سلطنة عُمان
وزارة التربية والتعليم

رؤية عُمان 2040 OmanVision

نتقدم بثقة
Moving Forward with Confidence

الفيزياء

دليل المعلّم

١٠

الفصل الدراسي الأول

الطبعة التجريبية ١٤٤٣ هـ - ٢٠٢١ م

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الفيزياء

دليل المعلّم

١٠

الفصل الدراسي الأول

الطبعة التجريبية ١٤٤٣هـ - ٢٠٢١م

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

مطبعة جامعة كامبريدج، الرمز البريدي CB2 8BS، المملكة المتحدة.

تشكل مطبعة جامعة كامبريدج جزءًا من الجامعة.
وللمطبعة دور في تعزيز رسالة الجامعة من خلال نشر المعرفة، سعيًا وراء
تحقيق التعليم والتعلم وتوفير أدوات البحث على أعلى مستويات التميز العالمية.

© مطبعة جامعة كامبريدج ووزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

يخضع هذا الكتاب لقانون حقوق الطباعة والنشر، ويخضع للاستثناء التشريعي
المسموح به قانونًا ولأحكام التراخيص ذات الصلة.
لا يجوز نسخ أي جزء من هذا الكتاب من دون الحصول على الإذن المكتوب من
مطبعة جامعة كامبريدج ومن وزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

الطبعة التجريبية ٢٠٢١ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمَّت مواءمتها من دليل المعلم – العلوم للصف العاشر – من سلسلة كامبريدج للعلوم
المتكاملة IGCSE للمؤلفين ماري جونز، ريتشارد هاروود، إيان لودج، ودايفيد سانغ.

تمت مواءمة هذا الدليل بناءً على العقد الموقع بين وزارة التربية والتعليم ومطبعة
جامعة كامبريدج رقم ٢٠٢٠/٤٠.
لا تتحمل مطبعة جامعة كامبريدج المسؤولية تجاه توفُّر أو دقة المواقع الإلكترونية
المستخدمة في هذا الكتاب، ولا تؤكد أن المحتوى الوارد على تلك المواقع دقيق
وملائم، أو أنه سيبقى كذلك.

تمت مواءمة الدليل

بموجب القرار الوزاري رقم ٢٠٢١/٩٠ واللجان المنبثقة عنه

محفوظة جميع الحقوق

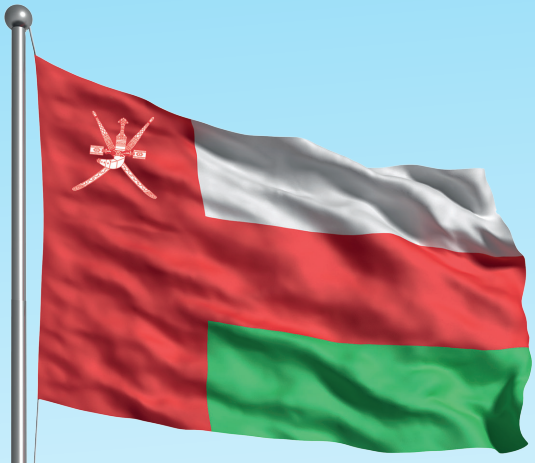
جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم

ولا يجوز طبع الكتاب أو تصويره أو إعادة نسخه كاملاً أو مجزّأً أو ترجمته
أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال
إلا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حالة الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.

المغفور لـه
السلطان قابوس بن سعيد -طيّب اللّه ثراه-

حضرة صاحب الجلالة
السلطان هيثم بن طارق المعظم
-حفظه اللّه ورعاه-

سلطنـــــة عُمـــــان



النَّشيدُ الْوَطَنِيُّ

يا رَبَّنا احْفَظْ لنا جَلالَةَ السُّلْطان
وَالشَّعْبَ في الأَوْطان بِالْعِزِّ والأَمان
وَلْيَدُمْ مُؤَيَّدًا عاهِلاً مُمَجَّدًا
بِالنُّفوسِ يُفْتَدى

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبي أَوْفِياءُ مِنْ كِرامِ الْعَرَبِ
فارْتَقي هامَ السَّماء وَامْلَئي الْكَوْنَ الضِّياء
وَاسْعَدي وَانْعَمي بِالرَّخاء

تقديم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خير المرسلين، سيّدنا مُحمَّد، وعلى آله وصحبه أجمعين. وبعد:

فقد حرصت وزارة التربية والتعليم على تطوير المنظومة التعليمية في جوانبها ومجالاتها المختلفة كافة؛ لتُلبّي مُتطلّبات المجتمع الحالية، وتطلُّعاته المستقبلية، ولتتواكب مع المُستجدّات العالمية في اقتصاد المعرفة، والعلوم الحياتية المختلفة؛ بما يؤدّي إلى تمكين المخرجات التعليمية من المشاركة في مجالات التنمية الشاملة للسلطنة.

وقد حظيت المناهج الدراسية، باعتبارها مكوِّنًا أساسيًّا من مكوِّنات المنظومة التعليمية، بمراجعة مستمرة وتطوير شامل في نواحيها المختلفة؛ بدءًا من المقررات الدراسية، وطرائق التدريس، وأساليب التقويم وغيرها؛ وذلك لتتناسب مع الرؤية المستقبلية للتعليم في السلطنة، ولتتوافق مع فلسفته وأهدافه.

وقد أولت الوزارة مجال تدريس العلوم والرياضيات اهتمامًا كبيرًا يتلاءم مع مستجدات التطور العلمي والتكنولوجي والمعرفي. ومن هذا المنطلق اتَّجهت إلى الاستفادة من الخبرات الدولية؛ اتساقًا مع التطوُّر المتسارع في هذا المجال، من خلال تبنّي مشروع السلاسل العالمية في تدريس هاتَين المادّتَين وفق المعايير الدولية؛ من أجل تنمية مهارات البحث والتقصّي والاستنتاج لدى الطلاب، وتعميق فهمهم للظواهر العلمية المختلفة، وتطوير قدراتهم التنافُسية في المسابقات العلمية والمعرفية، وتحقيق نتائج أفضل في الدراسات الدولية.

مُتمنّية لأبنائنا الطلاب النجاح، ولزملائنا المعلّمين التوفيق فيما يبذلونه من جهود مُخلِصة، لتحقيق أهداف الرسالة التربوية السامية؛ خدمة لهذا الوطن العزيز، تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق المعظّم، حفظه الله ورعاه.

والله ولي التوفيق

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التربية والتعليم

المحتويات

المقدمة xiii

الأهداف التعليمية xv

الوحدة الأولى: الشحنة الكهربائية

موضوعات الوحدة ٢١

الموضوع ١-١: الكهرباء الساكنة ٢١

الموضوعان ١-٢: الاحتكاك والشحن الكهربائي و ١-٣: المجالات الكهربائية والشحنة الكهربائية ٢٢

الموضوع ١-٤: الموصِّلات الكهربائية والعوازل ٢٣

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٢٤

إجابات أسئلة كتاب الطالب ٢٤

إجابات تمارين كتاب النشاط ٢٥

إجابات أوراق العمل ٢٦

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٢٧

الوحدة الثانية: مُخطّطات الدوائر الكهربائية

موضوعات الوحدة ٢٩

الموضوع ٢-١: مكوِّنات الدائرة الكهربائية ٢٩

الموضوع ٢-٢: توصيل المقاومات ٣٠

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٣٢

إجابات أسئلة كتاب الطالب ٣٤

إجابات تمارين كتاب النشاط ٣٦

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٣٨

الوحدة الثالثة: مخاطر الكهرباء

موضوعات الوحدة ٤١

الموضوعان ٣-١: المخاطر الكهربائية و ٣-٢: المنصهرات ٤١

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٤٢

إجابات أسئلة كتاب الطالب ٤٣

إجابات تمارين كتاب النشاط ٤٣

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٤٤

الوحدة الرابعة: تأثيرات القوى

موضوعات الوحدة ٤٥

الموضوعان ٤-١: القوى المؤثّرة على قطار الملاهي و ٤-٢: القوى المؤثّرة على المركبة الفضائية ٤٥

الموضوع ٤-٣: القوّة والكتلة والتسارع ٤٦

الموضوع ٤-٤: استطالة الزنبرك ٤٧

الموضوع ٤-٥: قانون هوك ٤٨

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٤٩

إجابات أسئلة كتاب الطالب ٥١

إجابات تمارين كتاب النشاط ٥٤

إجابات أوراق العمل ٦٠

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٦٠

الوحدة الخامسة: عزم القوّة ومركز الكتلة

موضوعات الوحدة ٦٢

الموضوع ٥-١: عزم القوّة ٦٢

الموضوع ٥-٢: حساب عزم القوّة ٦٣

الموضوع ٥-٣: الاستقرار ومركز الكتلة ٦٤

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٦٥

إجابات أسئلة كتاب الطالب ٦٧

إجابات تمارين كتاب النشاط ٦٩

إجابات أوراق العمل ٧١

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٧٤

الوحدة السادسة: الشغل والقدرة

موضوعات الوحدة ٧٦

الموضوع ٦-١: الشغل المبذول ٧٦

الموضوع ٦-٢: حساب الشغل المبذول ٧٧

الموضوع ٦-٣: القدرة ٧٨

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٧٩

إجابات أسئلة كتاب الطالب ٨٠

إجابات تمارين كتاب النشاط ٨١

إجابات أوراق العمل ٨٥

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٨٥

الوحدة السابعة: الضغط

موضوعات الوحدة ٨٨

الموضوعان ٧-١: الضغط على سطح و ٧-٢: حساب الضغط ٨٨

إجابات أسئلة كتاب الطالب ٨٩

إجابات تمارين كتاب النشاط ٩٠

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٩١

الوحدة الثامنة: فيزياء النواة

موضوعات الوحدة ٩٢

الموضوع ٨-١: بنية النواة ٩٢

إجابات أسئلة كتاب الطالب ٩٣

إجابات تمارين كتاب النشاط ٩٤

إجابات أوراق العمل ٩٥

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٩٦

الوحدة التاسعة: النشاط الإشعاعي

موضوعات الوحدة ٩٧

الموضوع ٩-١: النشاط الإشعاعي في كلّ مكان ٩٧

الموضوع ٩-٢: فهم النشاط الإشعاعي ٩٨

الموضوع ٩-٣: استخدام النظائر المُشعّة ٩٩

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ١٠٠

إجابات أسئلة كتاب الطالب ١٠٠

إجابات تمارين كتاب النشاط ١٠١

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ١٠٢

الوحدة العاشرة: الاضمحلال الإشعاعي وعُمر النصف

موضوعات الوحدة ١٠٤

الموضوعان ١٠-١: تناقُص النشاط الإشعاعي مع مرور الزمن و ١٠-٢: معادلات الاضمحلال الإشعاعي ١٠٤

الموضوع ١٠-٣: عُمر النصف للمادّة المشعّة ... ١٠٥

إجابات أسئلة كتاب الطالب ١٠٦

إجابات تمارين كتاب النشاط ١٠٧

إجابات أوراق العمل ١١٠

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ١١٢

الوحدة الحادية عشرة: احتياطات السلامة

موضوعات الوحدة ١١٥

الموضوع ١١-١: التعامُل الآمن ١١٥

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ١١٦

إجابات أسئلة كتاب الطالب ١١٦

إجابات تمارين كتاب النشاط ١١٧

إجابات أسئلة نهاية الوحدة ١١٧

المقدمة

صمَّم هذا المنهج فريق من المختصّين في المواد الدراسية. وهو يعكس نتاج البحوث التربوية العالميّة، ويُكسب الطلاب فهمًا للمبادئ التعلُّمية الأساسيّة عبر العديد من الدراسات النظرية والعمليّة، ويُطوِّر فهمهم للمهارات العلميّة التي تشكّل أساسًا للتحصيل العلمي المتقدّم، ويُنمّي إدراكهم لمسألة أنّ نتائج البحوث العلميّة تؤثّر في الأفراد والمجتمعات والبيئة. ويُساعد هذا المنهج الطلاب على فهم عالم التكنولوجيا الذي يعيشون فيه، وعلى الاهتمام بالعلوم والتطوّرات العلميّة.

يهدف المنهج إلى:

أ. توفير تجربة تربوية ممتعة ومفيدة لجميع الطلاب.

ب. تمكين الطلاب من اكتساب المعرفة والفهم، والهدف من ذلك:

- أن يُصبحوا مواطنين واثقين بأنفسهم في عالم قائم على التكنولوجيا، وأن يكون لديهم اهتمام واضح بالمواد العلميّة.
- أن يُعزِّز إدراكهم لقضيَّة أن مواد العلوم قائمة على البراهين، ويُمكِّنهم من فهم أهمية الأسلوب العلمي في التفكير.

ج. تطوير ما لدى الطلاب من مهارات:

- ترتبط بدراسة مواد العلوم وتطبيقاتها.
- تفيدهم في الحياة اليوميّة.
- تُشجّعهم على حلّ المسائل بطرائق منهجيّة.
- تُشجّعهم على تطبيق العلوم تطبيقًا فعّالًا وآمنًا.
- تُشجّعهم على التواصل الفعَّال باستخدام اللغة العلميّة.

د. تطوير سلوكيّات مرتبطة بمواد العلوم مثل:

- الحرص على الدقّة والإتقان.
- الموضوعيّة.
- الأمانة العلمية.
- الاستقصاء.
- المبادرة.
- الابتكار.

حثّ الطلاب على مراعاة الآتي:

- أنّ مواد العلوم خاضعة للتأثيرات الاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية والأخلاقية والثقافية وقيودها.
- أنّ تطبيقات العلوم قد تكون مفيدة وقد تكون ضارَّة بالفرد والمجتمع والبيئة.

تتضمَّن كل وحدة في الدليل:

- أفكارًا للتدريس لكل موضوع تمثّل اقتراحات حول كيفية تناول الموضوع لمساعدة الطلاب على فهمه جيدًا.
- أفكارًا للواجبات المنزلية.
- إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية.
- إجابات عن جميع الأسئلة الواردة في كتاب الطالب، وكذلك عن أسئلة التمارين وأوراق العمل في كتاب النشاط.

التخطيط للتدريس

توجد مجموعة قيِّمة من المصادر في كتاب الطالب وكتاب النشاط (أنشطة – تمارين – أوراق عمل).

وقد لا يكون لديك الوقت الكافي لاستخدام كل مصدر من هذه المصادر. لذلك، عليك بالتخطيط الجيّد، وتحديد المصادر التي تشعر بأنها الأنسب في تحقيق الأهداف التعليمية.

الأهداف التعليمية

الأهداف التعليمية

الوحدة الأولى: الشحنة الكهربائية

١-١ الكهرباء الساكنة

١-١	يذكر أنّ هناك شحنات موجبة وأخرى سالبة.
١-٢	يذكر أن الشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب والشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر.
١-٤	يصف ثم يفسِّر تجارب بسيطة ليظهر بأن شحنات الكهرباء الساكنة يتمّ إنتاجها والكشف عنها من خلال عملية الاحتكاك.

١-٢ الاحتكاك والشحن الكهربائي و ١-٣ المجالات الكهربائية والشحنة الكهربائية

١-٣	يصف المجال الكهربائي بأنه منطقةٌ تتعرّض فيها الشحنات الكهربائية لقوّةٍ ما
١-٥	يذكر أنّ شحن الجسم يتضمّن إضافة إلكترونات أو إزالتها.

١-٤ الموصِّلات الكهربائية والعوازل

١-٦	يميّز بين الموصِّلات الكهربائية والعوازل، ويقدِّم أمثلة عليهما.

الوحدة الثانية: مُخطّطات الدوائر الكهربائية

٢-١ مكوِّنات الدائرة الكهربائية

٢-١	يرسم مخطّطات الدوائر الكهربائيّة التي تحوي خلية، أو بطّارية، أو مصدر جهد كهربائي، ومفاتيح، ومقاومات (ثابتة أو مقاومات متغيِّرة)، ومصابيح، وأجهزة فولتميتر، ومنصهرات، وأجهزة أمّيتر ثمّ يفسِّرها.
٢-٨	يرسم مخطّطات الدوائر الكهربائيّة التي تحتوي على مقاومة حرارية ذات المعامل الحراري السالب (ثيرمستور NTC) ومقاومة ضوئية، ثمّ يفسِّرها.
٢-٩	يصف عمل المقاومات الحرارية ذات المعامل الحراري السالب (ثيرمستور NTC) والمقاومات الضوئيّة، ويظهر فهمًا لاستخدامها كمحوِّلات إدخال للطاقة.

٢-٢ توصيل المقاومات

٢-٢	يفهم أن شدّة التيّار هي نفسها عند كلّ نقطة في الدائرة المتّصلة على التوالي.
٢-٣	يذكر حقيقة أنّ مجموع فروق الجهد عبر مكوِّنات الدائرة المتّصلة على التوالي مساوية لإجمالي فروق الجهد عبر مصدر جهد كهربائي، ويستخدمها.
٢-٤	يحسب المقاومة المكافئة لمقاومتَين أو أكثر تمّ توصيلها على التوالي.

الأهداف التعليمية

٢-٥	يتذكر حقيقة أنّ التيّار المنبعث من المصدر مساوٍ لمجموع التيّارات المارّة في الفروع المنفصلة للدائرة المتّصلة على التوازي، ويستخدمها.
٢-٦	يذكر أنّ المقاومة المكافئة لمقاومتَين متّصلتَين على التوازي هي أقلّ من مقاومة أيّ من هاتَين المقاومتَين بمفردها، ويحسب المقاومة المكافئة لمقاومتَين متّصلتَين على التوازي.
٢-٧	يذكر مزايا توصيل المصابيح على التوازي في الدائرة الكهربائيّة.

الوحدة الثالثة: مخاطر الكهرباء

٣-١ المخاطر الكهربائية و ٣-٢ المنصهرات

٣-١	يحدّد المخاطر الكهربائيّة بما في ذلك: • تلف نظام العزل. • زيادة سخونة الكابلات. • الرطوبة.
٣-٢	يذكر أنّ المنصهر يحمي الدائرة الكهربائيّة.
٣-٣	يشرح استخدام المنصهر ويختار مواصفاته المناسبة.

الوحدة الرابعة: تأثيرات القوى

٤-١ القوى المؤثّرة على قطار الملاهي و ٤-٢ القوى المؤثّرة على المركبة الفضائية

٤-١	يصف كيف يمكن أن تُغيِّر القوى حجم الجسم وشكله وحركته.
٤-٥	يفهم أنّ الاحتكاك قوّة بين سطحَين تعيق الحركة وتنتج حرارة.
٤-٦	يتعرّف أنّ مقاومة الهواء شكل من أشكال الاحتكاك.
٤-٧	يجد محصّلة قوّتَين أو أكثر من القوى التي تعمل على الخطّ نفسه.
٤-٨	يتعرّف أنّه في حالة عدم وجود قوّة محصّلة مؤثّرة على الجسم، فإنّه يظلّ ساكنًا أو يستمرّ في الحركة بسرعة ثابتة في خطّ مستقيم.

٤-٣ القوّة والكتلة والتسارع

٤-٩	يذكر العلاقة بين القوّة المحصّلة والكتلة والتسارُع، ($F = ma$) ويستخدمها، كما يذكر أنّ القوّة تُقاس بوحدة نيوتن (N).

الأهداف التعليمية

٤-٤ استطالة الزنبرك	
٤-١	يصف كيف يمكن أن تُغيِّر القوى حجم الجسم وشكله وحركته.
٤-٢	يرسم المنحنى البياني للاستطالة بدلالة الثقل ويفسّره من خلال تجربة.
٤-٥ قانون هوك	
٤-٣	يذكر قانون هوك، ويتذكّر العلاقة الآتية ويستخدمها: $F = kx$، حيث (k) هو ثابت الزنبرك؛ كما يستخدم وحدات القياس المناسبة لثابت الزنبرك (نيوتن/متر أو نيوتن/ سنتمتر) (N/m أو N/cm).
٤-٤	يذكر مصطلح حدّ التناسب ويستخدمه باعتباره النقطة التي لا يعود الجسم عندها خاضعًا لقانون هوك حين يؤثّر عليه حِمل لاستطالته.
الوحدة الخامسة: عزم القوّة ومركز الكتلة	
٥-١ عزم القوّة	
٥-١	يصف عزم القوّة بأنّه مقياس لتأثيرها الدوراني، ويقدِّم أمثلة عليه من الحياة اليوميّة.
٥-٢ حساب عزم القوّة	
٥-٢	يحسب عزم القوّة مستخدمًا: حاصل ضرب القوّة بالمسافة العموديّة من محور الدوران، ويذكر أنّ عزم القوّة يقاس بالنيوتن متر (Nm).
٥-٣	يطبِّق مبدأ عزم القوّة على موازنة عارضة عند محور الدوران.
٥-٤	يطبِّق مبدأ عزم القوّة على حالات مختلفة، بما فيها فتح الباب وأرجوحة التوازن ورفع الأجسام الثقيلة بواسطة الرافعة.
٥-٥	يتعرَّف أنّه في حالة عدم وجود محصِّلة قوّة ومحصِّلة عزوم، يكون النظام في حالة اتّزان.
٥-٣ الاستقرار ومركز الكتلة	
٥-٦	يؤدّي تجربة لتحديد موضع مركز الكتلة لصفيحة مستوية ويصفها.
٥-٧	يصف تأثير موضع مركز الكتلة على استقرار الأجسام البسيطة وثباتها نوعيًّا.

الأهداف التعليمية

الوحدة السادسة: الشغل والقدرة

٦-١ الشغل المبذول

٦-١	يعرِّف الشغل المبذول بأنّه مقدار القوّة اللازمة لإزاحة الجسم مسافة معيّنة في اتّجاه هذه القوّة، ويذكر المعادَلة الآتية ويستخدمها: ($W = Fd = \Delta E$)، ويبرهن فهمه أنّ الشغل المبذول = الطاقة المنقولة، وأن الشغل يُقاس بوحدة الجول (J).

٦-٢ حساب الشغل المبذول

٦-١	يعرِّف الشغل المبذول بأنّه مقدار القوّة اللازمة لإزاحة الجسم مسافة معيّنة في اتّجاه هذه القوّة، ويذكر المعادَلة الآتية ويستخدمها: ($W = Fd = \Delta E$)، ويبرهن فهمه أنّ الشغل المبذول = الطاقة المنقولة، وأن الشغل يُقاس بوحدة الجول (J).

٦-٣ القدرة

٦-٢	يعرِّف القدرة بأنّها الشغل المبذول على الزمن المستغرق باستخدام الأمثلة المناسبة، ويذكر المعادلة الآتية ويستخدمها في الأنظمة البسيطة، بما في ذلك الدوائر الكهربائيّة: ($P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{t}$).

الوحدة السابعة: الضغط

٧-١ الضغط على سطح و ٧-٢ حساب الضغط

٧-١	يربط الضغط بالقوّة والمساحة باستخدام الأمثلة المناسبة، ويذكر المعادلة الآتية ويستخدمها: $P = \frac{F}{A}$، ويذكر أنّ الضغط يُقاس بوحدة الباسكال $\text{Pa} = \frac{1\ \text{N}}{\text{m}^2}$.

الوحدة الثامنة: فيزياء النواة

٨-١ بنية النواة

٨-١	يصف مكوّنات النواة في ضوء البروتونات والنيوترونات.
٨-٢	يستخدم مصطلحي العدد الذرّيّ Z والعدد الكتليّ A.
٨-٣	يستخدم مصطلح النظائر ويشرحه.
٨-٤	يستخدم مصطلح النويدة ويفسّره، ويستخدم الصيغة الآتية للنويدة: ${}^{A}_{Z}\text{X}$.

الأهداف التعليمية

الوحدة التاسعة: النشاط الإشعاعي

٩-١ النشاط الإشعاعي في كلّ مكان

٩-١	يصف الطبيعة العشوائيّة للانبعاثات الإشعاعيّة.
٩-٢	يفهم مصطلح إشعاع الخلفية.

٩-٢ فهم النشاط الإشعاعي

٩-٣	يذكر أنّ عمليّة التأيّن هي فقدان أو اكتساب الذرّة المتعادلة للإلكترونات.
٩-٤	يتعرّف أنّ الإشعاع المؤيّن يمكن استخدامه لوصف الانبعاثات الإشعاعيّة.
٩-٥	يحدّد الانبعاثات الإشعاعية من نوع ألفا (α) وبيتا (β) وجاما (γ) عن طريق تذكّر الآتي: • تكوينها • آثارها المؤيّنة النسبيّة • قدرتها الاختراقيّة النسبيّة (لا تتضمّن هذه الإشعاعات جسيمات بيتا الموجبة β^+: سوف تُستخدم جسيمات بيتا β للإشارة إلى جسيمات بيتا السالبة β^-).
٩-٦	يصف انحراف جسيمات ألفا (α) وجسيمات بيتا (β) وأشعة جاما (γ) في المجالات الكهربائيّة والمغناطيسيّة.
٩-٧	يصف الكشف عن جسيمات ألفا (α) وجسيمات بيتا (β) وأشعّة جاما (γ).

٩-٣ استخدام النظائر المُشعّة

٩-٨	يصف أمثلة على التطبيقات العمليّة لانبعاثات إشعاعات ألفا (α) وبيتا (β) وجاما (γ) ويشرحها.

الوحدة العاشرة: الاضمحلال الإشعاعي وعُمر النصف

١٠-١ تناقص النشاط الإشعاعي مع مرور الزمن و ١٠-٢ معادلات الاضمحلال الإشعاعي

١٠-١	يذكر معنى الاضمحلال الإشعاعيّ.
١٠-٢	يستخدم المعادلات اللفظيّة لتمثيل التغيّرات التي تحدث في تكوين النواة عند انبعاث الجسيمات، ويستخدم صيغة النويدة في المعادلات لتوضيح اضمحلال ألفا (α) وبيتا (β).

١٠-٣ عُمر النصف للمادّة المشعّة

١٠-٣	يستخدم مصطلح عمر النصف في الحسابات البسيطة والتي قد تتضمّن معلومات في الجداول أو منحنيات الاضمحلال.

الأهداف التعليمية

الوحدة الحادية عشرة: احتياطات السلامة

١١-١ التعامُل الآمن	
١١-١	يتذكّر تأثيرات الإشعاعات المؤيّنة على الكائنات الحيّة.
١١-٢	يصف كيفيّة التعامل مع الموادّ المشعّة واستخدامها وتخزينها بطريقة آمنة.

الأهداف التعليمية المرتبطة بالاستقصاء العلمي

التقنيّات والأجهزة والأدوات العلميّة

- يبرّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.
- يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائيّة المتّخذة لضمان السلامة.

التخطيط

- يصف الخطوات التجريبيّة والتقانة المُستخدَمة ويشرحها.
- يكوّن التنبّؤات والفرضيّات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة).
- يحدّد المتغيّرات، ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكّم ببعض المتغيّرات.

الملاحظة والقياس والتسجيل

- يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه.
- يسجّل الملاحظات بطريقة منهجيّة باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.

تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها

- يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.
- يعالج البيانات ويعرضها ويقدّمها، بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانيّة والميل.

طرائق التقييم

- يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.
- يحدّد الأسباب المحتملة لعدم دقّة البيانات أو الاستنتاجات، ويقترح التحسينات المناسبة للخطوات التجريبيّة والتقانة المُستخدَمة.

الوحدة الأولى: الشحنة الكهربائية

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
١-١، ١-٢، ١-٤	١-١ الكهرباء الساكنة	١	نشاط ١-١ الكهرباء الساكنة الأسئلة من ١-١ إلى ١-٣	تمرين ١-١ التجاذب والتنافُر
١-٣، ١-٥	١-٢ الاحتكاك والشحن الكهربائي ١-٣ المجالات الكهربائية والشحنة الكهربائية	٣	السؤالان ١-٤ و ١-٥ السؤال ١-٦	تمرين ١-٢ الكهرباء الساكنة في المنزل ورقة العمل ١-١ الشحنات الكهربائية ورقة العمل ١-٢ المجالات الكهربائية
١-٦	١-٤ الموصِّلات الكهربائية والعوازل	١	السؤالان ١-٧ و ١-٨	تمرين ١-٣ الموصِّلات الكهربائية والعوازل
	المُلخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوع ١-١: الكهرباء الساكنة

الأهداف التعليمية

١-١ يذكر أنّ هناك شحنات موجبة وأخرى سالبة.

١-٢ يذكر أن الشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب والشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر.

١-٤ يصف ثم يفسِّر تجارب بسيطة ليظهر بأن شحنات الكهرباء الساكنة يتمّ إنتاجها والكشف عنها من خلال عملية الاحتكاك.

أفكار للتدريس

- ابدأ بسؤال الطلاب عن تجاربهم عند التعرُّض لوخزات كهربائية، فربّما تعرّضوا لذلك عند تمشيط الشعر أو الخروج من السيّارة، حيث تنشأ هذه التأثيرات بسبب احتكاك مادَّة بأخرى.
- تابع شرح الظواهر الأساسية للكهرباء الساكنة للطلاب، وناقش التجاذب والتنافُر بين الشحنات الكهربائية، ووضِّح أن تسميتَي «موجبة» و«سالبة» مصطلحان اتُفِق عليهما.
- أعطِ الطلاب تعليمات لإجراء الاستقصاء في **النشاط ١-١ الكهرباء الساكنة**. وضِّح تأثير الشحنات الكهربائية كما يبيّنه الشكل ١-١ في كتاب الطالب. يستدعي الإجراء الأخير منهم تحديد نوع شحنة البالون الذي تمّ دلكه.
- تتأثَّر تجارب الكهرباء الساكنة تأثّرًا كبيرًا بالرطوبة، لذلك يجب عليك اختيار يوم جافّ مناسب لتنفيذها. ويمكنك الاستعانة بمجفِّف الشعر مع المواد التي اخترتها لتحقيق ذلك.
- إذا كان لديك مولِّد فان دي غراف (Van de Graaff)، يمكنك استخدامه لتوضيح بعض الظواهر الأساسية للكهرباء الساكنة.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ١-١ إلى ١-٣
- كتاب النشاط، التمرين ١-١ التجاذب والتنافر، الجزئيّتان (أ) و (ب)

الموضوعان ١-٢: الاحتكاك والشحن الكهربائي و ١-٣: المجالات الكهربائية والشحنة الكهربائية

الأهداف التعليمية

١-٣ يصف المجال الكهربائي بأنه منطقةٌ تتعرّض فيها الشحنات الكهربائية لقوّةٍ ما.

١-٥ يذكر أنّ شحن الجسم يتضمّن إضافة إلكترونات أو إزالتها.

