس بقدرة كهربائية مقدارها (٤٤٠٠ واط). إذا كانت شدة التيار الكهربائي المار فيها ٢٠ أمبير ما مقدار الجهد الكهربائي الذي تعمل عليه؟

الشكل ١٤ عداد كهرباء يقيس كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة بوحدة كيلوواط. ساعة.

تعرّف عداد الكهرباء المركّب في منزلك.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

تكلفة الطاقة الكهربائية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للحصول على معلومات عن تكلفة الطاقة الكهربائية في مناطق مختلفة من العالم.

نشاط اكتب فقرة تعرض فيها تكلفة الطاقة الكهربائية في بلدان عديدة ضمن قارات مختلفة.

الجدول ٢ تجنّب الصدمة الكهربائية

لا تستخدم الأجهزة عندما تكون وصلاتها محطمة أو تالفة.
افصل الجهاز عن مقبس الكهرباء عند حدوث مشكلة ما.
تجنّب ملامسة الماء في أثناء وصل الأجهزة الكهربائية أو فصلها.
لا تلمس خطوط الضغط العالي بأي أداة، كالسلم، أو خيط الطائرة الورقية.
تقيّد بإرشادات السلامة العامة وإشارات التحذير وعلاماتها باستمرار.

تكلفة الطاقة الكهربائية القدرة هي معدل استهلاك الطاقة، أو هي كمية الطاقة التي تُستهلك في الثانية الواحدة. فعندما تستعمل مجفّف الشعر فإنك بذلك تستهلك مقدارًا من الطاقة الكهربائية يعتمد على قدرة الجهاز وزمن استخدامه. فإذا استخدمته ٥ دقائق يوم أمس، و١٠ دقائق اليوم تكون قد استهلكت اليوم طاقة كهربائية ضعف ما استهلكته أمس.

يترتّب على استخدام الطاقة الكهربائية تكلفة مالية. لذلك تقوم شركات الكهرباء بتوليد الطاقة الكهربائية وتبيعها للمستهلك بوحدة كيلوواط. ساعة. والكيلو واط. الساعة الواحدة KWh هو مقدار من الطاقة الكهربائية يساوي استهلاك قدرة مقدارها ١٠٠٠ واط بشكل مستمر لمدة ساعة واحدة. ويكفي هذا المقدار من الطاقة لإضاءة عشرة مصابيح، قدرة كل منها ١٠٠ واط مدة ساعة واحدة، أو إضاءة مصباح واحد قدرته ١٠٠ واط مدة ١٠ ساعات.

ماذا قرأت؟ **علام يدل الرمز KWh؟ وماذا يقيس؟**

ترسل شركة الكهرباء لعملائها فاتورة خاصة لتخبرهم بمقدار الطاقة الكهربائية التي استهلكوها خلال الشهر؛ ليسدد المستهلكون ما عليهم، حيث يتم قياس كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة بوحدة كيلوواط. ساعة باستخدام عدّاد الكهرباء الخاص بذلك، والذي يُركّب عادة في مكان ما خارج المبنى، كما هو موضح في **الشكل ١٤**.

الكهرباء والسلامة

هل شعرت يومًا بصدمة كهربائية ناتجة عن الكهرباء الساكنة، مثل لمس مقبض الباب أو السيارة، أو بعض الملابس في يوم جاف؟ إن ذلك الشعور مشابه للوخز أو لسع الحشرات، ولكن للكهرباء تأثيرًا أخطر كثيرًا من ذلك؛ فقد سجّلت إحصاءات الدفاع المدني في السنوات الماضية وفاة العديد من الأشخاص بسبب الصعق بالكهرباء. و**الجدول ٢** يُلخّص بعض إرشادات السلامة التي تساعد على تجنّب حوادث الكهرباء.

الصدمة الكهربائية إذا سرى تيار كهربائي في جسمك فسوف تعاني من صدمة كهربائية؛ إذ يشبه جسمك في بعض الأحيان سلكًا معزولًا؛ فالسوائل داخل جسمك موصلة جيدة للكهرباء، في حين أن مقاومة الجلد الجاف للتيار الكهربائي أكبر كثيرًا من مقاومة الجلد الرطب؛ فالجلد يعزل الجسم كما يفعل الغلاف البلاستيكي حول السلك النحاسي، وهو يمنع التيار من دخول الجسم، إلاّ أن التيار الكهربائي يعبر جسمك عندما يصبح جسمك جزءًا من دائرة كهربائية بطريق الخطأ، وقد تكون الصدمة قاتلة عند مرور مقدار معيّن من التيار الكهربائي.

فمثلًا يمر تيار مقداره ٠,٥ أمبير تقريبًا في مصباح قدرته الكهربائية ٦٠ واط، عند وصله بجهد كهربائي مقداره ١٢٠ فولت، وسيكون هذا التيار قاتلًا إذا مرَّ في جسم الإنسان وحتى التيار الكهربائي ٠,٠٠١ أمبير يكون مؤلمًا.

الأمان من الصاعقة في المتوسط يسبّب البرق في البلدان الماطرة قتل أشخاص بأعداد أكبر ممن يموتون بسبب العواصف والأعاصير. وتحدث أغلب حالات الموت والإصابة بسبب البرق خارج المنازل. فإذا كنت خارج المنزل، ورأيت البرق، أو سمعت صوت الرعد، فعليك الدخول إلى أقرب بناء فورًا. وإن لم تستطع ذلك فإليك هذه النصائح: تجنّب الأماكن العالية، والحقول المفتوحة، وابتعد عن الأجسام الطويلة مثل الأشجار، وسواري الأعلام وأعمدة الإنارة التي قد يتولّد فيها تيار كهربائي بسبب البرق، ومنها خزانات المياه والمسطحات المائية، والهياكل الفلزية المختلفة.

الربط مع علم الأحياء

تأثيرات التيار الكهربائي

يوضح المقياس الآتي كيف يؤثر التيار الكهربائي في جسم الإنسان، اعتمادًا على كمية التيار المتدفق إلى الجسم:

ارتعاش	٠,٠٠٠٥ أ
عتبة الألم	٠,٠٠١ أ
عدم القدرة على الإفلات	٠,٠١ أ
صعوبة التنفس	٠,٠٢٥ أ
	٠,٠٥ أ
	٠,١٠ أ
	٠,٢٥ أ
هبوط القلب	٠,٥٠ أ
	١,٠٠ أ

مراجعة الدرس ٢

الخلاصة

الدوائر الكهربائية

- يوجد في الدائرة الكهربائية علاقة بين الجهد، والتيار، والمقاومة، وذلك وفق قانون أوم جـ = ت × م
- تحتوي دوائر التوصيل على التوالي على مسار واحد للتيار فقط.
- تحتوي دوائر التوصيل على التوازي على عدة مسارات مختلفة للتيار.

القدرة والطاقة الكهربائية

- القدرة الكهربائية التي يستهلكها جهاز كهربائي هي معدل تحويله للطاقة الكهربائية إلى شكل آخر من أشكال الطاقة.
- يتم حساب القدرة الكهربائية باستخدام العلاقة: القدرة الكهربائية = ت × جـ
- تعتمد كمية الطاقة التي يستهلكها الجهاز الكهربائي على القدرة الكهربائية لذلك الجهاز وزمن تشغيله. أمّا وحدة قياسها فهي الكيلوواط. ساعة.

اختبر نفسك

١. **قارن** بين تياري مصباحين كهربائيين يتّصلان على التوالي في دائرة كهربائية.

٢. **صف** كيف يتغيّر التيار في دائرة كهربائية إذا نقصت قيمة المقاومة الكهربائية وبقي الجهد الكهربائي ثابتًا.

٣. **وضّح** سبب استخدام التوصيل على التوازي في المباني، بدلًا من التوصيل على التوالي.

٤. **حدّد** ما الذي يُسبّب الأذى لجسم الإنسان عند حدوث الصدمة الكهربائية؟

٥. **التفكير الناقد** ما الذي يجعل استخدام مصباح قدرته ١٠٠ واط أكثر تكلفة على المستهلك من استخدام مجفّف الشعر الذي قدرته ١٢٠٠ واط؟

تطبيق الرياضيات

٦. **حساب الطاقة** يستهلك منزل طاقةً كهربائية مقدارها ١٠٠٠ كيلوواط. ساعة كل شهر، إذا كانت شركة الكهرباء تزود ١٠٠٠ منزل بهذا المستوى، فما مقدار الطاقة اللازم إنتاجها في السنة؟

نموذج للجهد والتيـار الكهربائيين

الأهداف

■ **تصـمّم** نموذجًـا لتدفّـق التيـار الكهربائـي في دائـرة كهربائية بسيطة.

المواد والأدوات

قمع بلاستيكي
أنابيـب بلاسـتيكية أو مطاطيـة، طـول كل منهـا ١متـر، وذات أقطار مختلفة.
مسطرة مترية.
حامل مع حلقة.
سـاعة إيقـاف (أو سـاعة عاديـة بعقرب ثوانٍ).
مربـط لتثبيـت الخرطـوم (أو مشبك ورق).
كأسان زجاجيان سعة كل منهما ٥٠٠ مل .

إجراءات السلامة

سؤال من واقع الحياة

يشبه تدفّق الإلكترونات في دائرة كهربائية إلى حد ما جريانَ الماء في خرطوم متصل بخـزان ماء. ويمكنـك التحكم في زيادة طاقة وضع الماء في الخزان أو تقليلها بزيادة ارتفـاع الخـزان أو خفضه. فكيف يعتمد تدفّق الماء فـي الأنبوب على قطر الأنبوب، والارتفاع الذي يتدفّق منه الماء؟

الخطوات

١. **صمّم** جدول بيانات لكي تدوّن بياناتك فيه، على أن يكون مماثلًا للجدول أدناه.

٢. ثبّت الأنبوب المطاطي في الجهة السفلى من القمع وثبّت القمع داخل الحلقة المثبتة أفقيًّا على الحامل.

٣. **قس** القطر الداخلي للأنبوب المطاطي، ودوّن ذلك في جدولك.

٤. ضـع الـكأس الزجاجـي (سـعةُ ٥٠٠ مـل) أسـفل الحامـل الحلقـي، واخفـض الحلقـة، حتى تصبـح النهاية السـفلية للأنبوب داخل الكأس.

٥. اسـتخدم المسـطرة المترية لقياس المسـافة بين قمة القمع، والنهاية السفلية للحامل.

٦. اسـكب الماء فـي القمع بالتعـاون مع أحد زملائـك، بسـرعة كافيـة للمحافظة علـى القمع مملـوءًا بالمـاء دون أن يفيـض. ثم قس الزمن اللازم لجريـان ١٠٠مـل مـن المـاء

جدول بيانات معدل الجريان

رقم المحاولة	الارتفاع سم	القطر ملم	الزمن ثانية	معدل التدفق ملليتر/ث
١				
٢				
٣				
٤				

عبر الأنبوب إلى الكاس، ودوّن تلك القيمة في الجدول. استخدم مربط الأنبوب أو مشبك الورق لتضبط تدفّق الماء وتوقّفه.

٧. صل أنابيب ذات أقطار داخلية مختلفة أسفل القمع، وكرّر الخطوات من ٢ إلى ٦.

٨. أعد توصيل الأنبوب المطاطي الأصلي، وكرّر الخطوات ٤ – ٦، مع خفض ارتفاع القمع ١٠ سم في كل مرة.

تحليل البيانات

١. **احسب** معدل تدفّق الماء لكل محاولة، وذلك بقسمة كمية ١٠٠ مل على الزمن المقيس لانسكاب تلك الكمية في الدورق.

٢. **أنشئ رسمًا** بيانيًّا يُبيّن كيف يعتمد معدل تدفّق الماء على ارتفاع القمع.

الاستنتاج والتطبيق

١. **استنتج** بالاستعانة بالرسم البياني، كيف يعتمد معدل تدفّق الماء على ارتفاع القمع؟

٢. **وضّح** كيف يعتمد معدل تدفّق الماء على القطر الداخلي للأنبوب؟ وهل هذا ما توقّعت حدوثه؟

٣. **حدّد** أي المتغيّرات التي غيّرتها في كل محاولة تقابل الجهد الكهربائي في الدوائر الكهربائية؟

٤. **حدّد** أي المتغيّرات التي غيّرتها في كل محاولة تقابل المقاومة الكهربائية في الدوائر الكهربائية؟

٥. **توقّع** بالاستعانة بنتائجك، كيف تعتمد شدة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية على الجهد الكهربائي؟

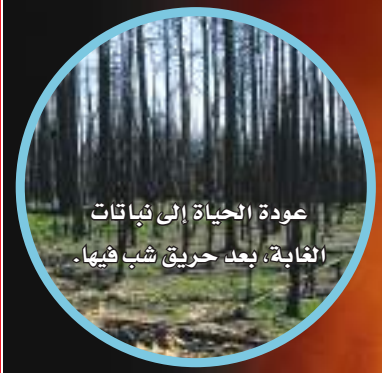
٦. **توقّع** بالاستعانة بنتائجك، كيف تعتمد شدة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية على مقاومتها؟

تواصل

بياناتك

شارك برسمك البياني مع زملائك في الصف. هل توصّل الطلبة إلى النتائج التي توصلت إليها؟

حرائق الغابات


عودة الحياة إلى نباتات الغابة، بعد حريق شب فيها.

الحرائق التي تسببها الصواعق ليست سيئة دائمًا !

عندما تضرب الصاعقة إحدى الأشجار تتولّد كمية من الحرارة تكفي لإشعال الشجرة، وما تلبث أن تنتقل النار إلى أشجار أخرى في الغابة، ومن ثم تكون الصواعق مسؤولة عن إشعال حوالي ١٠ ٪ من حرائق الغابات، كما تُسبّب نصف خسائر الحرائق عمومًا. ففي عام ٢٠٠٠م أشعلت الصواعق حرائق في ١٢ ولاية أمريكية في وقت واحد، فاحترق ما يقارب مساحة ولاية (ماساشوستس) الأمريكية.

غالبًا ما تبدأ شرارة الصاعقة في مناطق يصعب الوصول إليها من الغابات الكثيفة. وقد تنتشر تلك الحرائق وتخرج عن السيطرة، فتُهدّد الحياة، وتُسبّب خسائر كبيرة في الممتلكات والأرواح. ويمكن أن يكون للدخان المتصاعد آثار ضارة في حياة الناس، وخصوصًا للأشخاص الذين يعانون من الأمراض التنفّسية كالربو. وليس الناس وحدهم هم ضحايا حرائق الغابات؛ إذ قد تقتل الحرائق الحيوانات أيضًا. أمّا الحيوانات التي قد تنجو من الحرائق وتبقى على قيد الحياة فسوف تموت بسبب تدمير موطنها.

وتبعث الحرائق غاز ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى في الغلاف الجوي، وقد تسهم بعض هذه الغازات في ظاهرة الاحتباس الحراري التي قد تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض. وتؤثّر الحرائق أيضًا في خصائص التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالماء.

وعلى الرغم من كل ما سبق إلا أن هناك بعض الآثار الإيجابية لهذه الحرائق الناجمة عن الصاعقة، حيث تصاب الأشجار الكبيرة في الغابات القديمة مع مرور الزمن بالأمراض والآفات الزراعية كالحشرات، وعند زوال هذه الأشجار بفعل الحرائق تُتاح الفرصة لتنمو أشجار صغيرة وصحيّة، قدرتها على الحصول على الماء والغذاء وضوء الشمس أفضل. كما تعمل الحرائق على تنظيف الغابات من الأشجار الميتة والشجيرات، وتوفّر مساحات للنباتات الجديدة. وبعد الحرائق تتحلّل البقايا في التربة فتعيد إليها النيتروجين بشكل سريع؛ حيث يحتاج تحلّلها دون حدوث الحريق إلى ١٠٠ عام تقريبًا. وكذلك يُقلّل إزالة هذه المواد القابلة للاشتعال من الغابة، من فرصة حدوث حرائق أخرى فيها.

ابحث عن المزيد حول مهنة مكافحة حرائق الغابات، والتدريبات التي تحتاج إليها هذه المهنة، والملابس الخاصة التي يجب ارتداؤها. ولماذا يُقدّم هؤلاء الناس أرواحهم في سبيل إنقاذ الغابات؟ استعن بالحاسوب في مدرستك لتتعلم المزيد عن مكافحي حرائق الغابات ومهنتهم.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

دليل مراجعة الفصل ١١

مراجعة الأفكار الرئيسة

الدرس الأول التيار الكهربائي

١. تقسّم الشحنات الكهربائية إلى موجبة وسالبة، فتتنافر الشحنات المتشابهة، وتتجاذب الشحنات المختلفة.

٢. يصبح الجسم سالب الشحنة إذا اكتسب إلكترونًا، وموجب الشحنة إذا فقد إلكترونًا.

٣. الأجسام المشحونة كهربائيًّا يحيط بكل منها مجال كهربائي، ويؤثر بعضها في بعض بقوى كهربائية.

٤. تتحرك الإلكترونات بسهولة في الموصّلات، ولكنها لا تتحرك بسهولة في العوازل.

٥. تُشكّل حركة الشحنات تيارًا كهربائيًّا سواء أكانت الشحنات إلكترونات أو أيونات.

٦. تزداد الطاقة التي ينقلها التيار الكهربائي عبر الدائرة بزيادة الجهد في الدائرة.

٧. توفّر التفاعلات الكيميائية في البطاريةِ الطاقةَ اللازمةَ لتدفّق الإلكترونات عبر الدائرة الكهربائية.

٨. عندما تتحرك الإلكترونات في الدائرة الكهربائية تخسر جزءًا من طاقتها بسبب مقاومة الدائرة.

الدرس الثاني الدوائر الكهربائية

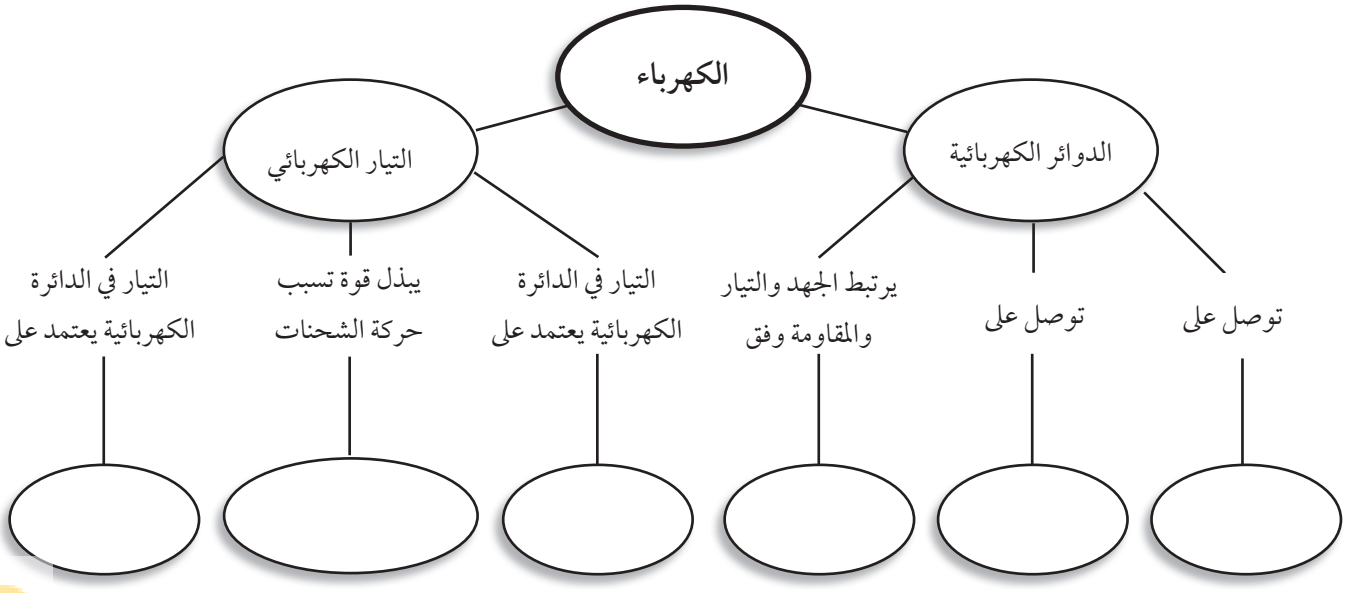
١. يرتبط الجهد والتيار والمقاومة معًا في الدائرة الكهربائية وفق قانون أوم.

٢. من طرق توصيل الدوائر الكهربائية: التوصيل على التوالي، والتوصيل على التوازي.

٣. يُعبّر عن معدل استهلاك الأجهزة الكهربائية للطاقة الكهربائية بالقدرة الكهربائية التي يستهلكها الجهاز.