أفكار للتدريس

- استخدم فكرة انتقال الإلكترون من جسم إلى آخر عند دَلك الجسم، لشرح عملية الشحن الكهربائي. قد يؤدي هذا التفسير إلى مناقشة الطبيعة الأساسية للشحنة الكهربائية: ما الشحنة الكهربائية؟ وكيف يمكن لجُسيم مثل الإلكترون أن يكون له خاصّية معاكسة للبروتون، مع أن النيوترون لا يمتلك هذه الخاصّية على الإطلاق؟ (وهو التساؤل الذي يمكن طرحه، لكن ليس من السهل الإجابة عنه!).
- ابدأ بشرح الأفكار الآتية: عند احتكاك جسمَين أحدهما بالآخر تنتقل جُسيمات صغيرة (إلكترونات) من أحدهما إلى الآخر. يجب أن يكون الجسمان مصنوعَين من مادّتَين عازلتَين مختلفتَين؛ والأرجح أن الجسم الذي يفقد إلكترونات يكون ترابط الإلكترونات في داخله أضعف ممّا هو عليه في الجسم الآخر.
- اشرح أن الإلكترونات ذات شحنة كهربائية سالبة؛ لذلك تصبح المادّة التي تكتسب إلكترونات سالبة الشحنة. وبيّن أن المادّتَين كانتا قبل الدَّلك متعادلتَين كهربائيًّا. اشرح كيف يجذب جسم مشحون كهربائيًّا جسمًا آخر غير مشحون كهربائيًّا. (درس الطلاب بُنية الذرّة في الكيمياء، وفي هذه الحالة سيعرفون أن إلكترونات ذرّة ما تقع في الجزء الخارجي منها، وبالتالي يمكن سحبها بسهولة).
- تابع مناقشة طبيعة الإلكترونات على أنها أصغر بكثير من الذرّات، وأنّها ذات كتلة صغيرة وذات شحنة صغيرة أيضًا. ورُغم ذلك، فإن حركة هذه الإلكترونات كافية لإعطاء التأثيرات التي نراها. (دع الطلاب يتذكّروا دور الإلكترونات عندما يتدفّق تيّار كهربائي في فلزّ ما).
- صِف المجال الكهربائي على أنه المنطقة المحيطة بجسم مشحون، أو بين جسمَين مشحونَين، حيث تتعرّض شحنة أخرى لقوّة كهربائية ناتجة عن هذا المجال الكهربائي. تجنَّب إجراء المقارنة مع المجالات المغناطيسية؛ لأن الطلاب قد يخلطون بينها بسهولة.
- ناقش الظواهر اليومية المتعلِّقة بالكهرباء الساكنة. يمكن للطلاب البحث في كيفيّة عمل الأجهزة مثل آلات التصوير والطابعات النافثة للحبر وطابعات الليزر.
- **ورقة العمل ١-١ الشحنات الكهربائية**، تحتوي على بعض الأسئلة التي تستند إلى أفكار تبيّن كيف يمكن للأجسام أن تصبح مشحونة كهربائيًّا وكيف يكون سلوكها.
- يمكن للطلاب أيضًا، الإجابة عن السؤالين ١-٤ و ١-٥ في كتاب الطالب.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لا يدرك الطلاب دائمًا أن الجسم المتعادل يحتوي على الشحنات الموجبة والشحنات السالبة. سوف يسهل عليهم فهم ذلك بعد أن يتعلّموا عن الشحنات الموجبة في نواة الذرّة، ويترسّخ فهمهم للإلكترونات (الوحدة الثامنة).
- قد يخلط الطلاب بين المجالَين المغناطيسي والكهربائي. فيتصوّرون، على سبيل المثال، أن دَلك قضيب بلاستيكي، يُكسِب نهايتَيه شحنتَين مختلفتَين تمامًا مثلما يكون لقضيب المغناطيس قطبَين مختلفَين في كِلا الطرفَين. يمكنهم اختبار هذه الفكرة من خلال إظهار أن كِلا الطرفَين عند شحنهما ينجذبان نحو قضيب ذي شحنة معاكسة.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ١–٤ إلى ١–٦
- كتاب النشاط، التمرين ١–١ التجاذب والتنافر، الجزئية (ج)
- كتاب النشاط، التمرين ١–٢ الكهرباء الساكنة في المنزل، أفكار لتجارب بسيطة تتضمّن الكهرباء الساكنة ويتمّ إجراؤها في المنزل.
- ورقة العمل ١–١ الشحنات الكهربائية
- ورقة العمل ١–٢ المجالات الكهربائية

الموضوع ١-٤: الموصِّلات الكهربائية والعوازل

الأهداف التعليمية

١–٦ يميّز بين الموصِّلات الكهربائية والعوازل، ويقدِّم أمثلة عليهما.

أفكار للتدريس

- اشرح للطلاب أن العوازل مفيدة للاحتفاظ بالشحنة الكهربائية الساكنة، لأن الإلكترونات ليست حرّة في التحرُّك بعيدًا عن العازل المشحون كهربائيًّا أو العودة إليه. ولكن الموصّلات الكهربائية يصعب شحنها؛ وذلك لأن الموصِّل يحتفظ بشحنة ساكنة فقط إذا كان محمولاً على مادّة عازلة، وخلاف ذلك، ستكون الإلكترونات قادرة على التدفُّق بعيدًا عن الموصِّل المشحون أو العودة إليه.
- وضّح للطلاب أن الإلكترونات هي التي تحدّد الاختلاف بين العوازل والموصّلات الكهربائية. تُسمّى الإلكترونات التي تتمتّع بحرّية الحركة بالإلكترونات الحرّة. هذا يعني أنّ الموصّلات الكهربائية هي وحدها التي تحتوي على إلكترونات حرّة، بعكس العوازل التي لا تحتوي على إلكترونات حرّة، حيث تكون إلكتروناتها مُرتبطة بالذرّات ربطًا مُحكمًا داخل المادّة، ولا تكون حرّة في التدفُّق وحمل التيّار الكهربائي.
- **التمرين ١–٣ الموصِّلات الكهربائية والعوازل**، يتضمّن أسئلة تعتمد على أفكار حول الموصّلات الكهربائية والعوازل.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، السؤالان ١–٧ و ١–٨
- أسئلة نهاية الوحدة

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ١-١: الكهرباء الساكنة

المهارات

- يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرِّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.

المواد والأدوات والأجهزة

- قضيب أبونايت (عدد 2) وقضيب زجاج (عدد 2)
- قطعة من الصوف
- قطعة من الحرير
- بالونات
- خيط
- حامل فلزّي (عدد 1)
- زجاجة ساعة
- أنبوبة مصّ
- مسطرة أو مشط من البلاستيك

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- كن حذرًا عند التعامل مع القضبان الزجاجية حتّى لا تكسرها وتؤذي نفسك.

ملاحظات

- من المعروف أن التجارب التي تشتمل على الكهرباء الساكنة تعتمد نتائجها على عدّة عوامل، مثل رطوبة البيئة ونظافة المواد المُستخدَمة. وبالتالي فإن من غير الممكن أن نتوقّع من الطلاب تحقيق نتائج مثالية.
- من المهمّ أن يلاحظ الطلاب التجاذب والتنافُر بين الشحنات الكهربائية، الأمر الذي يجعل هذه التجارب ممتعة وضرورية.
- ينتهي النشاط بتحدٍّ للطلاب. هل يمكنهم تحديد نوع الشحنة الكهربائية (سالبة أم موجبة) على بالون منفوخ؟ للقيام بذلك، يجب أن يفترضوا شحنة واحدة معروفة (مثلًا: يكتسب الأبونايت شحنة سالبة عند دلكه بالصوف).
- يمكنك أيضًا تحدّي طلابك لمعرفة ما إذا كان بإمكانهم دلك قضيب بحيث يكتسب شحنة كهربائية موجبة من إحدى نهايتَيه وشحنة سالبة في النهاية الأخرى. (يمكن استخدام أنواع مختلفة من الأقمشة).

إجابات أسئلة كتاب الطالب

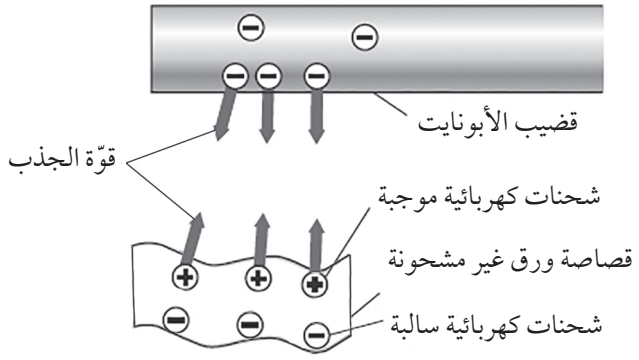
١-١ تتنافران.

٢-١ **أ.** شحنة موجبة (ومساوية كمّيًّا لشحنة القضيب السالبة).

ب. يتجاذبان.

٣-١ الشعرات الفردية لها نفس الشحنة الكهربائية، بالتالي سوف تتنافر. للمشط وللشعر شحنتان متعاكستان، لذا سوف يتجاذبان.

١-٤ قضيب الأبونايت سالب الشحنة، لذلك جذب قصاصة ورق غير مشحونة.



١-٥ **أ.** سالبة.

ب. يتنافر الإلكترونان.

١-٦ **أ.** المجال الكهربائي.

ب. تتسبّب القوّة الكهربائية في تنافر الشحنات السالبة (الإلكترونات). نتيجة لذلك، ينتقل بعضها من خلال السلك إلى الكُرة الأخرى غير المشحونة فتكتسب شحنة سالبة وتقلّ الشحنة على الكُرة الأولى.

١-٧ **أ.** أي فلزّ مثل النحاس والذهب والفضّة أو سبيكة مثل الفولاذ.

ب. أي لافلزّي مثل الزجاج والبلاستيك والأبونايت، باستثناء الجرافيت لأنه موصّل للكهرباء.

١-٨ الفلزّ موصِّل للكهرباء؛ وبما أن شحنة البالون سالبة لذا فإنّه يحتوي على فائض من الإلكترونات التي سوف تتدفَّق من البالون إلى قطعة الفلزّ الكبيرة؛ وهكذا تقوم الإلكترونات المُنتقلة إلى قطعة الفلزّ الكبيرة بتفريغ شحنة البالون السالبة.

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ١-١: التجاذب والتنافُر

أ ١. قوة الاحتكاك.

٢. شحنة كهربائيّة سالبة.

٣. تتجاذبان.

لأن الشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب.

ب يتمّ تعليق الساق البلاستيكية من المنتصف بواسطة خيط، بحيث تكون حرّة الدوران. تُدلك الساق بقطعة قماش. يتمّ إبعاد قطعة القماش.

عندما تستقرّ الساق، تُقرّب قطعة القماش من طرفها الذي تمّ دلكه. تدور الساق نحو قطعة القماش نتيجة تجاذب الشحنات الكهربائية المختلفة.

ج ١. متعادلة كهربائيًّا.

٢. إلكترونات، لأن الساق أصبحت ذات شحنة كهربائية سالبة.

٣. البروتونات.

تمرين ١-٢: الكهرباء الساكنة في المنزل

- يجب أن يلاحظ الطلاب أن بعض الأدوات البلاستيكية يتمّ شحنها بسهولة أكبر من غيرها، وأن بعض أنواع القماش أفضل من غيرها. لا يُتوقَّع منهم معرفة أسماء أنواع البلاستيك، لكن يجب عليهم تسمية الأدوات، كأن يذكروا التالي: تمّ دلك ساق بلاستيكية بقميص قطني. يجب تحديد أفضل ثنائية، كأن يذكروا الآتي: بالون مطّاطي تمّ دلكه بقطعة من الصوف يجذب ورقًا أكثر، أو يجذب الورق من مسافة أبعد مقارنة بسائر المجموعات الأخرى التي استخدمتها.

- يجب أن يصِفوا عملية الاختبار باستخدام قصاصات صغيرة جدًّا من الورق. ما مدى قربها من القصاصات قبل حدوث الانجذاب؟ يجب على الطلاب استخدام نوع من الأساليب العلمية لإجراء المقارنات. يمكنهم قياس أكبر مسافة يرفع عندها الجسم المشحون الورقة. عليهم أيضًا ذكر بعض الطرق التي جعلوا بها المقارنات عادلة، كأن يُقصّ الورق بنفس الحجم ويُستخدَم نوع الورق نفسه وطريقة ومُدّة الدلك نفسها في كلّ مرّة... وما إلى ذلك.

تمرين ١-٣: الموصِّلات الكهربائية والعوازل

أ

الجسم	هل هو عازل؟	هل يمكن شحن هذا الجسم؟	هل يمكن لهذا الجسم، عندما يكون غير مشحون، أن يتسبّب في إفقاد جسم آخر شحنته؟
مشط بلاستيكي	نعم	نعم	لا
كُرة نحاسية مثبّتة على حامل من البلاستيك	لا	لا	نعم
بالون مطّاطي مربوط بخيط	نعم	نعم	لا
قميص من البوليستر	نعم	نعم	لا
قضيب فولاذي مدفون جُزئيًّا في الأرض	لا	لا	نعم

الجدول ١-١

ب الكرة النحاسية أو القضيب الفولاذي من الموصِّلات. عندما يوصَّل الموصِّل بالكرة المشحونة كهربائيًّا تتدفَّق الإلكترونات من الكرة أو القضيب الفولاذي المشحون إلى الموصِّل أو بالاتّجاه المعاكس (يستمرّ ذلك حتى لا تبقى أي شحنة كهربائية على الموصِّل المشحون).

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ١-١: الشحنات الكهربائية

١ أ. شحنة كهربائية موجبة.

ب. الإلكترونات.

ج. شحنة هذه الجُسيمات سالبة.

د. قوة الاحتكاك.

٢ (على سبيل المثال)

المواد: قضيب الأبونايت ومشط بلاستيكي، أقمشة من الصوف والقطن، خيوط، مشابك وحوامل خشبية.

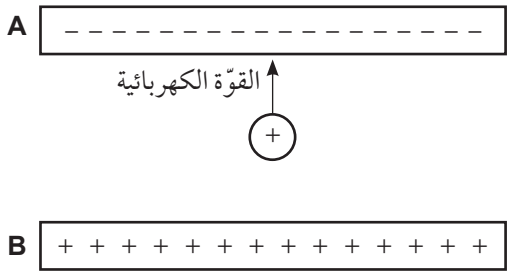
- علِّق قضيب الأبونايت أفقيًّا بالمشبك بواسطة خيط. ادلك القضيب بقطعة قماش صوفيّ، يكتسب قضيب الأبونايت شحنة كهربائية سالبة. ادلك المشط البلاستيكي بقطعة قماش قطنية، يكتسب المشط البلاستيكي شحنة كهربائية موجبة.
- ضع نهاية المشط البلاستيكي ذو الشحنة الموجبة قرب نهاية قضيب الأبونايت ذو الشحنة السالبة.
- لاحظ التجاذب بين القضيب والمشط البلاستيكي المشحونَين بشحنتَين مختلفتَين.
- هذا يدلّ على أن الشحنات المختلفة تتجاذب.
- كرِّر التجربة، ولكن باستخدام قضيبَين من الأبونايت.
- علِّق قضيب الأبونايت أفقيًّا بالمشبك بواسطة خيط. ادلك القضيب بقطعة قماش صوفيّ، يكتسب قضيب الأبونايت شحنة كهربائية سالبة. ادلك قضيب الأبونايت الآخر بقطعة قماش صوفيّ، يكتسب قضيب الأبونايت الآخر شحنة كهربائية سالبة.
- ضع نهاية قضيب الأبونايت المشحونة قرب النهاية المشحونة لقضيب الأبونايت المعلّق.
- سيتمّ الآن التنافر بين القضيبَين المشحونَين بشحنتَين متشابهتَين، ممّا يدلّ على أن الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر.

ورقة العمل ١-٢: المجالات الكهربائية

١ منطقة تتعرّض فيها الشحنة الكهربائية لقوّة كهربائية.

٢ أ. المجال المغناطيسي المجال الفراغي المجال الكهربائي المجال الجوّي

ب.



ج. الجسم له شحنة موجبة، لذلك يتنافر مع اللوح ذي الشحنة الموجبة وسوف يتجاذب مع اللوح ذي الشحنة السالبة، بمعنى آخر، أن الأجسام ذات الشحنات المختلفة تتجاذب بينما تتنافر الأجسام ذات الشحنات المتشابهة.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ شحنة موجبة (+).

شحنة سالبة (−).

٢ أ. المنطقة المحيطة بالجسم المشحون وتتعرّض فيه الشحنة الكهربائية لقوّة ما.

ب. للحفاظ على الشحنة الكهربائية للكرة.

بحيث لا يمكن أن تتدفَّق الشحنة من الكرة / حيث لا يمكن للإلكترونات التدفُّق من الكرة / لا يسمح العازل بتحرُّك الشحنة من الكرة.

ج. ١. يحدث تنافر؛ لأن الشحنات المتشابهة تتنافر / لأن لهما نفس نوع الشحنة / كلاهما موجب الشحنة.

٢. يحدث تجاذب؛ لأن الشحنات المختلفة تتجاذب / لأن لهما شحنتَين مختلفتَي النوع / واحدة موجبة والأخرى سالبة.

٣ **أ.** بدلكهما معًا.

ب. ١. شحنة موجبة.

٢. تنتقل إلكترونات من قطعة الصوف إلى القضيب.

٣. إمّا توفير جسم معروف بأنه موجب الشحنة وتقريبه من القضيب، لاحظ أن الجسم يجذب القضيب / الشعور بقوة تجاذب.

أو توفير جسم معروف بأنه سالب الشحنة وتقريبه من القضيب، لاحظ أن الجسم يتنافر مع القضيب / يدفع أحدهما الآخر.

٤

موصّل كهربائي	عازل
حديد	زجاج
نحاس	بلاستيك
فولاذ	خشب
ألومنيوم	قطن
	صوف

٥ **أ.** لاحتوائه على إلكترونات، حرّة الحركة / يتدفّق التيّار الكهربائي خلالها.

ب. ١. عازل / لا يوصِّل الكهرباء.

٢. الإلكترونات في اليوريا فورمالدهايد، ليست حرّة الحركة / لا تتحرَّك / لا يتدفّق تيّار كهربائي عبر هذه المادة.

الوحدة الثانية: مُخطّطات الدوائر الكهربائية

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٢-١، ٢-٨، ٢-٩	٢-١ مكوِّنات الدائرة الكهربائية	٤	نشاط ٢-١ استقصاء المقاومات الحرارية والمقاومات الضوئية الأسئلة من ٢-١ إلى ٢-٤	تمرين ٢-١ مكوِّنات الدائرة الكهربائية ورموزها تمرين ٢-٢ محوِّلات إدخال الطاقة
٢-٢، ٢-٣، ٢-٤، ٢-٥، ٢-٦، ٢-٧	٢-٢ توصيل المقاومات	٧	نشاط ٢-٢ توصيل المقاومات الأسئلة من ٢-٥ إلى ٢-١٣	تمرين ٢-٣ توصيل المقاومات تمرين ٢-٤ المزيد عن توصيل المقاومات
	المُلخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوع ٢-١: مكوِّنات الدائرة الكهربائية

الأهداف التعليمية

٢-١ يرسم مخطّطات الدوائر الكهربائيّة التي تحوي خلية، أو بطّارية، أو مصدر جهد كهربائي، ومفاتيح، ومقاومات (ثابتة أو مقاومات متغيِّرة)، ومصابيح، وأجهزة فولتميتر، ومنصهرات، وأجهزة أمّيتر ثمّ يفسِّرها.

٢-٨ يرسم مخطّطات الدوائر الكهربائيّة التي تحتوي على مقاومة حرارية ذات المعامل الحراري السالب (ثيرمستور NTC) ومقاومة ضوئية، ثمّ يفسِّرها.

٢-٩ يصف عمل المقاومات الحرارية ذات المعامل الحراري السالب (ثيرمستور NTC) والمقاومات الضوئيّة، ويظهر فهمًا لاستخدامها كمحوِّلات إدخال للطاقة.

أفكار للتدريس

- يتضمّن هذا الموضوع مكوِّنات مختلفة للدوائر الكهربائية (بما في ذلك المقاومات المتغيِّرة، والمقاومات الحرارية (الثيرمستور NTC) والمقاومات الضوئية LDR). كوِّن دائرة كهربائية مزوّدة بمصدر جهد كهربائي، ومصباح. قم بتوصيل جهاز الأمّيتر على التوالي مع المصباح الكهربائي. اترك فجوة في الدائرة الكهربائية لتوصيل كل من المكوّنات الثلاثة الآتية: المقاومة المتغيّرة والمقاومة الحرارية (الثيرمستور NTC) والمقاومة الضوئية LDR الواحدة تلو الأخرى. قم بتوصيل جهاز الڤولتميتر على التوازي مع مكوِّن الاختبار. يمكنك بعد ذلك إظهار كل مكوِّن على حدة، وكيف يعمل.
- **النشاط ٢-١ استقصاء المقاومات الحرارية والمقاومات الضوئية** اطلب إلى الطلاب تصميم طرقهم الخاصّة لقياس مقدار المقاومة الحرارية مع تغيُّر درجة الحرارة. لذلك سوف يكونون قادرين على تغيير درجة الحرارة، كأن يحصلون على كأس من الماء البارد، ثم يضيفون إليه تدريجيًّا الماء الساخن من الغلاية. ذكّرهم بما تعلّموه في الصف التاسع، عن استخدام خصائص المواد التي تعتمد على درجة الحرارة في صنع موازين الحرارة. لا تتغيّر المقاومة الحرارية بطريقة خطّية مع تغيُّر درجة الحرارة. وهذا يعني أن تغيير درجة

الحرارة بمقدار 10 °C: من 10 °C إلى 20 °C، مثلًا، لن ينتج التغيير نفسه في المقاومة الحرارية الذي ينتجه التغيير من 100 °C إلى 110 °C. وبالتالي، يكون مدى ميزان الحرارة الذي يستخدم المقاومة الحرارية صغيرًا؛ وسبب ذلك أنّ التغيُّرات الطفيفة في درجة الحرارة، تنتج تغييرًا كبيرًا في المقاومة الحرارية. وسوف تكون في حاجة إلى اختيار المقاومة الحرارية التي تعطي أكبر تغيُّرات في المقاومة حول درجة الحرارة التي تريد قياسها. بهذه الطريقة، سيكون ميزان الحرارة الخاص بك أكثر حساسية للتغيُّرات الصغيرة في درجات الحرارة.

- **النشاط ٢-١ استقصاء المقاومات الحرارية والمقاومات الضوئية** كلّف الطلاب بأن يستقصوا كيف تعتمد المقاوَمة الضوئية (LDR) على شدّة الضوء. وهم يستطيعون تغيير شدّة الضوء الساقط على المقاوَمة الضوئية (LDR) بسهولة، لكن يصعب عليهم أن يحدّدوا كيف يعتمد مقدار المقاوَمة على شدّة الضوء، ما لم يتوفَّر مقياس دقيق لشدّة الضوء (Light meter).
- يتمّ استخدام أسئلة كتاب الطالب من ٢-١ إلى ٢-٤ للتحقُّق من استيعاب الطلاب لمختلف مكوّنات الدوائر الكهربائية.
- يتمّ استخدام تمارين كتاب النشاط ٢-١ و ٢-٢ للتحقُّق من تذكُّر الطلاب لمكوِّنات الدائرة الكهربائية ورموزها وطريقة عملها.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- معلوم أنّ العديد من الأجهزة المُستخدَمة في المدارس كمقاومات متغيّرة، هي في الواقع مُجزّئات فرق الجُهد (Potentiometers). يحتوي مُجزّئ فرق الجُهد على ثلاث نهايات، ولكن يمكن استخدام نهايتَين منها لصنع مقاومة متغيّرة. تأكّد من أن الطلاب لا يتبنّون المفهوم الخاطئ بأن المقاومة المتغيّرة لها ثلاث وصلات. قم بذلك من خلال لفت الانتباه فقط إلى النهايتَين المُستخدَمتَين.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٢-١ إلى ٢-٤
- كتاب النشاط، التمرين ٢-١ مُكوِّنات الدائرة الكهربائية ورموزها
- كتاب النشاط، التمرين ٢-٢ مُحوّلات إدخال الطاقة

الموضوع ٢-٢: توصيل المقاومات

الأهداف التعليمية

٢-٢ يفهم أن شدّة التيّار هي نفسها عند كلّ نقطة في الدائرة المتّصلة على التوالي.

٢-٣ يذكر حقيقة أنّ مجموع فروق الجهد عبر مكوِّنات الدائرة المتّصلة على التوالي مساوية لإجمالي فروق الجهد عبر مصدر جهد كهربائي، ويستخدمها.

٢-٤ يحسب المقاومة المكافئة لمقاومتَين أو أكثر تمّ توصيلها على التوالي.

٢-٥ يتذكر حقيقة أنّ التيّار المنبعث من المصدر مساوٍ لمجموع التيّارات المارّة في الفروع المنفصلة للدائرة المتّصلة على التوازي، ويستخدمها.

٢-٦ يذكر أنّ المقاومة المكافئة لمقاومتَين متّصلتَين على التوازي هي أقلّ من مقاومة أيّ من هاتَين المقاومتَين بمفردها، ويحسب المقاومة المكافئة لمقاومتَين متّصلتَين على التوازي.

٢-٧ يذكر مزايا توصيل المصابيح على التوازي في الدائرة الكهربائيّة.

أفكار للتدريس

- يحتاج الطلاب إلى فهم الفرق بين طريقة توصيل المكوِّنات الكهربائية على التوالي وطريقة توصيل المكوّنات على التوازي. ابدأ بالمقاومات أو بالمصابيح الموصّلة على التوالي. اسأل: كيف يتدفَّق التيّار الكهربائي؟ ثم أكمل مع مقاوَمتَين متشابهتَين موصّلتَين على التوازي. يخمّن معظم الطلاب أنّ التيّار الكهربائي سوف يتفرَّع بالتساوي في المقاومتَين. انتقل بعد ذلك إلى مقاومتَين غير متساويتَين. قد يتوقّع أغلب الطلاب في هذه الحالة أن معظم التيّار الكهربائي سوف يمرّ عبر المقاوَمة الأصغر. وضِّح ما يحدث باستخدام ثلاثة أجهزة أمّيتر.
- أظهر أيضًا أن لكلّ مقاوَمة نفس فرق الجُهد بين طرفَيها؛ وأنّ كلًّا منهما تخضع «للدفع» الكامل لفرق الجُهد. افصل إحدى المقاوَمتَين، وأظهر أن شدّة التيّار الكهربائي في الأخرى لا تتأثّر. (سوف تصبح المقاومة الداخلية لمصدر الجُهد الكهربائي نسبيًّا كبيرة إذا تمّ استخدام مقاومات ذات قيَم صغيرة. لتفادي ذلك، استخدم مقاومات بقيَم Ω 100 أو أكثر).
- عُد الآن إلى المقاومتَين الموصّلتين على التوالي. أظهر أن فرق الجُهد للخليّة يتوزّع بينهما. اطلب إلى الطلاب كتابة ملخّص لكل تلك النتائج. وتأكّد إن كان بمقدورهم أن يشرحوا لماذا يتصرّف التيّار الكهربائي بذلك الشكل. (لا يمكن استهلاك الإلكترونات / لا يمكن أن تفنى الشحنات الكهربائية).
- لنأخذ مثالاً على مقاومة Ω 6 موصّلة بين قطبَي بطّارية V 12. اطلب من الطلاب أن يستخدموا قانون أوم لحساب شدّة التيار الكهربائي، التي تبلغ في هذه الحالة A 2. أضف الآن مقاومة أخرى لها القيمة نفسها على التوازي مع المقاومة الأولى. وضّح أن شدّة التيّار عبر هذه المقاومة تساوي شدّة التيّار المارّ عبر المقاومة الأولى. لذلك تضاعفت شدّة التيّار الإجمالية في الدائرة الكهربائية. استخدم قانون أوم مرة أخرى لتوضّح أن ذلك يعني أن المقاومة المكافئة في الدائرة قد انخفضت إلى النصف.
- استمر في تقديم المعادَلتَين لحساب المقاومات الموصّلة على التوالي والمقاومات الموصّلة على التوازي. يمكنك الرجوع إلى المثالَين ٢–١ و ٢–٢ في كتاب الطالب لتوضيح كيفيّة استخدامهما.
- ذكّر الطلاب بما تمّت دراسته في موضوع الطاقة الكهربائية في الصف التاسع. واطلب إليهم مقارنة القدرة التي تبدّدها المقاومات الموصَّلة على التوالي، بالقدرة التي تبدّدها نفس المقاومات موصَّلة على التوازي.
- **النشاط ٢–٢ توصيل المقاومات** يُدرّب الطلاب على إعداد مجموعات من المقاومات موصِّلة على التوالي وعلى التوازي، وإجراء القياسات المناسبة للتحقُّق من العمليات الحسابية بناء على المعادلتَين. ناقش معهم أسئلة كتاب الطالب من ٢–٥ إلى ٢–١٣، ثم تناول **التمرينَين ٢–٣ توصيل المقاومات و ٢–٤ المزيد عن توصيل المقاومات**، في كتاب النشاط.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يكون من المربك الإشارة إلى «دائرة على التوازي». وقد يتمّ توصيل المقاومات على التوازي معًا، ولكنها موصّلة على التوالي مع مكوِّنات أخرى في الدائرة الكهربائية، كمصدر القوّة الدافعة الكهربائية.
- يعتقد بعض الطلاب أن التيّار الكهربائي يتناقص أثناء تدفُّقه عبر دائرة كهربائية موصّلة على التوالي. وقد يبرّرون ذلك بـ «استهلاك» التيّار تدريجيًّا في مكوِّنات الدائرة، ذكّرهم من خلال فهمهم للتيّار الكهربائي في الصف التاسع أنّ الإلكترونات تستمرّ في التدفُّق بسرعة ثابتة في دائرة مغلقة على التوالي، ناقلة الطاقة إلى جميع مكوِّناتها، وبالتالي فإنّ ما ينقص هو طاقة الوضع الكهربائية للإلكترونات حول الدائرة وليس سرعتها.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٢–٥ إلى ٢–١٣
- كتاب النشاط، التمرين ٢–٣ توصيل المقاومات
- كتاب النشاط، التمرين ٢–٤ المزيد عن توصيل المقاومات
- أسئلة نهاية الوحدة

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٢-١: استقصاء المقاومات الحرارية والمقاومات الضوئية

المهارات

- **يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه.**
- **يبرّر اختيار الأجهزة والمواد والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يسجّل الملاحظات بطريقة منهجيّة باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.**
- **يعالج البيانات ويعرضها ويقدّمها، بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانيّة والميل.**
- **يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- مصدر جُهد كهربائي (0-24 V) أو بطّارية
- أمّيتر (عدد 1)
- ڤولتميتر (عدد 1)
- ميزان حرارة كحولي (عدد 1)
- كأس زجاجية سعة 250 mL (عدد 1)
- أسلاك توصيل (عدد 5)
- مقاومة حرارية (NTC)
- كيس بلاستيكي مانع لتسرُّب الماء
- ماء بدرجات حرارة مختلفة
- مقاومة ضوئية (LDR)
- مقياس شدّة الضوء (Light meter)
- مصباح منضدة (للتمكُّن من التحكُّم بشدّة الإضاءة)

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- يجب على الطلاب توخّي الحذر عند استخدام ماء حارّ درجة حرارته أعلى من 50°C.
- احرص لئلّا تصبح الأرضية رطبة وزلقة، والتأكُّد من ذلك.

ملاحظات

- يُعدّ هذا النشاط امتدادًا للعمل على الوحدة التي درسها الطالب في الصف التاسع، الفصل الدراسي الثاني (الوحدة السادسة عشرة)، وهدفه النظر في المقاومات الحرارية والمقاومات الضوئية (LDR).
- تعتمد المقاوَمة الضوئية على مستوى شدّة الضوء. يمكن للطلاب استخدام مقياس شدّة الضوء ليحدّدوا كيف تعتمد قيمة هذه المقاوَمة على شدّة الضوء. قد تضطرّ إلى مُناقشة وحدات قياس شدّة الضوء (كما يوضِّحها مقياس شدّة الضوء، وهو جهاز يُستخدَم، على سبيل المثال، في التصوير الفوتوغرافي الذي يعطي قراءة تعتمد على شدّة الضوء. يمكن إدخال تطبيق Light meter لاستخدام الكاميرا على الهاتف المحمول).
- عندما يستقصي الطلاب كيف تتغيّر مقاومة المقاوم الحراري بتغيُّر درجة الحرارة، يجب عليهم وضع المقاوم الحراري في كيس بلاستيكي مانع لتسرُّب الماء، حتى لا تتلامس وصلاته مع الماء.
- لاحظ أن الطلاب يترتّب عليهم فقط معرفة المقاومات الحرارية من نوع NTC (أي المقاوَمة ذات المُعامِل الحراريّ السالب). لذا يجب تجنُّب إرباكهم باستخدام نوع PTC (NTC: مُعامِل درجة حرارة سالب حيث تقلّ المقاوَمة مع ارتفاع درجة الحرارة. PTC: مُعامِل درجة حرارة موجب حيث تزداد المقاوَمة مع ارتفاع درجة الحرارة).
- أثناء تنفيذ النشاط، ذكّر الطلاب بما درسوه في الصف التاسع حول قانون أوم، ويُفترَض بهم أن يكونوا قادرين على حساب مقاومة أي مكوّن بمعلومية شدّة التيّار الكهربائي المارّ من خلالها ومعلومية فرق الجُهد بين طرفَيها.

نشاط ٢-٢: توصيل المقاومات

المهارات

- **يعالج البيانات ويعرضها ويقدّمها، بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانيّة والميل.**
- **يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- مصدر جُهد كهربائي (0-24 V) أو بطّارية
- أمّيتر (عدد 3)
- فولتميتر (عدد 3)
- مجموعة من أربع مقاومات ثابتة لها قيَم متقاربة
- أسلاك توصيل (عدد 8)
- شريط لاصق وورق ومقص أو ملصقات صغيرة

احتياطات الأمن والسلامة

- لا يترتَّب على إجراء هذا النشاط أي مخاطر.

ملاحظات

- يقيس الطلاب المقاومة المكافئة للمقاومات الموصّلة على التوالي والمقاومات الموصّلة على التوازي، ويقارنون قياساتهم بالقيَم المحسوبة.
- يجب أن تكون للمقاومات المستخدَمة قيَم مختلفة قليلاً، مثل (22 Ω و 47 Ω). ولكن لا ينبغي أن تكون قيَمها متفاوتة جدًّا، مثل (22 Ω و 1500 Ω).
- يتوجّب على الطلاب، كخطوة أولى، قياس قيَم المقاومات كلّ على حدة. يمكنك تسجيل قيَم المقاومات على الملصقات وتثبيتها على المقاومات.
- وكجزء من هذا النشاط، يمكنك أن تطلب إلى الطلاب التحقُّق من علاقة شدّة التيّار الكهربائي وفرق الجُهد بكلّ من الدوائر الموصَّلة على التوالي والدوائر الموصَّلة على التوازي (مثلاً: تنقسم شدّة التيّار بين المقاومات الموصَّلة على التوازي). لذلك، قد يحتاجون إلى أكثر من أمّيتر أو فولتميتر. اطلب إلى مجموعات الطلاب عرض نتائجهم في الصف.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٢-١ أ.

ب.

٢-٢ يتناسب فرق الجُهد بين طرفَي المقاومة مع شدّة التيّار الكهربائي؛ بما أن فرق الجُهد سوف ينخفض إلى النصف، فسوف تنخفض شدّة التيّار الكهربائي إلى النصف:

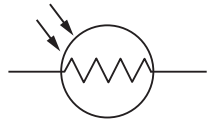
$$I \propto V$$

$$= \frac{2.8}{2}$$

$$I = 1.4 \text{ A}$$

٢-٣ أ. المقاومة الضوئية.

ب.



ج. سوف تقلّ مقاومتها عندما يسقط عليها ضوء.

٢-٤ أ.

ب. يُستخدم في دائرة استشعار درجة الحرارة.

ج. تتغيَّر مقاومتها كثيرًا عندما تتغيَّر درجة حرارتها قليلاً.

٢-٥ المقاومة المكافئة لمقاومتَين موصّلتَين على التوالي:

$$R = R_1 + R_2$$

$$R = 20 + 20 = 40 \ \Omega$$

٦-٢ نفس شدّة التيّار الكهربائي (1.4 A) تتدفَّق عبر المقاومتَين (ب) و (ج)؛ لأن المقاومات الثلاث موصَّلة على التوالي.

٧-٢ المقاومة المكافئة لثلاث مقاومات موصّلة على التوالي:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R = 30 + 30 + 30 = 90\ \Omega$$

٨-٢ عدد المقاومات:

$$\frac{80}{20} = 4$$

إذن عدد المقاومات 4.

٩-٢ السلك الطويل يشبه سلكَين قصيرَين أو أكثر موصّلة على التوالي. تُضاف مقاوماتها لإعطاء المقاومة المكافئة.

١٠-٢ السلك السميك يشبه سلكَين رفيعَين أو أكثر موصّلة على التوازي. تكون مقاومتها المكافئة أقلّ من مقاومة أي من السلكَين.

١١-٢ **أ.** المقاومة المكافئة:

$$R = R_1 + R_2$$

$$R = 20 + 10 = 30\ \Omega$$

شدّة التيّار الكهربائي:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{15.0}{30}$$

$$I = 0.5\ \text{A}$$

ب. عندما تكون شدّة التيّار الكهربائي (I) هي نفسها، يكون فرق الجُهد متناسبًا مع المقاومة ($V \propto R$).

لذلك سيكون فرق الجهد أكبر بين طرفَي المقاومة الأكبر والتي تساوي 20 Ω.

١٢-٢ المقاومة المكافئة:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$= \frac{1}{60} + \frac{1}{60} + \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{20}$$

$$R = 20\ \Omega$$

المقاومة المكافئة:

$$R = 20\ \Omega$$

٢-١٣ المقاومة المكافئة:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$= \frac{1}{30} + \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{20}$$

$$R = 20\ \Omega$$

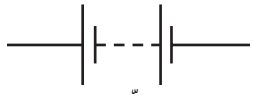
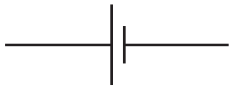
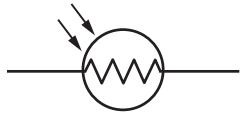
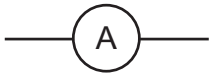
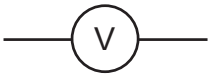
المقاومة المكافئة:

$$R = 20\ \Omega$$

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٢-١: مكوِّنات الدائرة الكهربائية ورموزها

أ

المصباح	المقاومة الأومية	المقاومة المتغيّرة
 البطّارية	 الخليّة	المقاومة الحرارية (الثيرمستور)
 المقاومة الضوئية (LDR)	 الأمّيتر	 الڤولتميتر

الجدول ٢-١

ب

الوصف	المكوِّن
يسخن ويعطي ضوءًا	المصباح
تتغيَّر مقاومته مع تغيُّر درجة حرارته	المقاومة الحرارية
يوفّر الدفع اللازم لجعل التيّار الكهربائي يتدفَّق	الخلية، البطّارية
لديه مقاومة أقلّ في يوم مشمس	المقاومة الضوئية
يمكن تعديله لتغيير المقاومة في الدائرة الكهربائية	المقاومة المتغيِّرة

الجدول ٢-٢

ج

١. جميع المصابيح L_1، L_2، L_3.

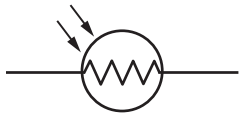
٢. المفتاح S_2 يُطفئ المصباحَين L_3 و L_2.

تمرين ٢-٢: محوِّلات إدخال الطاقة

أ ١. يقلّ مقدار المقاومة الحرارية (NTC) عند ارتفاع درجة حرارتها.

٢. يقلّ فرق الجُهد بين طرفَي المقاومة الحرارية (NTC) فيزداد فرق الجُهد بين طرفَي **R**.

ب ١.



٢. مع ازدياد شدّة الضوء تقلّ مقاومة المقاومة الضوئية LDR، فيقلّ فرق الجُهد بين طرفَي المقاومة الضوئية ويزداد فرق الجُهد بين طرفَي **R**. سوف تزداد شدّة التيّار الكهربائي I وبما أن $I = \frac{V}{R}$ فإن V أيضًا ستزداد (اسمح بالإشارة إلى أن فرق الجُهد بين طرفَي كل من المقاومات يتناسب مع قيمتها).

تمرين ٢-٣: توصيل المقاومات

أ المقاومة المكافئة:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$= 120 + 120 + 120 + 120$$

$$R = 480\ \Omega$$

ب ١. المقاومات الثلاث موصّلة على التوالي.

٢. المقاومة المكافئة:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$= 40 + 10 + 20$$

$$R = 70\ \Omega$$

٣. شدّة التيّار الكهربائي هي نفسها في جميع نقاط الدائرة الكهربائية.

ج ١. المقاومتان موصّلتان على التوازي.

• يجب أن تكون المقاومة المكافئة للمقاومتَين أصغر من 10 Ω. ✔

فرق الجُهد بين طرفَي كل من المقاومتَين هو نفسه.

$$V = I R$$

$$= 1.5 \times 10$$

$$V = 15\ \text{V}$$

شدّة التيّار المارّ في المقاومة 30 Ω.

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{15}{30}$$

$$I = 0.50\ \text{A}$$

تمرين ٢-٤: المزيد عن توصيل المقاومات

أ ☑ أصغر من 120 Ω. لأن المقاومة المكافئة لمقاومتَين موصّلتين على التوازي تكون أصغر من أقلّ مقاومة في الدائرة الكهربائية.

ب المقاومة المكافئة للمقاومتَين.

المقاومة المكافئة:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$= \frac{1}{30} + \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{R} = 0.05$$

المقاومة المكافئة:

$$R = \frac{1}{0.05}$$

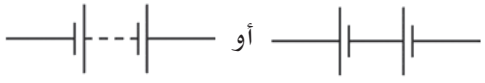
$$R = 20\ \Omega$$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. خلية (وليست بطّارية).

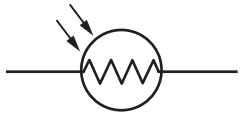
ب. مقاومة ثابتة.

ج. مُنصهر.

٢ أ.  أو

ب.

ج.

د. 

هـ.

٣ اثنان من الأمّيترات غير دقيقَين، لذا يجب تجاهل قراءات أي منهما. يجب أن تكون جميع القراءات متطابقة، لأن شدّة التيّار الكهربائي في جميع نقاط دائرة موصَّلة على التوالي هي نفسها. لا يمكننا معرفة الأمّيتر السليم.

٤ فرق الجهد بين طرفَي المصدر:

$$V = 4 + 8 = 12\ \text{V}$$

٥ فرق الجهد بين طرفَي R_3:

$$V_3 = 9 - (6 + 1) = 2\ \text{V}$$

٦ **أ.** المقاومة المكافئة:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

ب. المقاومة المكافئة:

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{12}{2}$$

المقاومة المكافئة:

$$R = 6\ \Omega$$

المقاومة المكافئة على التوالي = مجموع المقاومات الفردية.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 3\ R_1 = 6\ \Omega$$

$$= \frac{6}{3}$$

$$R_1 = 2\ \Omega$$

٧ **أ.** يكون فرق الجُهد بين طرفَي الخلية **يساوي** فرق الجُهد بين طرفَي كلّ مقاومة.

ب. تكون شدّة التيّار الكهربائي عبر الخلية **أكبر من** شدّة التيّار الكهربائي عبر كلّ مقاومة.

ج. تكون المقاومة المكافئة **أصغر من** أقلّ مقاومة في الدائرة الكهربائية.

د. تكون شدّة التيّار الكهربائي عبر R_1 **تساوي** شدّة التيّار الكهربائي خلال R_2.

٨ **أ.** شدّة التيّار الكهربائي عبر المقاومة 6 Ω:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{24}{6}$$

$$I = 4\ \text{A}$$

ب. شدّة التيّار الكهربائي عبر المقاومة 3 Ω:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{24}{3}$$

$$I = 8\ \text{A}$$

شدّة التيّار الكهربائي عبر المقاومة 3 Ω هي ضعف شدّة التيّار عبر المقاومة 6 Ω.

تُستخدم للحصول على 8 A.

شدّة التيّار الكهربائي عبر البطّارية:

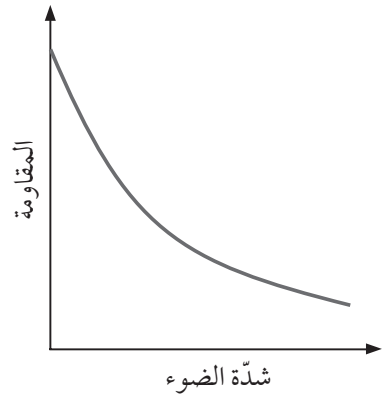
$$I = 4 + 8 = 12\ \text{A}$$

٩ أي اثنَين من التالي:

- يمكن تشغيل وإيقاف المصابيح بشكل مستقلّ.
- إذا تعطّل أحد المصابيح، فسوف تبقى المصابيح الأخرى تعمل.
- تتمثّل الفكرة في إمكان عزل جزء من الدائرة الكهربائية للصيانة دون التأثير على الأجزاء الأخرى.

١٠ **أ.** مع ارتفاع درجة الحرارة، تقلّ المقاومة / العلاقة بين درجة الحرارة والمقاومة عكسية.

ب. التمثيل البياني مكوَّن من: المقاومة R على المحور الرأسي وشدّة الضوء على المحور الأفقي.



يجب ألّا يكون منحنى التمثيل البياني مستقيمًا عموديًّا في أي نقطة. فقط يكون الميل صفرًا عند شدّة الضوء الأعلى.

الوحدة الثالثة: مخاطر الكهرباء

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٣-١، ٣-٢، ٣-٣	٣-١ المخاطر الكهربائية و ٣-٢ المنصهرات	١ ١	نشاط ٣-١ (إثرائي): تقييم مخاطر الكهرباء الأسئلة من ٣-١ إلى ٣-٣	تمرين ٣-١ السلامة الكهربائية: الأسلاك والمنصهرات تمرين ٣-٢ المخاطر الكهربائية
	الملخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوعان ٣- ١: المخاطر الكهربائية و ٣- ٢: المنصهرات

الأهداف التعليمية

٣-١ يحدّد المخاطر الكهربائيّة بما في ذلك:

- تلف نظام العزل.
- زيادة سخونة الكابلات.
- الرطوبة.

٣-٢ يذكر أنّ المنصهر يحمي الدائرة الكهربائيّة.

٣-٣ يشرح استخدام المنصهر ويختار مواصفاته المناسبة.

أفكار للتدريس

- استخدم هذا الموضوع لتلخيص العديد من الأفكار التي تمّ تناولها في الوحدتَين السابقتَين. كلّف الطلاب بدراسة المعلومات المقدَّمة في كتاب الطالب واستخدامها كأساس لمزيد من البحث. (يمكنك أن تطلب إلى إحدى المجموعات التحدُّث عن المنصهرات، وإلى مجموعة أخرى التحدُّث عن القواطع الكهربائية Circuit breakers، وما إلى ذلك). اطلب إلى الجميع بعد ذلك تقديم تلك المعلومات أمام زملائهم في الصف.
- ذكّر الطلاب بما تمّت دراسته في الصف التاسع (الوحدة السادسة عشرة) عن القواطع الكهربائية، التي تحتوي عليها الدوائر الكهربائية في المنازل، فهي تؤدّي وظيفة المنصهرات؛ لأنها تقطع الدائرة الكهربائية في وقت قصير عندما تتخطّى شدّة التيّار الكهربائي الرقم المسجَّل على القاطع، ويُحتمَل أن يكون الطلاب قد رأوها. أما المنصهر فإنه يحتوي على سلك ينصهر عندما تتخطّى شدّة التيّار الكهربائي الرقم المسجَّل عليه، لكن عملية الانصهار هذه تستغرق وقتًا، يمكن خلاله حدوث صدمة كهربائية في الدوائر الكهربائية المحمية. وتتمتّع قواطع الدائرة الكهربائية بميزة أخرى هي أنها لا تحتاج إلى استبدالها بعد حدوث عطل. فهي تعمل مثل المفاتيح، وبالتالي يمكن إعادة ضبطها بعد اكتشاف مُسبّب العطل.
- **النشاط ٣-١ تقييم مخاطر الكهرباء** مكوَّن من تجربتَين مثيرتَين للاهتمام، هما: استخدام جهاز رقمي لقياس مقاومة جسم الإنسان (وهذا دليل جيّد، حيث ستظهر بعض الاختلافات في الصف)، والقيام بصهر أسلاك رقيقة عن طريق تمرير تيّار كهربائي عبرها.

- يوضِّح المثال ٣-١ في كتاب الطالب كيفيّة حساب شدّة التيّار الكهربائي المناسب للمُنصهِر.
- **تمرين ٣-١ السلامة الكهربائية: الأسلاك والمنصهرات**، **وتمرين ٣-٢ المخاطر الكهربائية**، في كتاب النشاط، يحتويان على أسئلة تتعلّق بهذا الموضوع.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٣-١ إلى ٣-٣
- كتاب النشاط، التمرين ٣-١ السلامة الكهربائية: الأسلاك والمنصهرات
- كتاب النشاط، التمرين ٣-٢ المخاطر الكهربائية
- أسئلة نهاية الوحدة

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٣-١ (إثرائي): تقييم مخاطر الكهرباء

المهارات

- **يقيِّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- جهاز متعدّد المقاييس (ملتيميتر يعمل كأومّيتر، عدد 1)
- مصدر جهد كهربائي (0-12 V)
- صوف فولاذي (Wire wool)
- أسلاك توصيل فم التمساح (عدد 2)
- أسلاك توصيل (عدد 2)
- قماش مقاوم للحرارة
- نظّارة واقية
- شاشة أمان شفّافة

احتياطات الأمن والسلامة

- عندما يمرّ تيّار كهربائي عبر قطعة من الصوف الفولاذي، يصبح الصوف ساخنًا، ثم يتوهَّج، وقد يُطلِق شظايا صغيرة من الفولاذ المُحترق وبعض الأبخرة، لذا انصح الطلاب بوضع الصوف الفولاذي في خزانة طرد الغازات على قماش مقاوم للحرارة أو استخدام سطح سيراميك، ووضع واقٍ للعيون وارتداء قميص العمل المخبري. يجب أن يوقفوا مصدر الجهد الكهربائي بمجرّد أن يروا أسلاك الفولاذ تتوهّج بشكل ساطع، أو بمجرّد أن يُطلق الصوف شظايا، أو يبدأ بالاحتراق.
- قبل استخدام جهاز متعدِّد المقاييس كالملتيميتر للتحقُّق من مقدار المقاومة الكهربائية لجسم طالب، تحقَّق من عدم وجود أي حالات طبّية كأمراض القلب، أو الحساسية من الفلزّات لدى الطلاب في الصفّ، قد تجعل هذا الأمر خطيرًا. لاحظ أن الجهاز المتعدِّد المقاييس يستخدم جهدًا منخفضًا؛ لإنتاج تيّار صغير عند قياس مقدار المقاومة، ولا ينبغي تحت أي ظرف من الظروف استخدام أي مصدر طاقة آخر في هذا النوع من الاستقصاء.

ملاحظات

- من المفيد أن يكون لدى الطلاب فكرة عن موصلية جسم الإنسان. يمكنهم التعرُّف على ذلك باستخدام جهاز متعدِّد القياسات (الملتيميتر).
- عندما يعرف الطالب قيمة مقاومة جسمه، يمكنه حساب شدَّة التيّار الكهربائي الذي يتدفَّق (يُغذّى عادةً جهاز الملتيميتر ببطارية 9 V). ويستطيع الطلاب، عندما يكون الجهد الرئيسي 220 V، أن يقارنوا القيَم المحسوبة للتيّار مع قائمة التأثيرات التالية:

١. يمكن الإحساس بالتيّارات الكهربائية المارّة عبر جسم الإنسان ذات الشدّة التي تبلغ حوالي 0.5 mA (0.0005 A) لكنها عمومًا لن تتسبّب بردّ فعل صادم.

٢. يُحتمل الشعور بالألم مع التيّارات الكهربائية التي تتراوح شدّتها بين 0.5 mA و 10 mA وسوف تتسبّب بتقلُّصات عضلية لا إرادية، ولكنها لن تؤدّي إلى أي آثار ضارّة في العادة، وتسمّى شدّة تيّار 10 mA (0.01 A) «عتبة الصدمة».

٣. قد لا تستطيع أن تُفلِت قبضتك من مكوّن أو سلك يسري به تيّار كهربائي ذو شدّة أكبر من 10 mA. أضف إلى ذلك أنّ، التيّارات الكهربائية التي تتراوح شدّتها بين 10 mA و 50 mA وتدوم لفترة أطول، قد تتسبّب بتقلُّصات عضلية لا إرادية قويّة وصعوبة في التنفُّس واضطرابات في وظائف القلب، ولكن يُحتمَل ألّا تُسبّب تلفًا في الأعضاء.

٤. أمّا التيّارات الكهربائية المستمرّة التي تزيد شدّتها عن 50 mA (0.05 A) فتُنتِج آثارًا خطيرة، مثل السكتة القلبية وتوقُّف التنفُّس والحروق، فضلًا عن أضرار أخرى في الخلايا.

- سوف تساعد مراقبة تأثير التسخين الناجم عن التيّار الكهربائي الطلاب على فهم مخاطر التيّارات الكهربائية ذات الشدّة الكبيرة نسبيًا. ومن باب الحرص، قد تُفضِّل إظهار ذلك من خلف شاشة أمان شفّافة. قد تكون التأثيرات لافتة، كأن يحترق السلك نتيجة تسخينه بمرور تيّار كهربائي ذي شدّة عالية نسبيًا عبره. والطلّاب لا يتوقّعون أن تتأكسد الفلزّات، أي أن تحترق بسرعة كبيرة.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

١-٣ أ. المُنصهِر 5 A. يجب أن تكون شدّة التيّار الكهربائي أعلى قليلاً من شدّة تيّار التشغيل الذي يعمل عليه الجهاز.

ب. $P = VI$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$= \frac{1300}{220}$$

$$I = 5.9\ \text{A}$$

لذلك يجب استخدام مُنصهِر 13 A.

٢-٣ لحماية الأجهزة الكهربائية؛ إذا تدفَّق تيّار كهربائي ذو شدّة عالية، فإن سلك المُنصهِر ينصهر ويقطع الدائرة الكهربائية.

٣-٣ يؤدّي تسخين الأسلاك المعزولة إلى انصهار المواد العازلة (ينتج عن ذلك أبخرة سامّة واحتمال نشوب حريق، واحتمال حدوث دائرة قصر (Short-circuit) بين الأسلاك، وهي دائرة لها مقاومة صغيرة ويتدفَّق خلالها تيّار عالي الشدّة).

إجابات تمارين كتاب النشاط

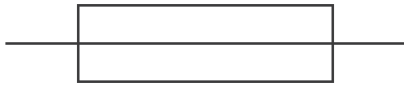
تمرين ٣-١: السلامة الكهربائية: الأسلاك والمنصهرات

أ ١. لأن الفولاذ والنحاس يُعدّان موصّلَين جيّدَين للكهرباء.

٢. لكي يتمّ تمييز كل سلك عن غيره بسهولة.

٣. تتسبّب شدّة التيّار الكهربائي بتسخين الأسلاك. تتمتّع الأسلاك السميكة بمقاومة أقلّ، لذلك سيقلّ التسخين مع التيّارات الكهربائية ذات الشدّة الكبيرة.

ب



ج 5 A صغير جدًّا، سوف ينصهر بسرعة عند الاستخدام العادي.

10 A اختيّار جيد، وهو أعلى بقليل من شدّة تيّار التشغيل العادي.

15 A كبير جدًّا، لن ينصهر المُنصهِر عند مرور تيّار كهربائي شدّته أكبر من 10 A وأقلّ من 15 A، ممّا يؤدي إلى تلف السخّان.

تمرين ٣-٢: المخاطر الكهربائية

أ يمكن للأشخاص لمس الفلزّ المكشوف: النحاس أو الموصّل / عندما يكون العازل تالفًا؛ عند لمس السلك الموصّل مباشرة، يمكن أن يتعرّض الأشخاص لصدمات كهربائية.

ب عندما يوصَّل عدد كبير من الأجهزة الكهربائية بمقبس رئيسي واحد، ينشأ تيّار كهربائي ذو شدّة عالية يتدفَّق عبر المقبس، ممّا يؤدّي إلى ارتفاع درجة الحرارة في سلك المقبس واشتعال النار.

ج عند استخدام مجفِّف شعر 220 V في الحمّام، تتشكَّل ظروف رطبة (قد تكون الأيدي مبتلّة / قد يسقط المجفِّف في الحوض أو الحمّام)؛ وبما أن الماء موصِّل للكهرباء فقد يتدفَّق التيّار من مجفِّف الشعر عبر الماء إلى مُستخدميه؛ مسبِّبًا صدمة كهربائية لهم.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. لأن رطوبة جوّ الحمّام تزيد من خطر حدوث صدمة كهربائية، لأن الماء موصِّل للكهرباء.

ب. كان رأي هيثم صائبًا، وذلك لأحد الأسباب الآتية:

يؤدّي تلف العازل الخارجي للكابل إلى تعرُّض عازل السلك الموصّل للتلف/ قد تنكشف الأسلاك النحاسية الداخلية بسهولة، لأن العازل يكون أقلّ سمكًا.

وكذلك قد تكون الأسلاك ذات العزل التالف تتسبَّب في خطر نشوب حريق / خطر حدوث صدمة كهربائية / قد يتدفَّق تيّار عالي الشدّة عندما يتلامس سلكان فلزّيان (دائرة قصر).

٢ أحد المخاطر الثلاثة الآتية:

شدّة التيّار الكهربائي المارّ عبر المقبس تتخطّى ما يمكن للمقبس تحمُّله، يؤدّي ذلك إلى تدفُّق تيّار كهربائي شدّته كبيرة عبر المقبس.

سوف ترتفع درجة حرارة المقبس / تصبح الأسلاك ساخنة.

سوف يتسبّب ذلك في خطر نشوب حريق عند المقبس.

٣ أ. إذا أصبحت شدّة التيّار الكهربائي كبيرة جدًّا في سلك القابس، ينصهر المُنصهِر ويقطع الدائرة الكهربائية، ويسهم ذلك في حماية الجهاز.

ب. يجب استخدام مُنصهِر 5 A. ذلك أنّ المُنصهِر يجب أن تكون له أقلّ قيمة ممكنة فوق الحدّ الأقصى لشدّة تيّار تشغيل الجهاز.

الوحدة الرابعة: تأثيرات القوى

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٤-١ (جزء)، ٤-٥، ٤-٦، ٤-٧، ٤-٨	٤-١ القوى المؤثّرة على قطار الملاهي و ٤-٢ القوى المؤثّرة على المركبة الفضائية	٤	نشاط ٤-١ استقصاء الاحتكاك الأسئلة من ٤-١ إلى ٤-٣	تمرين ٤-١ تحديد القوى تمرين ٤-٢ تأثيرات القوى تمرين ٤-٣ محصّلة القوى ورقة العمل ٤-١ القوى المُتّزنة
٤-٩	٤-٣ القوّة والكتلة والتسارع	٣	نشاط ٤-٢ العلاقة بين القوّة والكتلة والتسارع الأسئلة من ٤-٤ إلى ٤-٧	تمرين ٤-٤ القوّة والكتلة والتسارع
٤-١ (جزء)، ٤-٢	٤-٤ استطالة الزنبرك	٢	نشاط ٤-٣ استقصاء استطالة الزنبرك السؤالان ٤-٨ و ٤-٩	تمرين ٤-٥ استطالة زنبرك
٤-٣، ٤-٤	٤-٥ قانون هوك	١	الأسئلة من ٤-١٠ إلى ٤-١٢	
	المُلخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوعان ٤-١: القوى المؤثّرة على قطار الملاهي و ٤-٢: القوى المؤثّرة على المركبة الفضائية

الأهداف التعليمية

٤-١ يصف كيف يمكن أن تُغيِّر القوى حجم الجسم وشكله وحركته.

٤-٥ يفهم أنّ الاحتكاك قوّة بين سطحَين تعيق الحركة وتنتج حرارة.

٤-٦ يتعرّف أنّ مقاومة الهواء شكل من أشكال الاحتكاك.

٤-٧ يجد محصّلة قوّتَين أو أكثر من القوى التي تعمل على الخطّ نفسه.

٤-٨ يتعرّف أنّه في حالة عدم وجود قوّة محصّلة مؤثّرة على الجسم، فإنّه يظلّ ساكنًا أو يستمرّ في الحركة بسرعة ثابتة في خطّ مستقيم.

أفكار للتدريس

- ابدأ هذا الموضوع بمناقشة ماهيّة القوّة (التأثير بين جسمَين) وكيفيّة تمثيل القوى باستخدام الأسهم. اعرض فكرة أن القوى قد تغيِّر أشكال الأجسام الصلبة وحجومها. اعرض معجون اللَّعِب (الصلصال) واسأل: كيف يمكن تغيير شكل قطع المعجون، كإظهار الثني والضغط واللَّي والشدّ. اسأل الطلاب إن كان بإمكانهم رسم مُخطّطات ليوضّحوا كيف تؤثّر القوى على حجم الجسم وشكله (انظر الشكل ٤-٣ في كتاب الطالب).

- يُفترض أن يكون الطلاب قادرين على تحديد القوى المختلفة بأسمائها، وهذا موضّح في الشكل ٤-١ من كتاب الطالب. يمكن هنا استخدام **التمرين ٤-١ تحديد القوى**، في كتاب النشاط.
- وضّح النيوتن كوحدة لقياس القوّة، والطريقة التي تتجمّع بها عدّة قوى لإنتاج محصّلة قوى. إذا كانت محصّلة القوى صفرًا، فإن القوى تكون مُتّزنة. راجع **ورقة العمل ٤-١ القوى المُتّزنة** في كتاب النشاط.
- يمكن للطلاب التدرُّب على جمع القوى التي تعمل على نفس خطّ العمل. يمكن استخدام **التمرين ٤-٣ محصّلة القوى**، في كتاب النشاط.
- يمكن للطلاب التدرُّب على الأفكار المتعلّقة بتأثير محصّلة القوى على الحركة، بالاستعانة بالسؤالَين ٤-٢ و ٤-٣ من أسئلة كتاب الطالب.
- يخطِّط الطلاب في **النشاط ٤-١ استقصاء الاحتكاك**؛ لتحديد علاقة قوّة الاحتكاك بارتفاع المُنحدَر.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يخلط العديد من الطلاب بين القوى المؤثّرة على جسم ما والقوى التي يؤثّر بها الجسم على أجسام أخرى. لتجنُّب هذا اللبس، يفضَّل رسم مخطّط قوى على جسم واحد فقط وتمثيل القوى التي تؤثّر عليه بأسهم، بدلاً من الأجسام التي تتلامس معًا أو تُلامِس الأرض، ولا حاجة إلى التعامل هنا مع قانون نيوتن الثالث.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٤-١ إلى ٤-٣
- كتاب النشاط، التمرين ٤-١ تحديد القوى
- كتاب النشاط، التمرين ٤-٢ تأثيرات القوى
- كتاب النشاط، التمرين ٤-٣ محصّلة القوى
- ورقة العمل ٤-١ القوى المُتّزنة

الموضوع ٤-٣: القوّة والكتلة والتسارع

الأهداف التعليمية

٤-٩ يذكر العلاقة بين القوّة المحصّلة والكتلة والتسارُع، ($F = ma$) ويستخدمها، كما يذكر أنّ القوّة تُقاس بوحدة نيوتن (N).

أفكار للتدريس

- وجّه الطلاب لتنفيذ **النشاط ٤-٢ العلاقة بين القوّة والكتلة والتسارع** الذي يوضّح العلاقة بين القوّة (F) والكتلة (m) والتسارع (a). قد يجد العديد من الطلاب صعوبة في فهم التجربة، لذلك يُفضَّل تقديم العلاقة أوّلاً ثم إثباتها في النشاط عمليًّا.
- من المفيد التفكير بأنه كلّما ازدادت كتلة جسم ما ازدادت صعوبة تحريكه (أي تسريعه). اعرض عددًا من الكُرات مختلفة الكتل وادعُ الطلاب إلى ترتيبها: من الأسهل في دفعها إلىً الأصعب. أضف بعض الكرات الثقيلة، مثل كُرات البولينج أو كُرات التمارين الرياضية المتوفّرة لديك في المدرسة. يجب أن يستنتجوا أن القوّة اللازمة لإكساب جسم ما تسارُعًا معيَّنًا تتناسب مع كتلته.
- عند اختيار كُرة ما (تثبيت الكتلة)، سوف يقدّر معظم الطلاب أنّه كلّما ازدادت قيمة القوّة التي تؤثِّر على الكُرة، ازداد تسارُعها.

- الجمع بين الفكرتَين السابقتَين يوضّح أن القوَّة (*F*) متناسبة طرديًّا مع كلا الكتلة (*m*) والتسارع (*a*). استخدم المعادلة $F = ma$ لتوضيح أن $1\ N = 1\ kg\ m/s^2$. من المهمّ أن يفهم الطلاب أن وحدات القياس بالنظام الدولي للوحدات SI تعتمد على العلاقات الفيزيائية الأساسية.
- استمر في **النشاط ٤-٢ العلاقة بين القوّة والكتلة والتسارع** لتُظهر أن العلاقة (التي يمكنك تسميتها قانون نيوتن الثاني) صحيحة.
- يمكن للطلاب التدرُّب على استخدام العلاقة بحلّ أسئلة كتاب الطالب من ٤-٤ إلى ٤-٧. (قد ترغب في الاطّلاع معهم على ورقة العمل ٤-١).