تصور الأفكار الرئيسة

انسخ الخريطة المفاهيمية الآتية التي تتعلّق بالكهرباء، ثم أكملها:



مراجعة الفصل ١١

استخدام المفردات

أجب عن الأسئلة الآتية:

١. ما المقصود بتدفّق الشحنة الكهربائية؟

٢. ما العلاقة التي تربط بين الجهد والتيار والمقاومة في دائرة كهربائية؟

٣. ما المواد التي تتحرّك فيها الإلكترونات بسهولة؟

٤. ما اسم المسار المغلق الذي يمر فيه التيار الكهربائي؟

٥. ما الدوائر التي تحتوي على أكثر من مسار؟

٦. ما الدوائر التي تحتوي على مسار واحد؟

تثبيت المفاهيم

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

٧. القوة المتبادلة بين إلكترونين هي:

أ. احتكاك

ب. تجاذب

ج. متعادلة

د. تنافر

٨. الخاصية التي تزداد في سلك عندما تقل مساحة مقطعه العرضي هي:

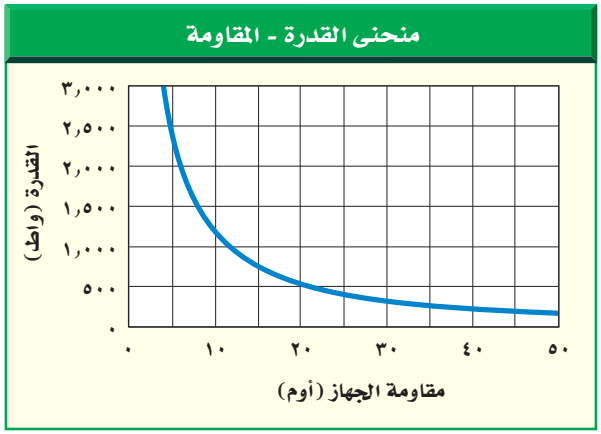
أ. المقاومة

ب. التيار

ج. الجهد

د. الشحنة السكونية

استخدم الرسم البياني الآتي للإجابة عن سؤال ٩.



٩. كيف تتغيّر المقاومة الكهربائية إذا انخفضت القدرة من ٢٥٠٠ واط إلى ٥٠٠ واط؟

أ. تزداد ٤ مرات

ب. تقل ٤ مرات

ج. تتضاعف مرتين

د. لا تتغيّر

١٠. يحدث التفريغ الكهربائي نتيجة انتقال الشحنات الكهربائية عبر:

أ. سلك موصل

ب. مصباح كهربائي

ج. الهواء أو الفراغ

د. قطبي بطارية

التفكير الناقد

١١. **حدّد** إذا تم تصغير قطر سلك فلزي فكيف تُغيّر من طوله للإبقاء على مقاومته الكهربائية ثابتة؟

يُبيّن الجدولان الآتيان علاقة الجهد بالتيار لجهازين كهربائيين، هما المذياع ومشغّل الأقراص المدمجة. استعن بالجدولين للإجابة عن الأسئلة من ١٢ – ١٥.

المذياع		مشغل الأقراص المدمجة	
الجهد (فولت)	التيار (أمبير)	الجهد (فولت)	التيار (أمبير)
٢,٠	١,٠	٢,٠	٠,٥
٤,٠	٢,٠	٤,٠	١,٠
٦,٠	٣,٠	٦,٠	١,٥

١٢. **أنشئ رسمًا بيانيًّا** للعلاقة بين الجهد وشدة التيار، على أن تُمثّل شدة التيار على المحور الأفقي، والجهد الكهربائي على المحور الرأسي، ثمّ فرّغ البيانات الخاصة بكل جهاز من الجدول أعلاه على الرسم البياني.

١٣. **حدّد** من الرسم البياني، أي العلاقتين يكون خطها أقرب إلى الأفقي: المذياع أم مشغّل الأقراص المدمجة؟

١٤. **احسب** المقاومة الكهربائية لكل القيم في **الجدولين** السابقين، مستخدمًا قانون أوم، ما مقاومة كل جهاز؟

١٥. **حدّد** الجهاز الذي كان منحنى الرسم البياني له أقرب إلى الأفقي، هل كان الجهاز ذا المقاومة الكهربائية الأكبر أم الأقل؟

أنشطة تقويم الأداء

١٦. **صمّم لعبة على لوحة** حول توصيل الدوائر الكهربائية على التوالي أو على التوازي. قد تستند قواعد اللعبة على فتح الدائرة الكهربائية وإغلاقها، أو إضافة أجهزة إلى الدائرة، وانصهار المنصهر الكهربائي وتبديله، أو اغلاق القواطع الكهربائية.

تطبيق الرياضيات

١٧. **احسب المقاومة** إذا وصلت جهازًا كهربائيًّا بمقبس جهد يُعطي ١١٠ فولت، فما مقاومة هذا الجهاز إذا كانت شدة التيار الكهربائي المار فيه ١٠ أمبير؟

١٨. **احسب التيار الكهربائي** إذا وُصِل مجفّف شعر قدرته ١٠٠٠ واط بمصدر جهد ١١٠ فولت، فما مقدار التيار الكهربائي الذي يمر فيه؟

١٩. **احسب الجهد الكهربائي** وُصِل مصباح كهربائي مقاومته ٣٠ أوم ببطارية، فإذا علمت أن شدة التيار الكهربائي المار فيه ٠,١٠ أمبير، فما مقدار جهد البطارية؟

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤال ٢٠.

متوسط القدرة لبعض الأجهزة الكهربائية في وضعية الاستعداد للتشغيل	
الجهاز	القدرة (واط)
حاسب	٧,٠
فيديو	٦,٠
تلفاز	٥,٠

٢٠. **احسب التكلفة** يُبيّن الجدول أعلاه القدرة التي تستهلكها بعض الأجهزة وهي موصولة بالكهرباء، وفي وضعية الاستعداد للتشغيل. احسب تكلفة الطاقة الكهربائية التي يستهلكها كل جهاز شهريًا، إذا ترك في وضعية الاستعداد للتشغيل لمدة ٦٠٠ ساعة في الشهر، علمًا بأن ثمن الكيلوواط.ساعة هو ٠,٢ ريال.

الفصل ١٢

المغناطيسية

الفكرة العامة

تؤثّر المغانط بقوة بعضها في بعضًا، كما تؤثّر أيضًا بقوة في الشحنات الكهربائية المتحرّكة.

الدرس الأول

الخصائص العامة للمغناطيس

الفكرة الرئيسة تولّد الشحنات الكهربائية المتحركة مجالات مغناطيسية.

الدرس الثاني

الكهرومغناطيسية

الفكرة الرئيسة يمكن أن تولّد المجالات المغناطيسية تيارات كهربائية.

القطار المعلق

يمكن لهذا القطار أن يتحرّك بسرعة ٥٠٠ كم/ ساعة تقريبًا، دون أن يلامس سكة الحديد! ولكي يبلغ القطار هذه السرعة يستخدم قوة الرفع المغناطيسية؛ إذ ترفع هذه القوة القطار فوق السكة، ثم تعمل على دفعه إلى الأمام بسرعة كبيرة.

دفتر العلوم **اكتب قائمة بثلاث طرائق، شاهدت خلالها استخدامًا للمغانط.**

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلالية

القوى المغناطيسية

يسير القطار المغناطيسي بسرعة عالية، مستخدمًا القوة المغناطيسية. كيف يمكن للمغناطيس أن يجعل شيئًا ما يتحرّك؟ ستوضّح التجربة الآتية قدرة المغناطيس على التأثير بقوَى.

١. ضع قضيبين مغناطيسيين متقابلين على طرفي ورقة بيضاء.

٢. حرّك أحد المغناطيسين بلطف نحو الآخر إلى أن يتحرّك المغناطيس الآخر، وقس المسافة بينهما.

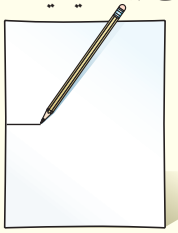
٣. أدر أحد المغناطيسين ١٨٠ درجة وكرّر الخطوة ٢، ثم أدر المغناطيس الآخر ١٨٠ درجة، وكرّر الخطوة ٢ مرة أخرى.

٤. كرّر الخطوة السابقة بعد أن تضع أحد المغانط بشكل متعامد مع الآخر (ليكوّنا الحرف T).

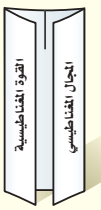
٥. **التفكير الناقد** دوّن النتائج في دفتر العلوم. ما المسافة التي يجب أن تكون بين المغناطيسين حتى يؤثّر كل منهما في الآخر؟ وهل كان المغناطيسان يتحرّكان سويًّا أم يتحرّك كل منهما بمعزل عن الآخر؟ وكيف تؤثّر المسافة بين المغناطيسين في القوة المتبادلة بينهما؟ وضّح إجابتك.

المطويات
منظمات الأفكار

القوى المغناطيسية ومجالاتها اعمل المطوية الآتية لتساعدك على تحديد أوجه الشبه والاختلاف بين القوى المغناطيسية والمجالات المغناطيسية.



الخطوة ١ **ارسم** علامة عند منتصف الحافة الطويلة للورقة.



الخطوة ٢ **أدر** الورقة عرضيًّا، ثم اطوِ الحافتين القصيرتين، على أن تلامسا العلامة في منتصف الورقة.

الخطوة ٣ **اكتب** مصطلح القوة المغناطيسية على أحد وجهي الورقة، ومصطلح المجال المغناطيسي على الوجه الآخر للورقة.

قارن وميّز في أثناء قراءة الفصل اكتب المعلومات حول كل موضوع تحت العنوان المناسب له. وبعد قراءة الفصل وضّح الفرق بين القوة المغناطيسية والمجال المغناطيسي، واكتب ذلك في الجزء الداخلي من شريط مطويتك.

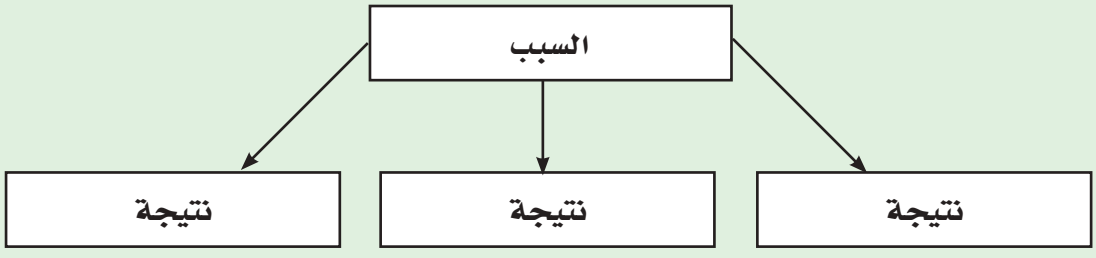
أتهيأ للقراءة

السبب والنتيجة

١ أتعلّم السبب هو تعليل حدوث الأشياء. والنتيجة هي الأثر الذي يترتب على السبب. سيساعدك تعلّم السبب والنتيجة على فهم سبب حدوث الأشياء، وما يترتب على هذا السبب. يمكنك استخدام المنظّمات التخطيطية لترتيب الأسباب والنتائج وتحليلها في أثناء قراءتك.

٢ أتدرّب اقرأ الفقرة الآتية، ثم استخدم المنظّم التخطيطي أدناه لتُبيّن ما يحدث عندما تقذف الشمس الدقائق المشحونة نحو الأرض.

تبعث الشمس أحيانًا كمية كبيرة من الجسيمات المشحونة مرة واحدة، ويُشتّت مجال الأرض المغناطيسي الكثير منها، إلاّ أن بعضها يولّد جسيمات مشحونة في السطح الخارجي للغلاف الجوي للأرض، فتتحرّك حركة لولبية على امتداد خطوط المجال المغناطيسي للأرض، وتنحرف نحو قطبي الأرض. فتتصادم عند القطبين مع ذرات الغلاف الجوي، وتسبب انبعاث الضوء من الذرات فتتوهّج وتصدر أضواء، وهذا ما يُعرف بالشفق القطبي. صفحة ١٧٧.



٣ أطبّق انتبه جيدًا ـ في أثناء قراءة الفصل ـ لأسباب حركة الجسيمات المشحونة عبر المجال المغناطيسي والنتائج المترتبة على ذلك، وحدّد ثلاثة أسباب، ونتائج كل منها.

إرشـــاد

تساعدك المنظّمات التخطيطية -ومنها منظم السبب والنتيجة- على تنظيم ما قرأته بحيث يمكنك تذكره لاحقًا.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءة الفصل باتباعك ما يأتي:

١ قبل قراءة الفصل

أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

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

٢ بعد قراءة الفصل

ارجع إلى هذه الصفحة لترى إذا كنت قد غيّرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة والمصححة أثناء دراستك.

قبل القراءة م أوغ	العبارة	بعد القراءة م أوغ
	١. الأقطاب المختلفة في المغانط تجذب بعضها بعضًا.	
	٢. يحوّل المحرّكُ الكهربائيُّ الطاقةَ الكهربائية إلى طاقة حركية.	
	٣. لم يتغيّر المجال المغناطيسي للأرض منذ تشكّلها.	
	٤. تزداد قوة المجال المغناطيسي كلما ابتعدنا عن قطبي المغناطيس.	
	٥. يحاط السلك الذي يحمل تيارًا كهربائيًّا بمجال مغناطيسي.	
	٦. المغناطيس الكهربائي هو سلك ملفوف حول مغناطيس.	
	٧. ليس للمجال المغناطيسي أثر في الشحنات الكهربائية المتحرّكة.	
	٨. يؤثّر المجال المغناطيسي للأرض في سطحها فقط.	
	٩. تنتج المجالات المغناطيسية عن حركة الأجسام.	
	١٠. يعمل المحوّل الكهربائي على تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.	

الدرس ١

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

الخصائص العامة للمغناطيس

في هذا الدرس

الأهداف

- تصف سلوك المغانط.
- تربط بين سلوك المغانط والمجالات المغناطيسية.
- توضّح لماذا تُعدّ بعض المواد مغناطيسية؟

الأهمية

- المغناطيسية إحدى القوى الأساسية في الطبيعة.

مراجعة المفردات

البوصلة: أداة تتكون من إبرة مغناطيسية، تتحرّك بحرية لتحديد الاتجاهات.

المغناطيس الطبيعي: جزء من معدن المجناتيت.

المفردات الجديدة

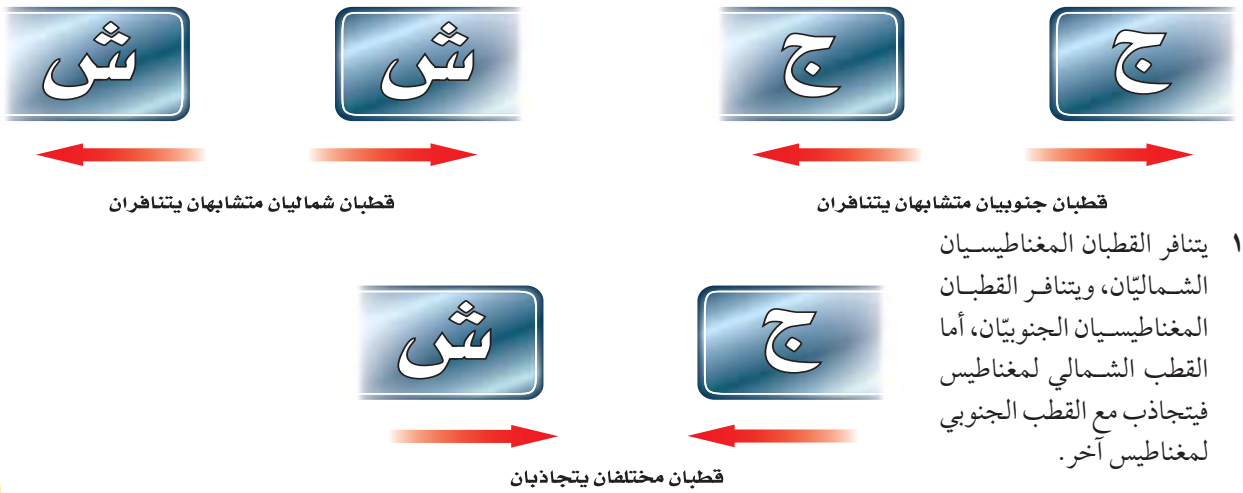
- المجال المغناطيسي
- المنطقة المغناطيسية
- الغلاف المغناطيسي للكرة الأرضية

استعمالات المغناطيس قديمًا

هل قمت يومًا بتثبيت أوراق على الثلاجة أو على سطح معدني آخر مستخدمًا المغناطيس؟ وهل تساءلت يومًا عن سبب جذب المغناطيس لبعض الفلزات؟ لاحظ الناس منذ آلاف السنين أن هناك معدنًا يُسمّى المجناتيت يجذب القطع الحديدية وقطعًا أخرى من المعدن نفسه. وقد اكتشفوا أنهم عندما يدلكون قطعًا حديدية بهذا المعدن تصبح هذه القطع الحديدية كالمجناتيت تجذب غيرها من المعادن. وربما صنعوا أول بوصلة في التاريخ عندما تركوا قطعة ممغنطة معلّقة تعليقًا حرًّا في الهواء، فأخذت تدور، حتى أشار أحد طرفيها إلى الشمال. وللبوصلة أهمية كبيرة في الملاحة والاستكشافات العلمية، خاصة في البحار؛ حيث كان البحارة قبلها يعتمدون على النجوم أو الشمس؛ لمعرفة الجهة التي يبحرون إليها.

المغانط

المغناطيس الطبيعي جزء من معدن المجناتيت. حيث يجذب الأجسام المصنوعة من الحديد والفولاذ، ومنها المسامير ومشابك الورق، كما يجذب غيره من المغانط، أو يتنافر معها. ولكل مغناطيس طرفان أو قطبان، يسمى أحدهما القطب الشمالي والآخر القطب الجنوبي. وكما يوضّح **الشكل ١**؛ يتنافر القطب الشمالي للمغناطيس مع الأقطاب الشمالية الأخرى، ولكنه يجذب الأقطاب الجنوبية. ويتنافر القطب الجنوبي مع الأقطاب الجنوبية الأخرى، في حين يجذب الأقطاب الشمالية.

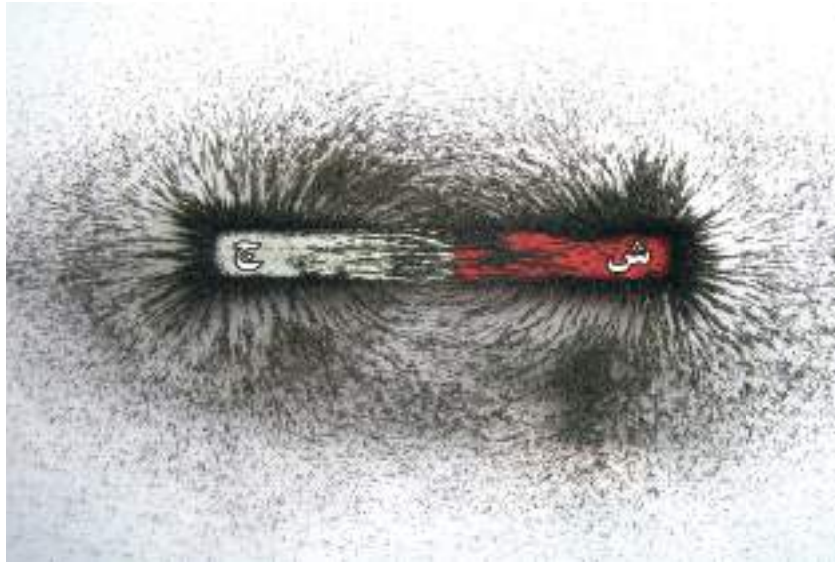


قطبان جنوبيان متشابهان يتنافران

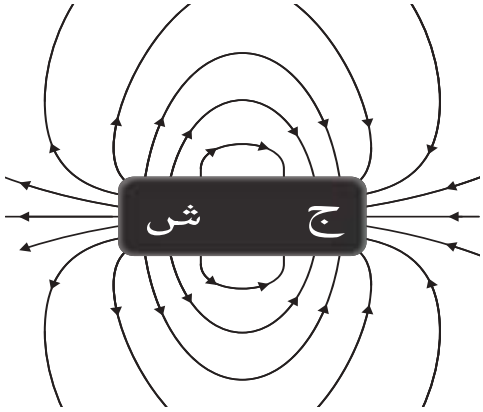
قطبان شماليان متشابهان يتنافران

قطبان مختلفان يتجاذبان

الشكل ١ يتنافر القطبان المغناطيسيان الشماليّان، ويتنافر القطبان المغناطيسيان الجنوبيّان، أما القطب الشمالي لمغناطيس فيتجاذب مع القطب الجنوبي لمغناطيس آخر.



تساعد برادة الحديد على إظهار خطوط المجال المغناطيسي حول قضيب مغناطيسي.



تبدأ خطوط المجال المغناطيسي من القطب الشمالي، وتنتهي في القطب الجنوبي

المجال المغناطيسي لن يستغرق الأمر طويلاً ـ عند تعاملك مع مغناطيسين متماثلين ـ حتى تشعر أن المغانط تتجاذب أو تتنافر دون أن تتلامس. فكيف يُحرّك المغناطيس جسمًا دون أن يلمسه؟ لعلك تذكر أن القوة التي تحرك الجسم قد تكون سحبًا أو دفعًا. والقوة المغناطيسية لا تختلف عن قوة الجاذبية والقوة الكهربائية، من حيث إنها تؤثّر في الأجسام دون أن تلامسها، حيث تَضعف كلما ابتعدت المغانط بعضها عن بعض.