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يعتقد الطلاب أن وزن الجسم هو الذي يجعل تسريعه صعبًا. وضّح لهم أن الأجسام ذات الكتل الكبيرة تحتاج – حتى في ظروف انعدام الجاذبية (انعدام الوزن) كما هو الحال في الفضاء – إلى قوّة أكبر للتسارع من الأجسام ذات الكتل الصغيرة. ويعتبر ذلك صحيحًا أيضًا بغياب الاحتكاك، أي عندما لا تكون الأجسام عديمة الوزن على اتّصال بأي سطح صلب آخر. قد تتمكّن من عرض فيلم تمّ تصويره في محطّة الفضاء الدولية لتوضيح ذلك، انظر الرابط: https://www.nasa.gov/stemonstrations-newtons.html.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٤-٤ إلى ٤-٧
- كتاب النشاط، التمرين ٤-٤ القوّة والكتلة والتسارع
- ادعُ الطلاب إلى اختبار زملائهم في الصف، بأن تطلب إليهم إعداد مسائل حول العلاقة $F = ma$.

الموضوع ٤-٤: استطالة الزنبرك

الأهداف التعليمية

٤-١ يصف كيف يمكن أن تُغيِّر القوى حجم الجسم وشكله وحركته.

٤-٢ يرسم المنحنى البياني للاستطالة بدلالة الثقل ويفسّره من خلال تجربة.

أفكار للتدريس

- يمكنك تقديم فكرة أن بعض التغيُّرات التي تطرأ على أشكال بعض الأجسام تكون تغيّرات دائمة، بينما تعود أجسام أخرى إلى أشكالها الأصلية عند إزالة القوى عنها، وتسمّى هذه الخاصّية بالمرونة.
- يتناول هذا الموضوع تشوُّه زنبرك (نابض) مُعيّن دون تضمين أفكاره أيًّا من العلاقات، كقانون هوك. يمكنك عرض زنبرك. اسأل الطلاب عن كيفيّة التحقُّق من نمط تمدُّده. ما الكمّيات التي يجب قياسها؟ وكيف؟
- وضِّح كيف يتمّ تعليق زنبرك بحامل وزيادة حمله، حيث يوضّح الشكل ٤-٧ في كتاب الطالب هذا النمط. واشرح أننا نهتمّ فقط باستطالة الزنبرك، ووضِّح كيفيّة حسابها.
- يقوم الطلاب بتنفيذ **النشاط ٤-٣ استقصاء استطالة الزنبرك**. قبل أن يبدؤوا بالنشاط، أشر إلى أن الإجراءات (كيفية وضع المسطرة، اختيار طرف الزنبرك السفلي كمرجع لقياس طول الزنبرك، النظر أفقيًّا لاستنتاج طول الزنبرك، ...) التي سيتّخذونها ستنعكس على جودة تمثيلهم البياني. يمكنك المقارنة بين التمثيلات البيانية الصحيحة والتمثيلات البيانية غير الصحيحة في النهاية.

- يجب على الطلاب عدم إضافة حمولة كبيرة جدًّا تجعل الزنبرك يتجاوز حدّ المرونة. ومع ذلك يمكنك بعد تنفيذ النشاط، أن تأخذ زنبركًا بقيمة *k* منخفضة وتوضّح ما يحدث عندما يتمّ تجاوز حدّ المرونة، أو أن تعرض مقطعًا مرئيًّا يوضّح ذلك.
- قد يحتاج الطلاب أيضًا إلى مساعدة في جدولة بياناتهم (انظر الجدول ٤-٢ في كتاب الطالب). يفيد الجدول في حساب قيَم الاستطالة. سيكون البديل هو استخدام برنامج حاسوبي لجدولة البيانات. يمثّل السؤال ٤-٩ في كتاب الطالب تدريبًا على ذلك.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يعتقد الطلاب أن الاستطالة تعني ازدياد الطول من قراءة إلى أخرى، ولكن تُحسَب الاستطالة بطرح الطول الأصلي للزنبرك وهو بدون حِمل من طول الزنبرك بعد إضافة الحِمل.

أفكار للواجبات المنزلية

- كلّف الطلاب بجمع أمثلة عن أشخاص يتضمَّن عملهم تشويه المواد الصلبة (مثل عمّال الفلزّات والحرفيين والطهاة، وسواهم). يمكنهم أيضًا إعطاء أمثلة على الأنشطة الرياضية التي تنطوي على تشويه المواد.
- كتاب الطالب، السؤالان ٤-٨ و ٤-٩
- كتاب النشاط، التمرين ٤-٥ استطالة زنبرك

الموضوع ٤-٥: قانون هوك

الأهداف التعليمية

٤-٣ يذكر قانون هوك، ويتذكّر العلاقة الآتية ويستخدمها: $F = kx$، حيث (k) هو ثابت الزنبرك؛ كما يستخدم وحدات القياس المناسبة لثابت الزنبرك (نيوتن/متر أو نيوتن/ سنتمتر) (N/m أو N/cm).

٤-٤ يذكر مصطلح حدّ التناسب ويستخدمه باعتباره النقطة التي لا يعود الجسم عندها خاضعًا لقانون هوك حين يؤثّر عليه حِمل لاستطالته.

أفكار للتدريس

- ابدأ بالتطرُّق إلى منحنى التمثيل البياني (الحِمل – الاستطالة) من الموضوع السابق. قد تضطرّ إلى شرح فكرة التناسُب وكيفيّة ارتباطها بمنحنى تمثيل بياني ذي خطّ مستقيم.
- قدِّم المُعادَلة $F = kx$. يمكنك إعطاء الطلاب مثالًا على الحساب، وكيفيّة القيام بتمثيل المُعادَلة بيانيًّا (مثل: $F = 0.60x$) لإقناعهم بأن التمثيل البياني لهذه المُعادَلة خطّ مستقيم مارّ عبر نقطة الأصل.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يبدو قانون هوك واضحًا لبعض الطلاب وغامضًا للآخرين. أشر إلى أنه في الواقع لم يكن واضحًا بادىء الأمر، إذ تطلَّب الأمر جهودًا حثيثة قام بها عدّة أشخاص قبل التوصُّل إليه. كذلك تجلّت أهمّية هذا القانون عند اكتشافه؛ لأنّ الناس في ذلك الوقت كانوا يبحثون عن طرق لاستخدام الزنبركات في الآلات. لذا كان من المهمّ أن يعرفوا كيف تتصرَّف تلك الزنبركات (انظر الشكل ٤-٩ في كتاب الطالب).

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٤-١٠ إلى ٤-١٢
- أسئلة نهاية الوحدة

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٤-١: استقصاء الاحتكاك

المهارات

- **يبرّر اختيار الأجهزة والموادّ والأدوات لاستخدامها في إجراء التجارب.**
- **يصف الخطوات التجريبية والتقانة المستخدَمة ويشرحها.**
- **يكوّن التنبّؤات والفرضيات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة).**
- **يحدِّد المتغيّرات ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكُّم ببعض المتغيّرات.**
- **يرسم الأشكال التخطيطية للجهاز ويسمّي أجزاءه.**
- **يفسّر المُلاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.**
- **يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المُناسبة.**
- **يحدِّد الأسباب المحتملة لعدم دقة البيانات أو الاستنتاجات ويقترح التحسينات المناسبة للخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- سطح مُناسب للاستخدام كمُنحدَر (على الطلاب اختيار ذلك)
- جسم مُناسب يمكن سحبه إلى أعلى المُنحدَر وسوف ينزلق إلى الأسفل (على الطلاب اختيار ذلك)
- طريقة مُناسبة لضبط ارتفاع المُنحدَر (على الطلاب اختيار ذلك)
- شريط متري (عدد 1)
- ميزان زنبركي (عدد 1)

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- يعدُّ هذا نشاطًا مُنخفض الخطورة، ولكن يجب على الطلاب التأكُّد من أن منحدرهم آمن ولن يقع، خاصّة مع زيادة ارتفاعه. يجب على الطلاب ألاّ يستخدموا المكاتب أو الكراسي، لذلك قد يرغبون في وضع مُنحدَرهم على الأرض لسهولة الوصول إلى أعلى المنحدَر.

ملاحظات

- يجب على الطلاب التأكُّد من سحب الجسم إلى أعلى المُنحدَر بطريقة معيّنة لإجراء مقارنة عادلة بين القوى في كل مرّة. وقد يجدون صعوبة في ذلك حيث يجب سحب الجسم بسرعة ثابتة وبشكل مثالي وبنفس السرعة كلّ مرّة. ومن أجل عدم التأثير على قيمة الاحتكاك، يجب أن تبقى قوّة السحب موازية لسطح المُنحدَر.

نشاط ٤-٢: العلاقة بين القوّة والكتلة والتسارُع

المهارات

- يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.
- يفسِّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدِّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.
- يحدِّد المتغيّرات، ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكُّم في بعض المُتغيّرات.

المواد والأدوات والأجهزة

- عربة مختبر
- مسار
- بكَرة (قابلة للتثبيت على طرف طاولة أفقية)
- خيط
- حامل أثقال
- كتل قيمة كلّ منها 100 g
- مقص وشريط لاصق
- بوابة ضوئية واحدة أو بوابتان
- مُستشعِر حركة
- مُسجِّل بيانات أو جهاز حاسوب

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- تأكّد من أن العربة لن تقع عن المسار عندما تصل إلى نهايته. ضع صندوقًا من الورق المقوّى مفتوحًا أو وسادة على الأرض لالتقاط الأوزان التي تقع.

ملاحظات

- يمكن للطلاب أن يستقصوا كيف يعتمد تسارُع العربة على القوّة التي تسحبها.
- سوف تعتمد طريقة قياس سرعة العربة، وبالتالي تسارعها، على المعدّات المتوفِّرة لديك. من المستحسن استخدام أجهزة القياس الإلكترونية كالبوّابات الضوئية والمؤقِّت الإلكتروني.
- ليست هناك حاجة لكي تتحرّك العربة مسافة كبيرة. يكفي الحصول على قياس واحد للتسارُع لكل قيمة من قيَم الكتلة أو القوّة.
- لاحظ أن الكتلة المُتسارِعة = كتلة العربة + الكتل المعلّقة. هناك طريقة واحدة لمراعاة ذلك على النحو الآتي: علّق كتلة واحدة في نهاية الخيط، وضع تسع كُتل أخرى على العربة. انقل الكتل الواحدة تلو الأخرى إلى نهاية الخيط لزيادة القوّة. بهذه الطريقة، يتمّ الحفاظ على ثبات الكتلة المُتسارِعة مع زيادة القوّة.

نشاط ٤-٣: استقصاء استطالة الزنبرك

المهارات

- يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتّخذة لضمان السلامة.
- يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجيّة باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.
- يعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها، بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانيّة والمَيل.
- يفسِّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيِّمها، ويحدِّد النتائج غير المُتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.
- يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.
- يحدِّد الأسباب المحتمَلة لعدم دقّة البيانات أو الاستنتاجات ويقترح التحسينات المناسبة للخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة.

المواد والأدوات والأجهزة

- زنبرك قابل للاستطالة
- حامل فلزّي مع مشبك
- مسطرة
- كُتل ذات خطاف كتلة كل منها 100 g (عدد 10)

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- لا يترتَّب على إجراء هذا النشاط أي مخاطر.

ملاحظات

- يجب أن تكون الزنبركات قابلة للاستطالة. يجب أن يبلغ طولها بضعة سنتيمترات، وأن تتمدَّد إلى ضعفَي هذا الطول أو ثلاثة أضعافه، عند تحميل بضع مئات من الجرامات عليها.
- انصح الطلاب أن يتعاملوا بعناية مع الزنبرك. إذ يجب إضافة الأوزان برفق لتُجنِّب تمدُّد الزنبرك أكثر ممّا يجب، ويرسمون منحنى التمثيل البياني (الحِمل – الاستطالة).

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٤-١ أ. تتسارع الكرة نحو اليمين (بزاوية).

ب. تستمرّ السيّارة في اتّجاه حركتها إلى اليسار ولكنها تتباطأ.

ج. تُغيِّر الطائرة اتّجاه حركتها فتنعطف إلى اليمين.

٤-٢ أ. ١. القوى المُؤثّرة على الجسم غير متّزنة.

٢. إلى اليمين 20 N = (إلى اليسار) 60 – (إلى اليمين) 80.

٣. يتسارع الجسم إلى اليمين.

ب. ١. القوى المُؤثّرة على الجسم متّزنة.

٢. 0 N = (30 + 70 (إلى اليمين)) – 100 (إلى اليسار).

٣. لا يتسارع الجسم.

ج. ١. القوى المُؤثّرة على الجسم غير متّزنة.

٢. (إلى الأسفل) 50 N = (إلى أعلى) 270 – (إلى الأسفل) 320.

٣. يتسارع الجسم إلى الأسفل.

٣-٤ ١. يتسارع القطار أو تزداد سرعته لأن محصّلة القوى:

20 000 – 10 000 = 10 000 N

٢. يهبط المظلّي بسرعة ثابتة؛ لأن محصّلة القوى تساوي صفرًا:

1200 – 1200 = 0 N

٣. يستمر المسبار في حركته بسرعة ثابتة على خطّ مستقيم؛ لأن محصّلة القوى تساوي صفرًا.

٤. محصّلة القوى:

2000 – 1500 = 500 N

تساوي محصّلة القوى 500 N ويكون اتّجاهها إلى الوراء، مما يجعل الدراجة تتابع تحرّكها إلى الأمام، ولكنها تتباطأ حتّى تتوقّف.

٤-٤ القوّة اللازمة لإكساب السيّارة التسارُع a:

$$F = ma$$

$$F = 600 \times 2.5 = 1500 \text{ N}$$

٥-٤ القوّة التي تتسبّب بوقوع الحجر:

$$F = ma$$

$$= 0.20 \times 10$$

$$F = 2 \text{ N}$$

٦-٤ $F = ma$

التسارُع الناتج عن القوّة:

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

$$= \frac{2000}{80}$$

$$a = 25 \text{ m/s}^2$$

٧-٤ $F = ma$

كتلة الصندوق:

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

$$= \frac{80}{0.10}$$

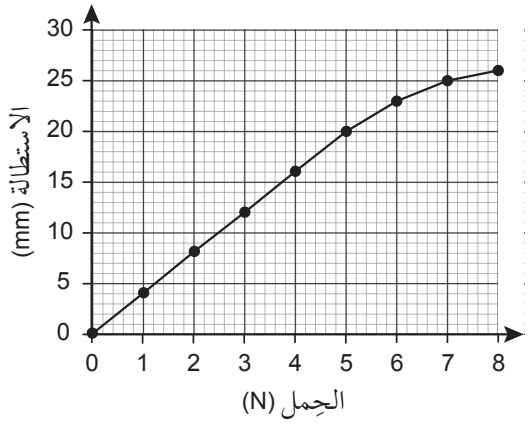
$$m = 800 \text{ kg}$$

٨-٤ استطالة الحبل (x):

102 − 80 = 22 cm

٩-٤

الحِمل (N)	الطول (mm)	الاستطالة (mm)
0.0	50	0
1.0	54	4
2.0	58	8
3.0	62	12
4.0	66	16
5.0	70	20
6.0	73	23
7.0	75	25
8.0	76	26



١٠-٤ $F = kx$

ثابت الزنبرك:

$$k = \frac{F}{x}$$

$$= \frac{2.5}{4.0}$$

$k = 0.625$ N/cm

الحِمل:

$F = kx$

$= 0.625 \times 12$

$F = 7.5$ N

٤-١١ الاستطالة:

$x = 15.0 - 12.0 = 3\ cm$

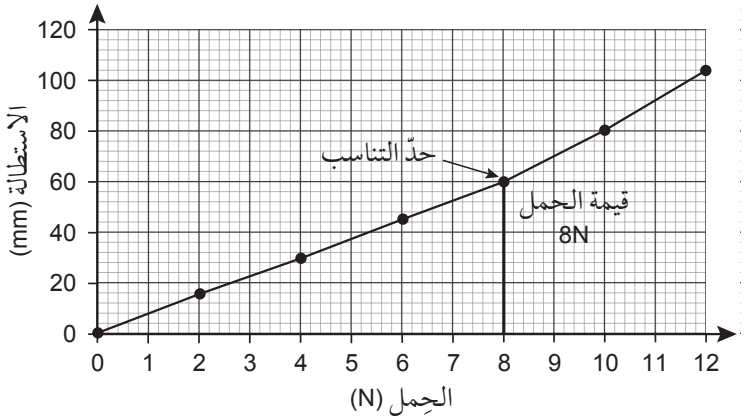
الحِمل:

$F = kx$

$= 8.0 \times 3$

$F = 24\ N$

٤-١٢



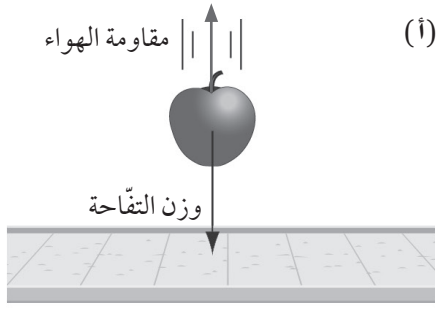
عند نقطة حدّ التناسب نرسم خطًّا موازيًا لمحور الاستطالة ونقطة تقاطعه مع محور الحِمل هي قيمة الحِمل عند تلك النقطة، ويساوي الحِمل 8 N.

إجابات تمارين كتاب النشاط

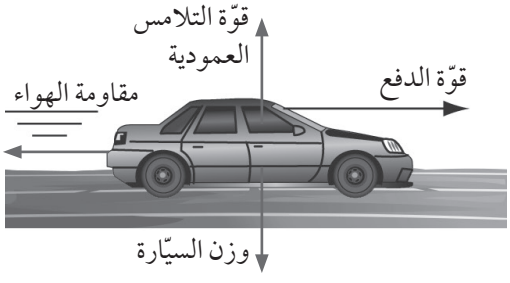
تمرين ٤ -١: تحديد القوى

القوى وأسماؤها هي كما يأتي:

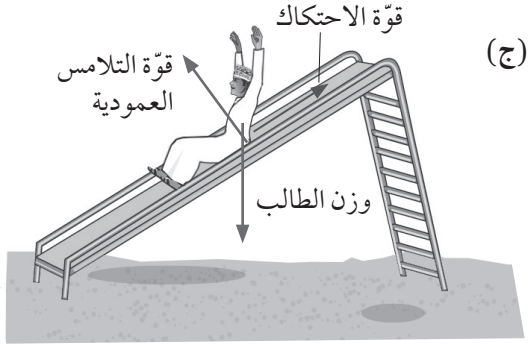
(أ)



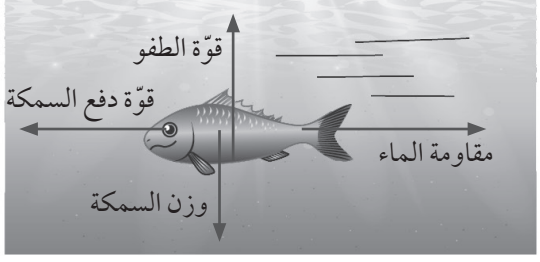
(ب)



(ج)

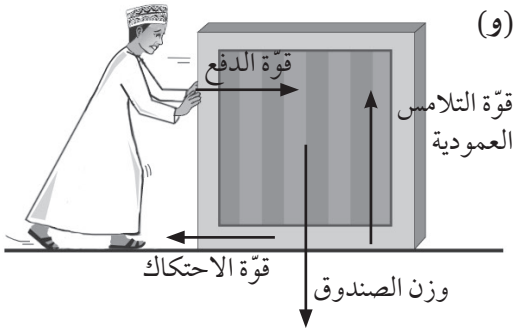


(د)



(هـ)

(و)



تمرين ٤ -٢: تأثيرات القوى

أ (أ) سوف تتسارع السيّارة / تسرع

(ب)سوف تتباطأ السيّارة / تبطئ

(ج) سوف تنحني الشجرة إلى اليسار

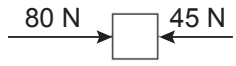
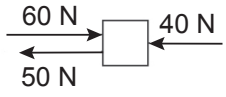
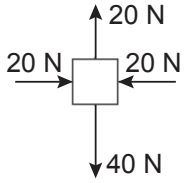
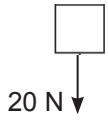
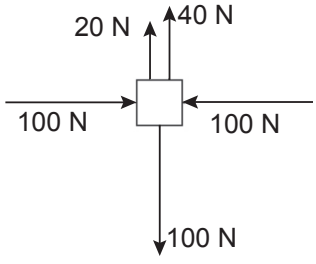
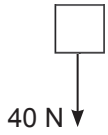
(د) سوف تتسارع الكُرة إلى الأسفل (لكنها سوف تتّبع مسارًا مقوّسًا)

ب ١.

٢. قوّة الاحتكاك تجعله يقلّل من تسارعه.

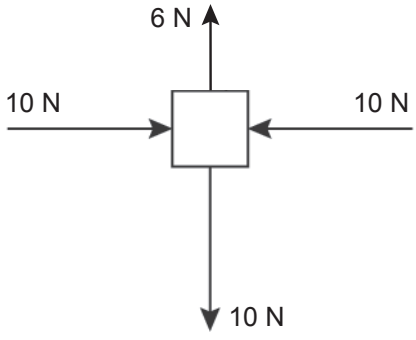
تمرين ٤-٣: محصّلة القوى

أ

القوى المؤثِّرة على الجسم	محصّلة القوى
	
	
	
	

الجدول ٤-١

ب سوف تتنوّع المُخطّطات؛ ولكن يجب أن يُظهر المُخطّط جسمًا خاضعًا لأربع قوى مع مُحصِّلة قوى 4 N رأسيّة إلى الأسفل.



ج محصِّلة القوَّتَين = الصفر أو 0 N.

د الطالب (عمر) كان طرحه صحيحًا؛ القوى مُتّزنة / لا توجد مُحصِّلة قوى؛ يمكن أن يكون طرح الطالب (زياد) صحيحًا؛ لأن الجسم قد يكون في حالة سكون عندما تكون القوى المؤثّرة عليه مُتّزنة. يمكن أن يكون طرح الطالب (حسام) صحيحًا؛ لأن الجسم قد يتحرّك بسرعة ثابتة في خطّ مستقيم عندما تتوازن القوى المؤثّرة عليه.

تمرين ٤-٤: القوّة والكتلة والتسارُع

أ

الكمِّية	الرمز	وحدة القياس في النظام الدولي للوحدات (SI)
القوّة	F	N
الكتلة	m	kg
التسارُع	a	m/s^2

الجدول ٤-٢

ب إعادة ترتيب المُعادَلة لحساب:

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

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

ج القوّة اللازمة:

$$F = ma$$

$$= 20 \times 0.72$$

$$F = 14.4 \text{ N}$$

د

$$F = ma$$

التسارُع:

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

$$= \frac{1575}{450}$$

$$a = 3.5 \text{ m/s}^2$$

هـ

$$F = ma$$

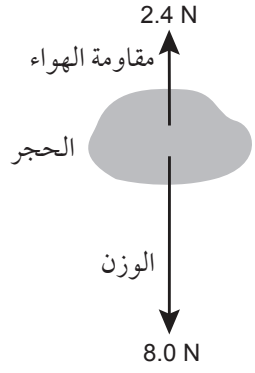
كتلة المركبة الفضائية:

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

$$= \frac{200}{0.12}$$

$$m = 1667 \text{ kg}$$

و ١. القوى المؤثِّرة على الحجر الساقط:



٢. محصِّلة القوى:

$= 8.0 - 2.4$

$F = 5.6\ \text{N}$

$F = ma$

تسارُع الحجر:

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

$$= \frac{5.6}{0.8}$$

$a = 7.0\ \text{m/s}^2$

تمرين ٤-٥: استطالة زنبرك

أ طول الزنبرك المُمدَّد = طوله الأصلي + الاستطالة

طول الزنبرك المُمدَّد − طوله الأصلي = الاستطالة

ب ١.

الحِمل (الثقل) (N)	الطول (cm)	الاستطالة (mm)
0	25.0	0
1.0	25.4	4
2.0	25.8	8
3.0	26.2	12
4.0	26.6	16
5.0	27.0	20
6.0	27.4	24
7.0	27.8	28
8.0	28.5	35
9.0	29.2	42
10.0	29.9	49

الجدول ٤-٣

٢. $F = kx$

ثابت الزنبرك:

$$k = \frac{F}{x}$$

$$= \frac{5}{0.02}$$

$k = 250\ \text{N/m}$

الاستطالة:

$x = 1.0\ \text{cm} = 0.01\ \text{m}$

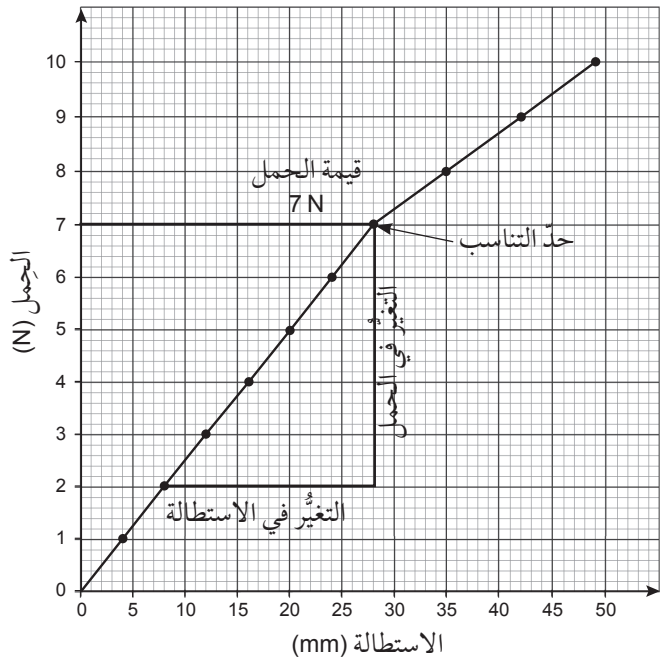
القوّة اللازمة للحصول على استطالة 1.0 cm:

$F = kx$

$= 250 \times 0.01$

$F = 2.5$ N

٣.



٤. انطلاقًا من نقطة حدّ التناسب، نرسم خطًّا أفقيًّا موازيًا لمحور الاستطالة، ونقطة تقاطعه مع محور الحِمل هي قيمة الحِمل عند تلك النقطة. لذلك يُساوي الحِمل عند حدّ التناسب تقريبًا 7 N.

٥. ثابت الزنبرك k يساوي مَيل الجزء المستقيم من منحنى التمثيل البياني (الاستطالة – الحِمل). وللحصول على مَيل الجزء المستقيم من منحنى التمثيل البياني، ارسم مثلّثًا له ضلع رأسي يعادل طوله التغيُّر في الحِمل وضلع أفقي يعادل طوله التغيُّر في الاستطالة.

وبذلك تم حساب المَيل بشكل صحيح، حيث يجب أن يكون:

$$\text{ثابت الزنبرك } k = \frac{\text{التغيُّر في الحمل}}{\text{التغيُّر في الاستطالة}}$$

التغيُّر في الاستطالة:

$= 2.8 - 0.8$

التغيُّر في الحِمل:

$= 7 - 2$

ثابت الزنبرك k:

$$= \frac{7-2}{2.8-0.8} = \frac{5}{2}$$

$k = 2.5$ N/cm

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٤ - ١: القوى المُتّزنة

(أ) $F = (15 + 10) - 20$

$F = 5$ N

- إلى اليسار.
- غير متّزنة.
- تسارُع إلى اليسار.

(ب) $F = 15 - 5$

$F = 10$ N

- إلى الأسفل.
- غير متّزنة.
- تسارُع إلى الأسفل.

(ج) $F = 20 + 20$

$F = 40$ N

- إلى اليمين.
- غير متّزنة.
- تسارُع إلى اليمين.

(د) $F = 0$ N

- متّزنة.
- سيبقى ثابتًا (أو يتحرّك بسرعة ثابتة في خطّ مستقيم)

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ الشدّ.

الثني.

اللَّي.

٢ $F = kx$

ثابت الزنبرك:

$k = \frac{F}{x}$

$= \frac{200}{0.04}$

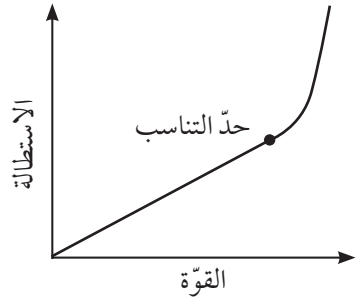
$k = 5000$ N/m

٣ هو النقطة التي لا يعود الجسم عندها خاضعًا لقانون هوك حين يؤثّر عليه حِمل لاستطالته.

تمثيل بياني (الاستطالة – القوّة).

التمثيل البياني عبارة عن خطّ مستقيم عند قيَم للقوّة (F) أدنى من حدّ التناسب، ويصبح مقوّسًا عند قيَم للقوّة (F) أعلى من حدّ التناسب.

حدّ التناسب المحدّد على التمثيل البياني.



٤ **أ.** قوّة الاحتكاك.

ب. قوّة الاحتكاك اللازمة لإيقاف السيّارة كبيرة بسبب السرعة العالية، وينتج عن الاحتكاك ارتفاع درجة حرارة أقراص المكابح.

٥ مساحة المظلّات كبيرة، ممّا يزيد من مقاومة الهواء. تتسبّب هذه المقاومة بقوّة كبيرة في الاتّجاه المعاكس لحركة الكبسولة، ممّا يُقلِّل من سرعتها، ويؤدّي التباطؤ عند الهبوط إلى التخفيف من قوّة اصطدامها بالأرض.

٦ **أ.** محصِّلة القوى:

$= (6 + 10) - 12$

$F = 4\ \text{N}$

4 N يمينًا.

ب. القوى المؤثّرة على الجسم متّزنة / محصّلة القوى تساوي صفرًا / الجسم في حالة اتّزان.

قد يتحرّك الجسم بسرعة ثابتة في خطّ مستقيم، أو قد يكون في حالة سكون.

٧ **أ.** القوّة = الكتلة × التسارُع أو $F = ma$

ب. ١. أقصى قوّة للمحرّكات الأربعة معًا:

$F = 4 \times 3.5 \times 10^5$

$F = 14 \times 10^5\ \text{N} = 1.4 \times 10^6\ \text{N}$

٢. الحدّ الأقصى لتسارُع الطائرة:

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

$$= \frac{1.4 \times 10^6}{5.7 \times 10^5}$$

$a = 2.46\ \text{m/s}^2$ أو $2.5\ \text{m/s}^2$

الوحدة الخامسة: عزم القوّة ومركز الكتلة

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٥-١	٥-١ عزم القوّة	٢	نشاط ٥-١ التوازن السؤالان ٥-١ و ٥-٢	تمرين ٥-١ تأثير دوران قوّة ما
٥-٢، ٥-٣، ٥-٤، ٥-٥	٥-٢ حساب عزم القوّة	٢	نشاط ٥-٢ استقصاء الاتّزان السؤالان ٥-٣ و ٥-٤	تمرين ٥-٢ حساب العزم ورقة العمل ٥-١ الاتّزان
٥-٦، ٥-٧	٥-٣ الاستقرار ومركز الكتلة	٢	نشاط ٥-٣ مركز كتلة صفيحة مستوية السؤالان ٥-٥ و ٥-٦	تمرين ٥-٣ الاستقرار ومركز الكتلة تمرين ٥-٤ بناء مُجسَّم محمول
	المُلخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوع ٥-١: عزم القوّة

الأهداف التعليمية

٥-١ يصف عزم القوّة بأنّه مقياس لتأثيرها الدوراني، ويقدِّم أمثلة عليه من الحياة اليوميّة.

أفكار للتدريس

- ابدأ بمناقشة بعض الأفكار المبيّنة في الأشكال من ٥-١ إلى ٥-٣ الواردة في كتاب الطالب، والتي تشمل مقبض الباب، والعتلة، وعربة الحديقة، وعارضة التوازن. وضِّح هذه الأفكار واسأل: أين تؤثِّر مختلف القوى على كل من هذه الأجسام؟ وما اتّجاهاتها؟
- اسأل الطلاب عن كيفيّة الحصول على أكبر تأثير للقوّة. يُفترَض التأثير بقوّة على نهاية العتلة، أي بعيدًا عن المحور قدر الإمكان. وضّح للطلاب أن المحور هو النقطة الثابتة التي يكون لمختلف القوى تأثير دوران حوله.
- تابع تقديم فكرة الاتّزان، بالمعنى البسيط الذي يشير إلى عدم وجود محصِّلة قوى تؤثّر على جسم ما، وأن عزوم القوى عليه يُلغي بعضها بعضًا.
- بإمكان الطلاب تنفيذ **النشاط ٥-١ التوازن**، لاستنتاج فكرة أن مقدار بُعد القوّة عن المحور مهمّ.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد لا يفهم الطلاب كيفية حساب عزم القوّة حول أي نقطة، خاصّة عندما لا يكون هناك محور. في هذه الحالة، يجب تشجيعهم على التعامل مع النقطة التي يتمّ حساب عزم القوّة حولها كمحور.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، السؤالان ٥-١ و ٥-٢
- كتاب النشاط، التمرين ٥-١ تأثير دوران قوّة ما

الموضوع ٥-٢: حساب عزم القوّة

الأهداف التعليمية

٥-٢ يحسب عزم القوّة مستخدمًا: حاصل ضرب القوّة بالمسافة العموديّة من محور الدوران، ويذكر أنّ عزم القوّة يقاس بالنيوتن متر (Nm).

٥-٣ يطبِّق مبدأ عزم القوّة على موازنة عارضة عند محور الدوران.

٥-٤ يطبِّق مبدأ عزم القوّة على حالات مختلفة، بما فيها فتح الباب وأرجوحة التوازن ورفع الأجسام الثقيلة بواسطة الرافعة.

٥-٥ يتعرَّف أنّه في حالة عدم وجود محصِّلة قوّة ومحصِّلة عزوم، يكون النظام في حالة اتّزان.

أفكار للتدريس

- أشر إلى فكرة تأثير الدوران كمّيًّا من خلال تحديد مقدار العزم بالنسبة إلى القوّة والبُعد عن المحور.
- ناقش فكرة أن القوّة يجب أن تكون عموديّة على عتلة ما للحصول على أكبر تأثير دوراني. يؤدّي ذلك إلى فكرة أن المسافة العمودية للقوّة من المحور هي التي يتمّ حسابها. يمكنك الرجوع إلى السؤال ٥-١ في كتاب الطالب.
- حاول رفع أحد طرفَي عارضة ثقيلة باستخدام مقياس القوّة (Forcemeter). ادعُ الطلاب إلى التنبّؤ بالزاوية التي تتطلّب أصغر قوّة. يمكنك إجراء التجربة نفسها باستخدام مقياس القوّة لفتح باب ثقيل.
- يوضِّح المثال ٥-١ كيف يتمّ استنتاج مقدار قوّة غير معروفة من خلال حساب العزوم. أكّد على ضرورة تحديد اتّجاه تأثير الدوران لكلّ قوّة: هل هو في اتّجاه عقارب الساعة، أم عكس اتّجاه عقارب الساعة؟
- يُبيّن الشكل ٥-٦ عارضة ترتكز على محور. يعمل كلّ من الوزن وقوّة التلامس العمودية من خلال المحور. وبما أن مسافة هاتَين القوَّتَين من المحور تساوي صفرًا، فلن يكون لديها أي عزم حول هذا المحور. يتناول التمرين ٥-٢ حساب عزوم مجموعة متنوّعة من الحالات للتطبيق.
- **النشاط ٥-٢ استقصاء الاتّزان**، كلّف الطلاب بموازنة عارضة، حيث يتوجّب عليهم أوّلاً حساب العزوم بتحديد القوى والأبعاد العمودية لكل من هذه القوى عن المحور. يتضمّن الجزء الثاني من التجربة منتصف العارضة غير متوازن على المحور. في هذه الحالة يكون وزن العارضة له عزم (تأثير دوران) حول المحور. تمثِّل هذه التجارب اختبارات لمبدأ العزوم.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- من الإشكالات التي تصادف الكثير من الطلاب، أن يُحدّدوا ما إذا كان تأثير الدوران لقوّة ما حول المحور في اتّجاه عقارب الساعة، أو عكس اتّجاه عقارب الساعة. شجّعهم على جعل أيديهم تدور حول المحور، بحيث تتحرّك الأصابع باتّجاه تأثير دوران القوّة.
- أشر إلى أن أسهم القوّة يجب أن تكون دائمًا مستقيمة لأن القوى لا يمكن أن تعمل في اتّجاهات مقوَّسة. ومع ذلك، يمكن استخدام الأسهم المقوّسة لإظهار الاتّجاه الذي ستدور فيه العارضة.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، السؤالان ٥-٣ و ٥-٤
- ورقة العمل ٥-١ الاتّزان

الموضوع ٥-٣: الاستقرار ومركز الكتلة

الأهداف التعليمية

٥-٦ يؤدّي تجربة لتحديد موضع مركز الكتلة لصفيحة مستوية ويصفها.

٥-٧ يصف تأثير موضع مركز الكتلة على استقرار الأجسام البسيطة وثباتها نوعيًّا.

أفكار للتدريس

- ابدأ الموضوع باستخدام الرابط (https://www.wikihow.com/Balance-a-Soda-Can-at-a-45-Degree-Angle#Balancing-a-Soda-Can) لعرض خدعة اتّزان «العبوة السحرية». وضّح أنّك تستطيع موازنة عبوة مشروب على نقطة تقع على حافتها. تحدَّ أحد الطلاب بتكرار هذه الخدعة، التي تتمثّل في ملء العبوة بالماء جزئيًّا، بحيث يكون مركز كتلتها مُنخفضًا. ممّا يُسهّل تحقيق الاتّزان (ولكنه يتطلّب منك بعض الممارسة قبل أن يرى طلابك الخدعة). سيؤدّي البحث على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) إلى التعرُّف على العديد من «الخدَع» الأخرى للاتّزان.
- ناقش فكرة مركز الكتلة – النقطة التي يؤثّر عندها وزن الجسم (في هذا المستوى، لا يوجد تمييز بين مركز الكتلة ومركز الجاذبية. غالبًا ما يكون مركز الكتلة ومركز الجاذبية في نفس الموضع من الجسم عندما يكون الجسم في مجال جاذبية موحّد. وهذه هي الحالة في أي مكان من الأرض. ولا يختلف مجال الجاذبية إلّا بين مستوى سطح البحر وقمّة جبل إيفرست ويكون بنسبة 0.4 %). وضّح كيف يمكن أن يقع جسم رفيع وطويل بسهولة أكثر من جسم قصير وعريض، ويوضِّح الشكل ٥-٧ في كتاب الطالب مثالاً. ارسم على ورق مقوّى نموذجًا ثنائي الأبعاد لكأس طويلة وقُم بقصّه، كالكأس الموضّحة في الشكل، وحدّد مركز كتلة النموذج، واشرح أنّه سوف يقع عندما يكون خطّ وزنه الرأسي خارج منطقة قاعدته.
- اسأل عن أمثلة أخرى على أشياء ذات مركز كتلة مُنخفض وقاعدة عريضة للاستقرار، وأخرى غير مُستقرّة بسبب علوّ مركز كتلتها وقاعدتها الضيّقة. (يُعدّ الإنسان مثالاً مثيرًا للاهتمام للحالة الأخيرة؛ فأجسامنا تتكيّف باستمرار لضمان عدم سقوطنا عندما نقف أو نمشي أو نركض).
- **النشاط ٥-٣ مركز كتلة صفيحة مستوية**، يطلب إلى الطلاب إيجاد مركز كتلة الصفيحة. تأكّد من فهمهم لسبب تعليق الصفيحة بحيث يقع مركز كتلتها تحت نقطة التعليق. ناقش لماذا يُفضّل استخدام ثلاث نقاط تعليق بدلاً من نقطتَين. (تعمل الثالثة كتأكيد على صحّة النقطتَين الأخريَين).
- يتطلّب سؤالا كتاب الطالب ٥-٥ و ٥-٦ من الطلاب استخدام هذه الأفكار.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- سيكون بعض الطلاب على دراية بمصطلح «مركز الجاذبية». يمكنك القول إنّ ذلك هو نفس مركز الكتلة. (عند هذا المستوى، لا يوجد فرق بين المركزَين).

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، السؤالان ٥–٥ و ٥–٦
- كتاب النشاط، التمرين ٥–٣ الاستقرار ومركز الكتلة
- كتاب النشاط، التمرين ٥–٤ بناء مُجسَّم محمول
- أسئلة نهاية الوحدة
- اطلب إلى الطلاب أن يجدوا أمثلة على «خدع» اتّزان يمكنهم شرحها في الصف.

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٥-١: التوازن

المهارات

- **يسجّل الملاحظات بطريقة منهجيّة باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقّة المناسبة.**
- **يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- عارضة (مثل مسطرة أو لوح متجانس من الخشب)
- محور مثلّث تتوازن عليه العارضة
- مجموعة أثقال (كتلة كلّ منها 100 g)
- ميزان زنبركي (عدد 1)

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- نبّه الطلاب إلى ضرورة توخّي الحذر حتى لا تسقط الأثقال وتتسبّب في حدوث إصابات.

ملاحظات

- قد تكون موازنة العارضة على المحور أمرًا صعبًا. وقد يتعيّن على الطلاب تقبُّل فكرة أنها «تقريبًا متوازنة»، وأن هذه العملية ستكون مسألة تقدير.
- يجب أن تُبيّن للطلاب أن المسافة من المحور إلى مركز الكتلة هي التي يجب قياسها.
- قد يُدرك الطلاب القاعدة الآتية:

  القوّة × المسافة على اليسار = القوّة × المسافة على اليمين

  اطلب إليهم معرفة مدى دقّة اختبار هذه القاعدة.
- تتطلّب الخطوة 3 منهم تحريك موضع المحور، بحيث تتمّ موازنة العارضة بثقل واحد. قد يحتاجون إلى إطلاعهم على أن وزن العارضة يمكن اعتباره يعمل في مُنتصفها (مركز كتلتها). يتعيّن عليهم بعد ذلك استخدام القاعدة لاستنتاج كتلة العارضة.

نشاط ٥-٢: استقصاء الاتّزان

المهارات

- يكوّن التنبّؤات والفرضيات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة).
- يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.

المواد والأدوات والأجهزة

- عارضة (مثل مسطرة أو لوح متجانس من الخشب)
- محور مثلّث تتوازن عليه العارضة
- مجموعة أثقال (كتلة كلّ منها 100 g)
- وعاء صغير، كوب بلاستيكي مثلاً
- رمل أو معجون لَعِب (صلصال)
- ميزان إلكتروني

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- نبّه الطلاب إلى ضرورة توخّي الحذر حتى لا تسقط الأثقال وتتسبّب في حدوث إصابات.

ملاحظات

- يستخدم الطلاب مبدأ العزوم لحساب النتيجة، ثم اختبارها تجريبيًّا.
- يتيح استخدام كوب من البلاستيك إضافة كُتل مختلفة من الرمل أو معجون اللعب (الصلصال).

نشاط ٥-٣: مركز كتلة صفيحة مستوية

المهارات

- يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب ويقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقّعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.
- يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه.

المواد والأدوات والأجهزة

- ورق مقوّى (قياس A4 تقريبًا)
- مقص (عدد 1)
- خيط طوله 1 m
- كُرة بندول (عدد 1)
- مسطرة مترية خشبية (عدد 1)
- حامل فلزّي مع مشبك (عدد 1)
- مسمار ذو سطح أملس

احتياطات الأمن والسلامة

- نبّه الطلاب إلى ضرورة توخّي الحذر لتجنّب حدوث إصابات ناتجة مثلًا عن سقوط الشاقول على أقدامهم.

ملاحظات

- يجب على الطلاب اتّباع الطريقة الموضّحة في كتاب الطالب. يستوجب صنع صفيحة، أن يقصّوا شكلاً غير منتظم من الورق المقوّى ويُحدِثوا ثقوبًا عند ثلاث نقاط متباعدة قرب حافة الشكل. يجب عليهم بعد ذلك تعليق الصفيحة بالمسمار في كل ثقب على التوالي (مع التأكُّد من حريّة دوران الصفيحة حول المسمار) واستخدام خيط الشاقول لتحديد خطّ رأسي على الصفيحة يمرّ من نقطة التعليق بالمسمار. يقع مركز الكتلة عند النقطة التي تتقاطع فيها الخطوط الثلاثة.
- يجب أن يكون للمسمار (الذي يجب تثبيته أفقيًّا) سطح أملس؛ لأن الاحتكاك قد يمنع الصفيحة من الدوران بحريّة.
- إذا لم تتقاطع الخطوط الثلاثة تمامًا عند نقطة ما، فمن الصعب تحديد الموقع الدقيق لمركز الكتلة. يمكن للطلاب تكرار التجربة باستخدام نقطة تعليق رابعة، أو استخدام الجانب الآخر من الصفيحة.
- بمجرد أن يحدّدوا موضع مركز الكتلة، يُفترَض أن يدركوا أنّ بإمكانهم موازنة الصفيحة الخاصّة بهم على رأس قلم رصاص مثبّت رأسيًّا على المنضدة. يُشكِّل ذلك اختبارًا جيّدًا لدقّة عملهم.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٥-١ القوّة F_3 عند طرف الباب؛ وتكوّن زاوية 90° مع الباب وهي الأبعد عن المحور (مفصل الباب).

٥-٢ لقوّة الرياح تأثير دوراني أكبر على الشجرة الطويلة / سيكون «محور» الشجرة هو النقطة التي تخرج منها الشجرة من الأرض. يمكن اعتبار أنّ قوّة الرياح تعمل عند نقطة على قمّة الشجرة وبالتالي سوف تُصبح المسافة بين القوّة والمحور كبيرة؛ لذلك سيكون العزم على الشجرة الأطول أكبر من العزم على الشجرة الأقصر.

٥-٣ العزم في اتّجاه عقارب الساعة:

$= F \times d$

$= 2.5 \times 400$

$= 1000\ \text{Nm}$

لذا فإن عزم القوّة A في عكس اتّجاه عقارب الساعة:

$= 1000\ \text{Nm}$

$1000 = A \times 1.0$

$A = \frac{1000}{1.0}$

$A = 1000\ \text{N}$

محصّلة القوى إلى الأعلى = محصّلة القوى إلى الأسفل

محصّلة القوى إلى الأسفل:

$= 1000 + 400$

$= 1400\ \text{N}$

وبالتالي

$B = 1400\ \text{N}$

٤-٥ محصّلة القوى إلى الأعلى = محصّلة القوى إلى الأسفل

محصّلة القوى إلى الأسفل:

$= 40 + 30 + 20$

$= 90\ \text{N}$

وبالتالي:

$Z = 90\ \text{N}$

العزم عكس اتّجاه عقارب الساعة:

$= F \times d$

$= 30 \times 0.5$

$= 15\ \text{N m}$

لذا فإن العزم عكس اتّجاه عقارب الساعة:

$= 15\ \text{N m}$

$15 = 20 \times d$

$d = \frac{15}{20}$

$d = 0.75\ \text{m}$

هذه المسافة d تساوي نصف طول العارضة، لذلك فإن طول العارضة:

$= 2 \times 0.75$

$= 1.50\ \text{m}$

٥-٥ **أ.** لخفض مركز كتلة الحافلة.

ب. الكتلة الخرسانية الواقعة عند نهاية الذراع هي لموازنة الحِمل. يجب أن تعمل الكتل الخرسانية التي تقع عند القاعدة على خفض مركز كتلة الرافعة وتوسيع قاعدتها وجعلها أكثر استقرارًا.

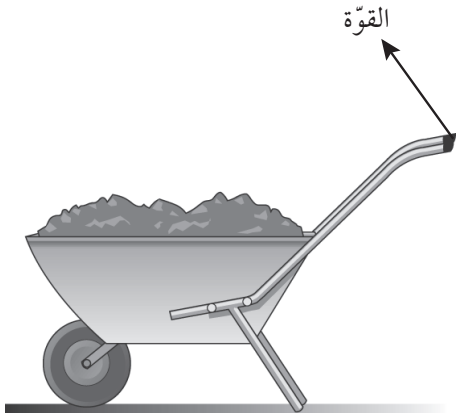
٦-٥ **أ.** القوّتان (الوزن وقوّة التلامس العمودية) متساويتان وتعملان على طول الخط الرأسي نفسه، لذلك فإنّ محصّلة العزم تساوي الصفر.

ب. كلا، القوى المؤثّرة على راكب الدرّاجة في الجزء (ب) غير متّزنة، ذلك أن خطّ عمل الوزن الرأسي يمرّ على يمين قوّة التلامس العمودية.

إجابات تمارين كتاب النشاط

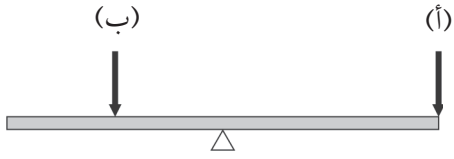
تمرين ٥-١: تأثير دوران قوّة ما

أ



يجب أن تكون القوّة عمودية عند نهاية المقبض، أو إظهار سهم القوّة بزاوية 90° على خط امتداد المقبض بمركز العجلة.

ب



ج

- محصّلة القوى المؤثّرة على الجسم = الصفر.
- محصّلة عزم القوّة = الصفر.

تمرين ٥-٢: حساب العزم

أ

١. القوّة 3 لها العزم الأكبر حول النقطة A؛ لأن خطّ عملها عمودي على العارضة والأبعد عن النقطة A.

٢. القوّة 4 لها عزم صفر حول النقطة B؛ لأن خط عملها يمر في النقطة B.

ب

١.

القوّة	العزم	اتّجاه عقارب الساعة أو عكس اتّجاه عقارب الساعة
A	30 × 0.20 = 6.0 Nm	باتّجاه عقارب الساعة
B	20 × 0.30 = 6.0 Nm	عكس اتّجاه عقارب الساعة
C	10 × 0.80 = 8.0 Nm	عكس اتّجاه عقارب الساعة

الجدول ٥-١

٢. يجب إزالة القوّة C لكي تتّزن العارضة.

ج

محصّلة عزم القوّة بعكس اتّجاه عقارب الساعة:

$$= (80 \times (4 + 2)) + (100 \times 2)$$

$$= 480 + 200$$

$$= 680 \text{ Nm}$$

بما أن العارضة متّزنة، فإنّ عزم القوّة باتّجاه عقارب الساعة:

$= 680\ \text{Nm}$

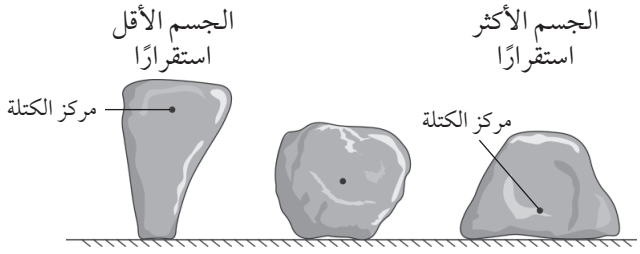
$F \times 2 = 680$

$F = \frac{680}{2}$

$F = 340\ \text{N}$

تمرين ٥-٣: الاستقرار ومركز الكتلة

أ



١. الجسم الأكثر استقرارًا له قاعدة أوسع ومركز كتلة أكثر انخفاضًا.

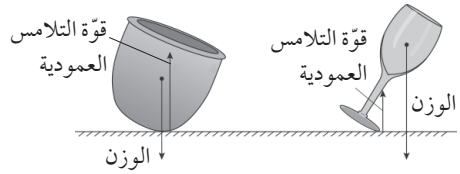
٢. الجسم الأقلّ استقرارًا له قاعدة أضيق ومركز كتلة أعلى ارتفاعًا.

تمّ عرض أمثلة نموذجية.

ب

١. القوّة المتّجهة إلى الأعلى: قوّة التلامس العمودية

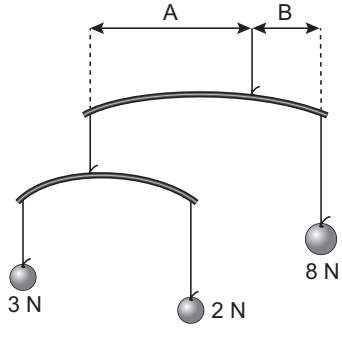
القوّة المتّجهة إلى الأسفل: الوزن



٢. الجسم الأيمن، سوف يقع، لأن وزنه يعمل خارج قاعدته. أمّا الجسم الأيسر فلن يقع، لأن وزنه يمرّ عبر قاعدته وبالتالي سوف يتسبّب في مَيله إلى اليسار، وإعادته إلى الوضع الرأسي (وضع الاستقرار).

تمرين ٥-٤: بناء مُجسّمَ محمول

يُطلب إلى الطلاب تحديد تأثير الدوران الذي يربط وزن أحد أجسام المجسّم المحمول بالمسافة الممتدّة بين الخيط المربوط بالسلك والخيط المربوط بهذا الجسم. عندما يتمّ تعليق وزنَين أو عدّة أوزان، فإنّها تضاف معًا لسحب الخيط المربوط بالسلك إلى الأسفل. انظر إلى الرسم التخطيطي أدناه، وأضف مثالًا على البُعدَين A و B:



يحمل الخيط الذي يبلغ بُعده A عن الخيط حامل السلك العلوي وزنًا إجماليًّا 5 N = 2 + 3. لذلك، يمكن اعتبار أنّ وزن 5 N يعمل على البُعد A عن الخيط حامل السلك العلوي، وأنّ وزنًا آخر 8 N يعمل على الجانب الآخر للسلك والذي يبعد B عن الخيط حامل السلك نفسه. لكي يتساوى عزما هاتَين القوّتَين يجب أن تتحقّق المعادلة: 8 x B = 5 x A.

لذلك، $\frac{B}{A} = \frac{5}{8}$

لذلك يجب أن تكون المسافتان B و A بنسبة 5 : 8 على الترتيب.

يمكن تطبيق نفس المبدأ على السلك السفلي. تؤثر قوة مقدارها 3 N على أحد جانبَي الخيط حامل السلك، وتؤثّر قوّة مقدارها 2 N على الجانب الآخر. هذا يعني أن البُعدان من الخيط الحامل للسلك السفلي إلى الخيطَين عند الجانبَين يجب أن يكونا بنسبة 2 : 3 على الترتيب.

يمكن للطلاب الذين يجدون صعوبة في التعامل مع النسب إجراء هذه الحسابات بالمسافات الفعلية في نماذجهم.

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٥ ـ ١: الاتّزان

١ (أ) العزم باتّجاه عقارب الساعة:

$= F \times d$

$= 20 \times 2.0$

$= 40\ \text{Nm}$

عزم القوّة F بعكس اتّجاه عقارب الساعة:

$= 40\ \text{Nm}$

$F \times 1.0 = 40\ \text{Nm}$

$F = \frac{40}{1.0}$

$F = 40\ \text{N}$

(ب) العزم باتّجاه عقارب الساعة:

$= 20 \times 5.0$

$= 100\ \text{Ncm}$

عزم القوّة 8 N بعكس اتّجاه عقارب الساعة:

$= 100\ \text{Ncm}$

$8.0 \times D = 100\ \text{Ncm}$

$D = \frac{100}{8.0}$

$D = 12.5\ \text{cm}$

(ج) العزم بعكس اتّجاه عقارب الساعة:

$= 2.0 \times 0.4$

$= 0.8\ \text{Nm}$

بالتالي العزم باتّجاه عقارب الساعة:

$= 0.8 \text{ Nm}$

العزم المعلوم باتّجاه عقارب الساعة:

$= 2.0 \times 0.2$

$= 0.4 \text{ Nm}$

العزم المجهول باتّجاه عقارب الساعة هو عزم القوّة F:

$= 0.8 - 0.4$

$= 0.4 \text{ Nm}$

$F \times (0.2 + 0.2) = 0.4 \text{ Nm}$

$$F = \frac{0.4}{0.4}$$

$F = 1 \text{ N}$

(د) محصّلة العزوم باتّجاه عقارب الساعة:

$= (10 \times 10) + (5.0 \times 20)$

$= 200 \text{ Ncm}$

بالتالي عزم القوّة 20 N بعكس اتّجاه عقارب الساعة:

$= 200 \text{ Ncm}$

$20 \times D = 200 \text{ Ncm}$

$$D = \frac{200}{20}$$

$D = 10 \text{ cm}$

٢ العزم باتّجاه عقارب الساعة:

$= F \times d$

$= 10.0 \times 25$

$= 250 \text{ Ncm}$

محصّلة العزوم بعكس اتّجاه عقارب الساعة:

$= (5.0 \times 20) + (3.0 \times 65)$

$= 295 \text{ Ncm}$

محصّلة العزوم:

$= 295 - 250 = 45 \text{ Ncm}$

تعمل بعكس اتّجاه عقارب الساعة، غير مُتّزنة سوف تميل العارضة إلى أن تدور بعكس اتّجاه عقارب الساعة.

٣ **أ.** القوّة 25 N تؤثّر على المحور، بالتالي ليس لها تأثير دوران.

ب. عزم القوّة 100 N:

$100 \times 2.0 = 200 \text{ cm}$

تعمل باتّجاه عقارب الساعة.

عزم القوّة 50 N:

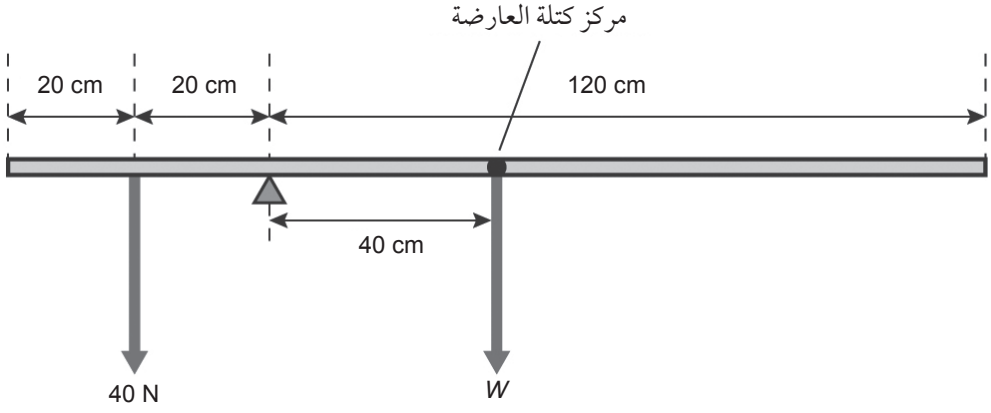
$50 \times 2.0 = 100$ Ncm

محصلة العزوم:

$0 + 200 + 100 = 300$ Ncm

تعمل باتّجاه عقارب الساعة.

٤ أ. مركز الكتلة عند مُنتصف العارضة ويُمثَّل الوزن بسهم إلى الأسفل من هذه النقطة.



ب. العزم بعكس اتّجاه عقارب الساعة:

$= F \times d$

$= 40 \times 20$

$= 800$ Ncm

طول العارضة:

$= 20 + 20 + 120$

$= 160$ cm

موقع مركز العارضة بالنسبة إلى المحور:

$= 120 - \frac{160}{2}$

$= 40$ cm

عزم الوزن W باتّجاه عقارب الساعة:

$= 800$ Ncm

$800 = W \times 40$

$W = \frac{800}{40}$

$W = 20$ N

ج. $W = mg$

كتلة العارضة:

$$m = \frac{W}{g}$$
$$= \frac{20}{10}$$
$$m = 2 \text{ kg}$$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ الباب (ب)؛ لأن القوّة تُستخدَم لإنتاج عزم دوران.

الباب لديه محور / يدور حول محور / يعمل المفصل كمحور.

٢ أ. الدوّاسة.

ب. ذراع الدوّاسة.

ج. مركز العجلة المسنّنة.

٣ أ. العزم = القوّة × المسافة العمودية من المحور إلى القوّة، بالتالي، العزم:

= 250 × 0.1

= 25 Nm

ب. ١. يُمسك الشخص بالمفك عند أبعد مسافة عن البرغي / يقوم بزيادة البُعد عن البرغي / يُمسك بالمفك عند بُعد 0.2 m عن البرغي.

بما أن العزم = القوّة × المسافة العمودية من المحور إلى القوّة، فإن زيادة المسافة ستزيد من عزم القوّة.

٢. (الحد الأقصى) للعزم:

= 250 × 0.2

= 50 Nm

50 Nm أكبر من 45 Nm لذا نعم، سوف يدور البرغي.

٤ أ. ينصّ مبدأ عزم القوّة على أن الجسم يكون في حالة اتّزان عندما تتساوى العزوم باتّجاه عقارب الساعة مع العزوم بعكس اتّجاه عقارب الساعة / النظام مُتوازن / في حالة اتّزان إذا كانت محصِّلة العزوم في اتّجاه عقارب الساعة تساوي محصِّلة العزوم في عكس اتّجاه عقارب الساعة.

ب. ١. العزم = القوّة × المسافة العمودية من المحور إلى القوّة

العزم الذي تُسبّبه شمس:

= 400 × 1.5

= 600 Nm

٢. يجب الإشارة إلى أن العزم على كل جانب من جوانب المحور هو نفسه في حالة الاتّزان.

العزم الذي تسبّبه شمس يساوي:

$= 600\ \text{Nm}$

المسافة $= d$

$600 = 800 \times d$

المسافة:

$$d = \frac{600}{800}$$

$d = 0.75\ \text{m}$

٥ – بسبب عدم وجود مكان لوضع محور العتلة (الرافعة).

– الأرض لا تستقرّ على سطح ما لذلك لا يمكن رفعها.

٦ محصِّلة القوى تساوي الصفر، ولكن مُحصّلة العزوم لا تساوي الصفر؛ لأن القوى تعمل في مواقع مختلفة. لذا سوف تتسبّب القوى بعزوم في اتّجاه عقارب الساعة، وليس هناك من عزم بعكس اتّجاه عقارب الساعة؛ وبالتالي، فإنّ الجسم ليس في حالة اتّزان دوراني.

٧ يقوم مهاب بتعليق الشكل قرب الحافة بدبّوس مثبّت أفقيًا، بحيث يستطيع الشكل أن يتأرجح بحرّية. وباستخدام شاقول (أو كتلة أو ثقل مُعلَّق بخيط) مُعلَّق رأسيًا عند الدبوس، يرسم مهاب خطًّا على الورق المقوّى لإظهار موضع الخطّ الشاقولي. ثم يكرّر تعليق الشكل من نقاط مختلفة. الموضع الذي تتقاطع فيه الخطوط هو مركز الكتلة.

٨ الحاويات التي لديها أكبر كتلة توضع في قاع السفينة لإبقاء مركز الكتلة (للسفينة والحاويات معًا) عند أدنى مستوى ممكن، وتُثبّت الحاويات لمنعها من التحرُّك، ولإيقاف تغيُّر مركز الكتلة (السفينة والحاويات معًا).

الوحدة السادسة: الشغل والقدرة

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٦-١	٦-١ الشغل المبذول	١	السؤالان ٦-١ و ٦-٢	تمرين ٦-١ قوى تبذل شغلاً وتنقل طاقة
٦-١	٦-٢ حساب الشغل المبذول	١	نشاط ٦-١ بذل شغل الأسئلة من ٦-٣ إلى ٦-٧	تمرين ٦-٢ حساب شغل مبذول تمرين ٦-٣ قياس الشغل المبذول
٦-٢	٦-٣ القدرة	١	الأسئلة من ٦-٨ إلى ٦-١٢	تمرين ٦-٤ القدرة ورقة العمل ٦-١ حساب الشغل والقدرة
	المُلخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوع ٦-١: الشغل المبذول

الأهداف التعليمية

٦-١ يعرِّف الشغل المبذول بأنّه مقدار القوّة اللازمة لإزاحة الجسم مسافة معيّنة في اتّجاه هذه القوّة، ويذكر المعادَلة الآتية ويستخدمها: ($W = Fd = \Delta E$)، ويبرهن فهمه أنّ الشغل المبذول = الطاقة المنقولة، وأن الشغل يُقاس بوحدة الجول (J).