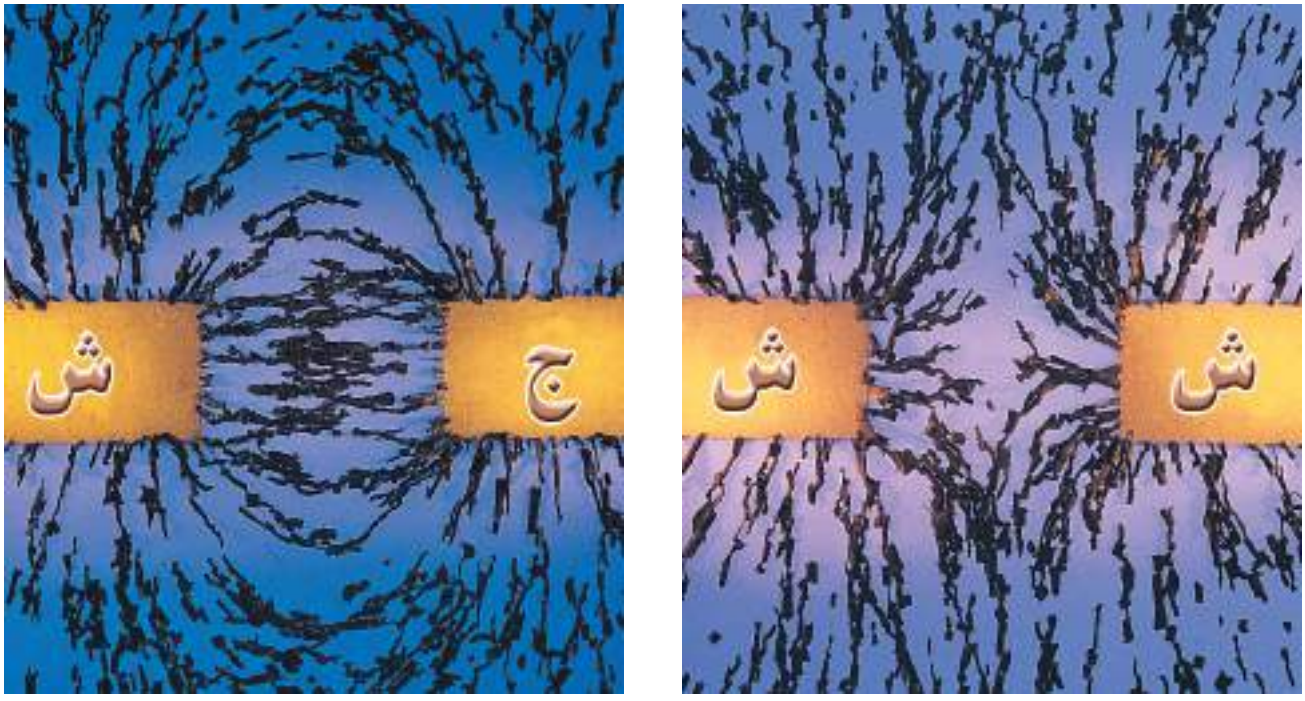
تؤثّر القوة المغناطيسية ضمن منطقة تُحيط بالمغناطيس تُسمّى **المجال المغناطيسي** Magnetic Field. ويمكن الكشف عن هذه المنطقة بنثر برادة حديد حول المغناطيس، حيث تترتب على شكل خطوط منحنية تحيط بالمغناطيس، كما يُبيّن **الشكل ٢**، وتبدأ خطوط المجال من أحد قطبي المغناطيس، لتنتهي بالقطب الآخر، وتساعد خطوط المجال المغناطيسي على تعرّف اتجاه المجال المغناطيسي عند كل نقطة فيه.

الشكل ٢ يُحيط المجال المغناطيسي بالمغناطيس، وكلما تقاربت خطوط المجال المغناطيسي كان المجال أقوى.

حدّد أين يكون المجال بالنسبة لهذا المغناطيس أقوى ما يمكن؟

ماذا قرأت؟ كيف تستدل على وجود مجال مغناطيسي؟

تبدأ خطوط المجال المغناطيسي من القطب الشمالي للمغناطيس، وتنتهي في القطب الجنوبي، كما تبدو في **الشكل ٢**، وتكون خطوط المجال متقاربة في المناطق التي يكون فيها المجال قويًّا، وتتباعد الخطوط كلما ضعف المجال، وكما تلاحظ في **الشكل**، يكون المجال المغناطيسي أقوى ما يمكن بالقرب من القطبين، ويضعف كلما ابتعدنا عنهما. تنحني خطوط المجال ليتقارب بعضها من بعض، في حالة التجاذب، وتنحني لتتباعد في حالة التنافر. ويُبيّن **الشكل ٣** خطوط المجال المغناطيسي بين قطبين شماليين، وكذلك بين قطب شمالي وآخر جنوبي.



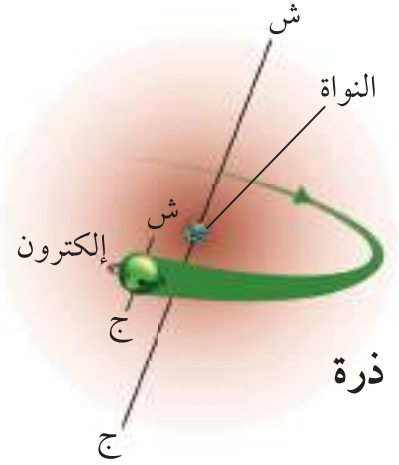
الشكل ٣ يظهر التجاذب والتنافر من خلال خطوط المجال.

وضّح كيف يبدو المجال بين قطبين مغناطيسيين جنوبيين؟

كيف ينشأ المجال المغناطيسي؟ يمكن أن تصبح بعض المواد مثل الحديد، مغناطيسًا، ويُحيط بها مجال مغناطيسي. ويتولّد المجال المغناطيسي عندما تتحرّك الشحنات الكهربائية؛ فحركة الإلكترونات مثلًا تولّد مجالًا مغناطيسيًّا.

يوجد داخل كل مغناطيس شحنات متحرّكة. وتحتوي كل ذرة على جسيمات مشحونة بشحنة سالبة تُسمّى الإلكترونات، وهذه الإلكترونات لا تتحرّك حول أنوية الذرات بصورة دائرية فقط، وإنما تدور حول نفسها أيضًا في حركة مغزلية، كما يُبيّن **الشكل ٤**. وينجم عن نوعي الحركة التي يتحرّكها كل إلكترون مجال مغناطيسي، وتحتوي ذرات كل مغناطيس على إلكترونات متحرّكة بترتيب معيّن، بحيث تبدو كل ذرة وكأنها مغناطيس صغير. وفي بعض المواد كالحديد يوجد عدد كبير من الذرات لها مجالات مغناطيسية تُشير إلى الاتجاه نفسه، وتُسمّى هذه المجموعة من الذرات التي تُشير مجالاتها المغناطيسية إلى الاتجاه نفسه **المنطقة المغناطيسية** Magnetic Domain.

وتحتوي المادة القابلة للتمغنط، كالحديد والفولاذ، على العديد من هذه المناطق المغناطيسية، وعندما تكون المادة غير قابلة للتمغنط تكون هذه المناطق مرتّبة في اتجاهات مختلفة، كما في **الشكل ٥أ**، فتلغي المجالات المغناطيسية الناتجة عن تلك المناطق بعضها بعضًا؛ لذا لا تؤثّر تلك المادة كمغناطيس.



الشكل ٤ تولّد حركة الإلكترونات في الذرة مجالات مغناطيسية.

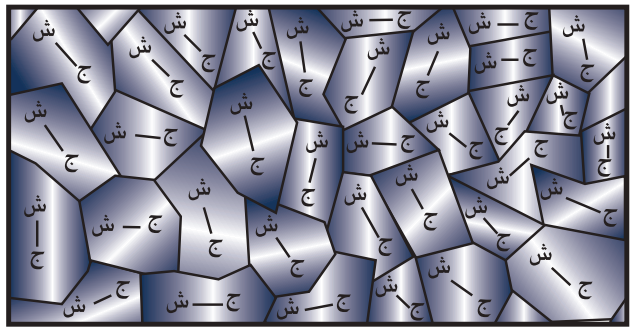
صف نوعي الحركة اللذين يظهران في الشكل.

يحتـوي المغناطيس على عـدد هائل من المناطق المغناطيسـية التي تكون مجالاتهـا المغناطيسـية مرتّبة وتُشـير إلى الاتجاه نفسـه. افتـرض أننا قرّبنا مغناطيسًـا قويًّا إلى قطعة حديد، سيعمل المجال المغناطيسي للمغناطيس القوي على ترتيب المجالات المغناطيسية للعديد من المناطق المغناطيسية داخـل قطعـة الحديـد؛ لتأخـذ اتجاه خطـوط المجال المغناطيسـي نفسـه للمغناطيس القوي، كما يُبيّن **الشكل ٥ب**. وهذه العملية تؤدي كما تُشاهد إلى مغنطة مشابك الورق كما في **الشكل ٥جـ**.

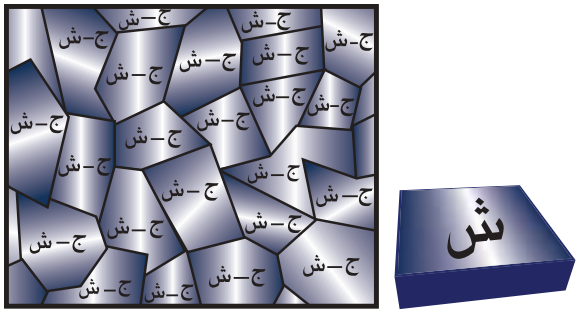
المجال المغناطيسي للأرض

لا تنحصر المغناطيسـية في قطع من الحديد والفولاذ؛ فالكرة الأرضية لها مجال مغناطيسـي، كما في **الشـكل ٦**. وتُسـمّى المنطقة المحيطة بالأرض والتـي تتأثّـر بالمجـال المغناطيسـي للأرض **الغـلاف المغناطيسـي للكرة الأرضيـة** Magnetosphere. وتقوم هذه المنطقة بحماية الأرض من كثير

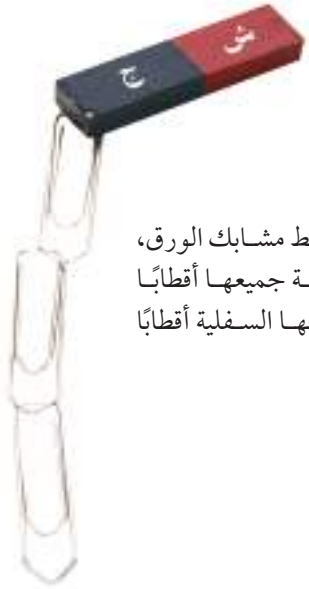
الشكل ٥ يمكـن لبعـض المعـادن أن تصبح مغانط مؤقتة.



أ مقطـع مجهري في عينة من الحديـد أو الفولاذ. تتجه المناطق المغناطيسية بشكل عشوائي، وهذا يلغي مجالاتها.



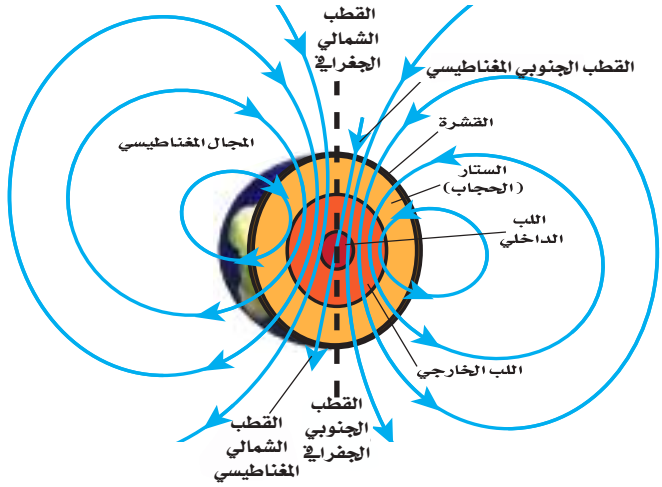
ب عنـد تقريب مغناطيس قوي مـن قطعة حديد تترتّب مناطقها المغناطيسية، وتنتج مجالاً مغناطيسيًّا موحدًا.



جـ قضيب مغناطيسـي يمغنط مشـابك الورق، فتصبـح أطرافهـا العلويـة جميعهـا أقطابًـا شـمالية، وتصبـح أطرافهـا السـفلية أقطابًا جنوبية.

من الجسيمات المتأينة القادمة من الشمس.

ويُعتقد أن مركز المجال المغناطيسي الأرضي يقع عميقًا في لب الأرض الخارجي. وهناك نظرية تقول إن حركة الحديد المصهور في اللب الخارجي للأرض هي المسؤولة عن توليد المجال المغناطيسي للأرض. إن شكل المجال المغناطيسي للأرض مشابه للمجال الناشئ عن وجود قضيب مغناطيسي ضخم داخل الأرض، ويميل بزاوية ١١ درجة للخط الواصل بين قطبي الأرض الجغرافيين.



الشكل ٦ للأرض مجال مغناطيسي مشابه للمجال المتكون حول قضيب المغناطيس. ويعد القطب الشمالي الجغرافي للأرض جنوبا مغناطيسيًا كما يعد القطب الجنوبي الجغرافي للأرض شمالا مغناطيسيًا.

تطبيق العلوم

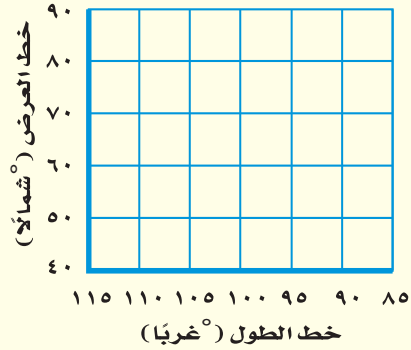
إيجاد الانحراف المغناطيسي

يشير القطب الشمالي لإبرة البوصلة نحو الشمال الجغرافي للأرض والذي يعد كجنوب مغناطيسي لها.

تخيل انك قمت برسم خط يبدأ من موقعك وينتهي بالقطب الشمالي الجغرافي للأرض، ثم رسمت خطا آخر من موقعك ينتهي بالقطب الجنوبي المغناطيسي الذي تشير إليه الإبرة. تسمى الزاوية بين الخطين الانحراف المغناطيسي، وهو يختلف باختلاف موقعك على سطح الأرض. ولا بد من معرفة هذا الانحراف عند البحث عن الشمال الجغرافي.

تحديد المشكلة

افترض أن موقعك عند ٥٠° شمالا، و١١٠°غربا، ويقع القطب الشمالي الجغرافي عند ٩٠°شمالا، و١١٠°غربا، ويقع القطب الجنوبي المغناطيسي عند ٨٠° شمالًا، و١٠٥° غربًا، ما مقدار زاوية الانحراف المغناطيسي لموقعك؟



حل المشكلة

١. ارسم شكلًا مشابهًا للشكل أعلاه، وثبّت عليه البيانات السابقة.

٢. عيّن على **الشكل** موقع، وموقع القطب الجنوبي المغناطيسي، والقطب الشمالي الجغرافي.

٣. ارسم خطا من موقعك للقطب الشمالي الجغرافي، وخطًا آخر من موقعك للقطب الجنوبي المغناطيسي.

٤. قس الزاوية بين الخطين بالمنقلة.

المغناطيس الطبيعي للنحل والحمام وغيرهما من المخلوقات أدوات ملاحة طبيعية خاصة؛ فهي تستفيد من المغناطيسية لإيجاد طريقها. فبدلًا من البوصلة وهب الله لهذه المخلوقات قطعًا صغيرة من معدن المجناتيت داخل أجسامها، ولهذه القطع مجالات مغناطيسية، تعتمد عليها في تعرّف المجال المغناطيسي الأرضي لتحديد طريقها، وتستخدم بالإضافة لذلك نقاطًا استرشادية أخرى كالشمس والنجوم.

المجال المغناطيسي الأرضي المتغيّر لا تبقى أقطاب المجال المغناطيسي الأرضي ثابتةً في مكانها، فالقطب الشمالي المغناطيسي يقع الآن في مكان يختلف عما كان عليه قبل ٢٠ سنة مضت، كما يُبيّن **الشكل ٧**. وقد يحدث أكثر من ذلك، كأن ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي للأرض. ولو أتيح استخدام البوصلة الحالية قبل ٧٠٠ ألف سنة لأشارت إبرتها إلى الجنوب الجغرافي الحالي بدلا من الشمال الجغرافي؛ إذ إن اتجاه مجال الأرض المغناطيسي قد انعكس أكثر من ٧٠ مرة خلال ٢٠ مليون سنة خلت، وقد وجد ذلك مسجّلًا ضمن البناء المغناطيسي للصخور القديمة، وكان ذلك في أثناء عملية برود الصخر وتجمده، حيث تجمّد معه الترتيب المغناطيسي لذرات الحديد في الصخر، بما يتفق مع المجال المغناطيسي للأرض آنذاك، وبهذا شكّلت الصخور سجلًّا للتغيّرات التي حدثت للمجال المغناطيسي الأرضي عبر العصور.

تجربة

ملاحظة المجال المغناطيسي

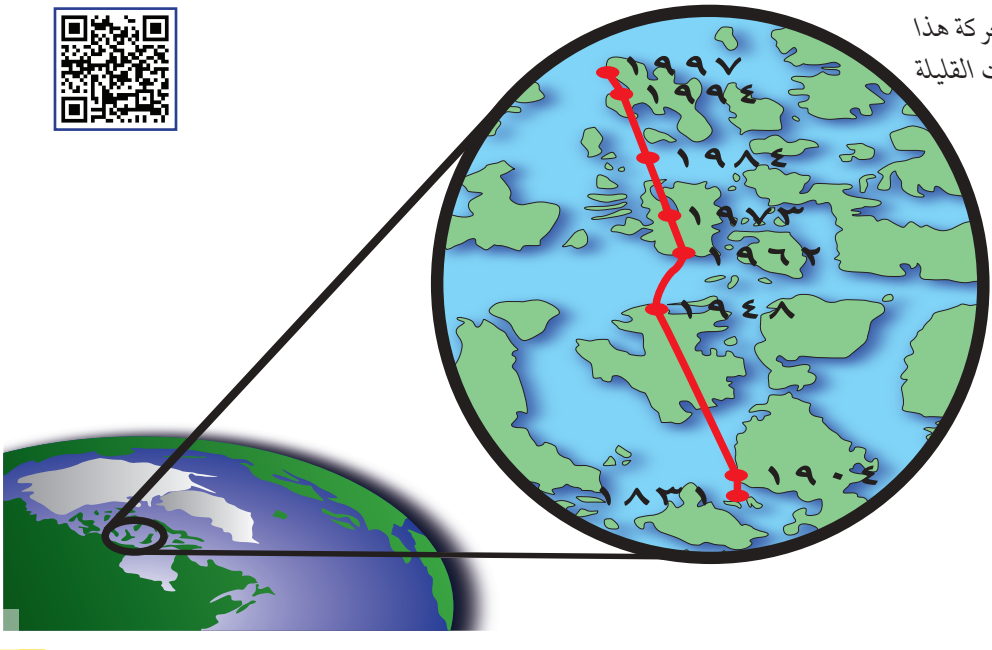
الخطوات

١. ضع قليلًا من برادة الحديد في طبق بتري بلاستيكي، ثم ثبّت غطاءه بشريط لاصق شفاف.
٢. اجمع عددًا من المغانط فوق الطاولة، واحمل طبق بتري فوق كل مغناطيس، ولاحظ برادة الحديد، وارسم شكلها على ورقة.
٣. رتّب مغناطيسين أو أكثر في أوضاع مختلفة فوق الطاولة، ثم ضع البرادة فوقها ولاحظ ما يحدث لها.

التحليل

١. ماذا يحدث للبرادة بالقرب من أقطاب المغانط، وبعيدًا عنها؟
٢. قارن بين مجالات المغانط المختلفة، وحدّد الأقوى والأضعف من بينها.

تجربة عملية مغناطيسية الأرض
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين



الشكل ٧ يختلف موقع القطب المغناطيسي للأرض من سنة إلى أخرى.
توقّع كيف تكون حركة هذا القطب خلال السنوات القليلة القادمة.

الشكل ٨ تتجه إبرة البوصلة مع خطوط المجال المغناطيسي أينما وضعت حول المغناطيس.

وضّح ما يحدث لإبر البوصلات جميعها عند إزالة القضيب المغناطيسي.

البوصلة إبرة البوصلة قضيب مغناطيسي صغير، له قطبان: شمالي وجنوبي، وعند وضعها في مجال مغناطيسي تدور ثم تثبت في اتجاه يوازي خطوط المجال. ويُبيّن **الشكل ٨** كيف يتأثّر اتجاه إبرة البوصلة بمكان وجودها حول قضيب مغناطيسي. وكذلك يعمل المجال المغناطيسي للأرض على تدوير إبرة البوصلة، حتى تستقر بوضع يتجه فيه القطب الشمالي لإبرة البوصلة نحو القطب المغناطيسي الأرضي، الموجود في شمال الكرة الأرضية. وهذا يُبيّن أن قطب الأرض المغناطيسي الموجود في أقصى الشمال هو قطب مغناطيسي جنوبي.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

البوصلة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت لتتعرف العديد من أنواع البوصلات.

نشاط استخدم البوصلة في تحديد موقعك بالنسبة للقطب الشمالي الحقيقي.

مراجعة الدرس ١

الخلاصة

المغانط

- للمغناطيس قطبان: شمالي وجنوبي.
- الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر، والأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب.
- يُحاط المغناطيس بمجال مغناطيسي يؤثّر بقوى في المغانط الأخرى.
- تكون بعض المواد قابلة للتمغنط؛ لأن ذراتها تسلك سلوك المغانط.

المجال المغناطيسي للأرض

- يحيط بالأرض مجال مغناطيسي يشبه المجال المغناطيسي المحيط بالقضيب المغناطيسي.
- تتحرك أقطاب الأرض المغناطيسية ببطء، وتتغير أماكنها من حين إلى آخر، وهي الآن قريبة من الأقطاب الجغرافية للأرض.
- شمال الأرض الجغرافي قريب من القطب المغناطيسي الجنوبي، وجنوب الأرض الجغرافي قريب من القطب المغناطيسي الشمالي.

اختبر نفسك

١. **وضّح** لماذا تسلك الذرات سلوك المغناطيس؟

٢. **وضّح** لماذا تجذب المغانط الحديد ولا تجذب الورق؟

٣. **صف** كيف يكون سلوك الشحنات الكهربائية مماثلًا لسلوك الأقطاب المغناطيسية؟

٤. **حدّد** مناطق الضعف ومناطق القوة في المجال المحيط بالمغناطيس.