أفكار للتدريس

- سوف تقوم، عند تناول هذا الموضوع، بتطوير فكرة بذل شغل، بما في ذلك الفكرة الآتية: كلّما ازدادت القوّة وازدادت المسافة التي يتحرّكها الجسم، ازداد مقدار الشغل المبذول والطاقة المنقولة.
- ابدأ بتكليف أحد الطلاب برفع حمل خفيف من الأرض إلى الطاولة. وكلّف طالبًا آخر برفع حمل أثقل إلى مستوى أعلى. ثمّ اطلب إليهما أن يصفا ما فعلاه من حيث القوى، ثم من حيث الطاقة. مَن منهما استخدم القوّة الأكبر؟ مَن منهما نقل طاقة أكبر؟ اطلب إليهما توضيح ذلك.
- اذكر أن ما فعله كل من الطالبَين هو بذل شغل، وأنّ القوّة التي أثّر بها كلّ منهما قد بذلت شغلاً، ونقلت طاقة إلى الحمل. يعني ذلك أنّ الشغل = نقل طاقة باستخدام قوة.
- ناقش الأمثلة الواردة في كتاب الطالب (الشكل ٦-٢).
- من المهمّ التأكيد أنّ مصطلح «الشغل» له على الصعيد العلمي معنى أكثر تحديدًا ممّا هو في الحياة اليومية. قد يعتقد الطلاب أنهم يبذلون شغلاً عندما يرفعون حملًا ثقيلًا ويبقونه على ارتفاع معيّن. صحيح أن أجسامهم تستخدم طاقة للقيام بذلك، لكن لا يتمّ في هذه الحالة نقل طاقة إلى الحِمل، بالتالي لا يتمّ بذل شغل على الحِمل.

- اختم الموضوع بمناقشة الأنشطة في صالة الألعاب الرياضية. واطرح أسئلة كهذه: كيف يُبذَل الشغل عند دفع الجسم إلى الأعلى أو عند رفع الأثقال؟ كيف يمكن زيادة مقدار الشغل المبذول؟

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يفكّر بعض الطلاب في الاستخدام اليومي لكلمة «شغل»، ويفترضون أن الشغل الميكانيكي يتم بذله حتّى في حالة عدم وجود حركة.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، السؤالان ٦–١ و ٦–٢
- كتاب النشاط، التمرين ٦–١ قوى تبذل شغلاً وتنقل طاقة
- يستطيع الطلاب أن يكتبوا وصفًا لأنشطتهم اليومية، مع الإشارة إلى القوى والشغل المبذول والطاقة المنقولة.

الموضوع ٦-٢: حساب الشغل المبذول

الأهداف التعليمية

٦–١ يعرِّف الشغل المبذول بأنّه مقدار القوّة اللازمة لإزاحة الجسم مسافة معيّنة في اتّجاه هذه القوّة، ويذكر المعادَلة الآتية ويستخدمها: ($W = Fd = \Delta E$)، ويبرهن فهمه أنّ الشغل المبذول = الطاقة المنقولة، وأن الشغل يُقاس بوحدة الجول (J).

أفكار للتدريس

- وضِّح للطلاب أن الشغل يعتمد على القوّة والمسافة المقطوعة. وبناء على ذلك سوف يرون أن من المنطقيّ ضرب الكمّيتَين معًا لإعطاء مقدار الشغل المبذول (وبالتالي الطاقة المنقولة). يمكنك مناقشة ذلك الأمر على النحو الآتي: كلّ مرّة يتمّ فيها رفع جسم ما مسافة متر، يكتسب الجسم مقدار الطاقة نفسه، ممّا يعني أنّ الشغل المبذول يتناسب مع المسافة المقطوعة.
- تخيّل أنك ترفع تفاحة واحدة وزنها 1 N إلى علوّ معيَّن. بعد ذلك، تخيل أنك ترفع إلى العلوّ نفسه كيسًا يحتوي على 10 تفاحات وزنها 10 N. أنت بذلك تبذل 10 أمثال كمّية الشغل عند رفع 10 أمثال الوزن خلال المسافة نفسها.
- استخدم المثال ٦–١ لتُظهِر كيف تستخدم المعادلة $W = Fd$.
- تابع مناقشة أمثلة (الشكل ٦–٤ في كتاب الطالب) من الحالات التي لا يتمّ فيها بذل شغل، لعدم وجود حركة في اتّجاه القوّة. يؤكّد المثال ٦–٢ كيفيّة اختيار القوى والاتّجاهات الصحيحة. يمكن استخدام هذا المثال أيضًا لإعادة النظر في فكرة كفاءة الطاقة التي وردت في الصف التاسع.
- يُعدّ **النشاط ٦–١ بذل شغل** نشاطًا بسيطًا يستدعي من الطلاب إجراء قياسات وحساب الشغل المبذول. وهو يتضمّن بعض الاقتراحات لحساب المزيد من الشغل، الأمر الذي يعزّز فكرة بذل شغل.
- يحتاج الطلاب أيضًا وبشكل واضح إلى تحديد القوّة التي تبذل الشغل والمسافة التي يتحرّكها الجسم في اتّجاه القوّة. قد يكون مُفيدًا أن يرسموا مخطّطات توضّح أسهُمًا للقوّة والمسافات.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- استخدم طريقة النقاش نفسها التي اعتمدتها في الموضوع الأوّل، موضّحًا للطلاب أن تجاربهم الشخصيّة ليست دليلاً جيّدًا ليُعرَف متى يتمّ بذل الشغل. فعندما يكون فوق رأسك جسم ثقيل فإنه يتمّ استهلاك طاقة، لكن لا يتمّ بذل أي شغل.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٦-٣ إلى ٦-٧
- كتاب النشاط، التمرين ٦-٢ حساب شغل مبذول
- كتاب النشاط، التمرين ٦-٣ قياس الشغل المبذول

الموضوع ٦-٣: القدرة

الأهداف التعليمية

٦-٢ يعرِّف القدرة بأنّها الشغل المبذول على الزمن المستغرق باستخدام الأمثلة المناسبة، ويذكر المعادلة الآتية ويستخدمها في الأنظمة البسيطة، بما في ذلك الدوائر الكهربائيّة: ($P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{t}$).

أفكار للتدريس

- بُني هذا الموضوع على ما تمّ تعلّمه عن الطاقة في الصف التاسع. وفيه، يحسب الطلاب القدرة على أنها شغل يتمّ بذله لكلّ وحدة زمن، أو الطاقة المنقولة لكلّ وحدة زمن.
- اطلب إليهم أن يسترجعوا كيف وصفتَ القدرة في الصف التاسع، واستخدم هذا الوصف لتقديم معادلتَي القدرة. وتُعدّ هذه فرصة جيّدة لتذكير الطلاب بأن كميّتَي الشغل المبذول والطاقة المنقولة متكافئتان وتقاسان بوحدة الجول (J).
- استخدم معادلات الطاقة لتوضِّح كيف أن الوات (W) مكافئ للجول في الثانية. فإذا كانت قدرة الجهاز التشغيلية 500 W يعني ذلك أنّه ينقل 500 J من الطاقة كل ثانية.
- وضّح للطلاب كيفية ارتباط وحدات الطاقة والقدرة بوحدات النظام الدولي SI الأساسية المتر (m) والكيلوغرام (kg) والثانية (s).
- **ورقة العمل ٦-١ حساب الشغل والقدرة**، تتضمّن بعض الأمثلة الأخرى للتدريب على تطبيق المعادلات.
- اختم الموضوع بربط هذه الأفكار بفكرة الغذاء كمصدر طاقة لنا. قد يستهلك الطالب العادي 10 MJ (10 ميغا جول) في اليوم، لذلك تكون قدرته تساوي 115.7 أي يبلغ متوسّط قدرته بشكل عام حوالي 100 W. ويتمّ معظم ذلك للحفاظ على عمليات الجسم بما في ذلك الدماغ (20 W).

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يحمل مصطلح «القدرة» عدّة معانٍ. فعندما نقول في حياتنا اليومية إنّ شخصًا يمتلك قدرة كبيرة، نقصد أنّ لديه إمكانيات كبيرة. لكن في العلوم، نعني بالقدرة معدّل نقل الطاقة؛ يمكننا حساب القدرة الميكانيكية لقوّة ما فقط عندما تسبِّب هذه القوّة حركة لجسم ما. ولكن عندما تؤثّر قوّة ما على جسمٍ دون تحريكه، فلا توجد قدرة.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٦-٨ إلى ٦-١١.
- أسئلة نهاية الوحدة
- كتاب النشاط، التمرين ٦-٤ القدرة
- ورقة العمل ٦-١ حساب الشغل والقدرة

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٦-١: بذل شغل

المهارات

- **يصف الخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة ويشرحها.**
- **يكوّن التنبّؤات والفرضيات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة).**
- **يحدّد المتغيّرات، ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكُّم في بعض المتغيِّرات.**
- **يعالج البيانات ويعرضها ويقدِّمها بما في ذلك استخدام الآلات الحاسبة والتمثيلات البيانية والميل.**
- **يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.**

المواد والأدوات والأجهزة

- لوح خشبي طويل
- طوب أو كتل أو غيرها من وسائل لرفع نهاية اللوح
- مكعّب خشبي مع خطّاف (عدد 1)
- ميزان زنبركي (عدد 1)
- مسطرة
- شريط متري

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- يجب على الطلاب توخّي الحذر أثناء التعامل مع اللوح الخشبي الطويل. لا ينبغي أن يميل اللوح بزاوية أكبر من حوالي 30°.

ملاحظات

- يشجّع هذا النشاط الطلاب على حساب الشغل المبذول وطاقة وضع الجاذبية (G.P.E.). يتطلّب الأمر منهم بشكل أساسي تحديد كفاءة عملية سحب جسم ما إلى أعلى مُنحدَر، لأن الشغل المبذول في السحب سيكون دائمًا أكبر من التغيُّر في طاقة وضع الجاذبية.
- ليس من الضروري سحب الحمل على طول اللوح بالكامل. يكفي التأثير بقوّة سحب لازمة للحفاظ على سرعة ثابتة فوق اللوح.
- شجّع طلابك على تمديد الاستقصاء ليعاينوا كيف تتأثّر النتيجة بطبيعة سطح المنحدَر، لأن الشغل المبذول في السحب سيكون أكبر بكثير من تغيُّر طاقة وضع الجاذبية فيما لو كان السطح خشنًا وليس أملس (أملس = أكبر كفاءة). أضف إلى ذلك دور زاوية الانحدار، التي كلّما كبرت تقلّ قوّة الاحتكاك لنفس المنحدَر (أكثر انحدارًا = أكثر كفاءة)، أمّا وزن الحِمل فقد يكون تأثيره ضئيلًا.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٦-١ يتطلّب رفع كيس من الريش (15 kg) بذل شغل أكثر لأن كتلته أكبر.

٦-٢ قوّة الجاذبية (وزن الكُرة).

٦-٣ وحدة قياس الشغل هي الجول (J).

٦-٤ 0.50 MJ (تتحوّل كامل طاقة حركة السيّارة إلى شغل تبذله قوّة الفرامل لإيقاف السيارة).

٦-٥ أ. الشغل الذي تبذله القوَّة.

$$W = F \times d$$

$$= 1.0 \times 1.0$$

$$W = 1.0 \text{ J}$$

ب. الشغل الذي تبذله القوّة الأخرى.

$$W = F \times d$$

المسافة d التي يتحرّكها الصندوق:

$$d = \frac{W}{F}$$

$$= \frac{10}{5.0}$$

$$d = 2 \text{ m}$$

٦-٦ تبذل القوّة 500 N شغلاً مقداره:

$$= 500 \times 10$$

$$W = 5000 \text{ J}$$

تبذل القوّة 100 N شغلاً مقداره:

$$= 100 \times 40$$

$$W = 4000 \text{ J}$$

لذلك تبذل القوّة 500 N شغلاً أكبر ممّا تبذله القوّة 100 N.

٦-٧ قوّة الشدّ في الخيط لا تتحرّك (في وضع ساكن) بالتالي لا تبذل شغلاً.

٦-٨ يتساويان لأن الشغل المبذول يساوي الطاقة المنقولة ($W = \Delta E$).

٦-٩ القدرة الناتجة من المحرّك.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{10\,000}{2} = 5000 \text{ W}$$

٦-١٠ الشغل الذي يبذله علي:

$$W = F \times d$$

$$= 250 \times 2$$

$$W = 500 \text{ J}$$

قدرة علي:

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

$$= \frac{500}{4}$$

$$P = 125 \text{ W}$$

٦-١١ معادلة القدرة:

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

الطاقة المنقولة بواسطة المحرّك:

$$\Delta E = P t$$

$$= 2200 \times 90$$

$$\Delta E = 198\,000 \text{ J}$$

٦-١٢ قوة شدّ الجمل:

$$F = 5000 \times 2.5 = 12\,500 \text{ N}$$

المسافة:

$$d = 12 \times 1000 = 12\,000 \text{ m}$$

الشغل الذي بذله الجمل:

$$W = F \times d$$

$$= 12\,500 \times 12\,000$$

$$W = 1.5 \times 10^8 \text{ J}$$

الزمن:

$$t = 3 \times 60 \times 60 = 10\,800 \text{ s}$$

قدرة الجمل:

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

$$= \frac{1.5 \times 10^8}{10\,800}$$

$$P = 13\,888 \text{ W}$$

تقريبًا 14 000 W أو 14 kW

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٦-١: قوى تبذل شغلاً وتنقل طاقة

أ ١. الشغل المبذول بواسطة قوّة يُحسب كقوّة مضروبة في **المسافة التي يتحرّكها الجسم** في اتّجاه القوّة.

وحدة قياس الشغل المبذول هي **الجول (J)**.

٢. مع نقل المزيد من الطاقة، فإنّ الشغل المبذول **يزداد**.

ب ١. تزداد طاقة الصندوق المخزّنة لأن الصندوق يرتفع؛ لذلك تزداد طاقة وضع الجاذبية (G.P.E.) له؛ لأن التغيُّر في طاقة وضع الجاذبية يتناسب مع التغيُّر في ارتفاع الصندوق.

٢. (أ) يتمّ نقل طاقة من عبدالعزيز إلى الصندوق.

(ب) القوّة التي يؤثِّر بها عبدالعزيز يتمّ استخدامها لتحريك الصندوق، وبالتالي تبذل هذه القوّة شغلاً على الصندوق.

ج – لأن القوّة 20 N أكبر من القوّة 10 N؛

– لأن القوّة 20 N تتحرّك مسافة أكبر من القوّة 10 N.

تمرين ٦-٢: حساب شغل مبذول

أ الشغل الذي بذله محمد:

$W = F \times d$

$= 75 \times 4.0$

$W = 300\ \text{J}$

ب ١. الشغل الذي بذلته الرافعة في رفع الطوب:

$W = F \times d$

$= 2500 \times 6.0$

$W = 15\ 000\ \text{J}$

٢. الطاقة التي تمّ نقلها إلى الطوب:

$\Delta E = W = 15\ 000\ \text{J}$

٣. طاقة وضع الجاذبية (G.P.E.).

ج ١. الشغل الذي تبذله أحلام لرفع الصندوق:

$W = F \times d$

$= 120 \times 1.6$

$W = 192\ \text{J}$

٢. الشغل الذي تبذله أحلام لرفع الصندوق بواسطة المستوى المائل:

$W = F \times d$

$= 80 \times 3.0$

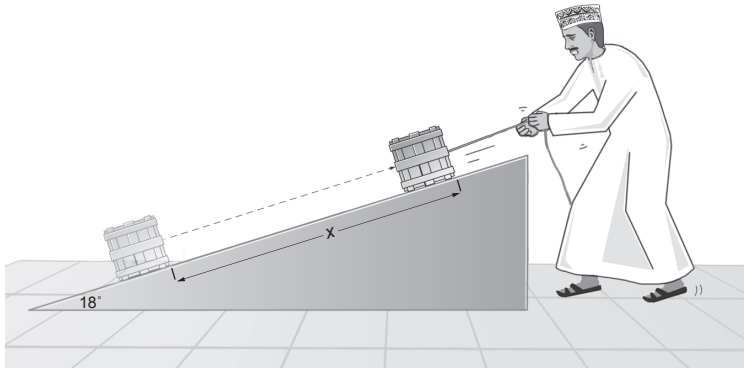
$W = 240\ \text{J}$

٣. بذلت أحلام المزيد من الشغل في دفع الصندوق إلى أعلى للتغلُّب على قوّة احتكاك الصندوق على المستوى المائل.

تمرين ٦-٣: قياس الشغل المبذول

أ لقياس مقدار القوّة F يستخدَم أحمد ميزانًا زنبركيًّا.

ب



ج الشغل المبذول = القوّة × المسافة المقطوعة (في اتّجاه القوّة).

$$W = F \times d$$

د يمكن استخدام الجدول التالي لتسجيل القياسات، ولحساب الشغل الذي تبذله القوّة.

الزاوية (درجة)	القوة (N)	المسافة المقطوعة (m)	الشغل المبذول (J)

تمرين ٦-٤: القدرة

أ ١. القدرة = $\frac{\text{الطاقة المنقولة}}{\text{الزمن المستغرق}}$

الطاقة المنقولة = القدرة × الزمن المستغرق

$$\Delta E = P t$$

كمّية الطاقة التي ينقلها المُحرِّك A:

= 2500 × 10

ΔE = 25 000 J

٢. ينقل المحرِّك A الطاقة بشكل أسرع من المحرِّك B لأن قدرته أكبر / المحرِّك A ينقل 2500 J في الثانية والمحرِّك B ينقل 1000 J في الثانية.

ب الشغل الذي بذله الحصان:

$W = F \times d$

$= 800 \times 55$

$W = 44\ 000\ \text{J}$

الزمن:

$t = 1 \times 60 = 60\ \text{s}$

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الطاقة المنقولة}}{\text{الزمن المستغرق}}$$

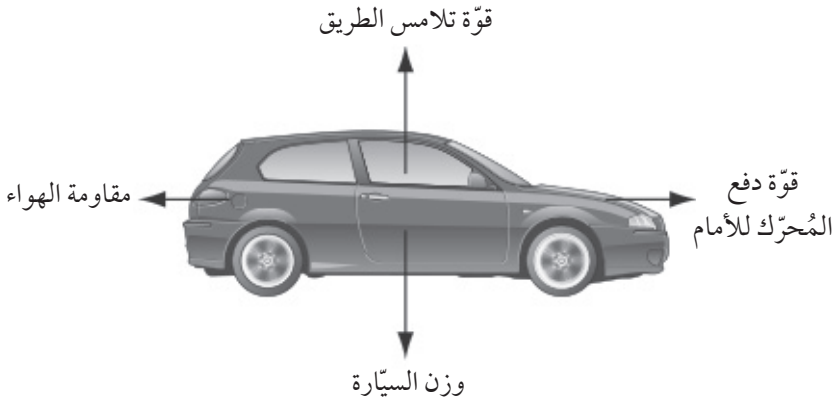
قُدرة الحصان:

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

$$= \frac{44\ 000}{60}$$

$P = 733.33\ \text{W}$

ج ١.



٢. الزمن:

$t = 60\ \text{s}$

المسافة التي قطعتها السيارة خلال دقيقة:

$d = v \times t$

$d = 30 \times 60 = 1800\ \text{m}$

الشغل الذي بذله محرِّك السيّارة:

$W = F \times d$

$= 1600 \times 1800$

$W = 2\ 880\ 000\ \text{J}$

٣. القدرة التي يوفّرها محرِّك السيّارة:

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

$$= \frac{2\ 880\ 000}{60}$$

$= 48\ 000\ \text{W}$

$P = 48\ \text{kW}$

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٦-١: حساب الشغل والقدرة

١ أ. وزن الثقل:

$W = m g$

$= 15\,000 \times 10$

$W = 150\,000$ N

ب. الشغل الذي بذلته الرافعة:

$W = F \times d$

$= 150\,000 \times 20$

$W = 3000\,000$ J

ج. قُدرة الرافعة:

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

$$= \frac{3000\,000}{25}$$

$P = 120\,000$ W أو 120 kW

د. لأنه يتمّ هدر بعض الطاقة كحرارة في المُحرّك وقوى الاحتكاك، ويتمّ أيضًا رفع خطّاف الرافعة؛ إلخ.

٢ أ. قوّة المكابح:

$F = m a$

$= 20\,000 \times 2.0$

$F = 40\,000$ N

ب. الشغل المبذول بواسطة قوة المكابح:

$W = F \times d$

$= 40\,000 \times 196$

$W = 7840\,000$ J

ج. لإيقاف الشاحنة، يجب أن تكون لها طاقة حركة في النهاية مُنخفِضة إلى الصفر. يتمّ تحويل كامل طاقة حركة الشاحنة الابتدائية هذه إلى طاقة حرارية نتيجة الشغل الذي بذلته قوّة المكابح.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. الشغل المبذول هو كمّية الطاقة المنقولة عندما يؤثِّر جسم ما بقوّة على جسم آخر، أو الطاقة المنقولة بواسطة قوّة عندما تتحرّك.

ب. وحدة قياس الشغل المبذول هي الجول (J).

ج. الشغل المبذول = الطاقة المنقولة

$W = \Delta E$

٢ الشغل المبذول على الكتاب:

$W = F \times d$

$= 2.2 \times 1.4$

$W = 3.08\ \text{J}$ أو $3.1\ \text{J}$

٣ طول الطريق:

$d = 5 \times 10^3 = 5000\ \text{m}$

قوّة محرّك القطار:

$F = 350 \times 1000 = 350\ 000\ \text{N}$

الشغل الذي بذله محرّك القطار:

مع تعويض F و d في المعادلة:

$W = F \times d$

$= 350\ 000 \times 5000$

$W = 1.75 \times 10^9\ \text{J}$

٤ إيجابية المستوى المائل: يتطلّب قوّة F أصغر من وزن الصندوق mg.

سلبية المستوى المائل: يتطلّب مسافة أطول للتحرّك / يتطلّب قوّة أكبر بقليل من القوّة F في حال وجود احتكاك، وتبقى أقلّ من وزن الصندوق mg.

٥ **أ.** القدرة هي معدّل نقل الطاقة، أو القدرة $= \frac{\text{الطاقة المنقولة}}{\text{الزمن المستغرق}}$ أو الطاقة المنقولة لكلّ وحدة زمن.

القدرة هي معدّل بذل الشغل، أو القدرة $= \frac{\text{الشغل المبذول}}{\text{الزمن المستغرق}}$ أو الشغل المبذول لكلّ وحدة زمن.

ب. قدرة الإبريق الكهربائي:

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

$= \frac{380\ 000}{190}$

$P = 2000\ \text{W}$ أو $2\ \text{kW}$

٦ **أ.** $P = \frac{W}{t}$

الشغل المبذول لتشغيل محرّك الدرّاجة الكهربائية:

$W = P\,t$

$= 300 \times 60$

$W = 18\ 000\ \text{J}$ أو $18\ \text{kJ}$

ب. الشغل الذي يبذله محرّك الدرّاجة الكهربائية:

$$W = F\,d$$

$$= 1000 \times 4$$

$$W = 4000\ \text{J}$$

مُعادَلة القدرة: $P = \frac{W}{t}$

الزمن الذي يستغرقه محرّك الدرّاجة الكهربائية لتحريك الدرّاجة والراكب:

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

$$= \frac{4000}{200}$$

$$t = 20\ \text{s}$$

الوحدة السابعة: الضغط

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٧-١	٧-١ الضغط على سطح و ٧-٢ حساب الضغط	١ ١	الأسئلة من ٧-١ إلى ٧-٦	تمرين ٧-١ الضغط
	المُلخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوعان ٧-١: الضغط على سطح و ٧-٢: حساب الضغط

الأهداف التعليمية

٧-١ يربط الضغط بالقوّة والمساحة باستخدام الأمثلة المناسبة، ويذكر المعادلة الآتية ويستخدمها: $P = \frac{F}{A}$، ويذكر أنّ الضغط يُقاس بوحدة الباسكال $\mathrm{Pa} = \frac{1\ \mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}$.

أفكار للتدريس

- ذكّر الطلاب بما تعلّموه عن ضغط الغاز في الوحدة الخامسة من الصف التاسع، واطلب إليهم وصف ما يعرفونه عن ضغط الغاز. استخدم هذا الوصف لتقديم مُعادَلة الضغط وإعطاء أمثلة على كيفيّة تأثير الضغط أيضًا بين المواد الصلبة المُتلامسة.
- بعد أن اتّضح أعلاه أن الضغط يؤثّر على مساحة ما، تابع تقديم المُعادَلة التي تُحدِّد الضغط، بالإضافة إلى وحدات قياس الضغط في النظام الدولي للوحدات (SI) (قد ترغب في ذكر وحدات أخرى يصادفها الطلاب).
- ناقش الطلاب في المثال ٧-١ لإظهار كيفيّة استخدام المُعادَلة. تأكّد من أنّهم يستطيعون إعادة ترتيب المُعادَلة، علمًا أنّ أسئلة كتاب الطالب من ٧-١ إلى ٧-٦ تستخدم هذه الأفكار.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يعتقد بعض الطلاب أن الضغط يؤثّر في اتّجاه الأسفل فقط. ادفع دبوسًا في لوحة المُلاحظات الموجودة في خلفية الصف ووجّه، الطلاب إلى ملاحظة أن الضغط يؤثّر أيضًا في الاتّجاه الأفقي، وقد يؤثّر في جميع الاتّجاهات كما في حالة نفخ البالون، ممّا يدلّ على أن الضغط يؤثّر عموديًّا على الأسطح.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٧-١ إلى ٧-٦
- كتاب النشاط، التمرين ٧-١ الضغط
- أسئلة نهاية الوحدة

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٧-١ الضغط = $\frac{\text{القوّة}}{\text{المساحة}}$ أو $P = \frac{F}{A}$.

٧-٢ وحدة قياس الضغط في النظام الدولي للوحدات (SI) هي الباسكال (Pa).

٧-٣ بما أن القوى متساوية لذلك سيكون الضغط الأكبر على المساحة الأصغر أي المساحة $1.0\ cm^2$

٧-٤

$$P = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{40\ 000}{2}$$

$$= 20\ 000\ Pa$$

$$P = 2 \times 10^4\ Pa$$

٧-٥ مساحة القاع (A) = الطول × العرض

$$A = 10.0 \times 4.0$$

$$A = 40\ m^2$$

القوّة التي يؤثر بها الماء على قاع الحوض:

$$F = P \times A$$

$$= 15\ 000 \times 40$$

$$= 600\ 000\ N$$

$$F = 6 \times 10^5\ N$$

٧-٦ أ. الحجم = الطول × العرض × الارتفاع

حجم خزّان الزيت (V):

$$V = 2.0 \times 1.5 \times 1.0$$

$$V = 3.0\ m^3$$

ب. الكثافة = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

كتلة الزيت (m):

$$= 920 \times 3$$

$$m = 2760\ kg$$

وزن الزيت:

$$W = mg$$

$$= 2760 \times 10$$

$$W = 27\ 600\ N$$

ج. $F = W = 27\,600\ \text{N}$

الضغط على قاع الخزّان:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{27\,600}{(1.5 \times 2.0)}$$

$$P = 9200\ \text{Pa}$$

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٧-١: الضغط

أ

١.

الكمِّية	الرمز	الوحدة الدولية (SI)
الضغط	P	باسكال (Pa)
القوّة	F	النيوتن (N)
المساحة	A	المتر المربّع (m^2)

الجدول ٧-١

٢. $F = P \times A$ $\quad A = \frac{F}{P}$

ب

١. عند الوقوف على قدم واحدة بدل قدمَين، تؤثّر القوّة (وزن الجسم) المُتّجهة للأسفل على مساحة أصغر، وبالتالي يكون الضغط أكبر على السطح الجليدي ويزيد من احتمال تكسُّر سطح الجليد.

٢. تحتاج إلى توزيع وزنك على مساحة أكبر، لذلك ازحف فوق الجليد أو استخدم أداة مساعدة صناعية مثل لوح تزلُّج لتوزيع وزنك على مساحة أكبر وبالتالي يقلّ الضغط.

ج

الضغط الناتج:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{200}{0.4}$$

$$P = 500\ \text{Pa}$$

د

القوّة المؤثِّرة على السطح الداخلي للإطار:

$$F = P \times A$$

$$= 250\,000 \times 0.64$$

$$= 160\,000\ \text{N}$$

$$F = 1.6 \times 10^5\ \text{N}$$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. $P = \frac{F}{A}$

ب. الوحدة الدولية: باسكال (Pa).

الوحدة المكافئة: N/m^2 أو نيوتن لكل متر مربّع.

٢ أ. الجزء (أ) مدبَّب، أي مساحة مقطع أصغر، لزيادة الضغط على لوحة الإعلانات. بالتالي تقلّ القوّة المطلوبة لجعل الدبوس يدخل بسهولة في لوحة الإعلانات.

ب. الجزء (ب) عريض ومُسطَّح أي ذو مساحة مقطع أكبر لتقليل ضغط الإصبع على السطح العريض.

٣ أ. الضغط الذي يؤثِّر به هذا الشخص على الأرضية بقدمَيه:

$$P = \frac{F}{A}$$
$$= \frac{875}{350}$$
$$P = 2.5\ N/cm^2$$

ب. مساحة التلامس بين نعل حذاء واحد والأرضية:

$$A = \frac{350}{2}$$
$$A = 175\ cm^2$$

الضغط الذي يؤثِّر به هذا الشخص على الأرضية بقدم واحدة:

$$P = \frac{875}{175}$$
$$P = 5\ N/cm^2$$

أو

عند التأثير بقدم واحدة نقصت المساحة إلى النصف وبالتالي يزداد الضغط إلى الضعف مع ثبات القوّة.

الضغط على قدمَين = $2.5\ N/cm^2$

وبالتالي الضغط على قدم واحدة سوف يصبح:

$$P = 2.5 \times 2$$
$$P = 5\ N/cm^2$$

٤ المقص الحادّ، لأن شفرته المُلامِسة للبطاقة لها مساحة تلامس أصغر من المقصّ ذي الشفرات غير الحادّة؛ لذا فإن ضغط المقص الحادّ على البطاقة أكبر؛ وبالتالي هناك حاجة إلى قوّة أقلّ لقصّ قطعة الورق المقوّى.

٥ $P = \frac{F}{A}$

القوّة اللازمة لجعل المسمار يدخل في الخشب:

$$F = P \times A$$
$$= 1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{8}$$
$$F = 400\ N$$

الوحدة الثامنة: فيزياء النواة

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٨-١، ٨-٢، ٨-٣، ٨-٤	٨-١ بنية النواة	٢	الأسئلة من ٨-١ إلى ٨-٦	تمرين ٨-١ الجُسيمات المكوّنة للذرّة تمرين ٨ -٢ النظائر ورقة العمل ٨-١ بُنية النواة
	المُلخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوع ٨-١: بنية النواة

الأهداف التعليمية

٨-١ يصف مكوّنات النواة في ضوء البروتونات والنيوترونات.

٨-٢ يستخدم مصطلحي العدد الذرّيّ Z والعدد الكتليّ A.

٨-٣ يستخدم مصطلح النظائر ويشرحه.

٨-٤ يستخدم مصطلح النويدة ويفسّره، ويستخدم الصيغة الآتية للنويدة: ${}^{A}_{Z}X$.

أفكار للتدريس

- ابدأ بتلخيص أفكار النموذج الحركي للمادّة والتي تطرّق لها الطالب في الوحدة الخامسة من الصف التاسع. يجب أن يتذكّر الطلاب أن المادّة مكوّنة من جُسيمات تؤثّر بقوى على بعضها البعض. في هذه الوحدة، سوف ننظر إلى هذه الجُسيمات بمزيد من التفصيل. (في الحالات السابقة التي تمّ فيها بناء نماذج للموادّ الصلبة والسائلة والغازيّة، كان من المناسب للطلاب اعتبار الذرّات كُرات صلبة بدون بنية داخلية. ولكن الآن، عند معالجة موضوع النشاط الإشعاعي، لا بدّ من أن يفهم الطلاب بُنية الذرّة من حيث مكوّناتها الثلاثة: البروتونات والنيوترونات والإلكترونات).
- قد يتساءل الطلاب: لماذا الشحنات الموجبة للبروتونات في النواة يجب أن تتنافر؟ إذا واجهت هذا التساؤل، أوضح لهم أن هناك قوّة أخرى داخل النواة، هي القوّة النووية القوية، التي تحافظ على هذه الجُسيمات معًا في النواة. إلا أنّ القوّة النووية القوية ليست من متطلّبات المنهج الدراسي للصف العاشر.
- وضّح أن هذا النموذج للذرّة هو تمثيل لجميع أنواع الذرّات المختلفة والمنتشرة حولنا. ثمّ صِف الأنواع الثلاثة للجُسيمات التي تتكوّن منها الذرّات.
- اشرح كيف نستخدم الصيغة ${}^{A}_{Z}X$ لتمثيل نواة ذرّة ما. ووضِّح دلالة الرموز من حيث عدد البروتونات والنيوترونات، واشرح كيفيّة استنتاج هذه الأعداد من تلك الصيغة. (قد تحتاج إلى استخدام الجدول الدوري لتوضيح تلك الأعداد).