٥. **التفكير الناقد** إذا تم الحصول على مغناطيس على شكل حذاء الفرس من ثني قضيب مغناطيسي ليصبح على شكل حرف U، فكيف يمكن أن يتجاذب مغناطيسان من هذا النوع، أو يتنافرا، أو يؤثّر كل منهما في الآخر تأثيرًا ضعيفًا؟

تطبيق المهارات

٦. **تواصل** كان الملاحون القدامى يعتمدون على الشمس والنجوم وخط الساحل عند الإبحار. وضّح كيف يزيد تطوير البوصلة من قدرتهم على الملاحة؟

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

الكهرومغناطيسية

في هذا الدرس

الأهداف

- توضّح كيف يمكن للكهرباء أن تُنتج حركة.
- توضّح كيف يمكن للحركة أن تُنتج كهرباء.

الأهمية

- تُمكّن الكهرباء والمغناطيسية المحرّك الكهربائي والمولّد الكهربائي من أداء عملهما.

مراجعة المفردات

التيار الكهربائي: تدفّق الشحنات الكهربائية.

المفردات الجديدة

- المغناطيس الكهربائي
- المحرّك الكهربائي
- الشفق القطبي
- المولّد الكهربائي
- التيار المتردّد
- التيار المستمر
- المحوّل الكهربائي

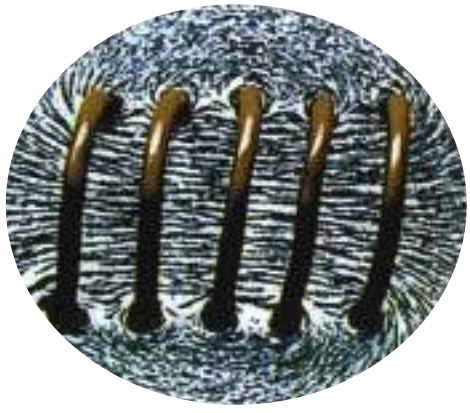
التيار الكهربائي يولد مجالًا مغناطيسيًّا

يَنتج المجال المغناطيسي عن حركة الشحنات الكهربائية. كما تولّد حركة الإلكترونات حول النوى في الذرات مجالًا مغناطيسيًّا، وتجعل حركة الإلكترونات هذه بعض العناصر كالحديد مادة ممغنطة. وعندما تُضيئ مصباحًا كهربائيًّا، أو تُشغّل قارئ الأقراص المدمجة (CD) ستسمح بمرور تيار كهربائي في الأسلاك، أي ستتحرّك الشحنات الكهربائية في السلك. ونتيجة لذلك، ينشأ مجال مغناطيسي حول السلك. يُبيّن **الشكل ٩أ** المجال المغناطيسي الناشئ حول سلك يسري فيه تيار كهربائي.

المغناطيس الكهربائي انظر إلى خطوط المجال المغناطيسي الناشئة، حول الملف الذي يسري فيه تيار كهربائيّ، كما في **الشكل ٩ ب**، ستلاحظ أن المجالات المغناطيسية للفاته تتحد معًا، لتُشكّل مجالًا قويًّا داخل الملف. وعند لف السلك حول قضيب حديدي فإن المجال يُمغنط الحديد، ليصبح مغناطيسًا، ويزيد من قوة مجال الملف، ويُسمّى السلك الذي يُلف حول قلب حديدي، ويسري فيه تيار كهربائيّ **المغناطيس الكهربائي** Electromagnet، والذي يوضّحه **الشكل ٩ جـ**.

أ توضّح برادة الحديد خطوط المجال المغناطيسي حول سلك يسري فيه تيار.

الشكل ٩ يولّد السلك الذي يسري فيه تيار كهربائي مجالاً مغناطيسيًّا.



ب يصبح المجال المغناطيسي قويًّا عند لف السلك الذي يسري فيه التيار، على شكل ملف لولبي (حلزوني).

جـ يزيد القلب الحديدي داخل الملف من المجال المغناطيسي؛ لأنه يصبح ممغنطًا.

تجربة

صنع مغناطيس كهربائي

الخطوات

١. لف سلكًا نحاسيًّا معزولًا ١٠ لفات حول مسمار فولاذي، ثم صل أحد طرفيه بعد إزالة العازل بأحد قطبي بطارية من النوع D، واترك الطرف الآخر غير موصول إلى حين استخدام المغناطيس الكهربائي، كما هو موضّح في **الشكل ٩جـ**.

تحذير: يسخن السلك بمرور الوقت عند مرور تيار كهربائي في السلك.

٢. صل الطرف الثاني للسلك بقطب البطارية الآخر، وقرّب المسمار من مشابك ورقية، ولاحظ كم مشبكًا يمكن أن يحملها المسمار (المغناطيسي)؟

٣. افصل السلك، وأعد لفه ٢٠ لفة، ثم لاحظ كم مشبكًا يحمل هذه المرة؟ ثم افصل البطارية.

التحليل

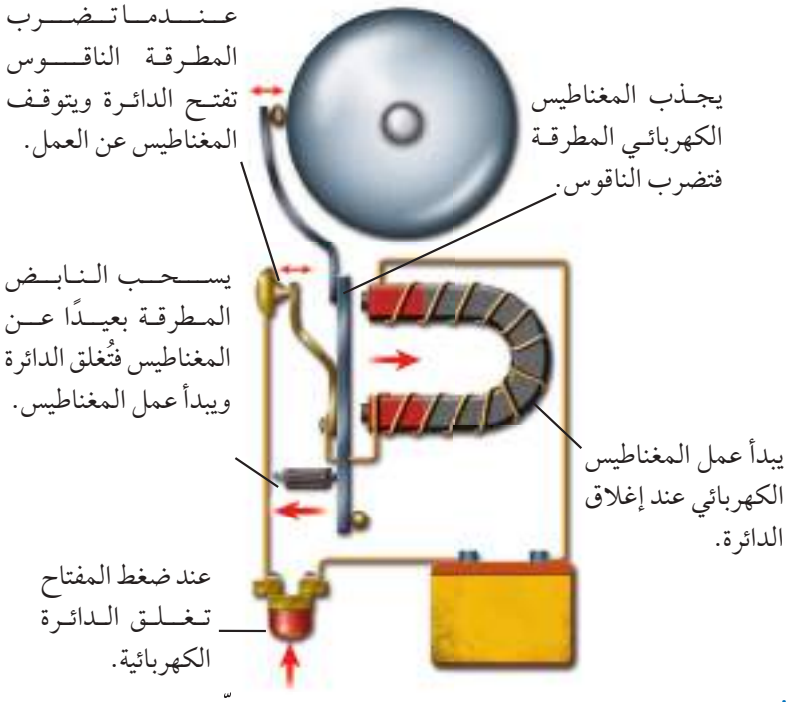
١. كم مشبكًا أمكن حمله في كل مرة؟ وهل زيادة عدد اللفات تزيد من قوة المغناطيس أم تضعفه؟

٢. ارسم علاقة بيانية بين عدد اللفات وعدد المشابك، ثم توقّع عدد المشابك التي يحملها ملف من ٥ لفات، وتحقّق من ذلك عمليًّا.

في المنزل

الشكل ١٠ يحتوي جرس الباب على مغناطيس كهربائي، وعندما تُقفل الدائرة يعمل المغناطيس الكهربائي، وتضرب المطرقة الناقوس.

وضّح كيف يتم إيقاف المغناطيس الكهربائي عن العمل كل مرة؟



استخدام المغانط الكهربائية يمكن التحكّم في المجال المغناطيسي للمغانط الكهربائية بتشغيلها أو إيقاف عملها، من خلال التحكم في مرور التيار الكهربائي. كما يمكن التحكّم في قوة المغناطيس الكهربائي، واتجاه مجاله المغناطيسي، من خلال مقدار التيار الكهربائي واتجاهه. وهذا التحكّم يجعل المغناطيس الكهربائي عمليًّا؛ حيث يُستخدم في تطبيقات كثيرة، منها الجرس الكهربائي الذي يظهر في **الشكل ١٠**. عندما يُضغط زر الجرس على مدخل البيت تغلق الدائرة الكهربائية التي تتضمّن مغناطيسًا كهربائيًّا، فيعمل المغناطيس، ويجذب إليه رافعة حديدية مثبتًا في نهايتها مطرقة صغيرة، تقوم بطرق الناقوس. وبهذا الوضع تكون الرافعة قد ابتعدت عن نقطة توصيل معيّنة، فتفتح الدائرة الكهربائية، ويفقد المغناطيس الكهربائي مجاله، ويتوقّف عن العمل، وفي هذه المرحلة يأتي دور النابض الذي يُعيد الرافعة إلى نقطة التوصيل، فيعود المغناطيس إلى العمل من جديد. وتتكرّر هذه الخطوات ويستمر ضرب المطرقة للناقوس ما بقي الزر مضغوطًا.

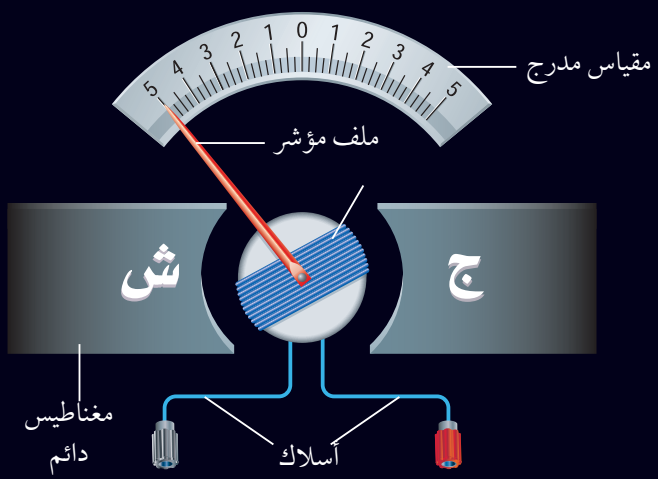
ومن التطبيقات الأخرى التي تستخدم المغناطيس الكهربائي الجلفانومتر الذي يُستخدم ضمن أجهزة كثيرة، منها مؤشّر الوقود في السيارة، وجهاز الأميتر الذي يُستخدم لقياس التيار الكهربائي، وجهاز الفولتمتر الذي يُستخدم لقياس فرق الجهد الكهربائي، كما هو موضّح في **الشكل ١١**.

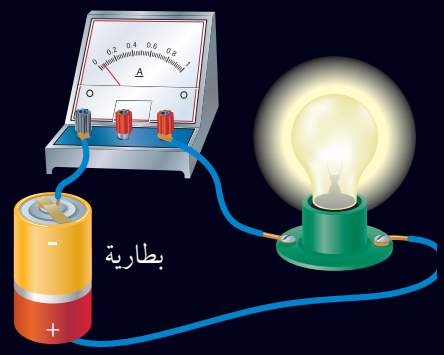
أجهزة قياس فرق الجهد (الفولتمتر) وشدة التيار (الأميتر)

الشكل ١١

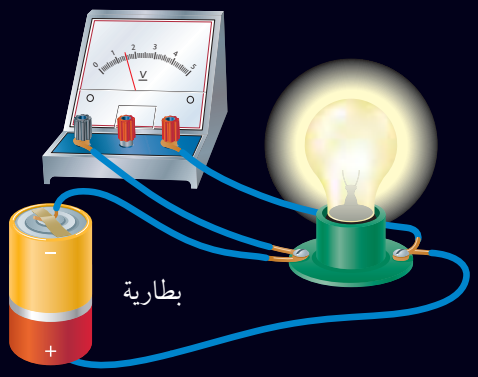
تُستخدم في عدّاد الوقود في السيارة أداة صغيرة تُسمّى جلفانومتر، تعمل على تحريك إبرة العدّاد كلما تغيّرت كمية الوقود. ويُستخدم الجلفانومتر في أجهزة القياس، ومنها الفولتميتر الذي يقيس فرق الجهد الكهربائي، والأميتر الذي يُستخدم في قياس التيار الكهربائي. وهناك جهاز متعدد القياسات يُسمّى الملتمتر؛ يعمل هذا الجهاز عمل الفولتمتر والأميتر، وذلك من خلال تبديل الوضع بينهما باستخدام مفتاح خاص.

يوجد في الجلفانومتر مؤشّر يتصل مع ملف قابل للدوران، بين قطبي مغناطيس دائم، وعندما يتدفّق التيار الكهربائي في الملف يصبح الملف مغناطيسًا كهربائيًّا، وتنشأ قوى تجاذب وتنافر بين أقطاب الملف وأقطاب المغناطيس الدائم، تؤدي إلى دوران الملف بمقدار يتناسب مع مقدار التيار الكهربائي المار فيه.



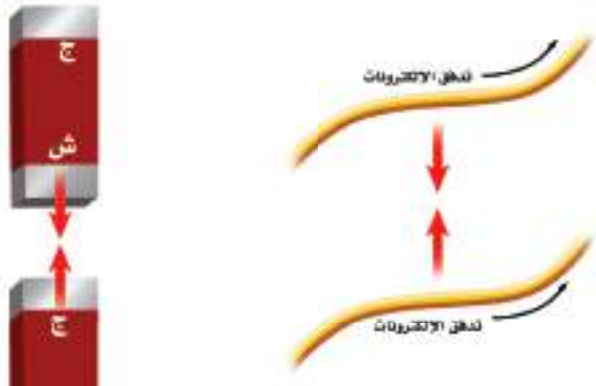


يُستخدم جهاز الأميتر لقياس التيار في الدوائر الكهربائية. ويتركّب الأميتر من جلفانومتر، ومقاومة صغيرة جدًّا، ويوصل مع عناصر الدائرة الكهربائية على التوالي، بحيث يمر خلاله تيار الدائرة الكهربائية كله، وكلما كان التيار في الدائرة أكبر كان انحراف مؤشّر الجلفانومتر أكبر.

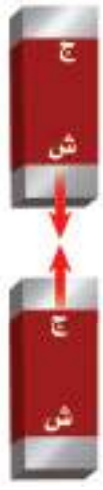


يُستخدم جهاز الفولتمتر لقياس فرق الجهد في الدوائر الكهربائية، ويتركّب الفولتمتر من جلفانومتر ومقاومة كبيرة جدًّا، ويوصل جهاز الفولتمتر مع عناصر الدائرة الكهربائية على التوازي، بحيث لا يمر فيه تيار يُذكر. وكلما كان فرق الجهد أكبر كان انحراف مؤشّر الجلفانومتر أكبر.

التجاذب والتنافر المغناطيسي



الشكل ١٢ يتجاذب السلكان اللذان يسري فيهما تياران كهربائيّان في الاتجاه نفسه، كالأقطاب المغناطيسية المختلفة تمامًا.

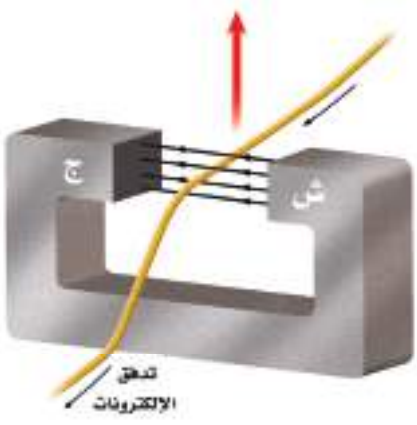


ابحث عن جهاز كهربائي يولّد حركة، كالمروحة مثلًا. كيف يمكن للطاقة الكهربائية التي دخلت المروحة أن تتحوّل إلى طاقة حركية لشفرات المروحة؟ تذكر أن الأسلاك التي تحمل تيارًا كهربائيًّا تولّد حولها مجالاً مغناطيسيًّا، له نفس صفات المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم. فإذا قُرِّب سلكين يسري فيهما تياران كهربائيّان في الاتجاه نفسه فإنهما يتجاذبان، كما لو كانا مغناطيسين، كما يُبيّن **الشكل** ١٢.

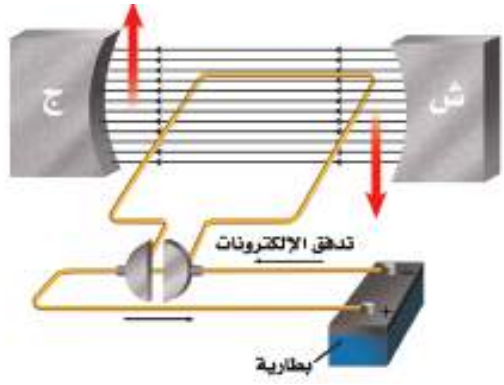
المحرّك الكهربائي كما يؤثّر مغناطيسان كل منهما في الآخر بقوة، فإن مغناطيسًا وسلكًا يسري فيه تيار كهربائيّ يؤثر كل منهما بقوة في الآخر؛ حيث إن المجال المغناطيسي المحيط بالسلك المار فيه تيار كهربائي يجعله ينجذب نحو المغناطيس، أو يتنافر معه، وذلك حسب اتجاه التيار فيه، وبذلك تتحوّل بعض الطاقة الكهربائية في السلك إلى طاقة حركية تحرّكه، كما يُبيّن **الشكل** ١٣ - أ.

يسمى أي جهاز يحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية **المحرّكَ الكهربائي**. Electric Motor وللمحافظة على دوران المحرك يُصنع السلك الذي يسري فيه التيار على شكل ملف، مما يجعل المجال المغناطيسي يؤثر فيه بقوة تجعله يدور باستمرار، كما يُبيّن **الشكل** ١٣ - ب.

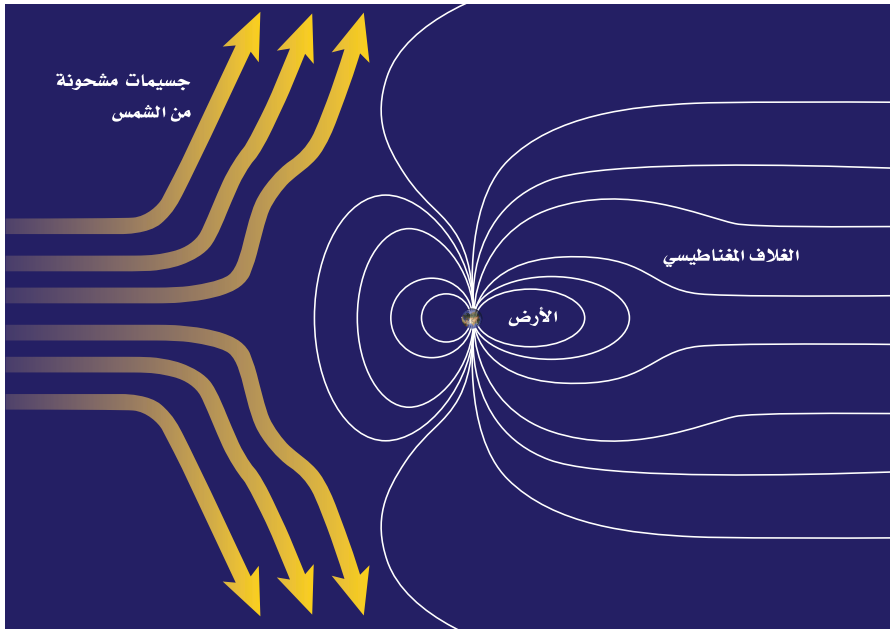
الشكل ١٣ في المحرّك الكهربائي، تعمل القوة التي يؤثّر بها المغناطيس الدائم في الملف الذي يسري فيه التيار على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية.



أ. يؤثّر المجال المغناطيسي، المبيّن في الشكل، في السلك الذي يسري فيه التيار الكهربائي، فيدفعه إلى أعلى.



ب. يؤثّر المجال المغناطيسي الدائم في الملف بقوة تجعلها تدور حول نفسها، ما دام التيار مارًّا فيها.

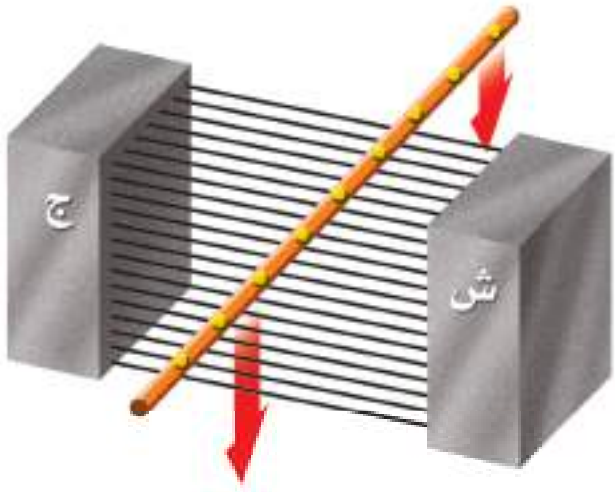


الشكل ١٤ يُشتّت الغلاف المغناطيسي للكرة الأرضية، معظم الجسيمات المشحونة القادمة من الشمس.
وضّح لماذا تبدو خطوط المجال المغناطيسي للأرض ممتدة نحو الجهة البعيدة عن الشمس؟

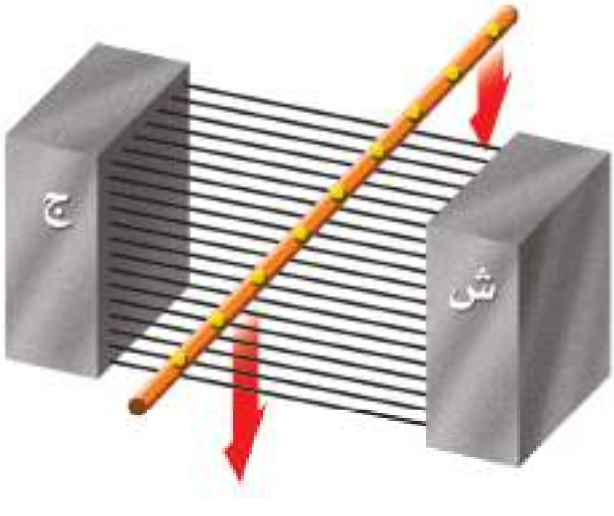
الغلاف المغناطيسي للكرة الأرضية تبعث الشمس جسيمات مشحونة عبر الفضاء، تخترق المجموعة الشمسية بما يشبه التيار الكهربائي الضخم، وعندما يقترب هذا التيار من الأرض يؤثر فيه المجال المغناطيسي الأرضي بقوة ويحرفه عن اتجاهه، وبهذا يتم حماية الأرض من سقوط تلك الجسيمات المشحونة عليها، كما هو موضّح في **الشكل ١٤**. وهذا دليل على بديع صنع الخالق – عز وجل – في كونه؛ حيث حمى الإنسان والمخلوقات الحية الأخرى على الأرض من تأثير تلك الجسيمات المشحونة. وفي الوقت نفسه تؤثّر هذه التيارات الشمسية في شكل الغلاف المغناطيسي للأرض فتدفعه نحو الاتجاه البعيد عن الشمس.

الشكل ١٥ الشفق القطبي ظاهرة ضوئية طبيعية تحدث في أطراف الأرض البعيدة فوق الأقطاب.

الشفق القطبي تبعث الشمس أحيانًا كمية كبيرة من الجسيمات المشحونة مرة واحدة، ويُشتّت مجال الأرض المغناطيسي الكثير منها، إلاّ أن بعضها يولّد جسيمات مشحونة في السطح الخارجي للغلاف الجوي للأرض، فتتحرّك حركة لولبية على امتداد خطوط المجال المغناطيسي للأرض، وتنحرف نحو قطبي الأرض. فتتصادم عند القطبين مع ذرات الغلاف الجوي، وتسبب انبعاث الضوء من الذرات فتتوهّج وتصدر أضواء، وهذا ما يُعرف **بالشفق القطبي** Aurora، كما يُبيّن **الشكل ١٥**، وتُسمّى هذه الظاهرة أحيانًا في المناطق الشمالية من الكرة الأرضية أضواءَ الشمال.



أ. إذا سُحب سلك عبر مجال مغناطيسي فإن الإلكترونات في السلك جميعها تتحرّك معه نحو الأسفل.



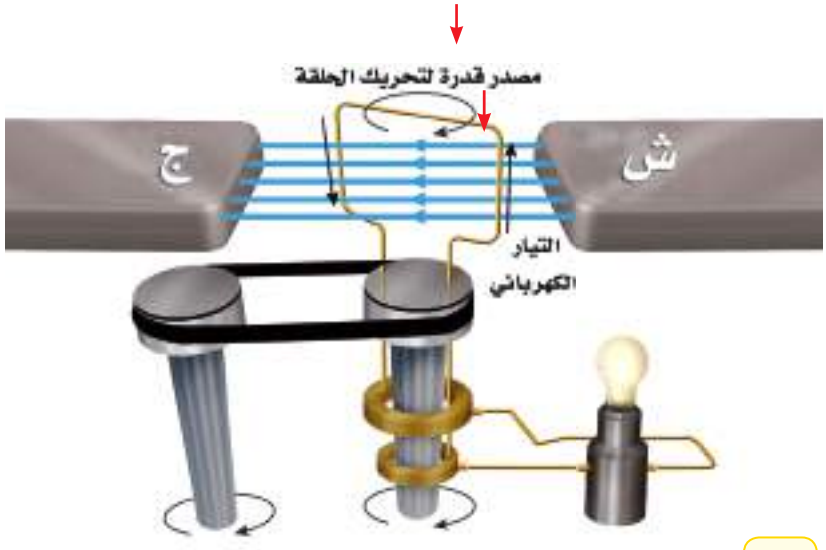
ب. ثم يؤثّر المجال المغناطيسي بقوة في الإلكترونات المتحرّكة نحو الأسفل، مسببًا اندفاعها على امتداد السلك.

الشكل ١٦ عند تحريك سلك عبر مجال مغناطيسي يتولّد في هذا السلك تيار كهربائي.

استعمال المغانط في توليد الكهرباء

يعمل المجال المغناطيسي في المحرّك الكهربائي على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية. وعلى العكس من ذلك، هناك جهاز يُسمّى **المولد الكهربائي** Generotor، يستخدم المجال المغناطيسي ليحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية. أي أن المحرّك والمولّد كليهما يتضمّنان تحويلات بين الطاقة الكهربائية والطاقة الحركية. ففي المحرّك تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية. أمّا في المولّد فتتحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية. يُبيّن **الشكل ١٦** كيف يتولّد تيار كهربائي في سلك عند تحريكه داخل مجال مغناطيسي؛ حيث إن حركة السلك إلى أسفل هي حركة للإلكترونات داخله إلى أسفل، كما في **الشكل ١٦ – أ**، وفي أثناء ذلك يؤثّر المجال المغناطيسي في هذه الإلكترونات بقوة، فيدفعها على امتداد السلك، كما في **الشكل ١٦ – ب**، مولّدًا بذلك تيارًا كهربائيًّا.

الشكل ١٧ يعمل مصدر الحركة في المولّد الكهربائي على تدوير الحلقة المصنوعة من السلك داخل المجال المغناطيسي، وكل نصف دورة للحلقة ينعكس اتجاه التيار المتولّد فيها، وهذا النوع من المولّدات يزوّد المصباح بتيار متردّد.



المولّد الكهربائي لإنتاج التيار الكهربائي، يشكَّل السلك في صورة ملف، كما في **الشكل ١٧**. ولكي يدور الملف، يوصل بمصدر قدرة خارجي يزودها بطاقة حركية. يُغيّر التيار الكهربائي المتولّد في السلك اتجاهه كل نصف دورة، ممّا يُسبّب تردّد التيار من الموجب إلى السالب، وعندها يُسمّى **التيار المتردد (AC)** Alternating Current. وفي المملكة العربية السعودية، يتغيّر اتجاه تردّد التيار الكهربائي الذي تزوّد به المنازل بمعدل ٦٠ مرة خلال الثانية.

أنـواع التيـار الكهربائي تنتج البطارية تيارًا مستمرًّا بدلًا من التيـار المتردّد. في **التيـار المستمر** Direct Current (DC) تتدفّق الإلكترونـات في اتجاه واحد. أمّا فـي التيار المتردّد فتُغيّـر الإلكترونات اتجاه حركتها عدة مـرات في الثانية. وبعض المولّدات تولّد تيارًا مستمرًا بدلًا من التيار المتردّد.

ماذا قرأت؟ ما أنواع التيارات الكهربائية التي نحصل عليها من المولّد الكهربائي؟

محطـات توليدالقـدرة الكهربائية تُنتـج المولّـدات الكهربائية معظـم الطاقة الكهربائيـة المسـتخدمة فـي العالـم. ويولّـد المولّد الصغيـر الطاقة لمنـزل واحد. أمّـا المولّـدات الضخمـة في محطات توليـد القـدرة الكهربائية فتُنتج مـا يكفي من الكهربـاء لآلاف المنازل. وتُسـتخدم مصـادر متنوعة للطاقة ـ منهـا الفحم أو الغاز أو النفط أو طاقة المياه السـاقطة من الشـلالات ـ لتزوّد المولّدات بالطاقة الحركية، فتدور الملفات خلال مجالات مغناطيسـية. ويُبيّن **الشـكل ١٨** محطة توليد القدرة الكهربائيـة باسـتخدام الفحـم الحجري، وهـي الأكثر شـيوعًا؛ فالكثير مـن الطاقة الكهربائية المولّدة في بعض الدول تنتج عن حرق الفحم.

الجهـد الكهربائي يتـم نقـل الطاقـة الكهربائيـة المولّـدة فـي محطـات القـدرة الكهربائيـة إلـى المنازل باسـتخدام الأسـلاك. ولعلك تذكـر أن الجهـد الكهربائي هـو مقياس لمقدار الطاقـة الكهربائية التي تحملها الشـحنات المتحرّكة خلال تيار كهربائـي. وتُنقـل الطاقة الكهربائية من محطات توليدها عبر الأسـلاك وبفرق جهد كبيـر قد يصـل إلى ٧٠٠ ألف فولـت تقريبًا. ولا تُعـدّ عملية نقل الطاقـة الكهربائية بفـرق جهـد منخفـض ذات كفاءة كبيـرة؛ لأن معظم الطاقـة الكهربائيـة تتحوّل إلى حرارة في الأسـلاك. وفي المقابل تُعدّ عملية نقل الطاقة الكهربائية بفرق جهد كبير غير آمنة للاسـتعمال فـي المنازل؛ إذ نحتاج إلى اسـتعمال جهاز يعمل على خفض الجهد الكهربائي.

العلـوم عبر المواقع الإلكترونية

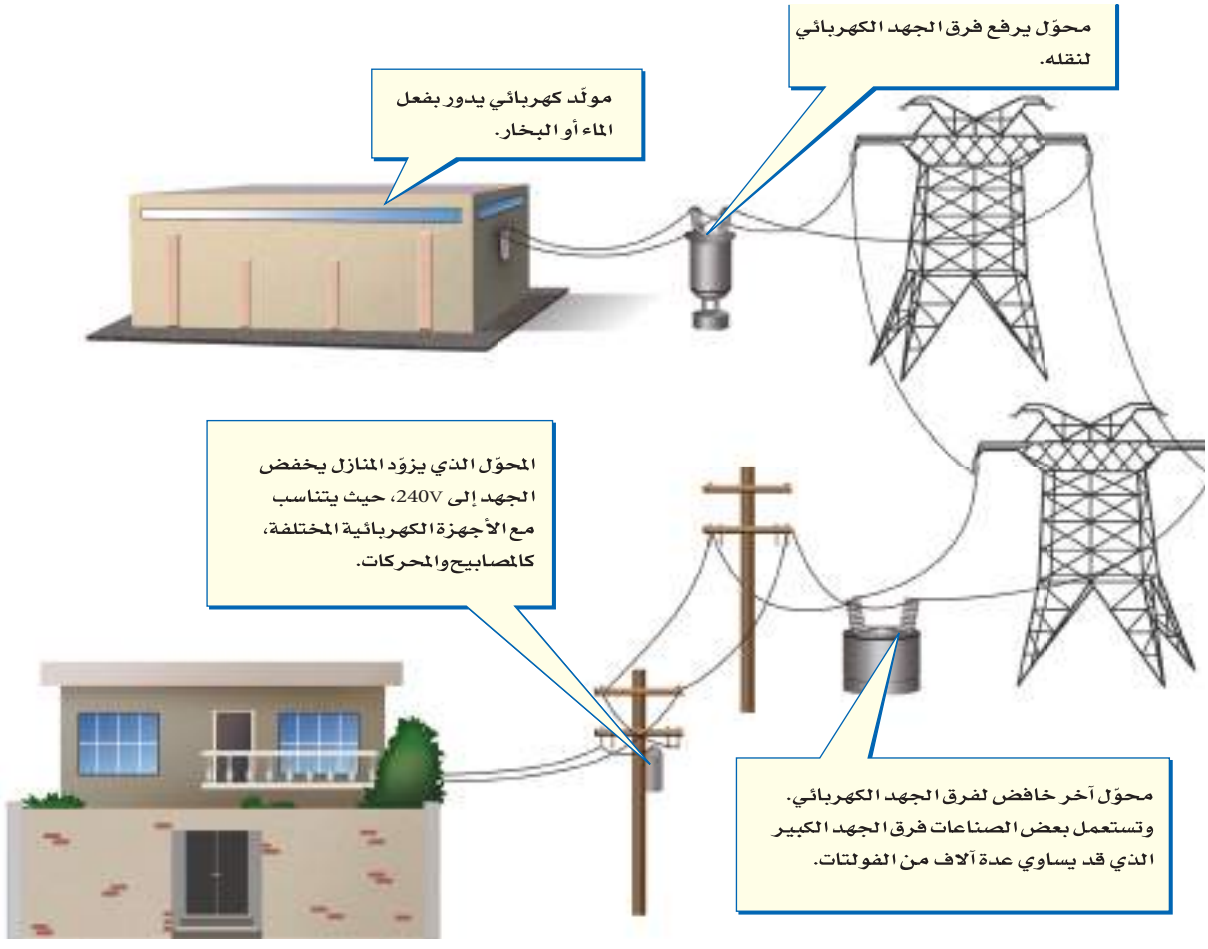
وحدات توليد القدرة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للمزيـد مـن المعلومـات حـول الأنواع المختلفة لمحطات توليد القـدرة الكهربائيـة المسـتخدمة في منطقتك.

نشـاط صنّف الأنواع المختلفة مـن محطـات توليـد القـدرة الكهربائية.

الشكل ١٨ تزود محطات توليد الكهرباء التي تعمل على الفحـم، العالم بالكثير من الطاقة الكهربائية.

الشكل ١٩ تنتقل الكهرباء من المولد إلى منزلك.



تغيير الجهد الكهربائي

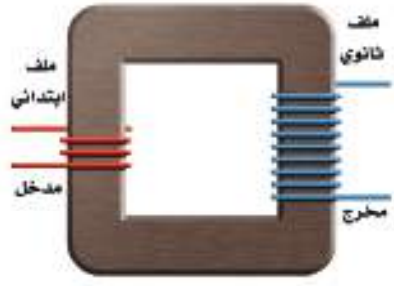
المحوّل الكهربائي Transformer جهاز يُغيّر الجهد الكهربائي للتيار المتردّد، مع ضياع القليل من الطاقة. وتُستخدم المحوّلات لرفع الجهد الكهربائي قبل نقل التيار الكهربائي عبر خطوط نقل القدرة لشبكة التوزيع، وتُستخدم محوّلات أخرى لخفض الجهد بعد نقله من أجل الاستخدام الصناعي أو المنزلي. ويُبيّن **الشكل ١٩** ذلك النظام. وتُستخدم محولات صغيرة لخفض الجهد من ٢٢٠ فولت إلى أقل من ذلك لكي يُناسب الأجهزة التي تعمل على البطاريات، كأن يُخفض إلى ١٢ فولت، أو أقل من ذلك.

ماذا قرأت؟ ما الذي يقوم به المحول؟

يكون للمحول عادة ملفان من الأسلاك الملفوفة حول قلب حديدي، كما يُبيّن **الشكل ٢٠**. إذ يوصل أحدهما بمصدر التيار المتردّد، وعندما يسري التيار في هذا الملف يتولّد مجال مغناطيسي في القلب الحديدي، كما يحدث في المغناطيس الكهربائي. ولأن التيار الكهربائي متردّد فسيغيّر المجال المغناطيسي اتجاهه باستمرار، مما يُسبّب توليد تيار متردّد آخر في حلقات الملف الآخر للمحوّل.

الشكل ٢٠ يرفع المحوّل الكهربائي الجهد الكهربائي أو يخفضه. وتساوي نسبة عدد لفات الملف الابتدائي إلى عدد لفات الملف الثانوي نسبة الجهد الداخل إلى الجهد الناتج.

حدّد الجهد الناتج، إذا كان الجهد الداخل ٦٠ فولت.



نسبة تحويل المحوّل الكهربائي سواء أكان المحول رافعًا للجهد أو خافضًا له، فإن نسبة عدد لفات الملف الابتدائي إلى عدد لفات الملف الثانوي تساوي النسبة بين الجهد الداخل إلى المحول والجهد الخارج منه. ولعلك تلاحظ في **الشكل ٢٠** أن نسبة عدد لفات الملف الابتدائي إلى عدد لفات الملف الثانوي هي ٣ : ٩، وعند اختصارها تصبح ١ : ٣. ومن ذلك نستنتج أنه إذا كان الجهد الداخل ٦٠ فولت فإن الجهد الناتج لا بد أن يكون ١٨٠ فولت.

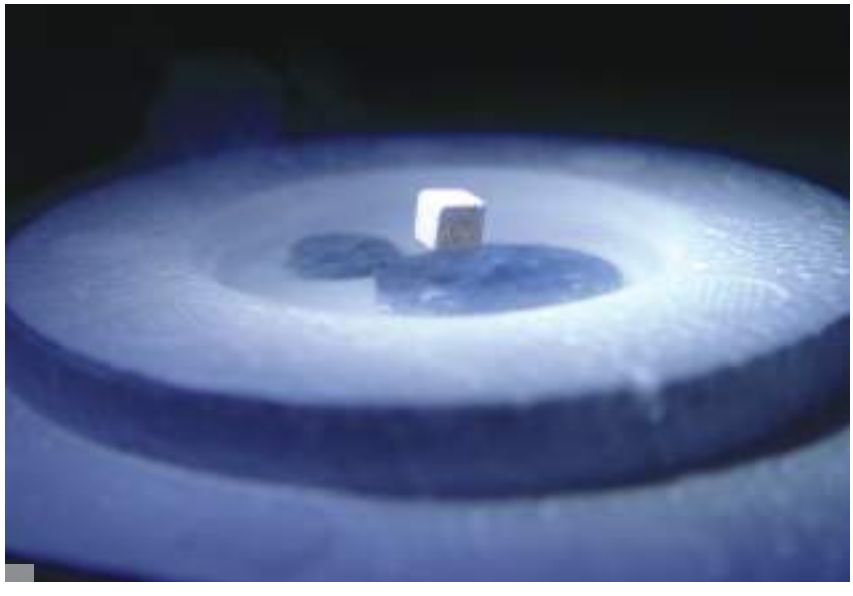
يكون الجهد الكهربائي في المحوّل أعلى في الجهة التي تحتوي على عدد لفات أكثر. فإذا كان عدد لفات الملف الابتدائي أكبر من عدد لفات الملف الثانوي فإن المحوّل يكون خافضًا للجهد. وعلى العكس من ذلك إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي أقل من عدد لفات الملف الثانوي فإن المحوّل يكون رافعًا للجهد.

الموصلات الفائقة التوصيل

يتدفّق التيار الكهربائي بسهولة عبر المواد الموصلة، ومنها الفلزات، على الرغم من وجود بعض المقاومة للتيار عبر المواد الموصلة، والتي تؤدي إلى تسخين الموصل بفعل تصادمات الإلكترونات المتحرّكة مع ذرات الموصل.

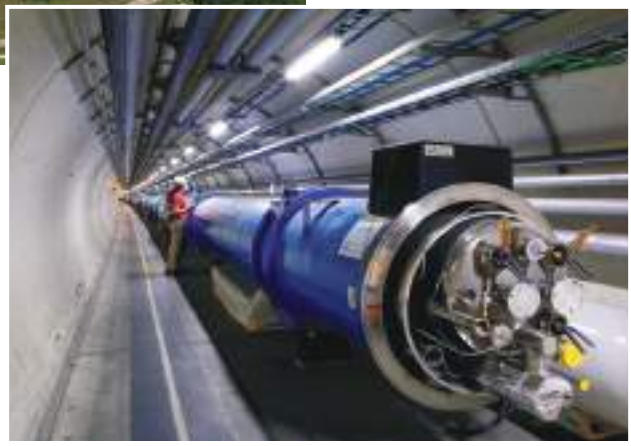
وهناك مواد تُسمّى الموصلات الفائقة التوصيل، لا يواجه التيار الكهربائي فيها أي مقاومة. وتتكون المادة الفائقة التوصيل عند تبريد مادة معيّنة إلى درجة حرارة منخفضة جدًّا. فمثلًا، يصبح الألومنيوم فائق التوصيل عند درجة -272° سلسيوس. وعندما يمر التيار الكهربائي في مادة فائقة التوصيل لا يحدث تسخين ولا ضياع للطاقة الكهربائية.

الموصلات الفائقة التوصيل والمغانط للموصلات الفائقة التوصيل صفة أخرى غير عادية. فعلى سبيل المثال، يتنافر المغناطيس مع المادة الفائقة التوصيل؛ فعندما يقترب المغناطيس منها تقوم المادة الفائقة التوصيل بتوليد مجال مغناطيسي معاكس لمجال المغناطيس، مما يؤدي إلى طفو المغناطيس فوق سطح المادة الفائقة التوصيل، كما يظهر في **الشكل ٢١**.



الشكل ٢١ يطفو المغناطيس الصغير فوق مادة فائقة التوصيل الكهربائي. ويؤدي المغناطيس الصغير إلى أن تُنتج المادة الفائقة التوصيل مجالًا مغناطيسيًّا يتنافر مع المغناطيس الصغير.

حرب التيارات الكهربائية في أواخر القرن التاسع عشر كانت الكهرباء تُنقل بنظام التيار المستمر الذي طوره العالم (توماس أديسون). وللحفاظ على هذا التطوّر قاد أديسون حربًا ضد استخدام التيار المتردّد في نقل الكهرباء الذي طوره العالمان (جورج واشنطن) و(نيقولا تسلا)، إلا أنه عام ١٨٩٣م ثبت أن نقل الطاقة باستخدام التيار المتردّد كان اقتصاديًّا وأكثر كفاءة، لذا أصبح التيار المتردّد معتمدًا.



الشكل ٢٢ يعمل مُسارع الجسيمات على مُسَارعة الجسيمات الذرية حتى تبلغ سرعتها مقدارًا قريبًا من سرعة الضوء. وتنتقل الجسيمات في حزمة قطرها بضعة ملمترات. وتعمل مغانط مصنوعة من مواد فائقة التوصيل على تحريك الجسيمات في مسار دائري قطره ٢ كم.