- اشرح لماذا نقول إن جميع الذرّات التي لها عدد ذرّي معيّن Z هي ذرّات لعنصر معيّن، وأنّها جميعًا تمتلك الخصائص الكيميائية نفسها. ومع ذلك، قد تختلف عن بعضها في عدد نيوتروناتها، بحيث يختلف عددها الكتلي، تُشكّل تلك نظائر العنصر. (قد يكون الطلاب على دراية بالكتلة الذرّية من الكيمياء؛ هذه قيمة متوسّطة تراعي نِسَب النظائر المختلفة).
- تحتوي **ورقة العمل ٨–١ بُنية النواة** على بعض الأسئلة لتطوير هذه الأفكار.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يعتقد بعض الطلاب أن المسافات داخل الذرّات تحتوي على هواء، ولكن الحقيقة أن معظم الذرّة فراغ.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٨–١ إلى ٨–٦
- كتاب النشاط، التمرين ٨–١ الجُسيمات المكوّنة للذرّة
- كتاب النشاط، التمرين ٨–٢ النظائر
- ورقة العمل ٨–١ بُنية النواة
- أسئلة نهاية الوحدة

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٨-١ البروتونات والنيوترونات.

٨-٢ **أ.** عدد نيكليونات ذرّة الأكسجين 17

ب. عدد بروتونات ذرّة الأكسجين 8

٨-٣ رمز نويدة الرصاص: $^{210}_{82}Pb$

٨-٤ عدد البروتونات في نواة ذرّة الفضّة 47

عدد النيوترونات في نواة ذرّة الفضّة:

$N = A - Z = 107 - 47 = 60$

تحتوي نواة ذرّة الفضّة على 47 بروتونًا و 60 نيوترونًا.

٨-٥ **أ.** عدد البروتونات (هو نفس عدد الإلكترونات في ذرّة مُتعادِلة).

ب. عدد النيوترونات.

٨-٦ **أ.** لكلّ صفّ، $A = Z + N$، لذلك $Z = A - N$ و $N = A - Z$.

النويدة	العدد الذرّي (Z)	عدد النيوترونات (N)	العدد الكتلي (A)
1	6	6	**12**
2	**7**	6	13
3	7	**7**	14
4	**6**	8	14
5	**5**	6	11
6	**6**	7	13

ب. نويدة 1، نويدة 4، نويدة 6، هي نظائر لعنصر واحد.

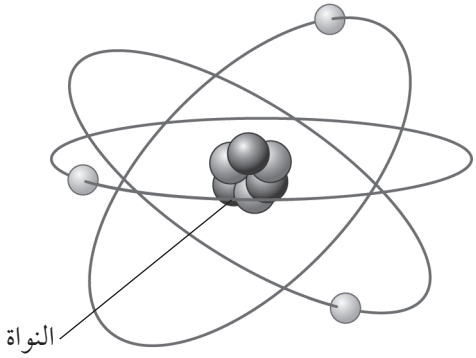
ج. نويدة 2، نويدة 3، هما نظيران لعنصر آخر.

د. البورون (B)، الكربون (C)، النيتروجين (N).

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٨-١: الجُسيمات المكوّنة للذرّة

أ



ب

١. تحتوي النواة على معظم كتلة الذرّة.

٢. تحتوي النواة على كامل شحنة الذرّة الموجبة.

ج

الوصف	نوع الجُسيمات
تُشكِّل هذه الجُسيمات النواة	البروتونات + النيوترونات
توجد هذه الجُسيمات خارج النواة	الإلكترونات
لهذه الجُسيمات كتلة صغيرة جدًّا	الإلكترونات
ليس لهذه الجُسيمات شحنة كهربائية	النيوترونات
لهذه الجُسيمات شحنة مُعاكسة لشحنة الإلكترون	البروتونات

الجدول ٨-١

د

١. العدد الذرّي (Z) هو 6

٢. العدد الكتلي (A) هو 13

٣. عدد النيوترونات الموجودة في النواة هو $N = A - Z = 13 - 6 = 7$.

هـ

العدد الذرّي:

$Z = 8$

العدد الكتلي:

$A = Z + N$

$A = 8 + 8 = 16$

رمز النواة $^{16}_{8}O$

تمرين ٨-٢: النظائر

أ ١. عدد البروتونات في النواة.

٢. عدد النيوترونات.

ب ١. العدد الذرّي:

$Z = 5$

العدد الكتلي:

$A = Z + N$

$A = 5 + 5 = 10$

رمز هذه النويدة $^{10}_{5}B$

ج ١. لكلّ صفّ، $A = Z + N$، لذلك $Z = A - N$ و $N = A - Z$.

النُّوَيدة	عدد البروتونات (Z) العدد الذرّي	عدد النيوترونات (N)	عدد النيوكليونات (A) العدد الكتلي	اسم العنصر	رمز العنصر $^{A}_{Z}X$
1	4	5	**9**	بريليوم	$^{9}_{4}Be$
2	5	7	**12**	بورون	$^{12}_{5}B$
3	**4**	8	8	بريليوم	$^{8}_{4}Be$
4	6	**5**	11	كربون	$^{11}_{6}C$
5	**5**	6	11	بورون	$^{11}_{5}B$

الجدول ٨-٢

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٨-١: بُنية النواة

١ أ. العدد الذرّي (Z) لهذه النواة هو 2

ب. العدد الكتلي (A) لهذه النواة:

$A = Z + N$

$A = 2 + 2 = 4$

ج. رمز هذه النويدة $^{4}_{2}He$.

٢ أ. العدد الذرّي (Z) لهذه النواة هو 13

ب. العدد الكتلي (A) لهذه النواة هو 27

ج. عدد النيوترونات (N) هو:

$N = A - Z$

$N = 27 - 13 = 14$

٣ لكلّ صفّ، $A = Z + N$، لذلك $Z = A - N$ و $N = A - Z$.

العنصر		النُّوَيدة			رمز النُّوَيدة
الاسم	الرمز	عدد البروتونات (Z)	عدد النيوترونات (N)	عدد النيوكليونات (A)	
الكربون	C	6	**6**	**12**	$^{12}_{6}C$
النيتروجين	N	**7**	**7**	**14**	$^{14}_{7}N$
الأكسجين	O	**8**	**8**	**16**	$^{16}_{8}O$
الفلور	F	9	10	**19**	$^{19}_{9}F$
النيون	Ne	**10**	10	20	$^{20}_{10}Ne$
الصوديوم	Na	11	**12**	23	$^{23}_{11}Na$
الأكسجين	O	**8**	9	17	$^{17}_{8}O$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ النيوترونات والبروتونات.

٢ أ. ١. رمز العدد الذرّي Z.

٢. رمز العدد الكتلي A.

ب. يوجد 53 بروتونًا.

$N = A - Z$

$127 - 53 = 74$

و 74 نيوترونًا.

٣ أ. نظائر عنصر الكربون.

ب. أوجه التشابُه: لديها جميعًا نفس العدد الذرّي (عدد البروتونات) / جميعها لديها 6 بروتونات.

أوجه الاختلاف: أعداد كتلية مختلفة بالتالي أعداد مختلفة من النيوترونات / لدى الكربون-12 (^{12}C) 6 نيوترونات، لدى الكربون-13 ^{13}C 7 نيوترونات، ولدى الكربون-14 (^{14}C) 8 نيوترونات.

٤ أ. تتكوَّن النُّوَيدة من نوع واحد من النوى / نوع واحد من الذرّات، مع عدد مُحدَّد من البروتونات وعدد مُحدَّد من النيوترونات.

ب. الرمز الكيميائي لعنصر التكنيشيوم (Tc) هذا:

العدد الذرّي (Z) هو 43

العدد الكتلي (A) هو:

$A = Z + N = 43 + 56 = 99$

$^{99}_{43}Tc$

الوحدة التاسعة: النشاط الإشعاعي

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٩-١، ٩-٢	٩-١ النشاط الإشعاعي في كلّ مكان	٢	الأسئلة من ٩-١ إلى ٩-٥ نشاط ٩-١ (إثرائي) إشعاع الخلفية	
٩-٣، ٩-٤، ٩-٥، ٩-٦، ٩-٧	٩-٢ فهم النشاط الإشعاعي	٢	الأسئلة من ٩-٦ إلى ٩-١١ نشاط ٩-٢ (إثرائي) المقارنة بين الإشعاعات	تمرين ٩-١ طبيعة الإشعاع
٩-٨	٩-٣ استخدام النظائر المشعّة	١	السؤالان ٩-١٢ و ٩-١٣	تمرين ٩-٢ استخدام الموادّ المشعّة
	الملخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوع ٩-١: النشاط الإشعاعي في كلّ مكان

الأهداف التعليمية

٩-١ يصف الطبيعة العشوائيّة للانبعاثات الإشعاعيّة.

٩-٢ يفهم مصطلح إشعاع الخلفية.

أفكار للتدريس

- خذ في الحسبان أن لدى الطلاب أفكارًا حول مخاطر الإشعاع والمواد المشعّة (على الرغم من أنهم قد يخلطون بين الاثنين). لكنّهم قد يُفاجأون عندما يعلمون أننا نتعرّض للإشعاع طوال الوقت، وأن هذا يشكّل خطرًا محدودًا على الصحة. سوف يكتشف الطلاب المزيد حول المخاطر المحتمَلة والتعامُل الآمن مع المواد المشعّة في الوحدة الحادية عشرة.
- ابدأ باستخدام عدّاد جيجر للكشف عن إشعاع الخلفية. واعرض المخطّط البياني الدائري (الشكل ٩-١ في كتاب الطالب) الذي يوضّح المصادر المختلفة لهذا الإشعاع، بما في ذلك المصادر الصناعية.
- اذكر للطلاب أن الإشعاع غير مرئي، وهذا يعني أننا في حاجة إلى طرق للكشف عنه. اشرح (ووضّح حيثما أمكن) بعض الطرق كالكشف الفوتوغرافي، وعدّادات جيجر.
- وضّح للطلاب، لدى الاستماع إلى عدّاد جيجر وهو يكشف إشعاع الخلفية، أن النشاط الإشعاعي هو عملية عشوائية، وأننا لا نستطيع التنبّؤ بموعد وقوع الحدث التالي، لكن يمكننا قياس معدَّل العدّ. استخدم عيِّنة صخرية مشعّة لتُظهر أن بعض الموادّ الطبيعية أكثر إشعاعية من غيرها (إذا توفّرت في المدرسة).
- الملاحظات في **النشاط الإثرائي ٩-١ إشعاع الخلفية** تقترح بعض العروض التوضيحية المناسبة التي يمكنك إجراؤها.

- أكّد على تطبيق احتياطات الأمان بحذافيرها، ولا سيّما لدى التعامُل مع الموادّ المُشعّة. ووضّح للطلاب أن تطبيقك لهذه الإجراءات إنّما يهدف إلى حمايتهم وحماية نفسك من أي ضرر ينجم عن الموادّ المشعّة. وعليك في المقابل ألّا تتعرّض لإشعاعات تفوق مستوى إشعاع الخلفية.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٩-١ إلى ٩-٥
- بإمكانك أن تطلب إلى الطلاب كتابة تقرير مبسّط عن كيفية اختلاف إشعاع الخلفية من مكان إلى آخر حول العالم، ولماذا تختلف النسب قليلًا بين البلدان.

الموضوع ٩-٢: فهم النشاط الإشعاعي

الأهداف التعليمية

٩-٣ يذكر أنّ عمليّة التأيّن هي فقدان أو اكتساب الذرّة المتعادلة للإلكترونات.

٩-٤ يتعرّف أنّ الإشعاع المؤيّن يمكن استخدامه لوصف الانبعاثات الإشعاعيّة.

٩-٥ يحدّد الانبعاثات الإشعاعية من نوع ألفا (α) وبيتا (β) وجاما (γ) عن طريق تذكّر الآتي:

- تكوينها
- آثارها المؤيّنة النسبيّة
- قدرتها الاختراقيّة النسبيّة

(لا تتضمّن هذه الإشعاعات جسيمات بيتا الموجبة β^+: سوف تُستخدم جسيمات بيتا β للإشارة إلى جسيمات بيتا السالبة β^-).

٩-٦ يصف انحراف جسيمات ألفا (α) وجسيمات بيتا (β) وأشعة جاما (γ) في المجالات الكهربائيّة والمغناطيسيّة.

٩-٧ يصف الكشف عن جسيمات ألفا (α) وجسيمات بيتا (β) وأشعّة جاما (γ).

أفكار للتدريس

- اشرح ما يحدث عندما ينبعث الإشعاع من مادة مشعّة. صف الأنواع الثلاثة للإشعاع، وانبعاثها من النواة.
- اشرح أن معرفتنا لهذه الإشعاعات تأتي من خصائصها المختلفة. وضّح امتصاصها في الهواء والورق والألومنيوم والرصاص (كما تم تلخيصه في الشكل ٩-٣ في كتاب الطالب). تقترح ملاحظات **النشاط الإثرائي ٩-٢ المقارنة بين الإشعاعات** بعض العروض التوضيحية المناسبة التي يمكنك إجراؤها.
- اشرح أن الإشعاعات يتمّ امتصاصها؛ لأنها تُسبِّب تأيُّن المادّة التي تمتصّها، وتفقد هذه الإشعاعات الطاقة نتيجة لذلك. ناقش كيف ترتبط قدرة الاختراق بالتأيُّن.
- اذكر للطلاب أن الإشعاع خطير، وهذا يعني وجوب التعامُل مع الموادّ المشعّة بحذر. تأكّد من أنك أوضحت لهم جميع احتياطات الأمان والسلامة. سوف يكتشفون المزيد عن المخاطر المحتملة والتعامُل الآمن مع المواد المشعّة في الوحدة الحادية عشرة.
- يمكنك أيضًا شرح ما نعنيه بالتأيُّن.
- اشرح كيف تتأثّر بعض الإشعاعات بالمجالات الكهربائية والمغناطيسية. وهذه فرصة لإعادة النظر في سلوك الجُسيمات المشحونة. يتضمن التمرين ٩-١ طبيعة الإشعاع في كتاب النشاط أسئلة حول هذا الموضوع.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يتخيّل الطلاب أن ذرّة أو نواة مفردة تطلق كمّيات كبيرة من الإشعاع، مثل البندقية التي تُطلِق رشقًا من الرصاص. يجب أن يفهموا أن الاضمحلال المفرد لنواة ذرّة ما قد يؤدّي إلى استقرارها، ولا تعود بالتالي قادرة على الاضمحلال، وبعث الإشعاعات. (بالطبع، هناك سلاسل اضمحلال، لكن لم تتمّ تغطيتها هنا).

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ٩-٦ إلى ٩-١١
- كتاب النشاط، التمرين ٩-١ طبيعة الإشعاع

الموضوع ٩-٣: استخدام النظائر المُشعّة

الأهداف التعليمية

٩-٨ يصف أمثلة على التطبيقات العمليّة لانبعاثات إشعاعات ألفا (α) وبيتا (β) وجاما (γ) ويشرحها.

أفكار للتدريس

- يُفضَّل أن تتناول هذا الموضوع كمهمّة يطّلع فيها الطلاب على استخدامات النظائر المشعّة، ويحدّدون أين وكيف يمكن استخدام قدرة اختراق الإشعاع، أو قابلية كشفه، أو فكرة أن النشاط الإشعاعي للعيّنة سينخفض بمرور الزمن. تم إعطاء بعض الأمثلة في كتاب الطالب، كذلك يحتوي التمرين ٩-٢ استخدام المواد المشعّة في كتاب النشاط، على بعض الأسئلة المتعلّقة بهذا الموضوع.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يعتقد الطلاب أن المواد المشعّة تشكّل خطرًا لا يمكن تجنّبه. أكّد على أن الموادّ المشعّة لها استخدامات عديدة ومهمّة، ويجب أن يتمّ استخدامها بحذر. أخبر الطلاب أن الأشخاص الذين يتعاملون مع الموادّ المشعّة قد تمّ تدريبهم على التعامل الآمن معها.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، السؤالان ٩-١٢ إلى ٩-١٣
- كتاب النشاط، التمرين ٩-٢ استخدام المواد المشعّة
- أسئلة نهاية الوحدة

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٩-١ (إثرائي): إشعاع الخلفية

المواد والأدوات والأجهزة

- عدّاد جيجر، ويُفضَّل أن يكون ذا صوت مسموع

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- لا توجد مخاطر معيّنة مرتبطة بهذا النشاط.

ملاحظات

- استخدم عدّاد جيجر لملاحظة وجود إشعاع الخلفية. لاحظ طبيعته المتقطّعة والعشوائية.
- قم بإجراء عدّة قياسات لقياس إشعاع الخلفية، خلال فترة 30 s مثلًا، واحسب متوسّط القياسات.
- أشر إلى أننا جميعًا نعيش مع هذه الإشعاعات الخلفية. استخدم مستوى الخلفية كمؤشّر لمستوى مرجعي آمن نسبيًّا.
- الطريقة البديلة هي ترك العدّاد يعمل طوال الحصّة، وحساب متوسّط معدّل العدّ على مدى زمن أطول (أي تسجيل القياس كل 5 دقائق مثلًا). يمكن مناقشة دقّة كل نتيجة. ويمكن قياس إشعاع الخلفية في أمكنة مختلفة في الغرفة. هل هناك أي اختلافات؟ وإذا كان الأمر كذلك، فما الذي قد يُسبّبها؟

نشاط ٩-٢ (إثرائي): المقارنة بين الإشعاعات

ملاحظات

- لمزيد من التوضيح اعرض العرض التوضيحي للمقارنة بين الإشعاعات، وهو متوفّر في الرابط الآتي:

  https://www.youtube.com/watch?v=9j62CVRwZPc.

- استخدم مصادر طبيعية ضعيفة، مثل الصخور المشعّة كالجرانيت أو شاشة لوكس الكيروزين (التي تحتوي ثاني أكسيد الثوريوم)، وتلك المتاحة من مُوَرّدي المختبرات. يمكنك إثبات وجود إشعاع الخلفية، ثم عرض أفلام لتجارب تستخدم مصادر أخرى.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٩-١ غاز الرادون في الغلاف الجوي.

٩-٢ لأن سماكة الغلاف الجوّي تكون أقلّ فوق الأماكن المرتفعة عن مستوى سطح البحر، وبالتالي يتعرّض الأشخاص الذين يعيشون في هذه الأماكن لمستويات أعلى من إشعاع الخلفية الكونية.

٩-٣ 18% تقريبًا.

٩-٤ (على سبيل المثال) استخدامات طبّية، تجارب الأسلحة النووية، منتجات استهلاكية، بعض أماكن العمل.

٩-٥ للكشف عن الإشعاع من المواد المشعّة يمكن استخدام عدّاد جيجر أو الفيلم الفوتوغرافي.

٩-٦ أ. إشعاع ألفا (α).

ب. إشعاع بيتا (β).

٩-٧ إلكترون.

٩-٨ أشعة جاما (γ)، هي نوع من أنواع الأشعّة الكهرومغناطيسية.

٩-٩ الإشعاعات المُؤيِّنة: α، β، γ، والأشعة السينية.

٩-١٠ لا تنحرف أشعّة جاما في المجال المغناطيسي؛ لأن ليس لها شحنة كهربائية.

٩-١١ **أ.** إشعاع α له قدرة أكبر على التأيين.

ب. كلّما كانت قدرة الإشعاع على التأيين أكبر يعني ذلك أن امتصاصه يتمّ بسهولة أكثر من البقية.

٩-١٢ إشعاع بيتا ليس مناسبًا للاستخدام في كاشف الدخان، لأن امتصاص إشعاع بيتا (β) أقلّ من امتصاص إشعاع ألفا (α).

٩-١٣ الأغلفة البلاستيكية رقيقة جدًا، بحيث لا يمكنها امتصاص أشعة جاما (γ) المستخدَمة في تعقيم المعدّات الطبّية المغلّفة بالبلاستيك.

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٩-١: طبيعة الإشعاع

أ ١. α ألفا.

β بيتا.

γ جاما.

٢. الإشعاع الأكثر اختراقًا هو أشعّة جاما (γ).

٣. الإشعاع الذي يمكن امتصاصه ببضعة سنتيمترات في الهواء، أو بواسطة ورقة رقيقة، هو أشعّة ألفا.

٤. الإشعاعات التي تمتصّها صفيحة سميكة من الرصاص هي جميعها: ألفا، وبيتا، وجاما.

ب الأيون ذرّة أو جُزيء أصبح مشحونًا، لأنه اكتسب أو فقَد إلكترونًا واحدًا أو أكثر.

ج ١. أشعّة جاما.

٢. إشعاع ألفا.

٣. إشعاع بيتا.

٤. إشعاع ألفا.

٥. أشعّة جاما.

٦. إشعاع بيتا.

٧. أشعّة جاما.

تمرين ٩-٢: استخدام المواد المشعّة

أ

استخدام المواد المشعّة	الرقم المناسب
تقدير عُمر جسم قديم	٥ – تضمحل المواد المشعة بمعدّل معروف
تدمير الأنسجة السرطانية	١ – بعض الإشعاعات شديدة الاختراق ٣ – الإشعاع المؤيّن يتلف الخلايا
تصوير ورم خبيث في جسم ما	١ – بعض الإشعاعات شديدة الاختراق ٢ – يتمّ امتصاص بعض الإشعاعات بسهولة ٣ – يتمّ الكشف عن الإشعاع بسهولة
تعقيم المعدّات الطبية	٣ – الإشعاع المؤيّن يتلف الخلايا
التحكُّم بسماكة الورق في معمل إنتاج الورق	٢ – يتمّ امتصاص بعض الإشعاعات بسهولة ٤ – يتمّ الكشف عن الإشعاع بسهولة
كشف الدخان في الهواء	٢ – يتمّ امتصاص بعض الإشعاعات بسهولة ٤ – يتمّ الكشف عن الإشعاع بسهولة
تعقُّب التسريبات من أنابيب تحت الأرض	٤ – يتمّ الكشف عن الإشعاع بسهولة

الجدول ٩-١

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. مصطلح مؤيّن يعني فقد أو كسب ذرّة لإلكترون أو أكثر، أو تشكيل أيون من ذرّة عند تأيّنها.

ب. ١. إشعاع ألفا هي الإشعاع الأكثر تأيينًا.

٢. أشعّة جاما هي الإشعاع الأقلّ تأيينًا.

٢ أ. يتكوّن جُسيم ألفا من بروتونَين ومن نيوترونَين.

ب. جُسيم بيتا هو عبارة عن إلكترون ينبعث من النواة.

ج. أشعّة جاما هي (موجات / أشعة / إشعاع) كهرومغناطيسية تنبعث من النواة.

٣ أ. أشعّة جاما، جُسيمات بيتا، جُسيمات ألفا، يجب أن تكون بهذا الترتيب من الأكثر قدرة إلى الأقلّ قدرة على الاختراق.

ب. ١. ورقة / بطاقة رقيقة كافية لامتصاص جُسيمات ألفا.

٢. صفيحة ألومنيوم كافية لامتصاص جُسيمات بيتا.

٣. عدّة سنتيمترات من الرصاص، أو عدّة أمتار من الخرسانة، كافية لامتصاص أشعّة جاما.

٤ أ. ١. (ج).

٢. (أ).

٣. (ب).

ب. ١. تسلك جُسيمات ألفا المسار (ج)؛ لأنها ذات شحنة موجبة.

٢. تسلك جُسيمات بيتا المسار (أ)؛ لأنها ذات شحنة سالبة.

٣. تسلك أشعّة جاما المسار (ب)؛ لعدم امتلاكها أي شحنة كهربائية.

٥ **أ.** باعث أشعّة جاما أكثر ملاءمة لهذا الغرض من باعث ألفا أو بيتا، لأن:

- أشعّة جاما أكثر اختراقًا من ألفا أو بيتا.
- أشعّة جاما يمكن رصدها خارج الجسم.

ب. ١. عدّاد جيجر مولر / أنبوب GM.

٢. إذا أصبح الورق سميكًا جدًّا، ستنخفض الإشارة، أو تصبح أصغر، بسبب امتصاص المزيد من جُسيمات بيتا.

٣. إذا بدأت الإشارة الصادرة عن الكاشف بالتزايد، يعني ذلك أن الفجوة بين الأسطوانات أصبحت صغيرة، أو أن الورق أصبح رقيقًا جدًّا، وبالتالي سوف يقلّ الضغط على الأسطوانات، الأمر الذي يتطلّب جعل الورق أسمك، من جديد.

الوحدة العاشرة: الاضمحلال الإشعاعي وعُمر النصف

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
١٠-١، ١٠-٢	١٠-١ تناقص النشاط الإشعاعي مع مرور الزمن و ١٠-٢ معادلات الاضمحلال الإشعاعي	١	السؤال ١٠-١	تمرين ١٠-١ معادلات الاضمحلال الإشعاعي
١٠-٣	١٠-٣ عُمر النصف للمادّة المُشعّة	٢	الأسئلة من ١٠-٢ إلى ١٠-٥	تمرين ١٠-٢ الاضمحلال الإشعاعي ورقة العمل ١٠-١ عُمر النصف
	المُلخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوعان ١٠-١: تناقُص النشاط الإشعاعي مع مرور الزمن و ١٠-٢: معادلات الاضمحلال الإشعاعي

الأهداف التعليمية

١٠-١ يذكر معنى الاضمحلال الإشعاعيّ.

١٠-٢ يستخدم المعادلات اللفظيّة لتمثيل التغيّرات التي تحدث في تكوين النواة عند انبعاث الجسيمات، ويستخدم صيغة النويدة في المعادلات لتوضيح اضمحلال ألفا (α) وبيتا (β).

أفكار للتدريس

- ذكِّر الطلاب بالأنواع الثلاثة للإشعاع التي طُرحت في الوحدة التاسعة، موضّحًا كيف يُغيِّر الاضمحلال الإشعاعي نوع النواة، وكيف يتمّ تمثيل ذلك في مُعادلات. يحتوي **تمرين ١٠-١ معادلات الاضمحلال الإشعاعي** على بعض الأسئلة التوضيحية. اطلب إلى الطلاب العودة مرّة أخرى إلى ملحق الجدول الدوري للعناصر، الصفحتَين ١١٦-١١٧ للحصول على الرموز الصحيحة لمُختلف النُّويدات من أجل استخدامها في المُعادلات.
- اطلب إليهم كتابة المُعادلات لفظيًّا، حيث يتمّ عرض العدد الكتلي (عدد النيوكليونات) فقط مع اسم العنصر. كأن تتمّ في المُعادلة اللفظية كتابة كربون-14، يتمّ أيضًا تضمين اسم الإشعاع المُنبعث فقط.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، السؤال ١٠-١
- كتاب النشاط، التمرين ١٠-١ معادلات الاضمحلال الإشعاعي

الموضوع ١٠-٣: عُمر النصف للمادّة المشعّة

الأهداف التعليمية

١٠-٣ يستخدم مصطلح عمر النصف في الحسابات البسيطة والتي قد تتضمّن معلومات في الجداول أو منحنيات الاضمحلال.

أفكار للتدريس

- وضّح للطلاب كيف يتناقص النشاط الإشعاعي لمادّة ما بمرور الزمن. اعرض عليهم فيلمًا تعليميًّا يوضّح كيفية اضمحلال مادة مشعّة ذات عمر نصف قصير. ويمكنك الاستعانة بالرابط الآتي: https://www.youtube.com/watch?v=Ir5R_0KQBsk. يتيح هذا الرابط للطلاب تسجيل النتائج من الفيديو ورسم التمثيل البياني الخاص بهم.

  في حال توفّرها؛ عادةً تستخدم الطريقة المعيارية أي استخدام نويدة البروتاكتينيوم (الشكل ١٠-٣ في كتاب الطالب).

- اشرح التمثيل البياني في الشكل ١٠-١ وكيفية استنتاج عُمر النصف منه، موضّحًا كيف يجب أن تُراعى مستويات إشعاع الخلفية. سيبدأ التمثيل البياني بأن يصبح مستويًا عند معدّل عدّ أكبر من الصفر. يجب أن يحدث ذلك بعد حوالي ٦-٧ دقائق. يأتي معدّل العدّ اللاصفري هذا من إشعاع الخلفية. يجب أيضًا تحديد إشعاع الخلفية قبل التجربة عن طريق إبقاء العدّاد بعيدًا عن مصدر البروتاكتينيوم.
- يوضِّح الشكل ١٠-٢ في كتاب الطالب كيف يؤدّي الاضمحلال العشوائي إلى نمط عُمر النصف. ذكّر الطلاب أنه عند رمي حجر النرد سيظهر الرقم (من ١ إلى ٦) عشوائيًا، واربط هذه الفكرة بعشوائية الاضمحلال الإشعاعي.
- **التمرين ١٠-٢ الاضمحلال الإشعاعي**، **وورقة العمل ١٠-١ عُمر النصف**، يتضمّن كلاهما تمارين تمثّل اختبارًا لفهم نمط الاضمحلال الإشعاعي.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ذكّر الطلاب بمفهوم الاحتمال المرتبط بالعشوائية. فعندما نرمي حجر النرد مثلًا، يكون احتمال الحصول على 6 واحد من ستة، أو سدسًا. قد يعتقد بعض الطلاب أن الحصول على 6 في الرمية الأولى يقلّل من فرصة الحصول على 6 أخرى في الرمية التالية، وهذا ليس صحيحًا. بالطريقة نفسها، قد يعتقد الطلاب أن الذرّة غير المستقرّة التي لم تضمحل بعد، في الفترات الخمس الأولى لعمر النصف، ليس محتملًا أن تضمحل في نصف العمر التالي. وهذا الاعتقاد ليس صحيحًا أيضًا. يبقى احتمال الاضمحلال 50% لأي ذرّة لكلّ فترة عمر نصف.

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ١٠-٢ إلى ١٠-٥
- كتاب النشاط، التمرين ١٠-٢ الاضمحلال الإشعاعي
- ورقة العمل ١٠-١ عُمر النصف
- أسئلة نهاية الوحدة

إجابات أسئلة كتاب الطالب

١٠-١ أ. طاقة + $^{4}_{2}He$ + $^{206}_{82}Pb$ ⟶ $^{210}_{84}Po$

ب. العدد الذرّي (عدد البروتونات):

في الطرف الأيسر للمُعادلة:

84 بروتونًا، أي العدد الذرّي: $Z = 84$

في الطرف الأيمن للمُعادلة:

$84 = 2 + 82$، أي 84 بروتونًا، أي العدد الذرّي: $Z = 84$

إذن الطرف الأيمن = الطرف الأيسر.

ج. العدد الكتلي (عدد النيوكليونات):

في الطرف الأيسر للمعادلة:

210 نيوكليونات، أي العدد الكتلي: $A = 210$

في الطرف الأيمن للمعادلة:

$210 = 4 + 206$، أي 210 نيوكليونات، أي العدد الكتلي: $A = 210$

إذن الطرف الأيمن = الطرف الأيسر.

١٠-٢ المتوسّط «إن عُمر النصف لمادة مشعّة هو **متوسّط** الزمن الذي يستغرقه نصف عدد الذرّات في عيّنة ما للاضمحلال».