استخدام الموصلات الفائقة التوصيل يمكن أن يمر تيار كهربائي كبير في السلك المصنوع من مادة فائقة التوصيل، وإذا صُنع من هذا السلك مغناطيس كهربائي، فسيكون مجال هذا المغناطيس قويًّا جدًّا. ويستخدم مسارع الجسيمات الموضّح في **الشكل ٢٢** ما يزيد على ١٠٠٠ مغناطيس كهربائي فائق الموصلية، ليساعد على تسريع الجسيمات الذرية (مكوّنات الذرة) لكي يكون لها سرعة كبيرة تقارب سرعة الضوء. وتستخدم الموصلات الفائقة التوصيل أيضًا في صناعة أسلاك نقل الطاقة الكهربائية حيث يمكنها نقل القدرة الكهربائية لمسافات بعيدة، دون خسارة أي كمية من الطاقة الكهربائية على شكل طاقة حرارية، ومن الممكن استخدامها في صناعة الشرائح الإلكترونية لأجهزة الحاسوب. كما تستخدم في صناعة المغانط المستخدمة في أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي (RMI).

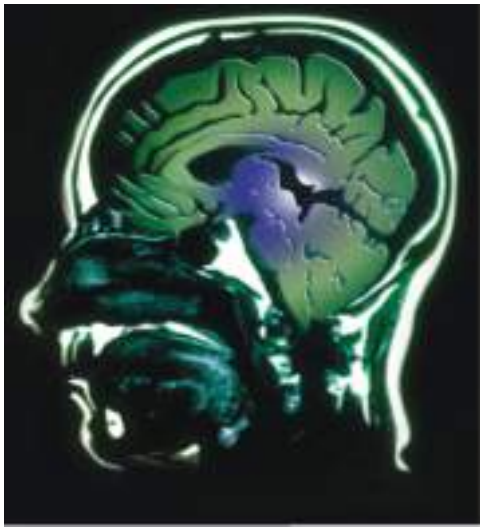
الشكل ٢٣ يتم إدخال المريض في جهاز الرنين المغناطيسي، حيث يعمل المجال المغناطيسي القوي على التقاط صور للأنسجة داخل جسم المريض.

التصوير بالرنين المغناطيسي

تستخدم تقنية التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، المجالات المغناطيسية لتصوير مقاطع داخل جسم الإنسان؛ وذلك للكشف عن تلف الأنسجة أو الأمراض، أو وجود الأورام الخبيثة. وعلى خلاف الأشعة السينية التي يمكن أن تُسبّب تلفًا لأنسجة الجسم عند التصوير، فإن التصوير بالرنين المغناطيسي يستخدم مجالًا مغناطيسيًّا قويًّا والموجات الراديوية؛ حيث يتم إدخال المريض داخل جهاز، كما هو موضّح في **الشكل ٢٣**. يوجد داخل الجهاز مغناطيس كهربائي فائق التوصيل، يولد مجالا مغناطيسيًّا قويًا يصل إلى قوة ٦٠٠٠٠ ضعف شدة المجال المغناطيسي للأرض.

إنتاج صور بالرنين المغناطيسي تُشكّل ذرات الهيدروجين ٦٣ ٪ من الذرات الموجودة في جسم الإنسان. ونواة ذرة الهيدروجين هي البروتون الذي يسلك سلوك مغناطيس صغير. عند التقاط الصورة يعمل المجال المغناطيسي القوي داخل أنبوب الجهاز على ترتيب هذه البروتونات في جسم الإنسان مع اتجاه المجال. وبعد ذلك تُسلّط موجات راديوية على المكان المراد تصويره من الجسم، فتمتص البروتونات في جسم الإنسان جزءًا من طاقة هذه الأمواج، فيتغيّر ترتيب محاذاتها للمجال.

وبعد غلق مصدر الموجات الراديوية تعود البروتونات المزوّدة بالطاقة إلى الاصطفاف مع المجال المغناطيسي، باعثةً طاقتها التي امتصتها. وتعتمد كمية الطاقة المنبعثة على نوع النسيج داخل الجسم. وفي أثناء ذلك يتم التقاط هذه الطاقة وإرسالها إلى الحاسوب، ليعمل بدوره على تحويلها إلى صور كالتي تظهر في **الشكل ٢٤**.



الشكل ٢٤ مقطع عرضي للدماغ، تظهره صورة باستخدام الرنين المغناطيسي.

ربط الكهرباء بالمغناطيسية هناك علاقة بين الشحنات الكهربائية والمغانط. تتمثّل هذه العلاقة في أن حركة الشحنة الكهربائية ينتج عنها مجال مغناطيسيّ، ويؤثّر المجال المغناطيسي بقوة في الشحنات الكهربائية المتحرّكة. وهذه العلاقة هي التي تجعل المحرّك الكهربائي والمولّد الكهربائي يعملان.

تجربة عملية
الشفرة المغناطيسية
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

مراجعة الدرس ٢

الخلاصة

المغانط الكهربائية

- يتولّد مجال مغناطيسي حول سلك يسري فيه تيار.
- يُصنع المغناطيس الكهربائي عن طريق لف سلك يسري فيه تيار كهربائي حول قلب من الحديد.

المحرّك والمولّد والمحوّل

- يحوّل المحرّك الكهربائي الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية، ويدور المحرّك عندما يمر تيار كهربائي في ملفه المحاط بمجال مغناطيسي.
- يحوّل المولّد الكهربائي الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية، وينتج الكهرباء عندما يدور ملفه داخل مجال مغناطيسي.
- يُغيّر المحوّل الكهربائي فرق الجهد للتيار المتردّد.

اختبر نفسك

١. **صف** كيفية اعتماد قوة المغناطيس الكهربائي على مقدار التيار وعدد اللفات.
٢. **وضّح** كيفية عمل المحوّل الكهربائي.
٣. **صف** كيفية تأثير المغناطيس في سلك يسري فيه تيار.
٤. **صف** عملية توليد التيار المتردّد.
٥. **التفكير الناقد** عدّد مزايا وسلبيات استخدام الموصلات فائقة التوصيل في صناعة أسلاك نقل الطاقة الكهربائية؟

تطبيق الرياضيات

٦. **احسب النسبة** إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي لمحوّل كهربائي ١٠ لفات، وعدد لفات ملفه الثانوي ٥٠ لفة، وكان الجهد على الملف الابتدائي ١٢٠ فولت، فما مقدار الجهد على ملفه الثانوي؟

كيف يعمل المحرّك الكهربائي؟

الأهداف

- **تُجمّع** محرّكًا كهربائيًا صغير.
- **تلاحظ** كيف يعمل المحرّك.

المواد والأدوات

سلك ذو قياس ٢٢ وطوله ٤ م ومطلي بالورنيش، إبرة فولاذية كبيرة. مسامير عدد (٤)، مغناطيس دائم عدد (٢) ، مطرقة، سلك معزول قياس ١٨ طوله ٦٠ سم، شريط لاصق، قطاعة أسلاك أو مقص، ورق صنفرة ناعم، لوح خشبي مربع ١٥×١٥ سم تقريبًا، قطعتان خشبيتان، بطارية ٦ فولت، أو ٤ بطاريات ١,٥ فولت موصولة على التوالي

إجراءات السلامة

تحذير أمسك السلك من جزئه المعزول فقط عندما يكون متصلًا مع البطارية، وكن حذرًا عند استخدام المطرقة، ولاحظ أنه عند قطع السلك سيكون طرفه حادًّا.

سؤال من واقع الحياة

يُستخدم المحرّك الكهربائي في العديد من التطبيقات؛ إذ يحتوي الحاسوب على مروحة تبريد، ومحرّك لتدوير القرص الصلب، كما يحتوي مشغّل الأقراص المدمجة (CD) على محرّك لتدوير القرص، كما تُستخدم المحرّكات في بعض السيارة لتحريك زجاج النوافذ وتحريك المقاعد. وتحتوي هذه المحركات جميعها على مغناطيس دائم وآخر كهربائي. ستعمل في هذه التجربة على بناء محرّك كهربائي بسيط. كيف تتمكّن من تحويل الطاقة الكهربائية إلى حركية؟

الخطوات

١. استخدم ورق الصنفرة لإزالة عازل الورنيش عن طرفي السلك ٢٢ لمسافة ٤ سم من كل طرف.

٢. لف السلك على جسم أسطواني بحجم البطارية من النوع D، أو على علبة فيلم فارغة ليشكل ملفًا يتكون من ٣٠ لفة تقريبًا، واترك طرفيه حرين، ثم اسحب البطارية من الملف، وثبّت حلقاته بالشريط اللاصق.

٣. أدخل الإبرة في الملف بحيثُ تمر في وسطه، وخذ طرفي سلك الملف إلى جهة واحدة من الإبرة.

٤. لُفَّ لاصق على الإبرة بالقرب من طرفي السلك بحيث يعمل كمادة عازلة، ثم ثبّت السلكين على جانبي الإبرة على المنطقة المعزولة.

٥. ثبّت مغناطيسًا على كل قطعة خشب، بحيث يكون القطب الشمالي لأحدهما خارجًا من إحدى القطع الخشبية. أمّا القطعة الخشبية الثانية فيكون القطب الجنوبي للمغناطيس هو القطب الخارج منها.

٦. لصنع المحرك. ثبّت المسامير الأربعة في قطعة الخشب، كما في الشكل، وحاول أن يكون ارتفاع نقاط التقاطع بين كل مسمارين مساويًا لارتفاع المغناطيسين. بحيث يكون الملف معلّقًا بين المغناطيسين.

٧. ضع الإبرة والملف فوق المسامير، واستخدم قطعة خشب أو ورقة مطوية لتضبط موقعي المغناطيسين إلى أن يصبح الملف بين المغناطيسين تمامًا، وقرّب المغناطيسين إلى الملف أقرب ما يمكن، على ألاّ يحدث تلامس بين المغناطيسين والملف.

٨. اقطع قطعتين طول كل منهما ٣٠سم من سلك قياس ١٨، وأزل العازل عن أطرافهما بواسطة ورق الصنفرة، وصل أحدهما بقطب البطارية الموجب، والطرف الآخر بالقطب السالب، ثم أمسك السلكين من المادة العازلة ولامس طرفيهما الآخرين بطرفي الملف، ولاحظ ما يحدث.

الاستنتاج والتطبيق

١. **صف** ما حدث عندما أغلقت الدائرة بوصل الأسلاك. وهل كنت تتوقّع النتيجة؟

٢. **صف** ما حدث عندما فتحت الدائرة.

٣. **توقّع** ما يحدث إذا استخدمت ضِعْف عدد اللفات التي عملتها.

تواصل

بياناتك

قارن استنتاجاتك باستنتاجات زملائك من الصف.

إلى أيّ اتجاه تدير الدفّة؟

يرجع أول سجل لاستخدام قوارب كبيرة لنقل البضائع إلى حوالي عام ٣٥٠٠ قبل الميلاد. حيث أبحر الملاحون الأوائل قريبًا من الشاطئ في وضح النهار، ولكن الإبحار ليلاً كان مستحيلًا. ثم تعلم البحارة أخيرًا كيف يجدون طريقهم بالإفادة من موقع الشمس والنجوم. حيث استطاع القراصنة الإسكندينافيون السفر إلى مسافات طويلة في البحر بعيدًا عن اليابسة، مستفيدين من معرفتهم بالنجوم والتيارات البحرية. ولكن، ماذا كان يحصل في الليالي التي تكون فيها السماء غائمة؟

الصخور المغناطيسية

اكتشف الصينيون الحل قبل أكثر من ألفي عام؛ حيث وجدوا صخورًا مثيرة للاهتمام، يدخل في تركيبها الماجنتيت، وهو معدن يحتوي على أكسيد الحديد المغناطيسي.

أدرك الصينيون أن بإمكانهم استخدام الماجنتيت لمغنطة الإبر الحديدية، إذ عندما تطفو الإبر على سطح الماء، تشير إلى الشمال والجنوب دائمًا، وهكذا تمكنوا من صناعة أول بوصلة. وسواء أكانت السماء صافية أم غائمة، فقد ساعدت البوصلة البحارة على السفر إلى مسافات طويلة والعودة بأمان إلى أوطانهم.

استخدم البحارة خلال القرن الثامن عشر البوصلة اليمنى، أما البوصلة اليسرى فهي البوصلة الحديثة.

الانفتاح العالمي

حدث تطور كبير للبوصلة فيما بين القرنين الثالث عشر والتاسع عشر، وقد ساعد ذلك على تسهيل السفر عبر البحار، والتبادل التجاري بين الثقافات المختلفة، مما أسهم في تطوير أدوات وأفكار جديدة. وهذا أدى بدوره إلى انفتاح عالمي.

يستخدم جهاز الاستقبال في نظام تحديد الموقع العالمي (GPS) الأقمار الاصطناعية لتحديد الموقع على سطح الأرض.

العصف الذهني تخيل نفسك أحد البحارة القدامى قبل اختراع البوصلة. ما الذي يحدُّ من معرفتك بالعالم؟ وإلى أي مدى كان يمكن أن تسافر بالسفينة؟ وأي نوع من الرحلات يمكن أن تقوم بها؟ وكيف يمكن أن تغير البوصلة أسلوب حياتك وثقافتك؟

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

دليل مراجعة الفصل ١٢

مراجعة الأفكار الرئيسة

الدرس الأول الخصائص العامة للمغناطيس

١. للمغناطيس قطبان: شمالي وجنوبي. والأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر، والمختلفة تتجاذب.

٢. المغناطيس محاط بمجال، تظهر فيه آثار القوة المغناطيسية.

٣. ذرات المواد الممغنطة مغانط صغيرة، وتُشكّل هذه الذرات مناطق مغناطيسية تتّفق في أقطابها المغناطيسية.

٤. الأرض لها مجال مغناطيسي يُشبه المجال المغناطيسي للمغناطيس.

الدرس الثاني الكهرباء والمغناطيسية

١. يولّد التيار الكهربائي مجالًا مغناطيسيًّا. والمغانط الكهربائية مصنوعة من الأسلاك الموصلة التي يسري فيها تيار كهربائي، والتي تكون على شكل ملف بداخله قلب حديدي.

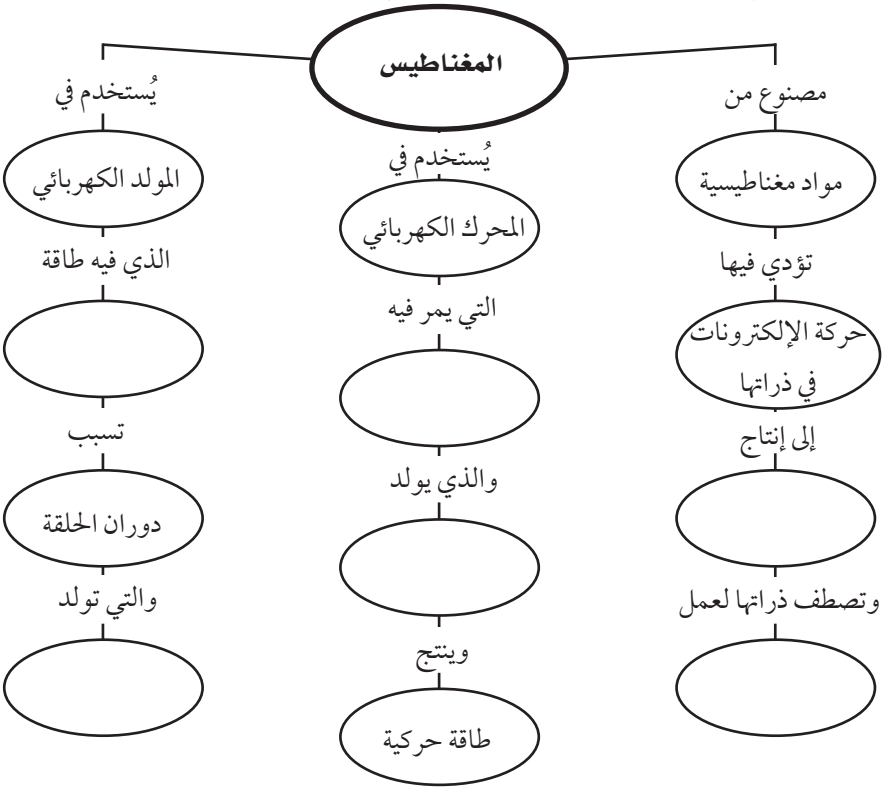
٢. يؤثّر المجال المغناطيسي بقوة في الشحنات الكهربائية المتحرّكة، أو السلك الذي يمر فيه تيار.

٣. يحوّل المحرّك الكهربائي الطاقة من كهربائية إلى حركية، ويحوّل المولد الكهربائي الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.

٤. يُستخدم المحول الكهربائي لرفع الجهد الكهربائي أو خفضه في دوائر التيار المتردّد.

تصور الأفكار الرئيسة

انسخ الخريطة المفاهيمية الآتية التي تتعلّق بالكهرباء والمغناطيسية، ثم أكملها:



مراجعة الفصل ١٢

استخدام المفردات

وضّح العلاقة بين كل مفهومين متقابلين ممّا يأتي:

١. المولد الكهربائي – المحول الكهربائي
٢. القوة المغناطيسية – المجال المغناطيسي
٣. التيار المتردد ـ التيار المستمر
٤. التيار الكهربائي – المغناطيس الكهربائي
٥. المحرك الكهربائي ـ المولد الكهربائي
٦. الإلكترون – المغناطيسية
٧. الغلاف المغناطيسي للكرة الأرضية – الشفق القطبي
٨. المغناطيس ـ المنطقة المغناطيسية.

تثبيت المفاهيم

اختر أفضل إجابة لكل سؤال مما يأتي:

٩. تستخدم برادة الحديد لتوضيح أي المجلات الآتية؟

أ. المجال المغناطيسي ج. المجال الكهربائي
ب. مجال جذب الأرض د. المجال الكهرومغناطيسي

١٠. تُشير إبرة البوصلة نحو الشمال المغناطيسي؛ لأن:

أ. القطب الشمالي الأرضي هو الأقوى
ب. القطب الشمالي الأرضي هو الأقرب
ج. القطب الشمالي فقط يجذب البوصلة
د. إبرة البوصلة تتجه مع مجال الأرض

١١. عند تقريب قطبين مغناطيسيين شماليين أحدهما إلى الآخر:

أ. يتجاذبان. ج. يتولّد تيار كهربائي.
ب. يتنافران. د. لا يتفاعلان.

١٢. كم قطبًا يكون للمغناطيس الواحد؟

أ. واحد ج. اثنان
ب. ثلاثة د. واحد أو أكثر

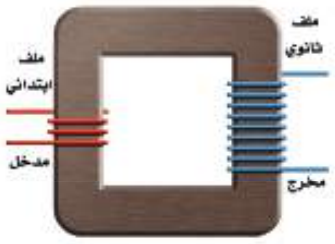
١٣. ما الذي ينتج عند لف سلك يحمل تيارًا كهربائيًّا حول قضيب حديدي؟

أ. مسرع الجسميات ج. المغناطيس الكهربائي
ب. المولد الكهربائي د. المحرك الكهربائي

١٤. المحوّل الكهربائي بين منزلك وأسلاك الشبكة العامة:

أ. يزيد قيمة الجهد الكهربائي.
ب. يخفض قيمة الجهد الكهربائي.
ج. يُبقي الجهد الكهربائي كما هو.
د. يحوّل التيار المستمر إلى تيار متردّد.

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤال ١٥.



١٥. في المحول المبيّن في **الشكل** أعلاه، أي مما يأتي يصف الجهد الكهربائي الناتج مقارنة بالجهد الكهربائي الداخل؟

أ. أكبر ج. نفسه
ب. أصغر د. صفر

١٦. يحوِّل المحرك الكهربائي:

أ. الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية
ب. الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية
ج. طاقة الوضع إلى طاقة حركية
د. الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية

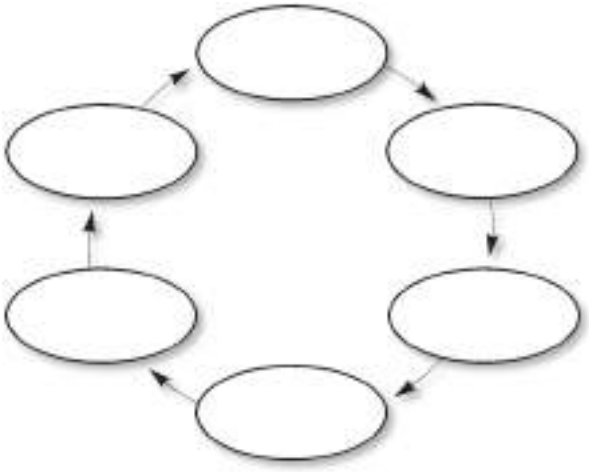
١٧. ما الذي يحمي الأرض من الجسيمات المشحونة القادمة من الشمس؟

أ. الشفق القطبي
ب. المجال المغناطيسي للأرض
ج. المجال الكهربائي
د. الغلاف الجوي للأرض

التفكير الناقد

١٨. **مخطّط المفاهيم** رتّب العبارات الآتية في دورة مخطّط مفاهيم كالمبينة **بالشكل** التالي، لكي توضح عمل الجرس الكهربائي:

دائرة مفتوحة، دائرة مغلقة، مغناطيس كهربائي يعمل، مغناطيس كهربائي يتوقّف عن العمل، مطرقة تنجذب للمغناطيس وتطرق الناقوس، مطرقة ترجع إلى الخلف بواسطة نابض.



١٩. **توقّع** إذا ثُبّت القطب الجنوبي لمغناطيس على رأس مسمار، فهل يصبح سنّه قطبًا جنوبيًّا أم شماليًّا؟ عزّز إجابتك برسم توضيحي.

٢٠. **وضّح** لماذا لا يدور القضيب المغناطيسي ويتجه مع خطوط المجال المغناطيسي للأرض عند وضعه فوق سطح الطاولة؟

٢١. **وضّح** إذا حصلت على مغناطيسين، أحدهما معروف القطبين، والآخر قطباه مجهولان، فكيف يمكنك تحديد القطبين المجهولين للمغناطيس معتمدًا على القطبين المعلومين للمغناطيس الآخر؟

٢٢. إذا لامس قضيب مغناطيسي مشبك ورق مصنوعًا من الحديد، وضّح لماذا يصبح المشبك مغناطيسًا ويجذب المشابك الأخرى؟

٢٣. **اشرح** لماذا تزداد قوة المجال المغناطيسي للمغناطيس الكهربائي عندما يكون داخل الملف قلب من الحديد؟

٢٤. **توقّع** إذا كان المجال المغناطيسي للمغناطيس (أ) أكبر من المجال المغناطيسي للمغناطيس (ب) ثلاث مرات، وكان المغناطيس (أ) يؤثّر في المغناطيس (ب) بقوة ١٠ نيوتن، فما مقدار القوة التي يؤثّر بها المغناطيس (ب) في المغناطيس (أ)؟

٢٥. **توقّع** سلكان معزولان متلاصقان جنبًا إلى جنب ويسري فيهما تياران كهربائيّان في الاتجاه نفسه. توقّع كيف تتغيّر القوة بينهما إذا عكسنا اتجاه التيارين فيهما معًا؟

أنشطة تقويم الأداء

٢٦. **عرض تقديمي** حضّر عرضًا تقديميًّا تستخدم فيه الوسائط المتعددة، على أن تقدم فيه لزملائك في الصف الاستخدامات الممكنة للموصلات الفائقة التوصيل.

تطبيق الرياضيات

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين ٢٧و٢٨

خصائص المحول الكهربائي

المحول	عدد لفات الملف الابتدائي	عدد لفات الملف الثانوي
س	٤	١٢
ص	١٠	٢
ع	٣	٦
ل	٥	١٠

٢٧. **الملف الابتدائي والملف الثانوي** ما نسبة عدد لفات الملف الابتدائي إلى عدد لفات الملف الثانوي في المحوّل (ع)، وذلك بالاستعانة بالجدول أعلاه؟

٢٨. **الجهد الداخل والجهد الخارج** إذا كان الجهد الداخل يساوي ٦٠ فولت، فما المحول الذي يعطي جهدًا ناتجًا مقداره ١٢ فولت؟

الجزء الأول أسئلة الاختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

١. إحدى العبارات الآتية تُشكّل مادة يصعب انتقال الشحنات الكهربائية خلالها:

أ. الموصلات ج. الدائرة الكهربائية
ب. السلك النحاسي د. العازل

٢. ما الخاصية التي تزداد في السلك إذا كان أطول؟

أ. الشحنة الكهربائية ج. المقاومة الكهربائية
ب. الجهد الكهربائي د. التيار الكهربائي

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة ٣ – ٥.

معدلات القدرة لبعض الأجهزة الكهربائية	
الجهاز	القدرة (واط)
حاسوب	٣٥٠
تلفاز ملون	٢٠٠
مسجل	٢٥٠
حماصة خبز	١١٠٠
فرن ميكروويف	٩٠٠
مجفف شعر	١٠٠٠

٣. ما الأداة التي تستهلك طاقة أكثر إذا عملت ١٥ دقيقة؟

أ. فرن الميكروويف ج. الحاسوب
ب. المسجل د. التلفاز الملون

٤. ما قيمة التيار الكهربائي المار في مجفّف الشعر إذا وصل بمصدر جهد مقداره ١١٠ فولت؟

أ. ١١٠ أمبير ج. ١٣٠٠٠٠ أمبير
ب. ٩ أمبير د. ١١٠٠ أمبير

٥. إذا كانت تكلفة استهلاك ١٠٠٠ واط من الكهرباء مدة ساعة واحدة، تساوي ٠,٥ ريال، فكم تكون تكلفة تشغيل جهاز التلفاز الملون مدة ٨ ساعات؟

أ. ١,٠٠ ريال ج. ١,٦٠ ريال
ب. ٨,٠٠ ريالات د. ٠,٨٠ ريال

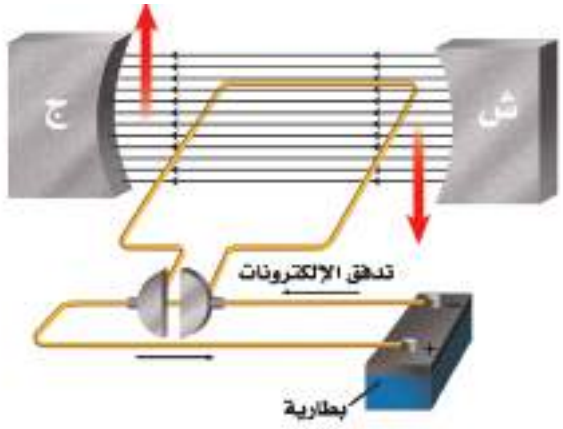
٦. كيف يتغيّر التيار الكهربائي في دائرة كهربائية، إذا تضاعف الجهد مرتين، ولم تتغيّر المقاومة؟

أ. لا يتغيّر ج. يتضاعف مرتين
ب. يتضاعف ٣ مرات د. يُختزل إلى النصف

٧. كيف يختلف المغناطيس الكهربائي عن المغناطيس الدائم؟

أ. للمغناطيس الكهربائي قطبان: شمالي وجنوبي.
ب. تجذب المواد الممغنطة.
ج. يمكن إغلاق المجال المغناطيسي له.
د. لا يمكن عكس قطبيه.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين ٨، ٩.



٨. ماذا يسمى الجهاز الموضح في **الشكل** السابق؟

أ. مغناطيس كهربائي ج. محرك كهربائي
ب. مولد كهربائي د. محول كهربائي

٩. ما أفضل عبارة تصف عمل هذا الجهاز:

أ. تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية.
ب. تحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.
ج. ترفع من قيمة الجهد الكهربائي.
د. تنتج تيارًا بديلًا.

١٠. أي مما يلي يولّد تيارًا مترددًا؟

أ. المغناطيس الكهربائي.
ب. الموصلات الفائقة.
ج. المولدات الكهربائية.
د. المحركات الكهربائية.

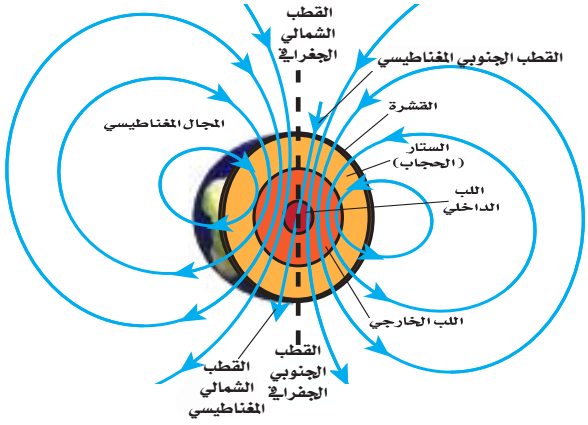
١١. أي المواد الآتية تُعدّ عازلًا جيدًا؟

أ. النحاس والذهب
ج. الخشب والزجاج
ب. الذهب والألومنيوم
د. البلاستيك والنحاس

١٢. أي العبارات الآتية صحيحة بالنسبة للمناطق المغناطيسية لمادة ممغنطة؟

أ. أقطابها في اتجاهات عشوائية.
ب. أقطابها في اتجاهات يلغي بعضها بعضًا.
ج. تتجه أقطابها في اتجاه واحد.
د. لا يمكن أن يتغيّر توجيه أقطابها.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن الأسئلة ١٣ – ١٥.



١٣. تُسمّى المنطقة المحيطة بالأرض التي تظهر فيها آثار المجال المغناطيسي للأرض؟

أ. الانحراف
ب. الغلاف المغناطيسي للكرة الأرضية
ج. الشفق القطبي
د. اللب الخارجي

١٤. ما الشّكل الذي يشبهه المجال المغناطيسي للأرض؟

أ. المجال المغناطيسي لمغناطيس على شكل حذوة فرس.
ب. مجال قضيب مغناطيسي.
ج. المجال المغناطيسي لمغناطيس على شكل قرص دائري.
د. المجال المغناطيسي لمغناطيس مصنوع من مادة فائقة التوصيل.

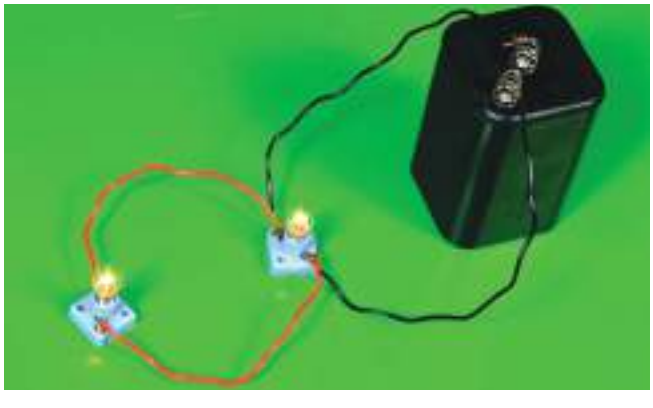
١٥. أي طبقات الأرض الآتية يتولّد فيها المجال المغناطيسي للأرض:

أ. القشرة
ج. الستار
ب. اللب الخارجي
د. اللب الداخلي

الجزء الثاني | أسئلة الإجابات القصيرة

دوّن إجاباتك على ورقة الإجابة التي يزوّدك بها معلمك.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين ١٦، ١٧.



١٦. إذا أزيل أحد المصباحين في هذه الدائرة فماذا يحدث للتيار الكهربائي المار في المصباح الثاني؟ وضّح إجابتك.

١٧. في هذه الدائرة، هل تكون قيمتا تياري الفرعين متساويتين دائمًا؟ وهل تتساوى قيمتا مقاومتي الفرعين أيضًا؟ وضّح ذلك.

١٨. إذا استخدمت محمّصة خبز قدرتها ١١٠٠ واط، ٥ ساعات يوميًّا، مع وجود ثلاجة قدرتها ٤٠٠ واط تعمل طوال الوقت، فأيهما تستهلك طاقة أكثر؟ وضّح إجابتك.

١٩. ما مقدار التيار الكهربائي الذي يمر في مصباح كهربائي قدرته ٧٥ واط، عندما يعمل على جهد مقداره ١٠٠ فولت؟

٢٠. دائرة كهربائية فيها مصابيح صغيرة، موصولة على التوالي. إذا كانت الدائرة مفتوحة، وفيها بعض المصابيح التي تمت إزالتها، فماذا يحدث عند إغلاق الدائرة؟

٢١. افترض أنك وصلت مدفأة كهربائية بمقبس الجدار، وعندما أشعلتها انطفأت المصابيح جميعها في الغرفة. وضّح ما حدث.

٢٢. وضّح سبب تغليف الأسلاك النحاسية المستخدمة في التمديدات بمادة البلاستيك أو المطاط.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين ٢٣، ٢٤.

٢٣. فسّر لماذا تُشير إبر البوصلات إلى اتجاهات مختلفة؟

٢٤. ماذا يحدث لإبر البوصلات عند إزالة القضيب المغناطيسي من بينها؟ وضّح إجابتك.

٢٥. صف التفاعل بين إبرة البوصلة وسلك يسري فيه تيار كهربائي.

٢٦. ما الطريقتان اللتان يمكن من خلالهما زيادة المجال المغناطيسي للمغناطيس الكهربائي؟

٢٧. إذا كان الجهد الداخل إلى محوّل كهربائي هو ١٠٠ فولت، والجهد الناتج منه هو ٥٠ فولت، فأوجد نسبة عدد لفات الملف الابتدائي إلى عدد لفات الملف الثانوي.

٢٨. اشرح كيف يمكنك مغنطة مفك البراغي الفولاذي؟

٢٩. افترض أنك كسرت قضيبًا مغناطيسيًّا إلى قطعتين، فكم قطبًا يكون لكل قطعة؟

٣٠. تُصنع بعض المغانط من سبائك تتكوّن من الفولاذ والألومنيوم والنيكل والكوبالت. ويكون من الصعب مغنطتها، إلا أنها تحتفظ بمغنطتها فترة طويلة. وضّح لماذا لا يكون من الصواب استعمال هذه السبيكة قلبًا لمغناطيس كهربائي؟

الجزء الثالث أسئلة الإجابات المفتوحة

دوّن إجابتك على ورقة خارجية مناسبة.

٣١. من الخطر استخدام منصهر كهربائي مكتوب عليه ٣٠ أمبير في دائرة كهربائية تحتاج إلى تيار كهربائي مقداره ١٥ أمبير فقط. لماذا؟

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال ٣٢.

٣٢. قارن عمل مضخة الماء في الدورة أعلاه بعمل البطارية في الدائرة الكهربائية.

٣٣. فسر سبب حدوث البرق المصاحب للعاصفة الرعدية.

٣٤. فسر لماذا يدفع البالونان المنفوخان أحدهما الآخر بعيدًا، حتى عندما لا يتلامسان معًا.

٣٥. اشرح ما يمكن أن يحدث عندما تدلك قدميك بالسجاد، ثم تلمس المقبض المعدني للباب.

٣٦. لماذا تؤدي درجة الانصهار المرتفعة لفلز التنجستن إلى استخدامه بشكل واسع في صنع فتيل المصباح الكهربائي؟

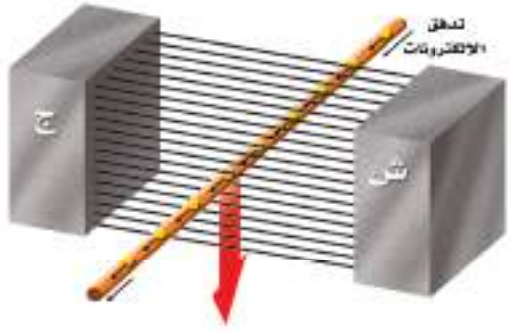
٣٧. فسّر سبب حدوث ظاهرة الشفق القطبي في مناطق القطبين الشمالي والجنوبي للأرض فقط.

٣٨. لماذا يجذب المغناطيس إبرة من الحديد من أي من طرفيها، ولا يجذب المغناطيس مغناطيسًا آخر إلا من طرف واحد؟

٣٩. إذا وصلت بطارية مع ملف ابتدائي لمحوّل رافع للجهد فصف ما يحدث لمصباح كهربائي عند وصله مع الملف الثانوي لذلك المحول؟

٤٠. اشرح كيف تتشابه القوى الكهربائية مع القوى المغناطيسية؟

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين ٤١ و ٤٢.



٤١. صف القوة التي تُحرّك الإلكترونات في السلك.

٤٢. توقّع كيف تتحرّك الإلكترونات في السلك نفسه، إذا سُحب السلك نحو الأعلى؟

٤٣. وضّح لماذا يمكن مغنطة الإبرة التي تحتوي على الحديد، في حين لا يمكن مغنطة قطعة بحجم الإبرة من سلك نحاسي؟

٤٤. لكل مغناطيس قطبان: شمالي وجنوبي. أين تتوقّع أن يكون القطبان في مغناطيس على شكل قرص؟

مصادر تعليمية للطالب

- مهارات الرياضيات..... ١٩٥
- مسرد المصطلحات..... ٢٠٠

مهارات الرياضيات

ضرب الكسور لضرب الكسور، اضرب البسط في البسط والمقام في المقام، ثم اكتب الناتج بأبسط صورة.

مثال: اضرب $\frac{٣}{٥}$ في $\frac{١}{٣}$

الخطوة ١ اضرب البسط في البسط والمقام في المقام

$$\frac{٣}{٥} \times \frac{١}{٣} = \frac{٣\times١}{٥\times٣} = \frac{٣}{١٥}$$

الخطوة ٢ أوجد القاسم المشترك الأكبر (ق. م. أ) للعددين: ١٥،٣

(ق. م. أ هو ٣)

الخطوة ٣ اقسم البسط والمقام على (ق. م. أ)

$$\frac{٣}{٣} = ١ ، \frac{١٥}{٣} = ٥$$

إذن $\frac{٣}{١٥} = \frac{١}{٥}$

ويكون $\frac{٣}{٥}$ ضرب $\frac{١}{٣}$ يساوي $\frac{١}{٥}$

مسألة تدريبية اضرب $\frac{٣}{١٤}$ في $\frac{٥}{١٦}$

أوجد النظير الضربي (المقلوب): يسمى العددان اللذان ناتج ضربهما ١، متناظران ضربيًّا، أو أن أحدهما مقلوب الآخر.

مثال: أوجد النظير الضربي (مقلوب) $\frac{٣}{٨}$

الخطوة ١ اقلب الكسر وذلك بوضع البسط في الأسفل والمقام في الأعلى. $\frac{٨}{٣}$

إذن النظير الضربي للكسر $\frac{٣}{٨}$ هو $\frac{٨}{٣}$

مسألة تدريبية أوجد النظير الضربي (مقلوب) $\frac{٤}{٩}$

قسمة الكسور لقسمة كسر على آخر اضرب الكسر الأول في مقلوب الكسر الثاني ثم اكتب الناتج بأبسط صورة.

مثال (١) اقسم $\frac{١}{٩}$ على $\frac{١}{٣}$

الخطوة (١) أوجد مقلوب المقسوم عليه، مقلوب $\frac{١}{٣}$ هو $\frac{٣}{١}$.

الخطوة (٢) اضرب الكسر الأول في مقلوب الكسر الثاني.

$$\frac{\frac{١}{٩}}{\frac{١}{٣}} = \frac{١}{٩} \times \frac{٣}{١} = \frac{(١\times٣)}{(٩\times١)} = \frac{٣}{٩}$$

الخطوة ٣ أوجد ق. م. أ للعددين ٩،٣

(ق. م. أ = ٣)

الخطوة ٤ اقسم البسط والمقام على ق. م. أ

$$\frac{٣}{٣} = ١ ، \frac{٩}{٣} = ٣$$

$\frac{١}{٣}$

$\frac{١}{٩}$ تقسيم $\frac{١}{٣} = \frac{١}{٣}$

مثال (٢) اقسم $\frac{٣}{٥}$ على $\frac{١}{٤}$

الخطوة ١ أوجد مقلوب المقسوم عليه

مقلوب $\frac{١}{٤}$ هو $\frac{٤}{١}$

الخطوة ٢ اضرب الكسر الأول في مقلوب المقسوم عليه.

$$\frac{\frac{٣}{٥}}{\frac{١}{٤}} = \frac{٣}{٥} \times \frac{٤}{١} = \frac{(٤\times٣)}{(١\times٥)} = \frac{١٢}{٥}$$

إذن $\frac{٣}{٥}$ تقسيم $\frac{١}{٤} = \frac{١٢}{٥}$ أو $٢\frac{٢}{٥}$

مسألة تدريبية: اقسم $\frac{٣}{١١}$ على $\frac{٧}{١٠}$

استخدام النسب

عندما تقوم بالمقارنة بين عددين بقسمة أحدهما على الآخر، فإنك تستخدم النسبة. يمكن كتابة النسبة: ٣ إلى ٥ أو ٣: ٥ أو $\frac{٣}{٥}$. ويمكن كتابتها في أبسط صورة كالكسور. ويمكن أن تعبر النسبة عن الاحتمالات، وتسمى كذلك المفاضلة. هذه النسبة هي التي تقارن بين الأعداد بطريقة تعبر عن حدوث ناتج معين إلى عدد النواتج. فمثلاً إذا رميت قطعة نقد ١٠٠ مرة فما احتمالية ظهور الصورة؟ هناك احتمالان؛ الصورة أو الكتابة. إذًا فاحتمالية ظهور الصورة هي ٥٠ : ١٠٠، ويمكن قول ذلك إنه ٥٠ مرة من المرات الـ ١٠٠، التي ترمى فيها قطعة النقد سوف تكون صورة. وبصورة مبسطة فإن النسبة هي ١ : ٢.

مثال (١): محلول كيميائي يحتوي على ٤٠ جم ملح، و ٦٤ جم بيكربونات الصوديوم، ما نسبة الملح الى البيكربونات في أبسط صورة؟

الخطوة (١): اكتب النسبة ككسر.

$$\frac{\text{ملح}}{\text{بيكربونات الصوديوم}} = \frac{٤٠}{٦٤}$$

الخطوة ٢ اختصر الكسر.

القاسم المشترك الأصغر للعددين ٤٠ و ٦٤ هو ٨.

$$\frac{٤٠}{٦٤} = \frac{٤٠ \div ٨}{٦٤ \div ٨} = \frac{٥}{٨}$$

إن نسبة الملح إلى بيكربونات الصوديوم هي ٥ : ٨

مثال ٢: قام أحمد برمي مكعب مرقم من ١ إلى ٦ ست مرات. ما احتمال ظهور الرقم ٣؟

الخطوة ١ اكتب النسبة على شكل كسر.

$$\frac{\text{عدد الأوجه التي يظهر عليها الرقم ٣}}{\text{عدد الأوجه الكلي}} = \frac{١}{٦}$$

الخطوة ٢ اضرب في عدد الرميات.

$\frac{١}{٦} \times ٦$ رميات $= \frac{٦}{٦}$ رمية $= ١$

١ رمية من ٦ سوف تُظهر العدد ٣.

مسألة تدريبية: قضيبان معدنيان، طول الأولى ١٠٠ سم، وطول الثانية ١٤٤ سم، ما النسبة بين طوليهما في أبسط صورة؟

استخدام الكسر العشري

إن الكسر الذي يكون مقامه من مضاعفات العشرة، يمكن كتابته في صورة كسر عشري. فمثلاً ٠,٢٧ تعني $\frac{٢٧}{١٠٠}$. إن الفاصلة العشرية تفصل الآحاد عن الأجزاء من عشرة.