١٠-٣ بعد فترة عُمر نصف واحدة، يبقى:

100 ذرّة ، $\frac{200}{2} = 100$

بعد فترتَين من عُمر النصف، يبقى:

50 ذرّة ، $\frac{100}{2} = 50$

بعد ثلاث فترات من عُمر النصف، يبقى:

25 ذرّة ، $\frac{50}{2} = 25$

أو 2^n حيث n عدد فترات عمر النصف.

$$\frac{200}{2^3} = 25$$

١٠-٤ عدد فترات عُمر النصف:

$\frac{30 \text{ يومًا}}{10 \text{ أيام}} = 3$ ؛ لذلك 30 يومًا = ثلاث فترات من عُمر النصف

بعد عُمر نصف واحد، يصبح معدّل العدّ:

$\frac{440}{2} = 220$ ، أي 220 عدًّا لكلّ ثانية

بعد فترتَين من عُمر النصف، يصبح معدّل العدّ:

$\frac{220}{2} = 110$، أي 110 عدًّا لكلّ ثانية

بعد ثلاث فترات من عُمر النصف، يصبح معدّل العدّ:

$\frac{110}{2} = 55$، أي 55 عدًّا لكل ثانية

أو

$$\frac{440}{2^3} = 55$$

١٠-٥ بعد عُمر نصف واحد يُصبح نشاط العيّنة $\frac{1}{2}$:

بعد فترتَين من عُمر النصف، يصبح النشاط:

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

بعد ثلاث فترات من عمر النصف يصبح النشاط:

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

يكون الزمن المُستغرق ثلاث فترات من عُمر النصف أي:

3 × 2000 = 6000، أي 6000 سنة

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ١٠-١: مُعادلات الاضمحلال الإشعاعي

أ

الجُسيم	الرمز	المُكوّنات
ألفا (α)	$^{4}_{2}He$	2 بروتون + 2 نيوترون
بيتا (β)	$^{0}_{-1}e$	1 إلكترون

الجدول ١٠-١

ب

١. الرمز الكيميائي للراديوم هو Ra.

٢. الرمز الكيميائي للرادون هو Rn.

٣. الجُسيم المُنبعث هو ألفا.

٤. في الطرف الأيسر للمعادلة:

88 بروتونًا، أي العدد الذرّي: Z = 88

في الطرف الأيمن للمعادلة:

88 = 2 + 86، أي 88 بروتونًا، أي العدد الذرّي Z = 88

إذن الطرف الأيمن = الطرف الأيسر.

ج الانبعاث المُشع الذي لا يغيِّر عدد البروتونات أو النيوترونات في النواة هو إشعاع جاما.

د يتغيّر عدد البروتونات عند انبعاث:

أشعة بيتا، حيث يزداد عدد البروتونات بمقدار بروتون واحد.

أشعة ألفا، حيث ينقص عدد البروتونات بمقدار بروتونَين اثنَين.

هـ

١. في الطرف الأيسر للمعادلة:

6 بروتونات ، أي العدد الذرّي: Z = 6

في الطرف الأيمن للمعادلة:

6 = 1 – 7، أي 6 بروتونات، أي العدد الذرّي Z = 6

إذن الطرف الأيمن = الطرف الأيسر.

عدد النيكليونات:

قبل الاضمحلال: 15 نيوكليونًا

بعد الاضمحلال:

15 = 0 + 15، أي 15 نيوكليونًا

٢. طاقة + بيتا + نيتروجين–15 ⟶ الكربون–15

و طاقة + $^{4}_{2}He$ + $^{222}_{86}Rn$ ⟶ $^{226}_{88}Ra$

ز ١. العدد الذرّي Z يساوي عدد البروتونات: $Z = 91$.

العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات:

$A = Z + N = 140 + 91 = 231$

رمز نوَيدة البروتاكتينيوم–231 هذه $^{231}_{91}Pa$

٢. طاقة + $^{4}_{2}He$ + $^{A}_{Z}X$ ⟶ $^{231}_{91}Pa$

العدد الذرّي:

$91 = Z + 2$

$Z = 89$

العدد الكتلي:

$231 = A + 4$

$A = 227$

تصبح المُعادلة:

طاقة + $^{4}_{2}He$ + $^{227}_{89}Ac$ ⟶ $^{231}_{91}Pa$

تمرين ١٠-٢: الاضمحلال الإشعاعي

أ ١. بعد عُمر نصف واحد، يبقى:

1200 = $\frac{2400}{2}$، 1200 ذرّة

بعد فترتَين من عُمر النصف، يبقى:

600 = $\frac{1200}{2}$ ، 600 ذرّة

بعد ثلاث فترات من عُمر النصف، يبقى خلال ثلاث فترات عمر نصف:

300 = $\frac{600}{2}$ ، 300 ذرّة، إذن عدد الذرّات المتبقّية للمادة المشعّة يساوي 300 ذرّة.

أو

$$\frac{2400}{2^n} = \frac{2400}{2^3} = 300$$

٢. عدد الذرّات التي اضمحلّت خلال ثلاث فترات عمر نصف:

2100 = 300 – 2400، أي 2100 ذرّة

ب عدد فترات أعمار النصف:

$\frac{\text{9 سنوات}}{\text{4.5 سنوات}}$ = 2 فترات عمر النصف. بعد فترة عُمر نصف واحد، يبقى:

$\frac{1000}{2}$ = 500 ، 500 ذرّة

بعد فترتَين من عمر النصف، يبقى:

$\frac{500}{2}$ = 250 ، 250 ذرّة

أو

$\frac{1000}{2^n} = \frac{1000}{2^2}$ = 250

ج بعد عمر نصف واحد يُصبح عدد الذرّات غير المضمحلة $\frac{1}{2}$:

بعد فترتَي عُمرَي نصف، يُصبح عدد الذرّات غير المضمحلة:

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

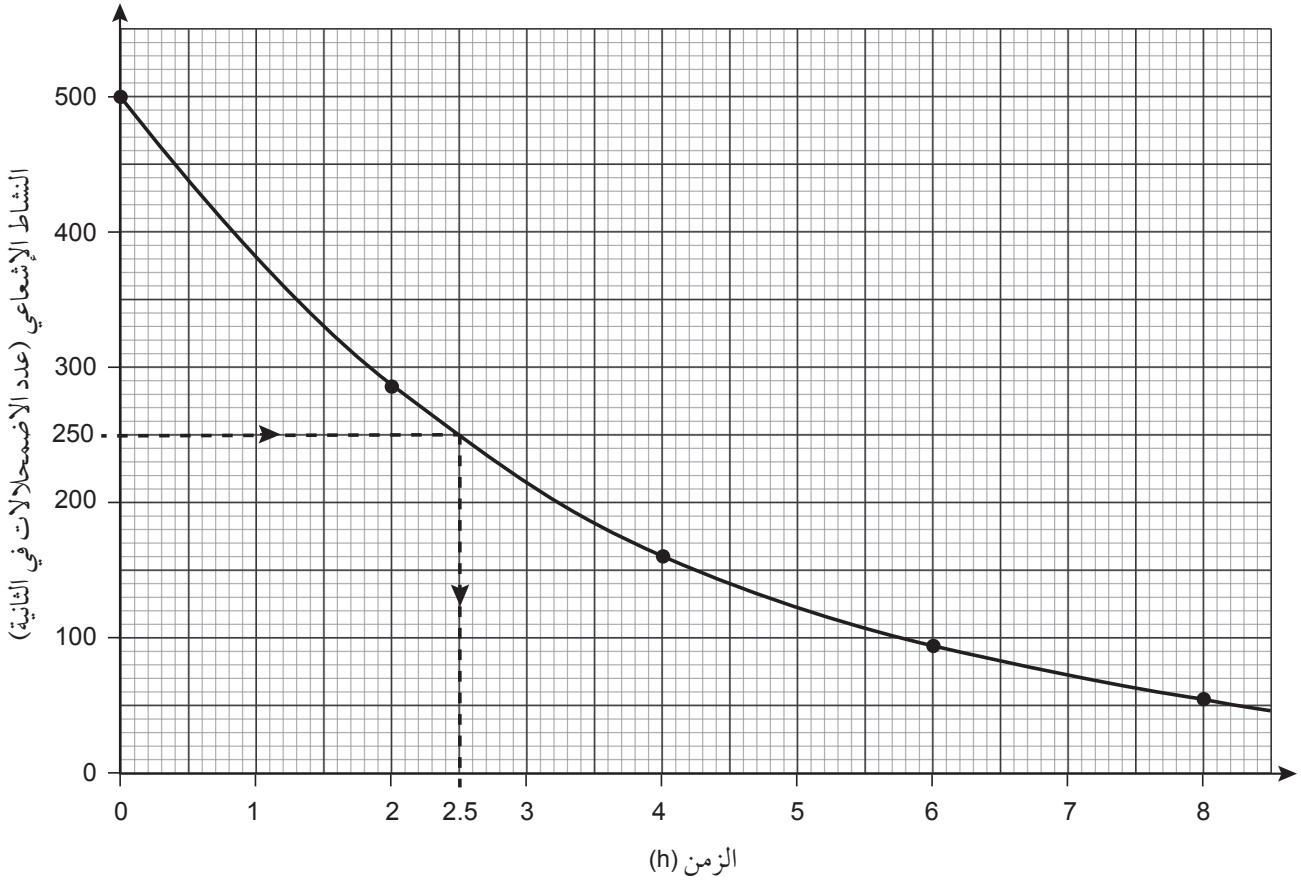
بعد ثلاث فترات من عمر النصف، يصبح عدد الذرّات غير المضمحلة:

$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

يكون الزمن المستغرق ثلاث فترات من عمر النصف أي:

39 = 13 × 3، أي 39 سنة.

د



بعد عُمر نصف واحد، يصبح النشاط الإشعاعي $\frac{1}{2}$ النشاط الإشعاعي الابتدائي، بالتالي يُصبح مُعدّل العدّ (عدد الاضمحلالات في الثانية):

$250 = \frac{500}{2}$ ، أي 250 عدًّا لكلّ ثانية

ابتداءً من النشاط 250 نرسم خطًّا أفقيًّا موازيًا لمحور الزمن. من نقطة التقاء الخط مع المنحنى نرسم نزولاً خطًّا رأسيًّا موازيًا لمحور النشاط الإشعاعي. ويكون التقاء الخطّ الرأسي مع محور الزمن هو عُمر النصف. بالتالي عُمر النصف هو 2.5 h.

هـ ١. مستوى المنحنى البياني يتوقّف ولا يستمرّ العدّ في الانخفاض تحت مُعدّل العدّ 20 عدًّا في الدقيقة.

ممّا يدلّ على أن مُعدّل إشعاع الخلفيّة هو 20 عدًّا في الدقيقة.

٢. مُعدّل العدّ الابتدائي لكلّ دقيقة الناتج عن المادّة المشعّة في الزمن صفر = مُعدّل العدّ عن المادة المشعّة بالإضافة إلى إشعاع الخلفية في الزمن صفر – مُعدّل عدّ الخلفيّة:

120 – 20 = 100،

أي 100 عدّ في الدقيقة

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ١٠-١: عُمر النصف

١ أ. بعد عُمر نصف واحد، يبقى:

$600 = \frac{1200}{2}$ ، أي 600 ذرّة

ب. بعد فترتَين من عمر النصف، يبقى:

$300 = \frac{600}{2}$ ، أي 300 ذرّة

ج. بعد ثلاثة فترات من عُمر النصف، يبقى:

$150 = \frac{300}{2}$ ، أي 150 ذرّة

عدد الذرّات التي اضمحلّت:

1200 – 150 = 1050، أي 1050 ذرّة

٢ أ. 20 دقيقة هي عُمر نصف واحد.

بعد عُمر نصف واحد، يبقى:

$10000 = \frac{20000}{2}$ ، أي 10000 ذرّة غير مضمحلّة

ب. 60 دقيقة تُعادل ثلاث فترات من عُمر النصف.

بعد فترتَين من عمر النصف، يبقى:

$5000 = \frac{10000}{2}$ ، أي 5000 ذرّة

بعد ثلاث فترات من عُمر النصف، يبقى:

$2500 = \frac{5000}{2}$ ، أي 2500 ذرّة

ج. عدد الذرّات التي سوف تضمحل خلال 60 دقيقة:

20000 – 2500 = 17500، أي 17500 ذرّة

٣ **أ.** 6 أيام تُعادل فترتَين من عمر النصف.

بعد عُمر نصف واحد، يُصبح:

$\frac{400}{2} = 200$ ، أي 200 عدّ في الدقيقة

بعد فترتَين من عمر النصف، يُصبح:

$\frac{200}{2} = 100$ ، أي 100 عدّ في الدقيقة

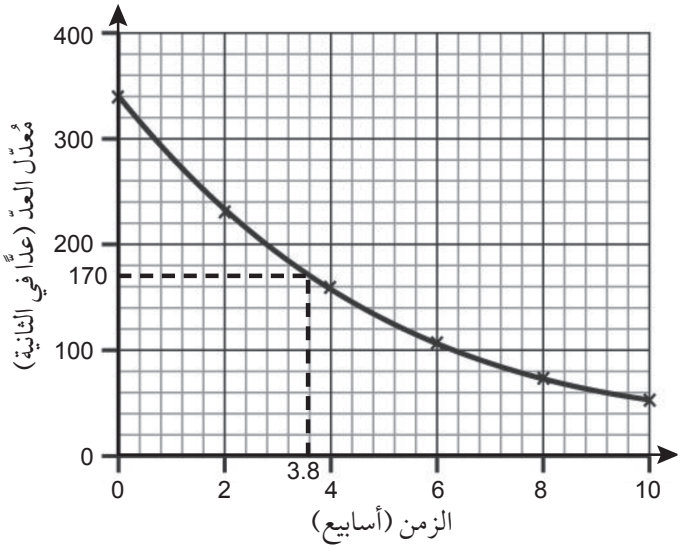
بعد 6 أيام، سيكون معدّل العدّ: 100 عدّ في الدقيقة

ب. بعد عُمر نصف واحد إضافي سوف يصبح مُعدّل العدّ:

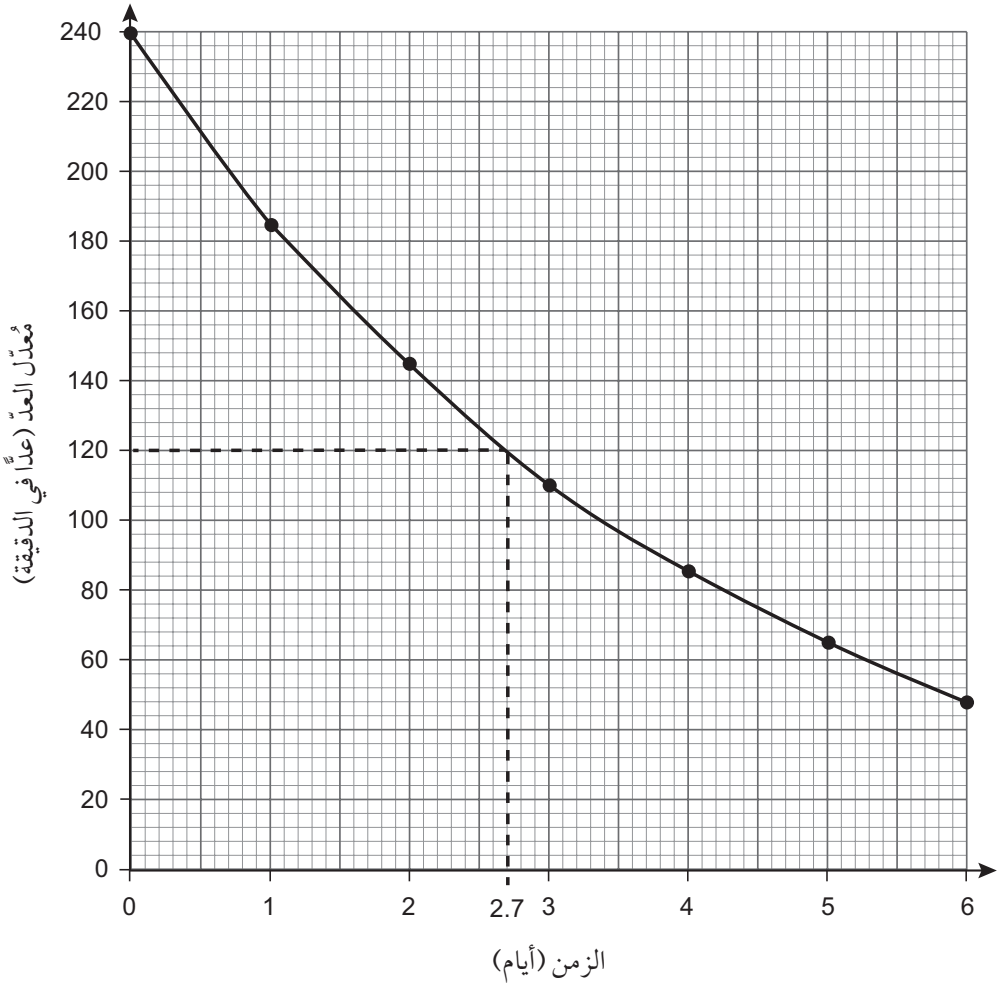
$\frac{100}{2} = 50$ ، أي 50 عدًّا في الدقيقة

لذلك يُصبح الزمن الكامل ثلاث فترات من عُمر النصف، أي $3 \times 3 = 9$ أيام.

٤ معدّل العدّ الابتدائي: 340 عدًّا في الثانية. بعد عمر نصف واحد يصبح 170 عدًّا في الثانية. وابتداءً من معدّل العدّ 170، نرسم خطًّا أفقيًّا موازيًا لمحور الزمن. ومن نقطة التقاء الخطّ مع المنحنى نرسم نزولاً خطًّا رأسيًّا موازيًا لمحور معدّل العدّ، ويكون التقاء الخطّ الرأسي مع محور الزمن هو عمر النصف. ويكون عمر النصف هو تقريبًا 3.8 أسابيع.



٥ معدّل العدّ الابتدائي: 240 عدًّا في الثانية. بعد عمر نصف واحد يُصبح معدّل العدّ 120 عدًّا في الثانية. وابتداءً من معدّل العدّ 120، نرسم خطًّا أفقيًّا موازيًا لمحور الزمن. ومن نقطة التقاء الخطّ مع المنحنى نرسم نزولاً خطًّا رأسيًّا موازيًا لمحور معدّل العدّ، ويكون التقاء الخطّ الرأسي مع محور الزمن هو عمر النصف. ويكون عمر النصف هو تقريبًا 2.7 يوم.



إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ انحلال لأنوية الموادّ المشعّة غير المستقرّة بإطلاق جُسيمات أو إشعاع لتصبح أنوية مستقرّة.

٢ أ. طاقة + بيتا + زينون–131 ⟶ اليود–131

ب. طاقة + ألفا + ثوريوم–234 ⟶ يورانيوم–238

٣ أ. طاقة + $^{4}_{2}He$ + $^{A}_{Z}X$ ⟶ $^{233}_{92}U$

العدد الذرّي:

$92 = Z + 2$

$Z = 90$، (أي، من الجدول الدوري، ذرّة الثوريوم Th)

العدد الكتلي:

$233 = A + 4$

$A = 229$، (أي النظير ثوريوم–229)

تصبح المُعادلة:

طاقة + $^{233}_{92}U \longrightarrow {}^{229}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

ب. طاقة + $^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$

العدد الذرّي:

$6 = Z - 1$

$Z = 7$، (أي، من الجدول الدوري، ذرّة النيتروجين N)

العدد الكتلي:

$14 = A + 0$

$A = 14$، (أي النظير نيتروجين–14)

تصبح المُعادلة:

طاقة + $^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

٤ كلا، لأن الاضمحلال الإشعاعي عشوائي وقد يكون نشاط المصدر قد انخفض.

٥ **أ.** البيكريل أو Bq هي وحدة أخرى للنشاط الإشعاعي.

ب. نشاط المصدر:

عدًّا في الدقيقة 583 = 19 – 602.

٦ **أ.** عُمر النصف هو متوسّط الزمن المُستغرق (وليس نصف زمن عملية الاضمحلال الإشعاعي ككل) من أجل أن يتناقص النشاط (أو مُعدّل العدّ) لعيّنة ما إلى النصف، أو ليتناقص عدد النوى المُشعّة إلى النصف.

ب. ١. بعد عُمر نصف واحد، يشكّل نشاط العيّنة:

$$\frac{100\%}{2} = 50\%$$

بعد فترتَين من عُمر النصف، يشكّل نشاط العيّنة:

$$\frac{50\%}{2} = 25\%$$

٢. 100 مقسومة في كلّ مرّة على 2 لإيجاد عدد الفترات من عُمر النصف.

100 ← 50 ← 25 ← 12.5 ← 6.25 %

عدد الفترات من عُمر النصف هو إذًا 4:

عدد الأيام:

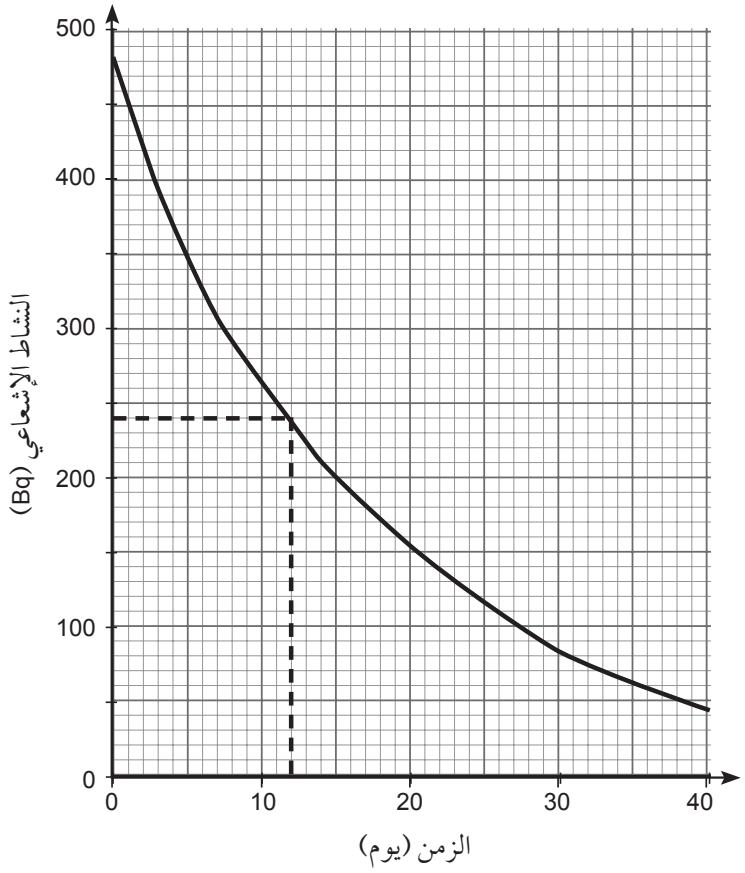
32 = (8 × 4)، أي 32 يومًا.

٧ النشاط الابتدائي عند الزمن $t = 0$ هو 480 Bq.

النشاط بعد فترة عُمر نصف واحد يُصبح:

$$\frac{480}{2} = 240 \text{ Bq}$$

من النشاط 240 Bq نرسم خطًّا موازيًا لمحور الزمن، ومن نقطة التقائه مع المنحنى نرسم خطًّا إلى الأسفل موازيًا لمحور النشاط. نقطة التقائه مع محور الزمن هي عُمر النصف للعيّنة.



الإجابة في المدى بين 11.5 و 12.

٨ **أ.** 25 % سيكون عمرَي نصف ممّا يدلّ على أن 28 % تعادل تقريبًا عمرَي نصف.

عُمرا نصف يساويان: $2 \times 5700 = 11400$

لذلك يكون التقدير في مدى 11000 – 10000 سنة.

ب. نسبة الكربون–14 تبقى دائمًا هي نفسها في الأنسجة الحيّة لأنها تُستبدل بآخر ما دام الكائن الحيّ يتناول الطعام أو يقوم بعملية التمثيل الضوئي. أمّا نسبة الكربون–14 في الفحم فلم تتغيّر بأي شيء آخر سوى بالاضمحلال.

الوحدة الحادية عشرة: احتياطات السلامة

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
١١-١، ١١-٢	١١-١ التعامُل الآمن	٢	الأسئلة من ١١-١ إلى ١١-٣ نشاط ١١-١ (إثرائي) السلامة أوّلاً	تمرين ١١-١ احتياطات السلامة مع النشاط الإشعاعي
	المُلخّص		أسئلة نهاية الوحدة	

الموضوع ١١-١: التعامُل الآمن

الأهداف التعليمية

١١-١ يتذكّر تأثيرات الإشعاعات المؤيّنة على الكائنات الحيّة.

١١-٢ يصف كيفيّة التعامل مع الموادّ المشعّة واستخدامها وتخزينها بطريقة آمنة.

أفكار للتدريس

- ابدأ بمناقشة الطلاب حول التصوُّر الشائع عن الإشعاع والنشاط الإشعاعي، وما أفكار الناس عنهما.
- ذكِّر الطلاب بالطبيعة المؤيّنة للإشعاع، ووضّح ما تلحقه من أضرار بالخلايا الحيّة. فقد يؤدّي تكوين أيونات داخل الخلايا الحيّة إلى تغيُّرات كيميائية غير مرغوبة. على سبيل المثال، فقد يؤدّي أي تغيُّر كيميائي في الحمض النووي إلى تحوُّل الخلية إلى خلية خبيثة (مسرطنة).
- في **النشاط ١١-١ السلامة أوّلاً** سوف يلاحظ الطلاب تدابير السلامة، وعليهم بالتالي أن يشرحوها. اطلب إليهم تذكُّر تدابير السلامة التي اتّخذوها عند التعامل مع المصادر المشعّة في المختبر أو المعروضة في مقطع فيديو.
- حفِّزهم على تقديم اقتراحات لتدابير السلامة بناءً على قُدرة الاختراق النسبية لكلّ نوع من أنواع الإشعاع. ما نوع التدريع الإشعاعي (الحماية) الذي يمكن استخدامه إذا لم تكن تعرف نوع الإشعاع المُنبعِث؟

أفكار للواجبات المنزلية

- كتاب الطالب، الأسئلة من ١١-١ إلى ١١-٣
- كتاب النشاط، التمرين ١١-١ احتياطات السلامة مع النشاط الإشعاعي
- أسئلة نهاية الوحدة

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ١١-١ (إثرائي): السلامة أوّلًا

ملاحظات

- اعرض على الطلاب العرض التوضيحي الموجود في الرابط الآتي: https://www.youtube.com/watch?v=PTDxxF7kEUI.
- يجب على الطلاب أن يدركوا آلية التعامل مع الموادّ المشعّة بأمان وأن يشرحوها.
- اطلب إلى الطلاب التفكير في كيفية التعامل مع المصادر المشعّة بأمان. ضمّن تلك العروض مناقشة الطريقة التي يتم بواسطتها تخزين المصادر المشعّة في المختبر.
- ينبغي استخلاص النقاط الآتية من المناقشة:

١. يصبح الإشعاع أضعف عندما ينتشر بعيدًا عن المصدر، لذا فإن الحفاظ على مسافة معيّنة يساعد على تقليل الجرعة التي يتمّ تلقّيها.

٢. كلّما قلّ الزمن الذي نقضيه بالقرب من المصدر، تنخفض الجرعة التي نتلقّاها. وإذا تعرّضت لضعف معدّل إشعاع الخلفية لمدّة ساعة، فلن يؤدي ذلك إلى زيادة جرعتك السنوية بشكل كبير.

٣. يتم تخزين المصادر المشعّة في حاويات مكوّنة من مواد تمتصّ النشاط الإشعاعي كالرصاص.

- يجب على الطلاب كتابة ملاحظات حول هذه النقاط. وتتمثّل الصيغة المناسبة لذلك بإعداد جدول من عمودَين، مع عنوان لكل منهما: «احتياطات السلامة» و «الشرح (من حيث خصائص الإشعاع)».

إجابات أسئلة كتاب الطالب

١١-١ – إبقاء المصدر بعيدًا عن الجسم قدر الإمكان.

– التعامُل مع المصدر بالملاقط.

– الوقوف خلف حاجز أمان.

– وَضع المصدر في حاوية مُغلقة عندما لا يكون قيد الاستخدام.

– التحقُّق من كمّية إشعاع ألفا الموجودة داخل المختبر بعد الانتهاء من استخدام المصدر المشعّ بواسطة عدّاد جيجر.

– تقليل زمن التعرُّض للإشعاع.

١١-٢ من الإجراءات التي يجب القيام بها عند التخطيط للتخلّص من النفايات المشعّة:

– معرفة (تحديد) عمر النصف للعيّنة.

– معرفة نوع الإشعاع المُنبعِث.

– معرفة كمّية النفايات.

– استخدام حاوية تمتصّ الإشعاع؛ ولا تتآكل أو تُسرِّب الإشعاع؛ وحفظها في مكان آمن بعيد عن المنشآت الحيوية مع وَضع ملصق تحذير.

١١-٣ – التسبُّب في تحوُّل الخلية إلى خلية خبيثة (مسرطنة) أو تلفها.

– التسبُّب في طفرات جينية أو تلف للحمض النووي DNA.

– التسبُّب في تغيُّرات كيميائية أخرى غير مرغوبة.

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ١١ - ١: احتياطات السلامة مع النشاط الإشعاعي

أ المصدر A.

جُسيمات ألفا هي الأكثر تأيينًا، وقد تتسبَّب التأثيرات المؤيّنة في تلف الخلايا الحيّة أو في حدوث تفاعُلات كيميائية غير مرغوبة داخل الخلايا الحية.

ب عند التعامُل مع هذه المصادر المُشعّة يجب اتخاذ ثلاثة احتياطات أمان ممّا يأتي:

– استخدم المخزون من المواد المُشعّة خلال أقصر وقت ممكن.

– أبقِ المصادر المُشعّة بعيدًا عن الجسم قدر الإمكان.

– ضع حاجزًا فلزيًّا بين المصادر المُشعّة والأشخاص.

– استخدم ملاقط عند التعامُل مع هذه المصادر المُشعّة ولا تلمسها مُباشرة.

– احتفظ بسجل لزمن التعرُّض لكلّ شخص، وسجِّل مدّة استخدام كل شخص لكل مصدر مشعّ، وضع رمز خطر الإشعاع على باب المختبر.

ج مثلاً: يتمّ الاحتفاظ بكلّ مصدر مشعّ في حاوية من الرصاص، يوضع عليها رمز خطر الإشعاع، ويكون كل مصدر معنوَنًا بشكل واضح.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ (ب)

٢ **أ.** أيّ اثنَين ممّا يلي:

– استخدم ملقطًا لرفع المصدر أو تحريكه.

– أبقِ المصدر بعيدًا عن الجسم قدر الإمكان، أو وضع حاجزًا فلزيًّا بين المصدر والجسم.

– احتفظ بالمصدر خارج الحاوية الخاصّة به (المبطّنة بالرصاص) لأقلّ زمن ممكن.

– اعرض رمز التحذير من خطر النشاط الإشعاعي في مكان واضح داخل المختبر، وحذِّر أي شخص يدخل إليه.

– التزم باستخدام القفّازات والنظّارة الواقية الخاصّة بالتعامل مع الموادّ المشعّة.

ب. يجب تخزين المصدر المشعّ كهذا داخل صندوق مبطَّن بالرصاص، أو في حاوية مُقفلة، مع رمز تحذير خطر للإشعاع معروض على الصندوق أو الحاوية.

٣ **أ.** قد يتسبَّب إشعاع مؤيّن بتأيين ذرّات الجُزيئات في خلايا الجسم وأنسجته، أو تلفًا في الحمض النووي، أو يتسبَّب بطفرات وبأورام سرطانية، أو بحروق، أو بأضرار جلدية، أو بالإصابة بأمراض ناجمة عن الإشعاعات.

ب. كجزء من عمليّة التنظيف يجب التخلُّص من التلوُّث الإشعاعي، أو من بقايا المصدر المشعّ، التي قد تكون موجودة في المنازل.

تم بحمد الله

الفيزياء

دليل المعلّم ١٠

يُستخدَم دليل المُعلِّم إلى جانب كتاب الطالب وكتاب النشاط، ضمن منهج الفيزياء للصف العاشر من هذه السلسلة.

يوفِّر دليل المُعلِّم الدعم لتخطيط الدروس وللتقييم.

يتضمَّن دليل المُعلِّم:

- أفكارًا للتدريس
- إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية
- إجابات أسئلة كتاب الطالب
- إجابات تمارين كتاب النشاط
- إجابات أوراق العمل
- إجابات أسئلة نهاية الوحدة

يشمل منهج الفيزياء للصف العاشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب
- كتاب النشاط