إن أي كسر يمكن كتابته على شكل كسر عشري، باستخدام عملية القسمة. فمثلاً الكسر $\frac{٥}{٨}$ يمكن كتابته على شكل كسر عشري بقسمة ٥ على ٨، ويكتب في صورة ٠,٦٢٥.

جمع أو طرح الكسور العشرية عند جمع وطرح الكسور العشرية، توضع الفواصل العشرية بعضها تحت بعض قبل بدء العملية.

مثال ١: أوجد ناتج جمع ٤٧,٦٨ و ٧,٨٠

الخطوة ١ ضع الفواصل العشرية بعضها تحت بعض عند كتابة الأرقام.

$$\begin{array}{r} ٤٧,٦٨ \\ +\ ٧,٨٠ \\ \hline \end{array}$$

الخطوة ٢ اجمع الكسور العشرية.

$$\begin{array}{r} ٤٧,٦٨ \\ +\ ٧,٨٠ \\ \hline ٥٥,٤٨ \end{array}$$

ناتج جمع ٤٧,٦٨ و ٧,٨٠ هو ٥٥,٤٨

مثال ٢: أوجد الفرق بين ٤٢,١٧ و ١٥,٨٥

الخطوة (١): رتب الفواصل العشرية بعضها تحت بعض عند كتابة الأرقام.

$$\begin{array}{r} ٤٢,١٧ \\ -\ ١٥,٨٥ \\ \hline \end{array}$$

الخطوة (٢): اطرح

٤٢,١٧
− ١٥,٨٥
٢٦,٣٢

الفرق بين ٤٢,١٧ و ١٥,٨٥ هو ٢٦,٣٢

مسألة تدريبية: أوجد ناتج جمع ١,٢٤٥ و ٣,٨٤٢

ضرب الكسور العشرية لضرب الكسور العشرية تضرب الأعداد مع إهمال الفاصلة العشرية. ثم عُدَّ موقع الفاصلة في كل عدد، ثم ضعها في الناتج في المكان الذي يساوي مجموع موقعها في العددين قبل عملية الضرب.

مثال: أوجد ناتج ضرب ٢,٤ في ٥,٩

الخطوة ١ اضرب العددين كأي عددين صحيحين

٢٤ × ٥٩ = ١٤١٦

الخطوة ٢ أوجد مجموع مواقع الفواصل العشرية في العددين.

الخطوة ٣ في كل عدد منزلة عشرية واحدة، لذا، يجب أن يكون في الناتج منزلتين عشريتين.

١٤,١٦

ناتج ضرب ٢,٤ و ٥,٩ هو ١٤,١٦

مسألة تدريبية: اضرب ٤,٦ في ٢,٢

قسمة الكسور العشرية: عند قسمة الكسور العشرية، حوِّل المقسوم عليه إلى عدد صحيح وذلك من خلال ضرب العددين في القوة نفسها من عشرة. ثم توضع الفاصلة في ناتج القسمة مباشرة فوق موقع الفاصلة في المقسوم. ثم تقسم الأعداد وكأنها أعداد صحيحة.

مثال: اقسم ٨,٨٤ على ٣,٤

الخطوة ١ يُضرب كل من العددين في ١٠

٣,٤ × ١٠ = ٣٤ ، ٨,٨٤ × ١٠ = ٨٨,٤

الخطوة ٢ قسم ٨٨,٤ على ٣٤

```
      ٢,٦
   ٣٤ | ٨٨,٤
      − ٦٨
      ٢٠٤
      − ٢٠٤
        ٠
```

٨,٨٤ تقسيم ٣,٤ = ٢,٦

مسألة تدريبية: اقسم ٧٥,٦ على ٣,٦

استخدام التناسب

المعادلة التي تظهر أن نسبتين متساويتان تسمى التناسب.

النسبة $\frac{٢}{٤}$ و $\frac{٥}{١٠}$ نسبتان متساويتان، لذا يمكن كتابتها: $\frac{٢}{٤} = \frac{٥}{١٠}$ هذه المعادلة هي تناسب.

عندما تتناسب النسبتان، فإن ناتج الضرب التبادلي فيهما يكون متساويًا. لإيجاد ناتج الضرب التبادلي للتناسب $\frac{٢}{٤} = \frac{٥}{١٠}$ اضرب العدد ٢ في العدد ١٠ و ٤ في العدد ٥.

لذلك ٢ × ١٠ = ٤ × ٥ أو ٢٠ = ٢٠

لأنك تعرف أن القيم المتناسبة متساوية، فإنه يمكنك استخدامها لإيجاد قيمة مجهولة. هذا ما يعرف بحل التناسب.

مثال: طول شجرة وعمود يتناسبان مع طولي خياليهما. خيال الشجرة = ٢٤ م، بينما طول خيال العمود الذي ارتفاعه ٦ م هو ٤ م، فما ارتفاع الشجرة؟

الخطوة ١ اكتب التناسب.

$$\frac{\text{طول شجرة}}{\text{طول العمود}} = \frac{\text{طول خيال شجرة}}{\text{طول خيال العمود}}$$

الخطوة ٢ عوض بالقيم المعروفة في التناسب، وليكن ل يمثل القيمة المجهولة.

ارتفاع الشجرة $\frac{\text{ل}}{٦} = \frac{٢٤}{٤}$

الخطوة ٣ أوجد ناتج الضرب التبادلي.

ل × ٤ = ٢٤ × ٦

الخطوة ٤ بسط المعادلة.

٤ ل = ١٤٤

الخطوة ٥ اقسم كلا الطرفين على ٤.

$$\frac{٤\text{ل}}{٤} = \frac{١٤٤}{٤}$$

ل = ٣٦

ارتفاع الشجرة = ٣٦ م.

مسألة تدريبية: إن النسبة بين وزن جسمين على القمر والأرض، تناسب صخرة تزن ٣ نيوتن على القمر و ١٨ نيوتن على الأرض. ما وزن صخرة على الأرض إذا كانت تزن ٥ نيوتن على القمر؟

استخدام النسب المئوية

إن (نسبة مئوية) تعني جزءًا من مئة جزء، وهي النسبة التي تقارن بين عدد ما و ١٠٠، فإذا قرأت مثلا عبارة: إن ٧٧ ٪ من مساحة سطح الأرض مغطاة بالماء، فإنها تساوي عبارة: نسبة المساحة المغطاة بالماء من سطح الأرض بالكسور هي $\frac{٧٧}{١٠٠}$، وللتعبير عن الكسور في نسبة مئوية نجد أولا حاصل قسمة البسط على المقام، ثم نقوم بضرب هذا الحاصل في ١٠٠، ونضيف رمز النسبة المئوية.

مثال: عبِّر عن الكسر التالي في نسبة مئوية $\frac{١٣}{٢٠}$.

الخطوة ١ نجد حاصل قسمة البسط على المقام للكسر.

$$\begin{array}{r|l} ٠,٦٥ & \\ \hline ١٣,٠٠ & \\ ١٢٠ & ٢٠ \\ \hline ١٠٠ & \\ -\ ١٠٠ & \\ \hline ٠ & \end{array}$$

الخطوة ٢ أعد كتابة الكسر $\frac{١٣}{٢٠}$ على شكل: ٠,٦٥.

الخطوة ٣ قم بضرب ٠,٦٥ بـ ١٠٠ ثم أضف رمز النسبة المئوية ٪.

٠,٦٥ × ١٠٠ = ٦٥ = ٦٥ ٪

إذن $\frac{١٣}{٢٠}$ = ٦٥ ٪

ويمكن حلها أيضًا بطريقة النسبة والتناسب.

مثال: عبِّر عن الكسر التالي $\frac{١٣}{٢٠}$ كنسبة مئوية.

الخطوة ١ اكتب الكسرين كالتالي: $\frac{١٣}{٢٠} = \frac{\text{س}}{١٠٠}$

الخطوة ٢ أوجد حاصل ضرب البسط في الكسر الأول، والمقام في الكسر الثاني، والبسط في الكسر الثاني مع المقام في الكسر الأول.

٢٠س = ١٣٠٠

الخطوة ٣ قم بقسمة طرفي المعادلة كليهما على ٢٠.

$$\frac{٢٠\text{س}}{٢٠} = \frac{١٣٠٠}{٢٠}$$

س = ٦٥ ٪

مسألة تدريبية: كانت الأيام الماطرة في إحدى المدن ٧٣ يومًا خلال العام (٣٦٥ يومًا). ما النسبة المئوية للأيام الماطرة بالنسبة لمجموع الأيام؟

حل المعادلة (الاقتران) الرياضية ذات الخطوة الواحدة

يمكن تعريف المعادلة الرياضية، بأنها تساوي طرفي المعادلة، فيمكن القول على سبيل المثال، إن عبارة (س = ص) هي معادلة (اقتران) تدل على أن س تساوي ص. ويتم ذلك باستعمال خصائص الجمع، والطرح، والضرب، والقسمة في المساواة. (استعمل العملية المعاكسة للعملية الموجودة في المعادلة) فعمليتا الجمع الطرح متعاكستان، وعمليتا الضرب والقسمة متعاكستان أيضًا.

مثال حل المعادلة التالية: س − ١٠ = ٣٥

الخطوة ١: أوجد الحل بإضافة ١٠ إلى كلا الطرفين.

س – ١٠ = ٣٥

س – ١٠ + ١٠ = ٣٥ + ١٠

س = ٤٥

الخطوة ٢: تأكد من الحل.

س – ١٠ = ٣٥

س – ١٠ = ٣٥

٣٥ = ٣٥

طرفا المعادلة متساويان، لذا فإن: س = ٤٥

مثال ٢ : أوجد القيم في المعادلة : س = ص ع

إذا علمت أن (س = ٢٠ ص = ٢).

الخطوة ١ قم بإعادة ترتيب المعادلة بحيث تصبح القيمة المجهولة في أحد طرفي المعادلة، وذلك بقسمة كلا الطرفين على (ص).

س = ص ع

$\frac{\text{س}}{\text{ص}} = \frac{\text{ص ع}}{\text{ص}}$

$\frac{\text{س}}{\text{ص}} = \text{ع}$

الخطوة ٢: عوض بالقيم المعطاة بدلا من المتغيرين س و ع.

$\text{ع} = \frac{\text{س}}{\text{ص}}$

$\text{ع} = \frac{٢٠}{٢}$

ع = ١٠

الخطوة ٣: تأكد من الحل

س = ص ع

٢٠ = ٢ × ١٠

ع = ١٠

جانبا المعادلة متساويان، لذلك تكون قيمة ع = ١٠ هي الحل الصحيح للمعادلة إذا كانت س = ٢٠ و ص = ٢.

مسألة تدريبية : أوجد قيمة ع في المعادلة التالية س = ص ع إذا علمت أن ص = ١٢,٣ و س = ١٧,٤.

مسرد المصطلحات

الاتزان: تَساوي العدد النسبي للجزيئات في منطقتين.

أحادي المجموعة الكروموسومية: الخلايا التي تحتوي على نصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلايا الجسمية.

الإخراج الخلوي: عملية يتم خلالها إخراج المواد إلى خارج الخلية، وذلك من خلال اتحاد الفجوات بالغشاء البلازمي.

الإخصاب: عملية يتم فيها اتحاد حيوان منوي مع بويضة وإنتاج مخلوق حي جديد.

الإزاحة: هي البعد بين نقطة بداية مرجعية ونقطة نهاية واتجاه الحركة.

الانتشار: عملية انتقال الجزيئات من الأماكن ذات التركيز المرتفع إلى الأماكن ذات التركيز المنخفض.

الانتشار المدعوم: أحد أنواع النقل السلبي يتم فيه إدخال بعض الجزيئات كبيرة الحجم بمساعدة البروتينات الناقلة الموجودة في الغشاء البلازمي.

الانقسام المتساوي: انقسام النواة إلى نواتين متماثلتين ومتماثلة للنواة الأصلية ويتكون من سلسلة من الأدوار المتتالية.

الانقسام المنصّف: مراحل تحدث في الخلايا الجنسية، تمر بها الخلية الجنسية لينتج عنها أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.

الأيون: ذرة مشحونة بشحنة كهربائية موجبة أو سالبة؛ لأنها فقدت أو كسبت إلكترونًا أو أكثر.

البلعمة: عملية يتم خلالها إدخال المواد إلى الخلية عند انثناء الغشاء البلازمي.

البناء الضوئي: عملية تحدث في المنتِجات، يتم خلالها تحويل طاقة الضوء إلى طاقة كيميائية، حيث تستطيع المخلوقات الحية استعمالها.

البويضة: الخلية الجنسية الأنثوية الناتجة عن الانقسام المنصّف، وتحتوي على نصف العدد من الكروموسومات.

البويضة المخصبة: الخلية الناتجة عن اندماج البويضة والحيوان المنوي.

التخمّر: عملية يتم من خلالها الحصول على بعض الطاقة المخزّنة في جزيئات السكر، دون وجود الأكسجين.

التسارع: ناتج قسمة السرعة المتجهة على الزمن اللازم لتغيّر قيمتها، ويكون بزيادة السرعة، أو بتناقصها أو بتغيير اتجاه الحركة.

التفريغ الكهربائي: الحركة السريعة للشحنات الفائضة من مكان إلى آخر ومنها البرق والصواعق.

التكاثر الجنسي: التكاثر الذي يتطلّب وجود فردين لإنتاج أفراد تشترك في الصفات مع كلا الأبوين.

التكاثر اللاجنسي: التكاثر الذي يكون فيه المخلوق الحي بمفرده قادرًا على إنتاج فرد أو أكثر يحمل المادة الوراثية نفسها في المخلوق الحي الأصلي.

التنفس الخلوي: عملية يحدث خلالها سلسلة من التفاعلات الكيميائية، تُحلّل فيها جزيئات الغذاء المعقدة إلى جزيئات أبسط، فتتحرّر الطاقة المخزّنة فيها.

التيار الكهربائي: تدفّق الشحنات الكهربائية، ويقاس في النظام الدولي للوحدات بوحدة أمبير (A).

التيار المتردد (AC): تيار كهربائي يُغيّر اتجاهه بشكل دوري منتظم.

التيار المستمر (DC): تيار كهربائي يتدفّق في اتجاه واحد فقط.

مسرد المصطلحات

ثنائي المجموعة الكروموسومية: الخلايا التي تحتوي على أزواج الكروموسومات.

الجهد الكهربائي: مقياس لكمية طاقة الوضع الكهربائية التي تُسبّب حركة الإلكترونات في الدائرة الكهربائية، وتُقاس بوحدة الفولت.

الجين: جزء من DNA المحمول على الكروموسوم، والمسؤول عن تصنيع البروتين.

الجينات غير المتماثلة: عدم تماثل الجينات المتقابلة للصفة الوراثية.

الجينات المتقابلة: أزواج الجينات المسؤولة عن صفة محدّدة، والتي توجد على الكروموسومات.

الجينات المتماثلة: تماثل الجينات المتقابلة للصفة الوراثية.

الحيوان المنوي: الخلية الجنسية الذكرية الناتجة عن الانقسام المنصّف، وتحتوي على نصف العدد من الكروموسومات.

الخاصية الأسموزية: حركة جزيئات الماء عبر الغشاء البلازمي، من منطقة التركيز المرتفع إلى منطقة التركيز المنخفض.

دائرة التوصيل على التوازي: دائرة كهربائية تتضمّن أكثر من مسار لتدفّق التيار الكهربائي خلالها.

دائرة التوصيل على التوالي: دائرة كهربائية تتضمّن مسارًا واحدًا فقط يتدفّق فيه التيار.

الدائرة الكهربائية: حلقة مغلقة من مادة موصلة، يتدفّق خلالها تيار كهربائي بشكل متواصل.

الزخم: مقياس لمدى الصعوبة في إيقاف جسم متحرّك، وتساوي حاصل ضرب الكتلة في السرعة.

السرعة: المسافة المقطوعة، مقسومة على الزمن اللازم لقطعها.

السرعة اللحظية: سرعة الجسم عند لحظة زمنية محدّدة.

السرعة المتجهة: مقدار سرعة جسم متحرّك واتجاه حركته.

السرعة المتوسطة: المسافة الكلية المقطوعة، مقسومة على الزمن اللازم لقطعها.

الشحنة الكهربائية الساكنة: عدم اتزان في الشحنة الكهربائية التي يحملها الجسم.

الشفق القطبي: عرض ضوئي يظهر في السماء عندما يحتجز المجال المغناطيسي للأرض دقائق مشحونة في مناطق فوق القطبين.

الطُرز الجينية: الشفرة الوراثية التي يملكها المخلوق الحي لصفة محدّدة.

الطرز الشكلية: الصفات المظهرية للمخلوق الحي وسلوكه، الناتجة عن الطرز الجينية.

الطفرة: أي تغيير دائم في سلسلة DNA المكوّنة للجين أو الكروموسوم في الخلية.

العازل الكهربائي: مادة لا تتحرّك الإلكترونات فيها بسهولة.

العامل السائد: الجين الذي يُخفي تأثير الجين المقابل له.

العامل المتنحي: الجين الذي يَختفي ولا تظهر صفته.

علم الوراثة: العلم الذي يبحث في كيفية انتقال الصفات الوراثية وتفاعلها فيما بينها.

عمليات الأيض: التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلية.

الغلاف المغناطيسي للكرة الأرضية: منطقة تحيط بالأرض، تتأثر بالمجال المغناطيسي لها.

مسرد المصطلحات

القانون الأول لنيوتن في الحركة: ينص على أنه إذا كانت محصلة القوى المؤثّرة في جسم صفرًا فسيبقى الجسم ساكنًا أو متحركًا بسرعة ثابتة مقدارًا على خط مستقيم.

قانون أوم: ينص على أن التيار الكهربائي المتدفّق في الدائرة الكهربائية يساوي ناتج قسمة الجهد على المقاومة.

القانون الثالث لنيوتن في الحركة: ينص على أن القوى تؤثّر دائمًا على شكل أزواج متساوية في المقدار، ومتعاكسة في الاتجاه.

القانون الثاني لنيوتن في الحركة: ينص على أن الجسم الذي يتأثّر بمحصلة قوى يتسارع في اتجاه القوة، وهذا التسارع يساوي ناتج قسمة القوة المحصلة على كتلة الجسم.

قانون حفظ الزخم: ينص على أن الزخم الكلي للأجسام المتصادمة هو نفسه قبل التصادم وبعده.

القدرة الكهربائية: معدل تحوّل الطاقة الكهربائية إلى أي شكل آخر من الطاقة، وتُقاس بوحدة الواط.

القصور الذاتي: ميل الجسم لمقاومة التغيّر في حالته الحركية.

القوى غير المتزنة: قوتان أو أكثر تؤثّر في الجسم ولا تلغي كل منهما الأخرى، وتُسبّب تسارع الجسم.

القوى المتزنة: قوتان أو أكثر تؤثّر في جسم، فيلغي بعضها بعضًا، ولا تُغيّر من حالته الحركية.

القوة: سحب أو دفع.

قوة الاحتكاك: قوة تؤثّر في اتجاه يعاكس انزلاق أحد جسمين على الآخر، عندما يتلامسان.

القوة الكهربائية: تجاذب أو تنافر، تؤثّر به الأجسام المشحونة بعضها في بعض.

القوة المحصلة: حاصل جمع القوى التي تؤثّر في جسم.

الكتلة: مقدار المادة في جسم ما.

الكروموسوم: تركيب يوجد في النواة، يحتوي على المادة الوراثية، ويتضاعف خلال الطور البيني.

المجال الكهربائي: المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية، حيث تتأثّر الشحنات الأخرى بقوة كهربائية إذا وجدت فيها.

المجال المغناطيسي: المنطقة المحيطة بالمغناطيس، ولو وضع فيها أي مغناطيس آخر لتأثر بقوة مغناطيسية.

المحرّك الكهربائي: أداة تُحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية.

المحوّل الكهربائي: أداة تُستخدم لزيادة الجهد الكهربائي للتيار المتردد، أو لخفضه.

مربع بانيت: أداة تُستعمل لتوقّع احتمالات ظهور الصفات في الأبناء نتيجة لاقتران الجينات المتقابلة للآباء معًا.

مركز الكتلة: نقطة في الجسم تتحرّك وكأن كتلة الجسم كلها متركّزة فيها.

المغناطيس الكهربائي: مغناطيس ينشأ من لف سلك يمر فيه تيار كهربائي حول قلب من الحديد.

المقاومة الكهربائية: مقياس مدى صعوبة انتقال الإلكترونات في مادة، وتُقاس بوحدة الأوم.

المنطقة المغناطيسية: مجموعة من الذرات التي تتوافق في اتجاه مجالاتها المغناطيسية.

الموصل الكهربائي: مادة تتحرّك الإلكترونات فيها بسهولة.

المولّد الكهربائي: جهاز يحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.

مسرد المصطلحات

النقل السلبي: عملية نقل المواد عبر الغشاء البلازمي دون الحاجة إلى الطاقة.

النقل النشط: عملية نقل المواد عبر الغشاء البلازمي مع وجود الطاقة.

الهجين: المخلوق الحي الذي يكون فيه الجينان المتقابلان مختلفين في الصفة الوراثية.

الوراثة: انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء.

الوزن: قوة التجاذب بين الأرض والجسم.

DNA: الحمض النووي الريبوزي المنقوص الأكسجين، وهو المادة الوراثية في الخلية التي تحمل الشفرات الوراثية لها.

RNA: الحمض النووي الريبوزي، يصنع داخل النواة بوصفه نموذجًا طبق الأصل عن DNA.

رؤية VISION 2030

المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA