سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

رؤية عمان 2040 OmanVision
نتقدم بثقة
Moving Forward with Confidence

الكيمياء

دليل المعلّم

١٠

الفصل الدراسي الأول

الطبعة التجريبية ١٤٤٣ هـ - ٢٠٢١ م

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الكيمياء

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 ٤٠ / ٢٠٢٠ .
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 ٩٠ / ٢٠٢١ واللجان المنبثقة عنه

محفوظة جميع الحقوق

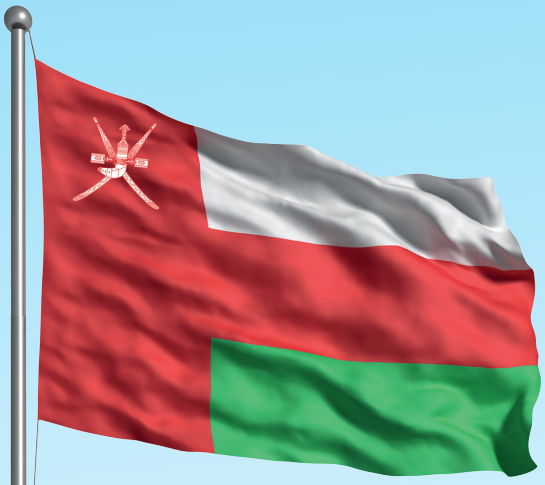
جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم

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 مُكوِّنات 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 المُتسارع 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 المعظم، حفظه الله ورعاه.

والله ولي التوفيق

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التربية والتعليم

المقدمة xi
الأهداف التعليمية xiii

الوحدة الأولى الفلزّات وخصائصها

موضوعات الوحدة ١٩
الموضوع ١-١: الترابُط وخصائص الفلزّات ... ١٩
الموضوع ١-٢: العناصر الانتقالية ٢٠
الموضوع ١-٣: الفلزّات القلوية ٢١
الموضوع ١-٤: نشاط الفلزّات ٢٣
إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٢٤
إجابات أسئلة كتاب الطالب ٣١
إجابات تمارين كتاب النشاط ٣٢
إجابات أوراق العمل ٣٤
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٣٧

الوحدة الثانية الفلزّات واستخداماتها

موضوعات الوحدة ٣٩
الموضوع ٢-١: استخلاص الفلزّات ٣٩
الموضوع ٢-٢: إنتاج الحديد والفولاذ ٤٠
الموضوع ٢-٣: السبائك ٤١
الموضوع ٢-٤: تآكُل الفلزّات وحمايتها ٤٢
إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٤٣
إجابات أسئلة كتاب الطالب ٤٨
إجابات تمارين كتاب النشاط ٤٩
إجابات أوراق العمل ٥٠
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٥١

الوحدة الثالثة الكيمياء الكمّية

موضوعات الوحدة ٥٣
الموضوع ٣-١: الكتل النسبية ٥٤
الموضوع ٣-٢: المول ٥٤
الموضوع ٣-٣: حسابات تتضمّن كتلًا متفاعلة ٥٥
الموضوع ٣-٤: حسابات تتضمّن حجوم الغازات ٥٦
الموضوع ٣-٥: حسابات تتضمّن محاليل مُتفاعِلة ٥٧
إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٥٨
إجابات أسئلة كتاب الطالب ٦٣
إجابات تمارين كتاب النشاط ٦٦
إجابات أوراق العمل ٧١
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٧٥

الوحدة الرابعة مدخل إلى الكيمياء العضوية

موضوعات الوحدة ٧٨
الموضوع ٤-١: الألكانات ٧٨
الموضوع ٤-٢: الألكينات ٨٠
الموضوع ٤-٣: البترول (النفط الخام) وأنواع أخرى من الوقود الأحفوري ٨١
إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية ٨٢
إجابات أسئلة كتاب الطالب ٨٩
إجابات تمارين كتاب النشاط ٩١
إجابات أوراق العمل ٩٥
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٩٨

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 يُعزِز 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.
- إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية.
- أفكارًا للواجبات المنزلية.
- 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

الوحدة الأولى: الفلزّات وخصائصها

١-١ الترابُط وخصائص الفلزّات

١-٤	يصف الخواصّ الفيزيائية العامّة للفلزّات باعتبارها مواد صلبة ذات درجتَي انصهار وغليان مُرتفعتَين، وأنّها مواد مرنة وموصلة جيّدة للحرارة وللتيّار الكهربائي.
٢-٤	يصف الرابطة الفلزّيّة بأنّها قوى تجاذب بين الأيونات الموجبة والإلكترونات الحرّة في البنية الشبكية للفلزّ، ويستخدمها لتفسير مرونة الفلزّات وجودة توصيلها للتيّار الكهربائي.

١-٢ العناصر الانتقالية

٣-٤	يصف العناصر الانتقاليّة بأنها تجمع من الفلزّات عالية الكثافة ذات درجات انصهار مرتفعة، وتُكوّن مركّبات ملوّنة، وغالبًا ما تستخدم عناصرها ومركّباتها كعوامل حفّازة للتفاعُلات الكيميائية.

١-٣ الفلزّات القلوية

١-٦	يصف الليثيوم والصوديوم والپوتاسيوم من المجموعة الأولى باعتبارها مجموعة من الفلزّات الليّنة نسبيًّا الّتي تُظهر تدرُّجًا نمطيًّا في درجات الانصهار والكثافة والتفاعُل مع الماء.
٢-٦	يتنبّأ بخواصّ العناصر الأخرى في المجموعة الأولى وذلك في ضوء البيانات المُعطاة.

١-٤ نشاط الفلزّات

١-٥	يرتّب العناصر الآتية من حيث نشاطها الكيميائيّ: البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم والألومنيوم والكربون والخارصين والحديد والهيدروجين والنحاس، وذلك بالإشارة إلى تفاعلات مثل هذه العناصر مع أيّ ممّا يأتي، إن وجدت: • الماء أو بخار الماء. • حمض الهيدروكلوريك المُخفّف. • اختزال أكاسيدها بالكربون.
٢-٥	يصف سلسلة النشاط الكيميائي في ضوء مَيل الفلزّات إلى تكوين أيونات موجبة، والذي يتّضح من خلال تفاعُله، إن وجِد، مع أيّ ممّا يأتي: • المحاليل الأيونية لمركّبات الفلزّات الأخرى. • أكاسيد الفلزّات الأخرى.
٣-٥	يستنتج ترتيبًا للنشاط الكيميائي للفلزّات بناءً على مجموعة من النتائج التجريبيّة.

الأهداف التعليمية

الوحدة الثانية: الفلزّات واستخداماتها

٢-١ استخلاص الفلزّات

١-٥	يرتّب العناصر الآتية من حيث نشاطها الكيميائيّ: البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم والألومنيوم والكربون والخارصين والحديد والهيدروجين والنحاس، وذلك بالإشارة إلى تفاعلات مثل هذه العناصر مع أيّ ممّا يأتي، إن وجدت: • الماء أو بخار الماء • حمض الهيدروكلوريك المخفّف • اختزال أكاسيدها بالكربون
١-٧	يربط طريقة استخراج الفلزّ من مادّته الخام بموقعه في سلسلة النشاط الكيميائيّ للفلزّات الواردة في الموضوع رقم ٥ «سلسلة نشاط» وفلزّات أخرى، وذلك بناءً على المعلومات المعطاة.
٢-٧	يصف استخدام الكربون في استخراج بعض الفلزّات من خاماتها.
١٢-٧	يصف خامات الفلزّ بأنّها موارد محدودة، وبالتّالي يظهر الحاجة إلى إعادة تدوير الفلزّات.

٢-٢ إنتاج الحديد والفولاذ

٣-٧	يصف ويشرح التفاعلات الأساسيّة في استخراج الحديد من الهيماتيت في الفرن العالي (فرن الصهر) وما تتضمّنه هذه العمليّة من إزالة الشوائب الحمضيّة كالخبث: $C + O_2 \rightarrow CO_2$ $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ $CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$
٤-٧	يصف كيف تتغيّر خصائص الحديد عن طريق التحكم باستخدام الموادّ المضافة لتكوين سبائك الفولاذ، كالفولاذ العاديّ والفولاذ المقاوم للصدأ.

٢-٣ السبائك

٤-٤	يصف السبائك، كالنحاس الأصفر، بأنّها مخاليط من أحد الفلزّات مع عناصر أخرى.
٥-٤	يشرح أسباب استخدام مثل هذه السبائك بدلًا من الفلزّات النقيّة، في ضوء خصائص السبائك.
٦-٤	يحدّد تمثيل السبائك وفقًا لمخطّطات تركيبها.

الأهداف التعليمية

٧–٥	يذكر استخدامات الفولاذ العاديّ (كهياكل السيّارات والآلات) والفولاذ المقاوم للصدأ (في مصانع الكيماويّات وأدوات المائدة).
٧–٩	يشرح استخدامات الخارصين في جلفنة الفولاذ وفي صناعة النحاس الأصفر.
٧–١٠	يصف استخدامات الألومنيوم في: • أجزاء الطائرات بسبب قوّته وكثافته المنخفضة • حاويات الغذاء بسبب مقاومته للتآكل.
٢–٤ تآكُل الفلزّات وحمايتها	
٧–٦	يذكر الظروف التي تؤدّي إلى صدأ الحديد (كالتعرّض للأكسجين والماء).
٧–٧	يصف طرق منع الصدأ ويشرحها، ومنها الطلاء واستخدام الموادّ العازلة الأخرى.
٧–٨	يصف الحماية المهبطية بأقطاب التضحية ويشرحها في ضوء سلسلة نشاط الفلزّات والجلفنة باعتبارها طريقة للوقاية من الصدأ.
٧–٩	يشرح استخدامات الخارصين في جلفنة الفولاذ وفي صناعة النحاس الأصفر.
٧–١٠	يصف استخدامات الألومنيوم في: • أجزاء الطائرات بسبب قوّته وكثافته المنخفضة • حاويات الغذاء بسبب مقاومته للتآكل.
٧–١١	يصف الخمول الظاهريّ للألومنيوم ودور طبقة الأكسيد الملتصقة على سطح الفلزّ.
الوحدة الثالثة: الكيمياء الكمّية	
٣–١ الكتل النسبية	
٨–١	يستنتج صيغة مركّب بسيط من نموذج أو تمثيل تخطيطيّ.
٨–٢	يعرِّف الكتلة الذرّيّة النسبيّة A_r بأنّها متوسّط كتل ذرّات العنصر التي توجد بالطبيعة وفقًا لمقياس تكون فيه كتلة ذرّة الكربون–12 مساوية تمامًا لـ 12 وحدة كتلة.
٨–٣	يعرِّف الكتلة الجزيئيّة النسبيّة، M_r بأنّها مجموع الكتل الذرّيّة النسبيّة (ستُستخدم كتلة الصيغة النسبيّة أو الكتلة الجزيئيّة النسبيّة M_r في المركّبات الأيونيّة).
٣–٢ المول	
٨–٢	يعرِّف الكتلة الذرّيّة النسبيّة A_r بأنّها متوسّط كتل ذرّات العنصر التي توجد بالطبيعة وفقًا لمقياس تكون فيه كتلة ذرّة الكربون–12 مساوية تمامًا لـ 12 وحدة كتلة.
٨–٣	يعرِّف الكتلة الجزيئيّة النسبيّة، M_r بأنّها مجموع الكتل الذرّيّة النسبيّة (ستُستخدم كتلة الصيغة النسبيّة أو الكتلة الجزيئيّة النسبيّة M_r في المركّبات الأيونيّة).
٨–٤	يُعرِّف المول بأنه عدد ثابت من الجسيمات والمُسمّى بثابت أفوجادرو.

الأهداف التعليمية

٣–٣ حسابات تتضمّن كتلًا متفاعلة	
٢–٨	يعرِّف الكتلة الذرّيّة النسبيّة A_r بأنّها متوسّط كتل ذرّات العنصر التي توجد في الطبيعة وفقًا لمقياس تكون فيه كتلة ذرّة الكربون–12 مساوية تمامًا لـ 12 وحدةً كتلة.
٣–٨	يعرِّف الكتلة الجزيئيّة النسبيّة، M_r بأنّها مجموع الكتل الذرّيّة النسبيّة (ستُستخدم كتلة الصيغة النسبيّة أو الكتلة الجزيئيّة النسبيّة M_r في المركّبات الأيونيّة).
٤–٨	يُعرِّف المول بأنه عدد ثابت من الجسيمات والمُسمّى بثابت أفوجادرو.
٦–٨	يحسب الكتل المتفاعلة المتكافئة، وأحجام الغازات والمحاليل، وتراكيز المحاليل الّتي يُعبَّر عنها باستخدام وحدتي القياس mol/L و g/L. (يمكن استخدام الحسابات الخاصّة بالمادّة المحدّدة للتفاعل)
٣–٤ حسابات تتضمّن حجوم الغازات	
٤–٨	يُعرِّف المول بأنه عدد ثابت من الجسيمات والمُسمّى بثابت أفوجادرو.
٥–٨	يستخدم حجم الغاز المولي L 24 عند درجة الحرارة والضغط القياسيّين.
٦–٨	يحسب الكتل المتفاعلة المتكافئة، وأحجام الغازات والمحاليل، وتراكيز المحاليل الّتي يُعبَّر عنها باستخدام وحدتي القياس mol/L و g/L. (يمكن استخدام الحسابات الخاصّة بالمادّة المحدّدة للتفاعل)
٣–٥ حسابات تتضمّن محاليل مُتفاعِلة	
٤–٨	يُعرِّف المول بأنه عدد ثابت من الجسيمات والمُسمّى بثابت أفوجادرو.
٦–٨	يحسب الكتل المتفاعلة المتكافئة، وأحجام الغازات والمحاليل، وتراكيز المحاليل الّتي يُعبَّر عنها باستخدام وحدتي القياس mol/L و g/L. (يمكن استخدام الحسابات الخاصّة بالمادّة المحدّدة للتفاعل)
الوحدة الرابعة: مدخل إلى الكيمياء العضوية	
٤–١ الألكانات	
١–٢	يُسمّي مُركّبات الميثان والإيثان والإيثين والإيثانول ويرسمها.
٢–٢	يسمّي مُركّبات الألكانات والألكينات غير المتفرّعة (غير المقرون – المفروق) التي تضمّ ما يصل إلى أربع ذرّات كربون لكلّ جُزيء، ويرسمها.
٣–٢	يذكر نوع المُركّب الكيميائي الموجود، بإعطائه اسمًا ينتهي بـ (–ان)، (–ين)، (–ول) أو برسم تركيبه الجُزَيئي.
٤–٢	يصف السلاسل المُتجانسة للألكانات والألكينات باعتبارها عائلات من المُركّبات لها الصيغة العامّة نفسها وخصائص كيميائية مُتشابهة.
١–٣	يصف الألكانات باعتبارها هيدروكربونات مُشبعة تحتوي جُزيئاتها على روابط تساهميّة أحاديّة فقط.
٢–٣	يُسمّي غاز الميثان باعتباره المُكوّن الرئيسي في الغاز الطبيعي.

الأهداف التعليمية	
٣-٣	يصف خصائص الألكانات (مثل الميثان) بأنّها غير نشطة كيميائيًّا، بصورة عامّة، إلّا في حالة الاحتراق.
٣-٤	يصف الاحتراق الكامل للهيدروكربونات الذي ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء.
٤-٢ الألكينات	
٢-١	يُسمّي مُركّبات الميثان والإيثان والإيثين والإيثانول ويرسمها.
٢-٢	يسمّي مُركّبات الألكانات والألكينات غير المتفرّعة (غير المقرون - المفروق) التي تضمّ ما يصل إلى أربع ذرّات كربون لكلّ جُزيء، ويرسمها.
٢-٣	يذكر نوع المركّب الكيميائي الموجود، بإعطائه اسمًا ينتهي بـ (-ان)، (-ين)، (-ول) أو برسم تركيبه الجُزَيئي.
٢-٤	يصف السلاسل المُتجانسة للألكانات والألكينات باعتبارها عائلات من المُركّبات لها الصيغة العامّة نفسها وخصائص كيميائية مُتشابهة.
٣-٥	يصف الألكينات باعتبارها هيدروكربونات غير مُشبعة تحتوي جُزيئاتها على رابطة تساهميّة ثنائيّة واحدة على الأقل بين ذرّتَي كربون.
٣-٧	يصف خصائص الألكينات (كالإيثين على سبيل المثال) في ضوء تفاعُلات الإضافة مع البروم والهيدروجين وبخار الماء.
٣-٨	يميّز الهيدروكربونات المُشبَعة من الهيدروكربونات غير المُشبَعة من خلال: • تركيبها الجُزيئيّ. • تفاعُلاتها مع محلول البروم.
٤-٣ البترول (النفط الخام) وأنواع أخرى من الوقود الأحفوري	
١-١	يذكر أنّ الفحم والغاز الطبيعي والنفط أنواع من الوقود الأحفوري التي تنتج ثاني أكسيد الكربون عند الاحتراق.
١-٢	يصف النفط بأنّه مزيج من الهيدروكربونات يمكن فصل مُشتقّاته المُفيدة من خلال التقطير التجزيئي.
١-٣	يصف خصائص الجُزيئات في المُشتقّات. ويصف كيف يختلف تركيب الجُزيئات وخصائصها بتغيّر المُشتق، بما في ذلك طول السلسلة ودرجة الغليان والتطاير واللزوجة.
١-٤	يُسمّي استخدامات المُشتقّات الناتجة كما يأتي: • غاز التكرير المُستخدَم في أسطوانات الغاز المعبّأة للتّسخين والطبخ. • مُشتقّ الجازولين المُستخدَم كوقود للسيّارات (البنزين). • مُشتقّ النفثا المُستخدَم كمادّة أوّليّة لصناعة الموادّ الكيميائية. • زيت الديزل/ زيت الغاز المُستخدَم كوقود في مُحرّكات الديزل. • الأسفلت على أسطح الطرق.

الأهداف التعليمية

٣-٢	يُسمّي غاز الميثان باعتباره المُكوّن الرئيسي في الغاز الطبيعي.
٣-٤	يصف الاحتراق الكامل للهيدروكربونات الذي ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء.
٣-٦	يصف نواتج التكسير الحراري لجُزيئات ألكانات كبيرة لتكوين ألكينات وألكانات أصغر حجمًا مع غاز الهيدروجين، ويذكر الظروف المطلوبة لهذه العمليّة.

الأهداف التعليمية المرتبطة بالاستقصاء العلمي

استخدام التقنيّات والأجهزة والأدوات العلميّة

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

التخطيط

- يصف الخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة ويشرحها.
- يكوِّن التنبؤات والفرضيات (استنادًا إلى استيعاب المفاهيم والمعرفة)
- يحدِّد المتغيرات ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكُّم ببعض المتغيّرات.

الملاحظة والقياس والتسجيل

- يرسم الأشكال التخطيطيّة للجهاز ويُسمّي أجزاءه.
- يسجِّل الملاحظات بطريقة منهجية باستخدام الوحدات المناسبة والأرقام ومدى القياسات المناسبة ودرجة الدقة المناسبة.

تفسير الملاحظات والبيانات وتقييمها

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

طرائق التقييم

- يستخلص الاستنتاجات المناسبة ويبرِّرها بالرجوع إلى البيانات وباستخدام التفسيرات المناسبة.
- يحدِّد الأسباب المحتملة لعدم دقة البيانات أو الاستنتاجات ويقترح التحسينات المناسبة للخطوات التجريبية والتقانة المستخدمة.

الوحدة الأولى: الفلزّات وخصائصها

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٤-١، ٤-٢	١-١ الترابُط وخصائص الفلزّات	١	السؤالان ١-١ و ١-٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١	
٤-٣	١-٢ العناصر الانتقالية	١	الأسئلة من ١-٣ إلى ١-٦ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤	ورقة العمل ١-١ العناصر الانتقالية
٦-١، ٦-٢	١-٣ الفلزّات القلوية	٢	نشاط ١-١ تفاعُل بعض الفلزّات القلوية مع الماء الأسئلة من ١-٧ إلى ١-١٣ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣	تمرين ١-١ المجموعة I (الفلزّات القلوية) ورقة العمل ١-٢ الفلزّات القلوية
٥-١، ٥-٢، ٥-٣	١-٤ نشاط الفلزّات	٥	نشاط ١-٢ تفاعُل الصوف الحديدي مع بخار الماء نشاط ١-٣ تحديد ترتيب النشاط الكيميائي لبعض الفلزّات نشاط ١-٤ تفاعُلات إزاحة (إحلال) الفلزّات الأسئلة من ١-١٤ إلى ١-٢٠ أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٢ و ٥	تمرين ١-٢ سلسلة النشاط الكيميائي للفلزّات تمرين ١-٣ إنتاج الطاقة من تفاعُلات الإزاحة (الإحلال) ورقة العمل ١-٣ الفلزّات والنشاط الكيميائي ورقة العمل ١-٤ تفاعُل فلزّات مسحوقة مع أكاسيد فلزّات مختلفة

الموضوع ١-١: الترابُط وخصائص الفلزّات

الأهداف التعليمية

١-٤ يصف الخواصّ الفيزيائية العامّة للفلزّات باعتبارها مواد صلبة ذات درجتَي انصهار وغليان مُرتفعتَين، وأنّها مواد مرنة وموصلة جيّدة للحرارة وللتيّار الكهربائي.

٢-٤ يصف الرابطة الفلزّيّة بأنّها قوى تجاذب بين الأيونات الموجبة والإلكترونات الحرّة في البنية الشبكية للفلزّ، ويستخدمها لتفسير مرونة الفلزّات وجودة توصيلها للتيّار الكهربائي.

أفكار للتدريس

- يمكنك أن تبدأ بهذا الموضوع كنوع من مراجعة للأفكار التي تمّت تغطيتها خلال دروس الكيمياء السابقة، مثل العناصر والجدول الدوري والترابُط والصيغة البنائية.
- ابدأ الدرس الأوّل بمراجعة التقسيم الفرعي للعناصر إلى فلزّات ولافلزّات، ومواقعها في الجدول الدوري. اطرح على الطلاب أسئلة حول تحديد الخصائص الفيزيائية التي تميّز الفلزّات عن اللافلزّات، واعرض عليهم مواد مختلفة لكي يتفحّصوها ويبدوا ملاحظاتهم حولها.
- ناقش الخصائص الكيميائية باختصار. وأدر نقاشًا مع الطلاب حول الفلزّات التي تتفاعل والاختلافات في النشاط الكيميائي من خلال التجارب اليومية. شرط أن يؤدّي ذلك إلى تذكيرهم بأنّ الفلزّات تُشكّل دائمًا أيونات موجبة خلال تفاعلاتها، وبكيفيّة حدوث ذلك.
- يُعدّ تكوُّن الأيونات الموجبة أمرًا بالغ الأهمّية من أجل فهم الطلاب للترابط الكيميائي والصيغة البنائية في الفلزّ النقي. يجب شرح ذلك بالتطرُّق إلى فقدان الإلكترونات من مستوى الطاقة الخارجي للذرّات، والإجابة عن السؤال التالي: أين تذهب الإلكترونات في حال عدم وجود عنصر لافلزّي لكسبها؟
- اختر مُخطّطًا أو شكلًا لتوضيح الترابُط الفلزّي والصيغة البنائية. وناقش أهمّية الإلكترونات الحرّة داخل هذا التركيب.
- أتِح للطلاب الكثير من الفرص للتدرُّب على وصف التركيب الفلزّي ولفهم مصطلحات، كالشبكة، أو غير المتمركزة بشكل جيّد. يجب أيضًا اغتنام الفرصة لمراجعة أنواع أخرى من التراكيب، كالأيونية والتساهُمية الضخمة، لمقارنة أنواع الترابُط.
- اربط الأفكار التي تمّت مناقشتها بالخصائص الفيزيائية المميّزة التي تُظهرها الفلزّات، وهي: التوصيل الكهربائي والحراري، قابلية الطرق والسحب... ويمكن إعادة توضيح خاصّية التوصيل الكهربائي للفلزّات مقارنة باللافلزّات.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لا ينطوي هذا الموضوع على صعوبات أساسية، ولكن هناك مجالات قد يكوّن الطلاب حولها أفكارًا خاطئة. فمثلاً لا تُعدّ الفلزّات جميعها متينة وصلدة. لذلك أدر مناقشة شاملة تتناول خصائصها، ليتمّ بناء على ذلك تحديد أيّ منها تمتلك خصائص نموذجية وأي منها تمتلك خصائص مميّزة. ومن الأفكار الخاطئة أنّه غالبًا ما يحدث التباس بين مفهوم الترابُط الفلزّي والصيغة البنائية الأيونية الضخمة (بسبب وجود أيونات موجبة) أو الصيغة البنائية التساهُمية الضخمة (لوصف القوّة والمتانة).

أفكار للواجبات المنزلية

- السؤالان ١-١ و١-٢ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١ في كتاب الطالب.

الموضوع ١-٢: العناصر الانتقالية

الأهداف التعليمية

٣-٤ يصف العناصر الانتقاليّة بأنها تجمع من الفلزّات عالية الكثافة ذات درجات انصهار مرتفعة، وتُكوّن مركّبات ملوّنة، وغالبًا ما تستخدم عناصرها ومركّباتها كعوامل حفّازة للتفاعُلات الكيميائية.

أفكار للتدريس

- حدّد مواقع العناصر الانتقالية في الجدول الدوري للطلاب، واطلب إليهم تسمية فلزّات شائعة، وإظهار نمط يبيّن أن هذه الفلزّات تميل أن تكون في تجمّع العناصر الانتقالية. الفت انتباههم إلى أن هذه العناصر تقع بين المجموعتين ٢ و ٣ ولكنّها على غير العادة، تُشكّل تجمّعًا من العناصر وليس مجموعة. قد يؤدّي هذا إلى إعادة فتح النقاش حول الفلزّات التي لا تكون جميعها مُتماثلة في خصائصها ومميّزاتها، ولكن يحدث تغيُّر أو انتقال من السلوك الفلزّي إلى السلوك اللافلزّي عبر الجدول الدوري. ويمكن لتوضيح هذه الفكرة مقارنة العناصر الانتقالية عن كثب مع العناصر الفلزّية والعناصر اللافلزّية التي تقع عند جانبَي التجمُّع في الجدول الدوري.
- أشر إلى الخصائص العامّة للعناصر الانتقالية التي يمكن اعتبارها نموذجية للفلزّات، (كالتوصيل الكهربائي، والكثافة العالية، والقوّة، ودرجات الانصهار المرتفعة...) واستخداماتها المرتبطة بخصائصها المختلفة. ثم أعرض بعد ذلك على الطلاب أمثلة تتناول العناصر الانتقالية، إذا كان ذلك متوفّرًا. ولا بدّ من ربط الخصائص مرّة أخرى بنموذج التركيب الفلزّي المذكور في الموضوع ١-١.
- انتقل إلى مناقشة السمات الفريدة والمميّزة للعناصر الانتقالية، كألوان مُركّباتها، وناقش حالات الأكسدة المُتعدّدة التي تظهرها، وقابليّتها لتحفيز بعض التفاعُلات. وحيثما أمكن، دع الطلاب يتعرّفوا على مُركّبات لعناصر انتقالية أو على قابليّتها لتحفيز تفاعُل كيميائي.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لا ينطوي هذا الموضوع على صعوبات أو سوء فهم، لكنّ الطلاب في كثير من الأحيان يخطئون في اعتبار العناصر الانتقالية مجموعة ما من العناصر، ويمضون في البحث عن خصائصها، مع أنّها فلزّات نموذجية. من هذا المنطلق يذكر الطلاب خصائص نموذجية عامّة دون تخصيص ما يتعلّق بالعناصر الانتقالية تحديدًا. لذلك يجب التركيز على الخصائص المميزة لها، مثل قدرتها على تحفيز بعض التفاعُلات الكيميائية وتكوين المُركّبات المُلوّنة.

أفكار للواجبات المنزلية

- كلِّف الطلاب بإجراء بحث حول عنصر انتقالي من اختيارهم، وإعداد ملصق يعرض استخدامات هذا العنصر وخصائصه.
- ورقة العمل ١-١ العناصر الانتقالية في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ١-٣ إلى ١-٦ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤ في كتاب الطالب.

الموضوع ١-٣: الفلزّات القلوية

الأهداف التعليمية

١-٦ يصف الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم من المجموعة الأولى باعتبارها مجموعة من الفلزّات الليّنة نسبيًّا الّتي تُظهر تدرُّجًا نمطيًّا في درجات الانصهار والكثافة والتفاعُل مع الماء.

٢-٦ يتنبّأ بخواصّ العناصر الأخرى في المجموعة الأولى وذلك في ضوء البيانات المُعطاة.

أفكار للتدريس

- حدّد موقع الفلزّات القلوية في المجموعة I من الجدول الدوري. وذكّر الطلاب بأن عناصر مجموعة ما تمتلك عدد الإلكترونات نفسه في مستوى الطاقة الخارجي لذرّاتها، وهو ما يحدِّد رقم المجموعة. قارن تصنيف الفلزّات القلوية كمجموعة من العناصر مع العناصر الانتقالية، التي تُشكّل تجمُّعًا من العناصر. واعرض صورًا أو عيّنات من الفلزّات القلوية لإظهار مدى تشابهها في المظهر، مع توفير بعض الأدلّة التي تبرِّر وضعها معًا في مجموعة واحدة.
- عزِّز من خلال موضوع الفلزّات القلوية هذا الأفكار التي دُرست سابقًا حول خصائص الفلزّات. ولكن عليك أن تُشير إلى أن الفلزّات القلوية تمتلك خصائص مميّزة، كدرجات الانصهار والكثافة المُنخفضة.
- زوّد الطلاب ببيانات عن الخصائص الفيزيائية للفلزّات القلوية، كدرجات الانصهار ودرجات الغليان والكثافة. واعتمادًا على هذه البيانات، اطلب إليهم تحديد التدرُّج في الخصائص. واطلب إليهم أيضًا توقُّع قيَم الخصائص الفيزيائية لعناصر أخرى تقع ضمن المجموعة، هم أقلّ دراية بها، كالفرانسيوم.
- اعرض النشاط الكيميائي للفلزّات القلوية باستخدام التفاعُل مع الماء، وتوسَّع في شرح هذا النشاط (**نشاط ١-١ تفاعُل بعض الفلزّات القلوية مع الماء**). مرّة أخرى، توسّع في شرح فكرة تدرّج الخصائص للتفكير وتوقُّع النشاط الكيميائي للفلزّات القلوية مع بعض اللافلزّات كالأكسجين والكلور. درّب الطلاب على كتابة المعادلات الكيميائية لهذه التفاعُلات، واشرح النشاط الكيميائي للفلزّات القلوية، بالإشارة إلى قدرتها على تكوين أيونات موجبة ذات شحنة +1.
- ركِّز على مناقشة تدرُّج كل من الخصائص الفيزيائية والخصائص الكيميائية داخل المجموعة، لأن ذلك سوف يُمهِّد لك الانتقال إلى الموضوع التالي، وهو النشاط الكيميائي للفلزّات.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ينشأ عن هذا الموضوع عدد قليل نسبيًّا من المفاهيم الخاطئة، ولكن يجب التأكيد على أن الفلزّات القلوية تُظهِر خصائص مختلفة، مُقارنة بالفلزّات الأكثر شيوعًا. وبما أن التركيز الرئيسي في موضوع الفلزّات القلوية يجب أن يكون على تدرُّج الخصائص، فإن المهمّة الرئيسية تتمثّل في تزويد الطلاب بإرشادات حول كيفيّة تقدير تدرُّج الخصائص ومناقشتها. وتكمن الصعوبة عادة في اللغة المُستخدَمة. لذا يحتاج الطلاب إلى المساعدة في تقدير قيَم الخصائص الفيزيائية، بواسطة إستراتيجيات، مثل حساب المتوسّطات وفرق التغيُّرات، تُمكّنهم من تقديم توقُّعات صحيحة. وغالبًا ما تكون اللغة المُستخدَمة للتعبير عن التغيّرات في الخصائص صعبة لبعض الطلاب.

أفكار للواجبات المنزلية

- تمرين ١-١ المجموعة I (الفلزّات القلوية) في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ١-٢ الفلزّات القلوية في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ١-٧ إلى ١-١٣ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ في كتاب الطالب.

الموضوع ١-٤: نشاط الفلزّات

الأهداف التعليمية

١-٥ يرتّب العناصر الآتية من حيث نشاطها الكيميائيّ: البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم والألومنيوم والكربون والخارصين والحديد والهيدروجين والنحاس، وذلك بالإشارة إلى تفاعلات مثل هذه العناصر مع أيّ ممّا يأتي، إن وجدت:

- الماء أو بخار الماء.
- حمض الهيدروكلوريك المُخفّف.
- اختزال أكاسيدها بالكربون.

٢-٥ يصف سلسلة النشاط الكيميائي في ضوء مَيل الفلزّات إلى تكوين أيونات موجبة، والذي يتّضح من خلال تفاعُله، إن وجِد، مع أيّ ممّا يأتي:

- المحاليل الأيونية لمركّبات الفلزّات الأخرى.
- أكاسيد الفلزّات الأخرى.

٣-٥ يستنتج ترتيبًا للنشاط الكيميائي للفلزّات بناءً على مجموعة من النتائج التجريبيّة.

أفكار للتدريس

- رغم أن هذا الموضوع يستند إلى تفاعُلات تمّ التطرُّق إليها سابقًا، فمن الأفضل الاستعانة بها مرّة أخرى، أو استخدامها لتوضيح الاختلافات في النشاط الكيميائي (أي تفاعُل الفلزّات مع الماء أو الحمض).
- اجعل من **النشاط ١-٢ تفاعُل الصوف الحديدي مع بخار الماء** عرضًا لتوضِّح كيف يتغيّر التفاعُل الكيميائي وفقًا لظروف إجرائه.
- يساعد **النشاط ١-٣ تحديد ترتيب النشاط الكيميائي لبعض الفلزّات**، على مقارنة النشاط الكيميائي لفلزّات مختلفة مع حمض. ويُشكّل من جهة أخرى تدريبًا جيّدًا على تخطيط الاختبارات وتقييمها.
- وجِّه تركيزك الرئيسي إلى تفاعُلات الإزاحة (الإحلال) لفلزّات مع أكاسيد فلزّات أو مع محاليل، من أجل بناء سلسلة النشاط الكيميائي. يتيح **النشاط ١-٤ تفاعُلات إزاحة (إحلال) الفلزّات** للطلاب فرصة عمليّة جيّدة ليُجروا ملاحظات دقيقة، ويستنتجوا بأنفسهم ترتيب النشاط الكيميائي للعديد من الفلزّات.
- كلِّف الطلاب أيضًا بكتابة مُعادلات رمزية وأيونية للتدرُّب على هذه المهارات، ومحاولة فهم تفاعُلات الإزاحة (الإحلال) من حيث قابلية الفلزّ لتكوين أيونات موجبة بسهولة.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ليست هناك مصادر محدّدة لسوء الفهم أو الصعوبة هنا، شرط توفُّر إرشادات واضحة تُعطى كأساس لتفسير التجارب، كالملاحظات التي يجب إجراؤها للتأكيد على حدوث تفاعُل، وكيفيّة الاستنتاج الصحيح لترتيب للنشاط الكيميائي.

أفكار للواجبات المنزلية

- تمرين ١-٢ سلسلة النشاط الكيميائي للفلزّات، في كتاب النشاط.
- تمرين ١-٣ إنتاج الطاقة من تفاعُلات الإزاحة (الإحلال)، في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ١-٣ الفلزّات والنشاط الكيميائي، في كتاب النشاط.
- تغطّي ورقة العمل ١-٤ تفاعُل فلزّات مسحوقة مع أكاسيد فلزّات مختلفة في كتاب النشاط، تحليل النتائج التجريبية. تُعدّ بديلاً مُفيدًا لبعض التجارب التي قد يكون تنفيذها في المُختبر بالغ الخطورة.
- الأسئلة من ١-١٤ إلى ١-٢٠ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٢ و ٥ في كتاب الطالب.

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ١-١: تفاعُل بعض الفلزّات القلوية مع الماء

المهارات:

- **ينجز التجربة ويسجّل الملاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يناقش الملاحظات التجريبية والبيانات ويقيّمها.**

يوضِّح هذا النشاط العملي التدرُّج في نشاط الفلزّات القلوية مع الماء.

المواد والأدوات والأجهزة

- عبوات تحتوي على ليثيوم وصوديوم وبوتاسيوم محفوظة في الزيت
- حوض زجاجي كبير
- محلول كاشف عام
- شاشات واقية (أو عازلة) للحماية
- ملاقط صغيرة
- ورق ترشيح
- مشرط
- قطعة من الخزف (السيراميك)

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- احفظ الفلزّات القلوية ومحلول الكاشف العام بعيدًا عن اللهب.

ملاحظات

- قد يطفو ورق الترشيح على سطح الماء ممّا يتيح ملاحظة الليثيوم والصوديوم بشكل أفضل (كأن تتم ملاحظة الصوديوم وهو يحترق بلهب أصفر) ولكن لا ينبغي استخدام ورق الترشيح في تجربة البوتاسيوم.
- تخلّص من أي بقايا من الليثيوم أو الصوديوم بتفاعلها مع الإيثانول، وتخلّص من بقايا البوتاسيوم بتفاعُلها مع كحول 2-ميثيل، 2-بروبانول (2-methylpropan-2-ol).

إجابات الأسئلة

١ يُعدُّ البوتاسيوم العنصر الأكثر نشاطًا كيميائيًّا، يليه الصوديوم ثم الليثيوم. وتُثبت نتائج هذا الترتيب زيادة في الحركة، أو الفوران، أو في مُعدَّل سرعة التفاعُل.

٢ يُشير لون الماء عند نهاية التفاعُل إلى أنه قلوي.

٣ $2Li(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2LiOH(aq) + H_2(g)$

$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$

$2K(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + H_2(g)$

نشاط ١-٢: تفاعُل الصوف الحديدي مع بخار الماء

المهارات:

- **ينجز التجربة ويسجّل الملاحظات والقياسات والتقديرات.**

في هذا النشاط العملي، يمر بخار الماء فوق الصوف الحديدي الأحمر الساخن. ويتمّ جمع الغاز الناتج من التفاعُل واختباره باستخدام عود ثقاب مُشتعل.

المواد والأدوات والأجهزة

- شاشات واقية (أو عازلة) للحماية
- أنبوبة تسخين
- سدادة بأنبوبة توصيل (زجاجية أو من مطّاط)
- موقد بنزن وأعواد خشبية
- حامل مِعوَجّ مع مشبك
- أنابيب اختبار وسدادات لتجميع الغاز
- حوض ماء
- صوف صلب من الحديد
- صوف معدني وماء
- ماصّة قطّارة وماء

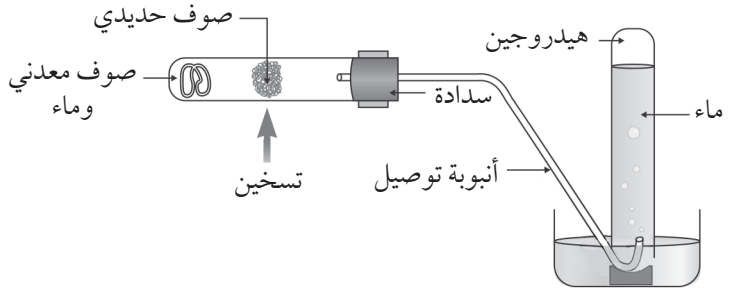
⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- قم بإزالة أنبوبة التوصيل من حوض الماء قبل التوقُّف عن تسخين الحديد.

ملاحظات

- يتطلّب الصوف الحديدي تسخينًا لمدّة أطول بينما يتطلّب الصوف المعدني المُبلّل بالماء تسخينًا لمدّة وجيزة.
- سيكون الغاز الذي جُمع في أنبوبة الاختبار الأولى مُكوّنًا بشكل أساسي من الهواء، لذلك ستُعطي أنابيب الاختبار التالية المُستخدَمة لتجميع الغاز نتيجة أوضح عند اختبار غاز الهيدروجين.
- يجب إزالة أنبوبة التوصيل من حوض الماء قبل التوقُّف عن التسخين، لتفادي سحب الماء البارد إلى داخل أنبوبة الغليان الساخنة ممّا يؤدّي إلى كسرها.
- كرِّر التجربة مع استبدال الصوف الحديدي بمسحوق الخارصين، أو بشريط من الماغنيسيوم، من أجل استكشاف أوسع لسلسلة النشاط الكيميائي للفلزّات.

النتائج



أ. يلمع الصوف الحديدي قليلاً ويتحوّل إلى اللون الأسود.

ب. يتمّ اختبار غاز الهيدروجين بعود ثقاب مشتعل، مُحدثًا فرقعة.

إجابات الأسئلة

١ هيدروجين + أكسيد الحديد (II) ⟶ بخار الماء + حديد

هيدروجين + أكسيد الحديد (III) ⟶ بخار الماء + حديد

٢ $Fe(s) + H_2O(g) \longrightarrow FeO(s) + H_2(g)$

$2Fe(s) + 3H_2O(g) \longrightarrow Fe_2O_3(s) + 3H_2(g)$

نشاط ١-٣: تحديد ترتيب النشاط الكيميائي لبعض الفلزّات

المهارات:

- يُبيِّن بطريقة عملية معرفته المُتعلّقة بكيفيّة الاستخدام الآمن للتقنيّات والأجهزة والمواد (بما فيها اتّباع سلسلة من التعليمات المناسبة).
- يُخطِّط للتجارب والاستقصاءات.
- ينجز التجربة ويسجّل الملاحظات والقياسات والتقديرات.
- يناقش الملاحظات التجريبية والبيانات ويقيّمها.
- يُقيِّم الطرائق، ويقترح التحسينات المُحتملة.

يتوجّب عليك في هذا النشاط، التخطيط لاستقصاء من أجل تحديد ترتيب الفلزّات الآتية وفقًا لنشاطها الكيميائي: الماغنيسيوم والحديد والنحاس.

فيما يلي قائمة مُقترحة بالمواد والأدوات والأجهزة التي قد يعتمدها الطلاب ضمن خططهم:

المواد والأدوات والأجهزة

- أنبوبة تسخين (عدد 2)
- مخبار مدرّج (10 mL أو 20 mL)
- حامل لأنابيب الاختبار
- ملعقة كيماويات
- مسحوق الماغنيسيوم
- مسحوق النحاس
- مسحوق الحديد
- ساعة توقيف
- ميزان حرارة (−10 – 110 °C)
- محلول حمض الهيدروكلوريك (0.5 mol/L)
- محلول كبريتات الماغنيسيوم (0.5 mol/L)
- محلول كبريتات النحاس (II) (0.5 mol/L)
- محلول كبريتات الحديد (II) (0.5 mol/L)

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- مسحوق الماغنيسيوم من المواد سريعة الاشتعال.
- حمض الهيدروكلوريك، محلول كبريتات النحاس (II)، من المواد المهيّجة للجلد.

ملاحظات

- بما أن الطالب هو الذي وضع هذه الخطّة فيجب التحقُّق بعناية من التفاصيل للتأكُّد من شروط السلامة والصلاحية قبل السماح له بالتنفيذ. سوف تؤدّي مقارنة نسبيّة تفاعُل الفلزّات مع الماء إلى نتيجة غير حاسمة، أو يصعب قياسها. وقد يُشكِّل تفاعُل الفلزّات مع الحمض المُخفَّف الطريقة الأفضل للمُقارنة عبر قياس المدّة الزمنيّة للتفاعُل أو قياس التغيُّر في درجة الحرارة خلال التفاعُل. وبدلاً من ذلك، يمكن استخدام تفاعُلات الفلزّات مع محاليل لأملاح فلزّات أخرى.
- يجب أن تكون محاليل الحمض أو أملاح الفلزّات ذات تركيز مُناسب، حوالي 0.5 mol/L.
- يجب أن يكون حجم جُسيمات المسحوق أو الحُبيبات التي سيزوّد بها الطلاب مُتماثلة قدر الإمكان.
- بعد الإجابة عن السؤال ٢، يمكن إجراء التجربة باستخدام الخارصين وكبريتات الحديد، للتأكّد من حدوث التفاعُل المُتوقّع. يجب أن تكون كبريتات الحديد (II) مُحضّرة حديثًا، دون إضافة حمض التثبيت المُعتاد، وإلّا فإن النتائج ستكون غير دقيقة.

الطريقة الممكنة وجدول النتائج ١:

١. قِس 20 mL من حمض الهيدروكلوريك باستخدام مخبار مُدرّج.
٢. صب المحلول في أنبوبة تسخين أو كأس زجاجية.
٣. أضف مقدار ملعقة كيماويات واحدة من مسحوق الماغنيسيوم وابدأ التوقيت.
٤. قِس المدّة الزمنية التي يستغرقها التفاعُل حتى يتوقّف الفوران.

٥ كرّر العملية باستخدام مسحوق فلزّ مختلف.

مسحوق الفلزّ	المدّة الزمنية لتوقُّف الفوران (s)
الماغنيسيوم	
الحديد	
النحاس	

الطريقة الممكنة وجدول النتائج ٢:

١ قِس 20 mL من محلول كبريتات النحاس (II) باستخدام مخبار مُدرّج.

٢ صب المحلول في أنبوبة تسخين أو كأس زجاجية.

٣ قِس وسجّل درجة حرارة المحلول.

٤ أضف مقدار ملعقة كيماويات واحدة من مسحوق الماغنيسيوم.

٥ حرّك المخلوط.

٦ قس وسجّل أعلى درجة حرارة يصل إليها التفاعُل.

٧ كرّر العملية باستخدام مسحوق فلزّ مختلف.

٨ كرّر العملية باستخدام محاليل من الأملاح الأخرى مع مسحوق كلّ من الفلزّات.

محلول كبريتات النحاس (II)

درجة الحرارة (°C)	محلول كبريتات النحاس (II) مع مسحوق الماغنيسيوم	محلول كبريتات النحاس (II) مع مسحوق الحديد
درجة الحرارة الأوّلية (قبل إضافة مسحوق الفلزّ)		
درجة الحرارة النهائية (بعد إضافة مسحوق الفلزّ)		
التغيير في درجة الحرارة		

محلول كبريتات الحديد (II)

درجة الحرارة (°C)	محلول كبريتات الحديد (II) مع مسحوق الماغنيسيوم	محلول كبريتات الحديد (II) مع مسحوق النحاس
درجة الحرارة الأوّلية (قبل إضافة مسحوق الفلزّ)		
درجة الحرارة النهائية (بعد إضافة مسحوق الفلزّ)		
التغيير في درجة الحرارة		

محلول كبريتات الماغنيسيوم

درجة الحرارة (°C)	محلول كبريتات الماغنيسيوم مع مسحوق الحديد	محلول كبريتات الماغنيسيوم مع مسحوق النحاس
درجة الحرارة الأوّلية (قبل إضافة مسحوق الفلزّ)		
درجة الحرارة النهائية (بعد إضافة مسحوق الفلزّ)		
التغيير في درجة الحرارة		

إجابات الأسئلة

١ فلزّ الماغنيسيوم هو الأكثر نشاطًا كيميائيًّا، يليه الحديد ثم النحاس، وسوف يكون الطلاب قد أثبتوا ذلك باستخدام نتائجهم، كتحديدهم المدّة الزمنية التي استغرقها كل تفاعُل (إذا أمكن)، أو قياس ارتفاع درجة الحرارة خلال التفاعُل.

٢ تكمن الصعوبة في كون التفاعُل سريعًا جدًّا أو بطيئًا جدًّا لقياسه أو مراقبته بدقّة. قد تتمثّل بعض التحسينات الممكنة في خفض أو زيادة تراكيز المحاليل المُستخدمة، وتقليل أو زيادة كمّية الحمض المُستخدم، واستخدام معدّات مختلفة من أجل تحسين دقّة القراءات أو الملاحظات، وتكرار التجربة، عبر تنفيذ طريقة جديدة مع مواد كيميائية مختلفة من أجل تحديد النشاط الكيميائي للفلزّات...

نشاط ١-٤: تفاعُلات إزاحة (إحلال) الفلزّات

المهارات:

- **يُبيِّن بطريقة عملية معرفته المُتعلّقة بكيفيّة الاستخدام الآمن للتقنيّات والأجهزة والمواد (بما فيها اتّباع سلسلة من التعليمات المناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجِّل الملاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يُناقش الملاحظات التجريبية والبيانات ويُقيِّمها.**

تُستخدَم في هذا النشاط أطباق كومبو ComboPlate® ذات المقياس المصغّر (المجهري)، أو أطباق خزفية ذات مُربّعات بيضاء لاستقصاء التفاعُلات التي تحدث بين فلزّات مسحوقة ومحاليل فلزّات مُتنوّعة. يسمح هذا التمرين القائم على الملاحظة العملية بترتيب الفلزّات في سلسلة وفقًا لنشاطها الكيميائي.

المواد والأدوات والأجهزة

- طبق كومبو ComboPlate®
- ماصّات (عدد 4)
- ملعقة كيماويات صغيرة
- منديل ورقي (لتنظيف ملعقة الكيماويات)
- محلول كبريتات النحاس (II) (0.5 mol/L)
- محلول كبريتات الماغنيسيوم (II) (0.5 mol/L)
- محلول كبريتات الخارصين (0.5 mol/L)
- فلزّات مسحوقة مثل: نحاس، حديد، ماغنيسيوم، خارصين

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- مسحوق الماغنيسيوم، مسحوق الخارصين، من المواد سريعة الاشتعال.
- محلول كبريتات النحاس (II) من المواد المهيّجة للجلد.

ملاحظات

- إذا كان الطلاب يستخدمون طبق كومبو ComboPlate®، يمكن وضع المحاليل المائية في الحفر الكبيرة التي ستكون بمثابة خزانات، عندما يجرون تجارب عديدة. إذا لم تتوفّر أطباق كومبو، يستخدم الطلاب أنابيب اختبار، و2-3 cm من كل محلول.
- يكمن سر ملاحظة التفاعُلات في إضافة كمّيات **صغيرة** من مساحيق الفلزّات. سوف تحدث تغيُّرات في اللون. وقد يتغيّر مظهر الفلزّات.

النتائج

الفلزّ المُضاف	محلول ملح الفلزّ المُضاف			
	كبريتات النحاس (II)	كبريتات الحديد (II)	كبريتات الماغنيسيوم	كبريتات الخارصين
النحاس		لا يتفاعل	لا يتفاعل	لا يتفاعل
الحديد	يتلاشى اللون الأزرق للمحلول، ويتشكّل راسب ذو لون بُنّي محمر على الفلزّ		لا يتفاعل	لا يتفاعل
الماغنيسيوم	يتلاشى اللون الأزرق للمحلول، ويتشكّل راسب ذو لون بُنّي محمر على الفلزّ	يتلاشى اللون الأخضر للمحلول، ويتشكّل راسب ذو لون رمادي داكن على الفلزّ		يبقى المحلول عديم اللون، ولكن يتشكّل راسب ذو لون رمادي على الفلزّ
الخارصين	يتلاشى اللون الأزرق للمحلول، ويتشكّل راسب ذو لون بُنّي محمر على الفلزّ	يتلاشى اللون الأخضر للمحلول، ويتشكّل راسب ذو لون رمادي داكن على الفلزّ	لا يتفاعل	

الاستنتاجات

النحاس — الحديد — الخارصين — الماغنيسيوم

الأقلّ نشاطًا ← الأكثر نشاطًا

إجابات الأسئلة

١ أ. لايحدث تفاعُل ⟶ كبريتات الكروم (III) + نحاس

ب. كبريتات الماغنيسيوم + كروم ⟶ كبريتات الكروم (III) + ماغنيسيوم

ج. كبريتات الكروم (III) + نحاس ⟶ كبريتات النحاس (II) + كروم

٢ أضف مسحوق الكروم إلى محاليل أيونات الخارصين (كبريتات الخارصين) وأيونات الحديد (II) (كبريتات الحديد)، أو أضف مساحيق كلّ من فلزّي الحديد والخارصين إلى محلول كبريتات الكروم (II)، ولاحظ ما سيحدث في كلا المحلولَين، وهل يحدث تفاعُل أم لا؟ وإذا حدث تفاعُل فأيهما أسرع؟

٣ تتمّ التفاعُلات وفقًا للمُعادلات الأيونية الآتية:

$Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$

$Mg(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + Cu(s)$

$Mg(s) + Zn^{2+}(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + Zn(s)$

$Mg(s) + Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + Fe(s)$

$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

$Zn(s) + Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Fe(s)$

إجابات أسئلة كتاب الطالب

١-١ الرابطة الفلزية هي قوّة كهروستاتيكية قويّة بين الأيونات الموجبة وبحر الإلكترونات المُتحرِّكة التي تحيط بها، وهي تؤمّن تماسُك الشبكة الفلزّية.

٢-١ أ. لأن الفلزّات تمتلك رابطة فلزية قوية جدًّا تحتاج إلى طاقة كبيرة لتفكيكها.

ب. عندما تؤثّر قوّة على فلزّ ما، فإن طبقات الأيونات الموجبة تكون قابلة للتحرّك بعضها فوق بعض دون أن تنكسر الرابطة الفلزّية.

ج. لأنّ الإلكترونات الموجودة في الفلزّات تتحرّك بحرّية، وتكون قادرة على نقل الشحنات الكهربائية عبر التركيب البنائي للفلزّ.

٣-١ صلدة ومتينة، وتمتلك كثافة عالية ودرجات انصهار مرتفعة، وغالبًا ما تكون مركّباتها ملوّنة، وتكوّن أكثر من نوع واحد من الأيونات. وغالبًا ما تتفاعل هذه الفلزّات أو مركّباتها أحيانًا كعوامل حفّازة (يمكن اختيار أي ثلاث خصائص).

٤-١ Fe^{2+} و Fe^{3+}

٥-١ أزرق.

٦-١ طريقة هابر (تصنيع الأمونيا).

٧-١ هذه الفلزّات ليّنة وذات كثافة منخفضة، وتمتلك درجات انصهار منخفضة إلى حدّ ما.

٨-١ تنخفض درجات الانصهار تدريجيًّا عند الانتقال من الأعلى الى الأسفل عبر المجموعة.

٩-١ لمنع تفاعُل الفلزّات القلوية مع الرطوبة والأكسجين في الهواء.

١٠-١ سيكون تفاعُل السيزيوم مع الماء أكثر شدّة من تفاعُل البوتاسيوم مع الماء.

١١-١ هيدروجين + هيدروكسيد الليثيوم ⟶ ماء + الليثيوم

١٢-١ $2K + 2H_2O \longrightarrow 2KOH + H_2$

١-١٣ يتغيّر لون المحلول إلى اللون البنفسجي (الأرجواني)، لأن المحلول سيكون قلويًّا.

١-١٤ $Mg(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow Mg(OH)_2(aq) + H_2(g)$

١-١٥ أكسيد الماغنيسيوم وغاز الهيدروجين.

١-١٦ $Zn(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

١-١٧ النحاس.

١-١٨ القصدير هو الأكثر نشاطًا كيميائيًّا، يليه الرصاص، ثم النحاس، في الظروف نفسها.

١-١٩ يتكوّن راسب بنّي مُحمرّ على سطح شريط الماغنيسيوم، ويتلاشى تدريجيًّا اللون الأزرق لمحلول كبريتات النحاس حتى يصبح عديم اللون.

١-٢٠ $Mg(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow MgSO_4(aq) + Cu(s)$

$Mg(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + Cu(s)$

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ١-١: المجموعة I (الفلزّات القلوية)

أ موصل جيّد للكهرباء، ويمتلك درجة انصهار وكثافة منخفضتَين، وقابل للطرق. وقد يظهر كسائل عند درجات حرارة أعلى بقليل من درجة حرارة الغرفة.

ب إلكترون واحد (في مستوى الطاقة الخارجي).

ج

فلزّات المجموعة I	الكثافة (g/mL/)	درجة الغليان (°C)	التفاعُل مع الماء
الصوديوم (Na)	0.97	883	يتفاعل بسرعة ويطفو ويفور بسرعة على سطح الماء، ويختفي تدريجيًّا ولا يشتعل.
البوتاسيوم (K)	0.86	760	**يتفاعل بسرعة، يفور ويشتعل، وقد يطلق رذاذًا بشكل عنيف**
الروبيديوم (Rb)	**1.53**	686	يتفاعل بسرعة، ويفور ويشتعل، ثم يُطلق رذاذًا بشكل عنيف وقد ينفجر.
السيزيوم (Cs)	1.88	**620-650 (القيمة الفعلية 671)**	**يتفاعل بسرعة وبشكل متفجّر**

د $2Cs(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2CsOH(aq) + H_2(g)$

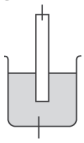
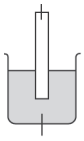
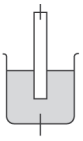
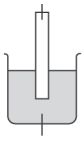
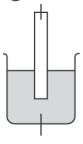
تمرين ١-٢: سلسلة النشاط الكيميائي للفلزّات

أ $Mg(s) + H_2O(g) \rightarrow MgO(s) + H_2(g)$

ب النحاس أو الفضّة (أو أي فلزّ آخر يقع في أسفل السلسلة).

ج الحديد، أو الخارصين، أو الماغنيسيوم.

د

		خارصين	خارصين	حديد	فضّة	نحاس
		 محلول كبريتات الحديد (II)	 محلول كبريتات النحاس (II)	 محلول كبريتات النحاس (II)	 محلول كبريتات النحاس (II)	 محلول نترات الفضّة
في البداية	لون الفلزّ	رمادي	**رمادي**	رمادي	**فضّي اللون**	بُنّي محمرّ
	لون المحلول	أخضر باهت	**أزرق**	أزرق	**أزرق**	عديم اللون
في النهاية	لون الفلزّ	مغطّى ببلّورات فلزّية	**مغطّى بمادّة صلبة ذات لون بُنّي محمرّ**	مغطّى بمادّة صلبة ذات لون بُنّي محمرّ	فضّي اللون	**مغطّى ببلّورات فضّية اللون**
	لون المحلول	عديم اللون	**عديم اللون**	**أخضر باهت**	أزرق	**أزرق**

هـ الخارصين > الحديد > النحاس > الفضّة

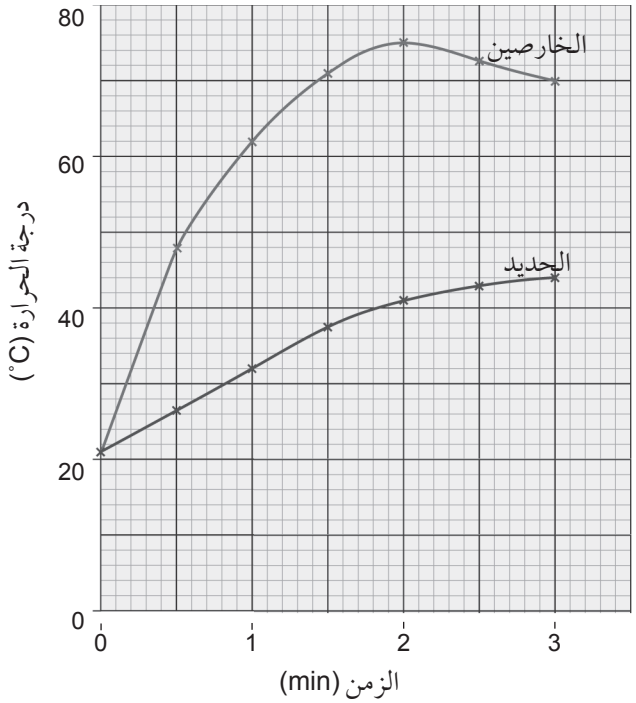
و النحاس والبلاديوم.

ز الباريوم واللانثانوم.

ح الكروم.

تمرين ١-٣: إنتاج الطاقة من تفاعُلات الإزاحة (الإحلال)

أ



ب ١. $Zn(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq)$

٢. $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$

ج الخارصين. يسبِّب الخارصين ارتفاعًا أعلى في درجة الحرارة لأنه الفلزّ الأكثر نشاطًا كيميائيًّا.

د قد تبدو هذه التجربة اختبارًا عادلًا. على الرّغم من أن إحدى الصعوبات قد تتمثّل في ما إذا كان الفلزّان قد تمّ سحقهما بالقدر نفسه.

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ١-١: العناصر الانتقالية

١ العناصر الانتقالية.

٢ أ. فلزّات.

ب. توصِّل الكهرباء والحرارة، وتكون مرنة، وتمتلك درجات انصهار مرتفعة.

٣ الكثير من مُركّباتها ملوّنة، تكوّن أكثر من نوع واحد من الأيونات / أكثر من حالة تأكسد، وغالبًا ما تُستخدَم هذه الفلزّات أو مُركّباتها كعوامل حفّازة.

٤ Fe: الحديد / Cu: النحاس / Zn: الخارصين / Mn: المنغنيز / V: الفناديوم.

ورقة العمل ١-٢: الفلزّات القلوية

١ تسمّى فلزّات المجموعة I من الجدول الدوري بالفلزّات **القلوية**، وتُشكِّل هذه العناصر عائلة من الفلزّات شديدة **النشاط الكيميائي**. تفقد هذه الفلزّات لمعانها بسرعة في الهواء، ولكنّها تكون **لامعة** عندما يتمّ قطعها حديثًا. تستطيع هذه الفلزّات توصيل الحرارة و**الكهرباء** بشكل جيّد، ولكنها تكون **طريّة**، وهي تمتلك كثافة منخفضة ودرجات انصهار وغليان **منخفضة**.

٢ أ. أكسيد الليثيوم ⟶ أكسجين + ليثيوم

$4Li(s) + O_2(g) \longrightarrow 2Li_2O(s)$

ب.

الفلزّ	التفاعُل مع الماء
الليثيوم	**يطفو ويفور بشكل مُطَّرد**
الصوديوم	**يذوب وينزلق على السطح**
البوتاسيوم	**ينصهر، وينزلق على السطح ويشتعل الغاز الناتج**

ج. الهيدروجين + هيدروكسيد البوتاسيوم ⟶ ماء + البوتاسيوم

$2K(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2KOH(aq) + H_2(g)$

ورقة العمل ١-٣: الفلزّات والنشاط الكيميائي

١ أ. ١. التنغستن

٢. الصوديوم

٣. التنغستن

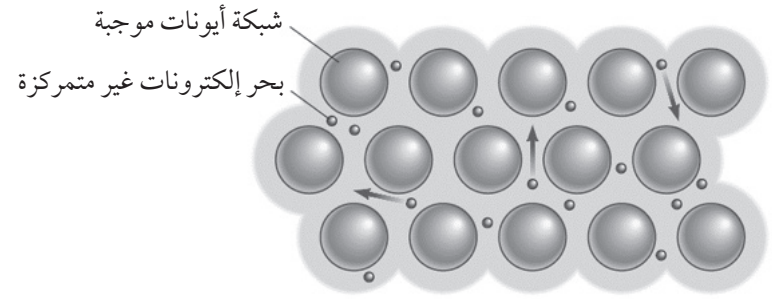
ب. كلّها توصِّل الكهرباء.

ج. الزئبق.

د. لأنه يمتلك درجة انصهار مرتفعة جدًّا.

هـ. ستغوص لأن الذهب أكثر كثافة من الزئبق.

و. تمتلك الصيغة البنائية للفلزّ شبكة من الأيونات الموجبة محاطة ببحر من الإلكترونات غير المتمركزة. تنشأ قوى جذب إلكتروستاتيكية بين الأيونات الموجبة والإلكترونات.



٢

الخاصّية	الفلزّات القلوية	العناصر الانتقالية
النشاط الكيميائي	نشطة جدًّا	أقلّ نشاطًا
سلوك الفلزّات في الماء وفقًا لكثافتها	تطفو على سطح الماء	تغوص في الماء
درجات الانصهار والغليان	مُنخفضة	مُرتفعة
لون الأملاح	عديمة اللون	مُلوَّنة غالبًا

٣ أ. كبريتات الخارصين + نحاس ⟶ كبريتات النحاس (II) + خارصين

كبريتات الماغنيسيوم + خارصين ⟶ كبريتات الخارصين + ماغنيسيوم

ب. $Zn(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq)$

$Mg(s) + ZnSO_4(aq) \longrightarrow Zn(s) + MgSO_4(aq)$

ج. $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

$Mg(s) + Zn^{2+}(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + Zn(s)$

د. النحاس < الخارصين < الماغنيسيوم

ورقة العمل ١-٤: تفاعُل فلزّات مسحوقة مع أكاسيد فلزّات مختلفة

تفسير النتائج

الماغنيسيوم > الألومنيوم > الخارصين > الحديد > النحاس

	الألومنيوم	النحاس	الحديد	الماغنيسيوم	الخارصين
كبريتات الألومنيوم $Al_2(SO_4)_3$	✘	✘	✘	✔	✘
كبريتات النحاس $CuSO_4$	✔	✘	✔	✔	✔
كبريتات الحديد $FeSO_4$	✔	✘	✘	✔	✔
كبريتات الماغنيسيوم $MgSO_4$	✘	✘	✘	✘	✘
كبريتات الخارصين $ZnSO_4$	✔	✘	✘	✔	✘

✔ حدث تفاعُل ✘ لم يحدث تفاعُل

١ أ. $Mg + CuO \longrightarrow MgO + Cu$

ب. $3Mg + Al_2O_3 \longrightarrow 3MgO + 2Al$

٢ أ. $Zn + FeSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Fe$

ب. $Zn + Fe^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Fe$

٣ أ. $2Al + 3CuSO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3Cu$

ب. $2Al + 3Cu^{2+} \longrightarrow 2Al^{3+} + 3Cu$

٤ تتفاعل جميع هذه الفلزّات مع بخار الماء عدا النحاس؛ حيث يتفاعل الماغنيسيوم مع توهُّج أبيض عند تسخينه بالبخار، ويُعدّ التفاعُل الأسرع مقارنة بباقي الفلزّات. سيلي ذلك الألومنيوم ثم الخارصين ثم الحديد الذي تستغرق تفاعُلاته مزيدًا من الوقت. وفي جميع الحالات، يتوهَّج الفلزّ ويُشكِّل مُركّبًا لونه أبيض (ما عدا الحديد الذي سيُشكِّل مُركّبًا أسود). وسينبعث غاز الهيدروجين خلال هذه التفاعُلات. وفي حالة ضخّ الهيدروجين عبر الماء وتجميعه في أنبوبة اختبار، يُمكن تحديد المدّة الزمنية التي يستغرقها ملء أنبوبة الاختبار بالغاز. أمّا النحاس فلن يتفاعل مع بخار الماء، لذلك لن يتغيّر، ولن يتمّ إنتاج غاز الهيدروجين.

٥ يجب خلط أكاسيد الفلزّات بالكربون وتسخينها بشدّة، مع مُراقبة كل تجربة، وتحرّي علامات التفاعُل والتفاعُل الأسرع بينها. فالحرارة المُنبعثة (شدّة توهُّج المخلوط)، التغيُّر في لون المخلوط، أو معدّل سرعة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (مثلًا: من خلال ضخّ الغاز المُنبعث في ماء الجير، وتحديد المدّة الزمنية التي استغرقها المحلول ليتعكّر، أو مدى تعكُّره في مدّة زمنية مُحدّدة وثابتة، وهذه كلّها أدلّة يمكن من خلالها تحديد أي الفلزّات أكثر نشاطًا). وكلما انخفض مستوى الفلزّ في سلسلة النشاط الكيميائي، يُتوقّع أن يكون التفاعُل أكثر شدّة، كأن يكون معدّل سرعة انبعاث ثاني أكسيد الكربون أثناء تفاعُل أكسيد الحديد (III) مع الكربون أبطأ من معدّل سرعة انبعاثه أثناء تفاعُل أكسيد النحاس (II) مع الكربون. إذا لم تُلاحَظ أي إشارة تدلّ على تفاعُل، يكون الفلزّ أكثر نشاطًا من الكربون. سيكون هذا مُتوقعًا في تجربة الكربون وأكسيد الألومنيوم ، لأنّ الألومنيوم أكثر نشاطًا من الكربون، بل وأكثر هذه الفلزّات نشاطًا.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. يتمّ إنشاء دائرة كهربائية تتكوّن من بطّارية وأسلاك ومصباح كهربائي. إذا أضاء المصباح الكهربائي عند توصيل المادّة بالدائرة، تكون هذه المادّة فلزًّا.

ب. هي قوى جذب كهروستاتيكية ناتجة بين الأيونات الموجبة والإلكترونات غير المتمركزة في الشبكة الفلزّية.

ج. لأن الفلزّات تمتلك رابطة فلزية قوية جدًّا تحتاج إلى طاقة كبيرة لتفكيكها.

د. تكون الأيونات الموجبة مرتّبة ضمن طبقات؛ لذلك تكون قابلة للانزلاق بعضها فوق بعض دون أن يؤدّي ذلك إلى تكسير الرابطة الفلزّية، وبالتالي يمكن تشكيلها.

٢ أ. ١. النحاس < الخارصين < الماغنيسيوم < الكالسيوم.

٢. لا يتفاعل الحديد مع الماء البارد، ولكنه يتفاعل عند تسخينه مع بخار الماء.

ب. $Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$

ج.

		أكاسيد الفلزّات			
		أكسيد الكالسيوم	أكسيد النحاس (II)	أكسيد الماغنيسيوم	أكسيد الخارصين
الفلزّات	الكالسيوم		✔	✔	✔
	النحاس	✘		✘	✘
	الماغنيسيوم	✘	✔		✔
	الخارصين	✘	✔	✘	

٣ **أ.** ١. الهيدروجين + هيدروكسيد الليثيوم ⟶ ماء + ليثيوم

٢. $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$

ب. ١. سيكون البوتاسيوم هو الأكثر تفاعُلاً، يليه الصوديوم، وأخيرًا الليثيوم.

٢. الملاحظات التي يمكن توقّعها هي التالية:

- تطفو جميع الفلزّات على سطح الماء؛
- تتحرّك جميع الفلزّات فى الماء؛
- تفور الفلزّات وتنتج فقّاعات غاز عند تفاعُلها؛
- ينصهر الصوديوم والبوتاسيوم مع تصاعُد أبخرة وغازات عند تفاعُلهما؛
- يشتعل البوتاسيوم بلهب أرجواني.

إذا تمّ اختبار المحلول باستخدام الكاشف العام، فسوف يتحوّل إلى اللون البنفسجي.

ج. ١. 28.5 °C أو أي إجابة منطقية أقلّ من 39 °C

٢. تنخفض.

٣. الكثافة المنخفضة.

٤ **أ.** مركّباتها مُلوّنة؛ تنتج أكثر من نوع واحد من الأيونات؛ غالبًا ما تتفاعل العناصر الانتقالية ومُركّباتها كعوامل حفّازة.

ب. صناعة الأسلاك الكهربائية، لأن النحاس موصّل جيّد للكهرباء وهو قابل للطرق ممّا يسهل تشكيل أسلاك منه، وقليل التكلفة مقارنة مع العناصر الأفضل منه في التوصيل الكهربائي.

٥ **أ.** ١. $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

٢. الماغنيسيوم > X > النحاس

ب. ١. يتحوّل المحلول من اللون الأزرق إلى عديم اللون، أو يصبح لونه باهتًا.
ويتكوّن راسب بنّي مُحمّر من النحاس على الفلزّ X.

٢. لأن X أقلّ نشاطًا من الماغنيسيوم، أو الماغنيسيوم أكثر نشاطًا من X.

ج. لن يتفاعل X بشكل واضح مع الماء البارد، أو قد يتفاعل ببطء شديد.
سوف يتفاعل X مع بخار الماء وفقًا للمعادلة الآتية (أي واحدة من المعادلات الثلاث أدناه)

$X(s) + H_2O(g) \longrightarrow XO(s) + H_2(g)$

الوحدة الثانية: استخلاص الفلزّات واستخداماتها

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٥-١، ٧-١، ٧-٢، ٧-١٢	٢-١ استخلاص الفلزّات	٢	نشاط ٢-١ استخلاص فلزّ من الأكسيد باستخدام الفحم الأسئلة من ٢-١ إلى ٢-٨ أسئلة نهاية الوحدة: ١، ٢ب	
٧-٣، ٧-٤	٢-٢ إنتاج الحديد والفولاذ	٢	الأسئلة من ٢-٩ إلى ٢-١٤ أسئلة نهاية الوحدة: ٢ (أ، ج)، ٣ و ٦	ورقة العمل ٢-١ الفرن العالي
٤-٤، ٤-٥، ٤-٦، ٧-٥، ٧-٩، ٧-١٠	٢-٣ السبائك	٢	نشاط ٢-٢ سبائك مثيرة للاهتمام! (إثرائي) الأسئلة من ٢-١٥ إلى ٢-١٩ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤	تمرين ٢-١ الفلزّات والسبائك
٧-٦، ٧-٧، ٧-٨، ٧-٩، ٧-١٠، ٧-١١	٢-٤ تآكُل الفلزّات وحمايتها	٣	نشاط ٢-٣ منع الصدأ الأسئلة من ٢-٢٠ إلى ٢-٢٤ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٥	ورقة العمل ٢-٢ الصدأ

الموضوع: ٢-١ استخلاص الفلزّات

الأهداف التعليمية

٥-١ يرتّب العناصر الآتية من حيث نشاطها الكيميائيّ: البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم والألومنيوم والكربون والخارصين والحديد والهيدروجين والنحاس، وذلك بالإشارة إلى تفاعلات مثل هذه العناصر مع أيّ ممّا يأتي، إن وجدت:

- الماء أو بخار الماء
- حمض الهيدروكلوريك المخفّف
- اختزال أكاسيدها بالكربون

٧-١ يربط طريقة استخراج الفلزّ من مادّته الخام بموقعه في سلسلة النشاط الكيميائيّ للفلزّات الواردة في الموضوع رقم ٥ «سلسلة نشاط» وفلزّات أخرى، وذلك بناءً على المعلومات المعطاة.

٧-٢ يصف استخدام الكربون في استخراج بعض الفلزّات من خاماتها.

٧-١٢ يصف خامات الفلزّ بأنّها موارد محدودة، وبالتّالي يظهر الحاجة إلى إعادة تدوير الفلزّات.

أفكار للتدريس

- حثّ الطلاب على التفكير في مصادر الفلزّات التي نستخدمها في حياتنا اليومية، ومواقع وجودها، ومناقشة التعدين والخامات والمعادن، وكيفية استخلاص الفلزّات.
- لخّص سلسلة النشاط الكيميائي للفلزّات، وصنّفها إلى فلزّات شديدة النشاط، وفلزّات مُعتدلة النشاط، وفلزّات غير نشطة وفقًا لموقعها من الكربون والهيدروجين.
- اربط فكرة النشاط الكيميائي للفلزّات بالطرق المُعتمدة لاستخلاص الفلزّات ذات الاستخدامات الشائعة.
- ركِّز على عمليات استخلاص الفلزّات مُعتدلة النشاط باستخدام الكربون، وأسباب استخدامه. وركّز أيضًا على المعادلات التي تُمثّل تفاعُلات الاختزال الخاصّة بهذه العمليات.
- كلّف الطلاب باستقصاء عملية استخلاص النحاس من أكسيد النحاس (II) باستخدام الكربون (**النشاط ٢-١، استخلاص فلزّ من الأكسيد باستخدام الفحم**).

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد ترد مفاهيم خاطئة مرتبطة بهذا الموضوع. فقد يُسيء الطلاب فهم أي مادة يتمّ اختزالها أثناء التفاعُلات. لذلك يجب شرح كيفية التعرُّف على ذلك بدقة.

أفكار للواجبات المنزلية

- كلّف الطلاب بإجراء بحث حول كيفية استخلاص فلزّات مختلفة من معادنها وخاماتها، واعرض النتائج التي توصّلوا إليها.
- الأسئلة من ٢-١ إلى ٢-٨ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة، الأسئلة ١، ٢ب في كتاب الطالب.

الموضوع ٢-٢: إنتاج الحديد والفولاذ

الأهداف التعليمية

٧-٣ يصف ويشرح التفاعلات الأساسيّة في استخراج الحديد من الهيماتيت في الفرن العالي (فرن الصهر) وما تتضمّنه هذه العمليّة من إزالة الشوائب الحمضيّة كالخبث:

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

$$C + CO_2 \rightarrow 2CO$$

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$$

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$$

٧-٤ يصف كيف تتغيّر خصائص الحديد عن طريق التحكم باستخدام الموادّ المضافة لتكوين سبائك الفولاذ، كالفولاذ العاديّ والفولاذ المقاوم للصدأ.

أفكار للتدريس

- لخَص طريقة استخلاص الحديد في الفرن العالي، عارضًا التفاصيل المُتعلّقة بالمواد الخام التي يتم إدخالها في الفرن، وتفاصيل التفاعُلات التي تحدث وكيفية إزالة الشوائب.
- ناقش صناعة الفولاذ من الحديد عارضًا التفاصيل المُتعلّقة بالمواد المضافة إلى الحديد الخام المُنصهر، والغرض منها.
- اعتمد على مقاطع الفيديو أو الرسوم المتحركة لعرض العمليات الصناعية خلال تنفيذها.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لا يوجد مفاهيم خاطئة لهذا الموضوع، لكن قد يُخطىء الطلاب في تحديد ترتيب التفاعلات الأساسية التي تحدث في الفرن العالي أو يغفلون جزءًا منها.
- يتشابه استخدام الفرن العالي ومواد خام أخرى في عمليتَي استخلاص الحديد وتصنيع الفولاذ، فلا بد لك من توضيح الاختلافات في كلتا الحالتَين.

أفكار للواجبات المنزلية

- ورقة العمل ٢-١ الفرن العالي في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٢-٩ إلى ٢-١٤ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة، الأسئلة ٢ (أ، ج)، ٣ و ٦ في كتاب الطالب.

الموضوع ٢-٣: السبائك

الأهداف التعليمية

٤-٤ يصف السبائك، كالنحاس الأصفر، بأنّها مخاليط من أحد الفلزّات مع عناصر أخرى.

٤-٥ يشرح أسباب استخدام مثل هذه السبائك بدلًا من الفلزّات النقيّة، في ضوء خصائص السبائك.

٤-٦ يحدّد تمثيل السبائك وفقًا لمخطّطات تركيبها.

٧-٥ يذكر استخدامات الفولاذ العاديّ (كهياكل السيّارات والآلات) والفولاذ المقاوم للصدأ (في مصانع الكيماويّات وأدوات المائدة).

٧-٩ يشرح استخدامات الخارصين في جلفنة الفولاذ وفي صناعة النحاس الأصفر.

٧-١٠ يصف استخدامات الألومنيوم في:
- أجزاء الطائرات بسبب قوّته وكثافته المنخفضة
- حاويات الغذاء بسبب مقاومته للتآكل.

أفكار للتدريس

- اعرض الموضوع من خلال مناقشة الأنواع المختلفة من الفلزّات التي يصادفها الطلاب كل يوم من الحياة اليومية، والتي لا يدركون أنها عناصر.
- ناقش فكرة مخاليط الفلزّات كسبائك وأسباب الحاجة إليها.

- تطرَّقْ إلى سبيكة الفولاذ على أنها مخلوط من الحديد مع كمّية صغيرة من الكربون.
- ناقش الأنواع المختلفة للفولاذ الموجودة وتركيبها الكيميائي، والغرض من استخداماتها لا سيّما، استخدامات الفولاذ الليّن والفولاذ المُقاوم للصدأ.
- ناقش السبائك الشائعة الأخرى الموجودة، كالنحاس الأصفر، مع إشارة خاصة إلى كيفية اختلاف خصائصها عن الفلزّات المُكوّنة لها واستخداماتها الرئيسية. يجب وصف الفرق في التركيب البنائي بين السبيكة والفلزّ النقي والتعبير عنه باستخدام النماذج والمخطّطات المناسبة.
- كلّف الطلاب بدراسة خصائص السبائك، من خلال مقارنتها بالفلزّات التي تُكوّنها (**النشاط ٢-٢ سبائك مثيرة للاهتمام!**).

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

لا توجد عادةً مصادر أساسية تؤدّي إلى سوء فهم حول هذا الموضوع، ولكن يجب على الطلاب أن يضعوا في اعتبارهم أن السبائك هي مخاليط من عناصر فلزية يتم خلطها صناعيًّا، وليست مُركّبات توجد في الطبيعة. قد يجدون صعوبة في التعبير عن السبب الذي يجعل الفلزّ أقلّ قابلية للطرق عند إضافة كمّية صغيرة من عنصر آخر، والذي يُشير إلى أنّ الترابط داخل الفلزّ قد تم تعزيزه بطريقة ما.

أفكار للواجبات المنزلية

- كلّف الطلاب بإجراء بحث حول سبائك مختلفة، وتركيبها الكيميائي واستخداماتها، وعرض النتائج التي توصّلوا إليها.
- تمرين ٢-١ الفلزّات والسبائك في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٢-١٥ إلى ٢-١٩ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة، السؤال ٤ في كتاب الطالب.

الموضوع ٢-٤: تآكُل الفلزّات وحمايتها

الأهداف التعليمية

٧-٦ يذكر الظروف التي تؤدّي إلى صدأ الحديد (كالتعرّض للأكسجين والماء).

٧-٧ يصف طرق منع الصدأ ويشرحها، ومنها الطلاء واستخدام الموادّ العازلة الأخرى.

٧-٨ يصف الحماية المهبطية بأقطاب التضحية ويشرحها في ضوء سلسلة نشاط الفلزّات والجلفنة باعتبارها طريقة للوقاية من الصدأ.

٧-٩ يشرح استخدامات الخارصين في جلفنة الفولاذ وفي صناعة النحاس الأصفر.

٧-١٠ يصف استخدامات الألومنيوم في:
- أجزاء الطائرات بسبب قوّته وكثافته المنخفضة
- حاويات الغذاء بسبب مقاومته للتآكل.

٧-١١ يصف الخمول الظاهريّ للألومنيوم ودور طبقة الأكسيد الملتصقة على سطح الفلزّ.

أفكار للتدريس

- ناقش مفهومَي التآكُل والصدأ، مع التركيز على مظهر المواد، وأماكن مصادفة مثل هذه الظواهر.
- وجّه الطلاب إلى استقصاء الطرائق المُستخدمة لمنع الصدأ، وأيّ منها يُعدّ أكثر فاعلية (**النشاط ٢-٣ منع الصدأ**) .
- اطلب من الطلاب وصف مختلف طرائق الحاجز العازل كوسيلة فيزيائية لمنع الصدأ، مع الأخذ في الحسبان فاعلية كل من الطرائق، ومتى يكون من المناسب استخدامها.
- اطلب من الطلاب وصف وشرح استخدام الجلفنة والحماية بالتضحية كوسيلة كيميائية لمنع الصدأ، مع مراعاة النشاط الكيميائي والحالات، التي يكون فيها استخدامها مُناسبًا.
- حفّز الطلاب على مقارنة صدأ الحديد بمقاومة التآكُل التي يظهرها الألومنيوم، مع الأخذ في الحسبان الاختلافات في النشاط الكيميائي والأكسيد كمادة ناتجة، والاستخدامات المختلفة للألومنيوم التي تعتمد على هذه الخاصية.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يفهم الطلاب بأن التآكل يحدث لجميع الفلزات وهذا مفهوم خاطئ، حيث تتأكسد الفلزات ويعتمد تآكلها على طبقة الأكسيد المتكوّنة.
- غالبًا ما يُشير الطلاب إلى الصدأ عند وصف عملية التآكُل لأي من الفلزّات، عوضًا عن تخصيص هذا الوصف لعملية التآكُل التي تؤثّر فقط على الحديد. ويشيرون أيضًا إلى أنّ أكسدة أي فلز هي عملية تآكل. هنا يجب التركيز على فكرة أن التآكُل هو عملية تؤدّي إلى تلف الفلز نتيجة تفاعله مع المواد الكيميائية المحيطة به. ويمكن توضيح ذلك من خلال عرض الفرق بين الحديد والألومنيوم، حيث يتأكسد كلاهما، ولكن تبقى طبقة أكسيد الألومنيوم غير متآكلة، بينما تتآكل طبقة أكسيد الحديد الهشة.
- غالبًا ما يتم الخلط بين استخدام التصفيح بالقصدير والجلفنة لمنع التآكُل على أنّهما طريقتان مُتشابهتان، حيث يوفر كلاهما طبقة عازلة واقية للمادة تحمي الحديد من الصدأ بطريقة مختلفة.

أفكار للواجبات المنزلية

- ورقة العمل ٢-٢ الصدأ في كتاب النشاط.
- الأسئلة ٢-٢٠ إلى ٢-٢٤ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٥ في كتاب الطالب.

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٢-١: استخلاص فلزّ من الأكسيد باستخدام الفحم

المهارات:

- **يُبيِّن بطريقة عملية معرفته بكيفيّة الاستخدام الآمن للتقنيات والأجهزة والمواد (بما فيها اتِّباع سلسلة من التعليمات المُناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجِّل المُلاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يُناقش المُلاحظات التجريبية والبيانات ويُقيِّمها.**

في هذا النشاط، يُستخلص النحاس من أكسيده باستخدام مسحوق أحد أنواع الفحم.

المواد والأدوات والأجهزة

- أنابيب اختبار زجاجية صغيرة (أو أنابيب تسخين)
- حامل أنابيب اختبار
- رف أنابيب اختبار
- ملعقة كيماويات
- حصيرة عازلة للحرارة
- موقد بنزن
- مسحوق الفحم
- أكسيد النحاس (II)
- طبق وزن
- ماء الجير
- ماصّة

احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- كن حذرًا مع الأدوات الساخنة، ودعها تبرد قبل التعامُل معها.
- يُعدّ أكسيد النحاس (II) من المواد التي تُسبِّب تهيُّجًا للجلد عند استخدامها.

ملاحظات

- احرص على وضع الفحم بعناية فوق أكسيد النحاس، عوضًا عن خلط المسحوقَين معًا.

النتائج

تتّصف مساحيق الفحم و أكسيد النحاس (II) بأنّ لونهما أسود. وعند تسخينهما، تبدأ الحواف التي يلتقي عندها الفحم مع أكسيد النحاس (II) بالتوهُّج ويتحول لونها إلى لون وردي – بني. يتعكّر ماء الجير عندما يتدفق الغاز الموجود فوق الفحم عبره.

الاستنتاج

المادة الوردية–البنية الناتجة هي فلز النحاس. والغاز الناتج هو ثاني أكسيد الكربون.

إجابات الأسئلة

١ الكربون.

٢ ثاني أكسيد الكربون + النحاس ⟶ أكسيد النحاس (II) + الكربون

٣ $C(s) + 2CuO(s) \longrightarrow 2Cu(s) + CO_2(g)$

٤ النحاس أقلّ نشاطًا من الكربون.

٥ تعتبر هذه الأكاسيد صحيحة عند الإجابة عن السؤال: أكسيد الخارصين وأكسيد الحديد (II) وأكسيد الحديد (III) وأكسيد القصدير وأكسيد الرصاص.

٦ تعتبر هذه الأكاسيد صحيحة عند الإجابة عن السؤال: أكسيد الألومنيوم، أكسيد الماغنيسيوم، أكسيد الكالسيوم، أي أكسيد لفلزّ من المجموعة ١.

نشاط ٢-٢: سبائك مثيرة للاهتمام! (إثرائي)

المهارات:

- **يُبيِّن بطريقة عملية معرفته بكيفية الاستخدام الآمن للتقنيات والأجهزة والمواد (بما فيها اتِّباع سلسلة من التعليمات المُناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجِّل المُلاحظات والقياسات والتقديرات.**

يوضِّح هذا العرض العملي كيف أن الاندماج بين عناصر فلزّية وتحوُّلها إلى سبيكة يجعلانها تمتلك خصائص مفيدة وجديدة. فالخاصّية الفيزيائية الرئيسية التي طرأ عليها تعديل في ما رأيناه من سبائك هي درجة انصهار الفلزّ. لاحظ أن أكثر أشكال سبائك اللِّحام شيوعًا هي سبيكة القصدير والنحاس، الذي حل محل استخدام الرصاص في السبيكة.

أما النيتينول (فلز له ذاكرة للشكل) Nitinol (or shape memory metal) فهو سبيكة مكوّنة من النيكل والتيتانيوم. يمكن تغيير شكل سلك نيتينول عند درجة حرارة مرتفعة ثم يعود إلى هذا الشكل بعد تغير شكله.

المواد والأدوات والأجهزة

- عيّنات صغيرة من القصدير والنحاس
- سبيكة لحام خالية من الرصاص
- موقد بنزن وحصيرة مُقاوِمة للحرارة
- حامل ثُلاثي الأرجُل
- مُثلّث تسخين خزفي الأنابيب
- غطاء بوتقة خزفي
- كأس زجاجية تحتوي على ماء ساخن
- ميزان حرارة
- عيّنة من النيتينول (Nitinol)

احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- كن حذرًا جدًّا لتجنُّب ملامسة قطرات الفلزّ المُنصهِرة.
- تأكّد من وجود تهوئة جيدة، وبشكل خاصّ في حالة إجراء عدد كبير من التجارب، أو نفِّذ التجربة في خزانة الأبخرة، (يجب على الذين يعانون من الربو استخدام خزانة الأبخرة).
- تأكَّد من استخدام سبيكة لحام خالية من الرصاص.
- تجنّب ملامسة المواد الكيميائية للعينين أو الجلد.

ملاحظات

- تبلغ درجتا انصهار القصدير والنحاس 232 °C و 1085 °C، على التوالي. سوف ينصهر القصدير بسهولة نسبيًا عند درجات الحرارة الناتجة من موقد بنزن، لكن النحاس لن ينصهر وسيبدأ بالتحوّل إلى اللون الأسود مع تشكّل أكسيد النحاس (II) على سطحه. تنصهر سبيكة اللحام عند درجة حرارة أدنى من النحاس أو القصدير. عندما يوضع النيتينول الذي تم ثنيه عند درجة حرارة الغرفة في الماء الساخن يعود إلى الشكل الذي كان عليه قبل أن يتم ثنيه.

إجابات الأسئلة

١ ترتيب العناصر وفقًا لارتفاع درجات انصهارها: القصدير (232 °C)، النحاس (1085 °C)، النيكل (1455 °C)، التيتانيوم (1668 °C).

٢ سبيكة اللحام: القصدير 99.3%، النحاس 0.7%. النيتينول: النيكل 55%، التيتانيوم 45%.

٣ درجات الانصهار: سبيكة اللحام الخالية من الرصاص: 227 °C، النيتينول: 1310 °C.

تمتلك معظم السبائك درجات انصهار أدنى من درجات انصهار الفلزّات التي تتكوّن منها.

نشاط ٢-٣: منع الصدأ

المهارات:

- **يُبيّن بطريقة عملية معرفته بكيفية الاستخدام الآمن للتقنيات والأجهزة والمواد (بما فيها اتّباع سلسلة من التعليمات المُناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجّل المُلاحظات والقياسات والتقديرات.**

في هذا النشاط، تتم حماية مسامير حديدية من الصدأ باستخدام مجموعة متنوّعة من الطرائق، بما في ذلك الطلاء والتشحيم والحماية بالتضحية. توضع المسامير في أنابيب اختبار ويضاف إليها الماء. ومن خلال مقارنة كمّية الصدأ بعد أسبوع على كل مسمار، يمكن تقييم فاعليّة الأنواع المختلفة من الحماية.

المواد والأدوات والأجهزة

- أنابيب اختبار (عدد 8)
- مسامير حديدية (عدد 6)
- مسمار أو برغي من الفولاذ المقاوم للصدأ
- محلول تنظيف: محلول حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف (1 mol/L)، حوالي 10 mL
- شريط ماغنيسيوم، طوله حوالي 2 cm
- رقائق نحاس، قطعة صغيرة
- زيت
- قلم تخطيط أو مُلصقات لأنابيب الاختبار
- حامل أنابيب اختبار
- مسماران مُجلفنان (مطليّان بالخارصين)
- دهان وفرشاة صغيرة، أو سائل تصحيح
- رقائق خارصين، قطعة صغيرة
- هلام بترولي (فازلين)
- ورق تغليف رقيق، أو غشاء بلاستيكي مُشابه

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- الحمض المُخفّف مادة مُهيّجة، اغسل يدَيك والأسطُح في حال التعرُّض له.
- يعدُّ محلول حمض الهيدروكلوريك المُخفّف من المواد التي تُسبِّب تهيُّجًا للجلد عند استخدامها.
- شريط الماغنيسيوم سريع الاشتعال.

ملاحظات

- يمكن استبدال أنابيب الاختبار بعبوات مشروبات غازية زجاجية مستخدمة غير ملوّنة، والتخلُّص منها بعد الاستخدام.
- سوف تُستخدم في هذه التجربة مسامير مُتشابهة تمامًا، ويجب أن تكون من الحديد بدلاً من الفولاذ المُقاوم للصدأ. تحتاج أيضًا إلى مسامير مُجلفنة يمكن إعادة استخدامها.
- يجب ألا يكون الطلاء قابلًا للذوبان في الماء. وفي الحالة المثالية يجب أن يجف هذا الطلاء بسرعة. لذا سيكون طلاء الأكريليك (أو الدهان البلاستيكي) أو سائل التصحيح خيارًا مثاليًا.
- تساهم عملية تغطية أو طلاء الفولاذ (الحديد) بالنحاس أو بالفضة أو ... (وهي فلزات أقلّ نشاطًا من الحديد) بحماية الفولاذ من الصدأ لأنها تشكّل طبقة رقيقة عازلة، الذي سوف يرد في الوحدة السادسة من الفصل الدراسي الثاني.
- يُعدّ اختيار أي زيت آمن للطلاب مناسبًا. وقد يكون زيت الطهي هو الخيار الأسهل للاستخدام.

النتائج

- يمكن إعداد هذا النشاط إما كعرض أو كدرس عملي.
- يكون المسمار الموصّل بشريط من الماغنيسيوم أو برقاقة من الخارصين، عادةً أقلّ عرضة للصدأ. إذ يتآكل الماغنيسيوم أو الخارصين بدلاً من الحديد، «مُضحّيًا» بنفسه. وهذا ما يُسمّى الحماية بالتضحية، والتي تستخدم تجاريًا لحماية الهياكل الحديدية في البيئات المُسبّبة للتآكُل.
- يكون المسمار المربوط برقاقة من النحاس الأكثر عرضة للصدأ. يعدّ النحاس أقلّ نشاطًا من الحديد وبالتالي لا يمكنه أن «يضحّي» بنفسه بدلاً من الحديد. وبالتالي لا توفر هذه الطريقة حماية للحديد من الصدأ.
- سوف تصدأ المسامير الأخرى بطرائق متنوّعة، ترتبط بمدى فاعلية تغطيتها. وتُعدّ صناعة السبائك أيضًا طريقة فعّالة لمنع الصدأ. وبصورة عامّة لا تكون الشقوق والخدوش التي تعلو السبائك ذات أهمّية. ونتيجة لذلك، لن يصدأ مسمار الفولاذ المقاوم للصدأ كثيرًا، هذا إذا تعرّض للصدأ أصلاً.
- شجّع الطلاب على عرض نتائج التجارب ضمن جداول. ويمكنهم أيضًا أن يفكّروا أين تُستخدَم كل طريقة لمنع الصدأ في الحياة العملية، وسبب اختيار طريقة معيّنة ومدى فاعليتها.

إجابات الأسئلة

١ الهواء (أو الأكسجين) والماء والحديد (الفولاذ).

٢ يكون المسمار المغلّف بالنحاس هو الأكثر صدأً، تليه المسامير المطلية جزئيًّا (غير المطلية كليًّا). وسوف تزيد الظروف التي يكون فيها الحديد على اتصال مباشر بالماء والهواء، وغير مطلي بأي شكل من الأشكال، من فرص التعرُّض للصدأ.

٣ سيكون المسمار المغلّف بالخارصين أو الماغنيسيوم هو الأقلّ صدأً، يليه مسمار الفولاذ المقاوم للصدأ أو المسمار المجلفن. في الظروف التي يكون فيها الحديد على اتّصال مباشر بفلز أكثر نشاطاً أو جزء من سبيكة مقاومة للصدأ، سوف تكون كمّية الصدأ المُتكوّنة أقلّ.

٤ التآكُل.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٢-١ يوجد في القشرة الأرضية كعنصر نقي (غير مُركَّب كيميائيًّا).

٢-٢ الكربون.

٢-٣ لأنه متوفّر بكثرة وقليل التكلفة ويشكّل غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يسهل فصله عن الفلزّ.

٢-٤ أ. $2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2$

ب. $2PbO + C \rightarrow 2Pb + CO_2$

٢-٥ عن طريق التحليل الكهربائي.

٢-٦ لأنه يوفّر من تكلفة تعدين مادته الخام، ويوفّر أيضًا من الطاقة اللازمة لاستخلاص الألومنيوم.

٢-٧ خاصّيته المغناطيسية.

٢-٨ فقدان أو نزع الأكسجين من مُركّب.

٢-٩ الهيماتيت.

٢-١٠ ثاني أكسيد الكربون وأحادي أكسيد الكربون.

٢-١١ $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe\ (s) + 3CO_2(g)$

٢-١٢ ليتفاعل مع ثنائي أكسيد السيليكون (الرمل)، مكونًا مادة سليكات الكالسيوم (الخبث) التي يسهل فصلها وإزالتها.

٢-١٣ الأكسجين.

٢-١٤ استخدام عوادم الغازات الساخنة لتسخين الهواء الذي يدخل إلى الفرن العالي بهدف توفير الطاقة؛ وإضافة مخلفات (خردة) الفولاذ إلى الحديد المنصهر بهدف الحد من استخدام مواد جديدة.

٢-١٥ مخلوط يتكوَّن من فلزَين على الأقلّ، أو من فلز ولافلز، بهدف تحسين الخصائص الفيزيائية لفلز ما.

٢-١٦ يظهر الرسم التخطيطي لفلزّ نقي نوعًا واحدًا فقط من الذرّات مُرتّبة ضمن طبقات مُنتظمة. أما السبيكة فإنها تمتلك نوعَين مختلفَين على الأقل من الذرّات بحجوم مختلفة ممّا يجعل ترتيب الطبقات غير مُنتظم.

٢-١٧ يجعل الفولاذ أكثر هشاشة وأكثر صلادة، وأقلّ قابلية للطرق.

٢-١٨ لأنه يجعل الفولاذ أكثر مُقاومة للتآكُل، ويحسِّن مظهره بجعله أكثر لمعانًا

٢-١٩ النحاس الأصفر والبرونز سبيكتان أكثر صلادة من فلزّ النحاس.

٢-٢٠ الماء والأكسجين.

٢-٢١ $Fe_2O_3.xH_2O$

٢-٢٢ يتمّ استخدام الطلاء والزيوت والشحوم والتغليف البلاستيكي لتغطية المركبات والجسور والقِطع الميكانيكية الأخرى المصنوعة من الحديد.

٢-٢٣ طريقة الجلفنة: ويُستخدم فيها الخارصين لتغطية الفولاذ أو الأجسام الحديدية، حيث يتفاعل عوضًا عن الفولاذ المراد حمايته.
طريقة التضحية: ويُستخدم فيها الخارصين ليتفاعل بدلًا من الجسم الفولاذي أو الحديدي، كالسفينة مثلًا، وذلك بإعطاء إلكتروناته للفلزّ (الحديد أو الفولاذ) لمنعه من تكوين أيونات موجبة.

٢-٢٤ تغطّي الألومنيوم طبقة رقيقة من أكسيد الألومنيوم التي تلتصق بسطحه وتحميه من المزيد من التآكُل؛ أما طبقة الأكسيد التي تغطي سطح الحديد (الصدأ) فإنها هشة وتتفتّت ممّا يجعله مُعرّضًا لمزيد من التآكُل.

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٢-١: الفلزّات والسبائك

أ لأنه يمتلك قوة وكثافة عاليتين، ومتوفّر بكثرة، وعملية استخلاصه سهلة وغير مُكلفة.

ب لأنه يمتلك كثافة منخفضة نسبيًّا ومتوفّر بكثرة، ويمكن إضافة مواد اخرى معه لزيادة صلادته.

ج التيتانيوم.

د النحاس.

هـ يمتلك طبقة أكسيد واقية تمنع التفاعُل مع الطعام، وهو قابل للطرق ويمكن تشكيله بسهولة.

و ١. لأنّها تمتلك درجة انصهار منخفضة وبالتالي يسهل صهرها، وفي الوقت نفسه تكون قوية ممّا يجعل الوصلات المصنوعة منها متينة.

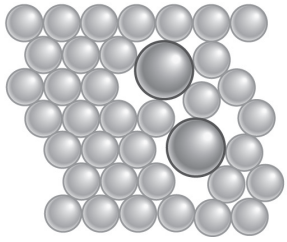
٢. يستخدم في المقابس الكهربائية، التي يجب أن تكون صلدة، لذا تستخدم هذه السبيكة لأنها أصلد من كل فلزّ من فلزيها النقيين.

٣.

السبيكة	التركيب النموذجي		الخصائص	الاستخدامات
	العنصر	النسبة		
الفولاذ اللّين	الحديد الكربون	> 99.75% < 0.25%	يمكن تشكيله (قابل للطرق)	هياكل السيارات
الفولاذ المُقاوِم للصدأ	الحديد الكروم النيكل	74% 18% 8%	صلد لا يتآكل	الأدوات الجراحية، الأوعية الكيميائية المُستخدَمة في الصناعة
النحاس الأصفر	النحاس الخارصين	70% 30%	ذهبي اللون، أكثر صلادة من النحاس النقي	الآلات الموسيقية، والحلي
البرونز	النحاس القصدير	95% 5%	أكثر صلادة من النحاس النقي	المُجسّمات، والميداليات

السبيكة	التركيب النموذجي		الخصائص	الاستخدامات
	العنصر	النسبة		
الدورالومين	الألومنيوم النحاس الماغنيسيوم المنغنيز	93% 4% 2% 1%	خفيف الوزن، قوي	صناعة الطائرات، القطارات فائقة السرعة
سبيكة اللحام	القصدير الرصاص	60% 40%	درجة انصهار مُنخفضة	التوصيلات الكهربائية في الدوائر الكهربائية
فولاذ التنغستن	الحديد التنغستن	95% 5%	شديد الصلادة	حواف أدوات القص ذات السرعات العالية

٤. السبائك مخاليط من فلزّات مختلفة، ممّا يجعل الاختلاف في حجم ذرّات الشبكة أقلّ انتظامًا. الأمر الذي يمنع طبقات ذرّات الفلزّ من الانزلاق بعضها فوق بعض، ويجعل السبيكة أقلّ قابلية للطرق مقارنةً بالفلزّات النقية، والمكوّنة لها كما يبين الشكل أدناه:



إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٢-١: الفرن العالي

١ **A** = مخلوط من خام الحديد وفحم الكوك والحجر الجيري

B = خروج الغازات الساخنة

C = ضخّ تيّارات قوية من الهواء الساخن

D = خروج بقايا الخام المُنصهرة (الخبث)

E = خروج الحديد المُنصهِر

F = التفاعُل بين خام الحديد وأحادي أكسيد الكربون

G = التفاعُل بين فحم الكوك والهواء الساخن

٢ أ. $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

ب. $CO_2(g) + C(s) \rightarrow 2CO(g)$

ج. $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(l) + 3CO_2(g)$

د. $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

هـ. $CaO(s) + SiO_2(s) \rightarrow CaSiO_3(l)$

٣ يُوضع الحديد المنصهر في فرن آخر. تضاف مُخلّفات (خردة) الفولاذ ويضخّ الأكسجين عبر المخلوط لإحراق الكربون وتحويله إلى غاز ثاني أكسيد كربون. ثم يُضاف الجير الحي إلى معادلة الشوائب الحمضية الأخرى التي تتمّ إزالتها كخبث. وتُضاف كمّيات صغيرة من الكروم والنيكل إلى الحديد المنصهر لتكوين الفولاذ المقاوم للصدأ. يُسكب الفولاذ المنصهر من الفرن ويبرّد حتى يصبح صلبًا.

ورقة العمل ٢-٢: الصدأ

الملاحظات	الأنبوبة A	الأنبوبة B	الأنبوبة C	الأنبوبة D
يصدأ	✓			✓
لا يصدأ اذكر السبب		لا يوجد أكسجين – لقد تمّ إطلاقه عند غلي الماء	لا يوجد ماء – عامل التجفيف (كلوريد الكالسيوم) يزيل أي ماء موجود	

١ يتكوّن الصدأ بشكل أسرع في D لأن الماء المالح يسرّع عملية الصدأ.

٢ عن طريق الحماية بالتضحية. يتمّ ربط كتل من فلزّات أكثر نشاطًا من الفولاذ، كالماغنيسيوم أو الخارصين، بهيكل السفينة أو دعامات الجسور، وهي تتآكل عوضًا عن الفولاذ.

٣ أ. عن طريق صنع أدوات المائدة من الفولاذ المُقاوِم للصدأ (الذي يحتوي على الكروم).

ب. عن طريق جلفنة هيكل السيارة وطلائه.

ج. التصفيح أو الجلفنة بفلزّ أقلّ نشاطًا أو الطلاء.

٤ يتفاعل الألومنيوم مع الأكسجين والرطوبة في الهواء لتكوين طبقة أكسيد واقية على سطحه، حيث لا يستطيع الأكسجين والماء الوصول إليه. يمنع ذلك أي تآكُل إضافي للألومنيوم.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١
- يكمن السبب الرئيسي في الحفاظ على الموارد الطبيعية، وخاصّة الموارد غير المُتجدّدة من المعادن والوقود.
- زيادة الطلب على الفلزات النادرة لصناعات الإلكترونيات والوسائط تُشكّل ضغطًا كبيرًا على الحاجة إلى إيجاد موارد معدنية جديدة، ويشجّع على الاستثمار في مناجم تعدين جديدة، ما يسبب مشكلات بيئية.
- يؤدّي التخلُّص من الفلزّات التي لا يُعاد تدويرها ورميها مع مُخلّفات أخرى، إلى زيادة التلوُّث البيئي.
- غالبًا ما تحتاج عملية إعادة التدوير إلى مقدار أقلّ من الطاقة، وبالتالي فإن إعادة التدوير تُقلّل من الطاقة والوقود اللازمَين للتعدين.

٢ أ. ١. الاختزال.

٢. أحادي أكسيد الكربون.

٣. فحم الكوك (الكربون) والهواء الساخن.

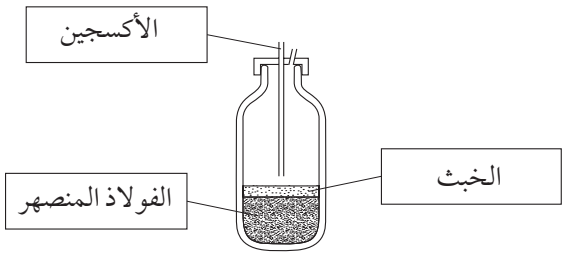
ب. النحاس أقلّ نشاطًا من الحديد، ذلك أن الترابُط في أكسيد النحاس أضعف من الترابُط في أكسيد الحديد؛ ويحتاج بالتالي إلى طاقة أقلّ لتفكيك الروابط.

ج. يُضاف الحجر الجيري داخل الفرن العالي؛ فيتفكّك لينتج أكسيد الكالسيوم والذي يتفاعل مع ثنائي أكسيد السيليكون لإنتاج سيليكات الكالسيوم (الخبث) والتي تخرج من أسفل الفرن.

٣ أ. ١. الأكسجين

٢. الخبث

٣. الفولاذ المُنصهر



ب. ١. بسبب ضخّ نفاثة عالية السرعة من الأكسجين في الوعاء عبر مدفع مُبرَّد بالماء. يتم تحويل بعض الشوائب، مثل الكربون والكبريت، إلى أكاسيدها التي تكون غازية؛ وبالتالي تنفصل عن المخلوط المنصهر وتخرج من الفرن العالي كغازات.

٢. يتفاعلان لإنتاج فوسفات الكالسيوم (الخبث)، التي تطفو فوق سطح الفولاذ المصهور، حيث يتم فصلهما بوساطة الصب.

ج. الكروم أو النيكل اللذان يجعلان الفولاذ أكثر مُقاومة للتآكُل؛ أو التنغستن أو المنغنيز اللذان يجعلان الفولاذ أكثر صلابة، وأكثر متانة.

٤ أ. ١. D

٢. الكروم والنيكل

٣. الفولاذ المُقاوِم للصدأ أقلّ عرضة للصدأ من الحديد عند تعرُّضه للماء والهواء؛ الفولاذ المُقاوِم للصدأ أقوى وأكثر متانة من الحديد.

ب. النحاس الأصفر.

ج. ١. يجعل السبيكة أقلّ كثافة، خفيفة الوزن.

٢. قطع غيار الطائرات.

٣. تمتلك ذرّات النحاس حجمًا مختلفًا عن ذرّات الألومنيوم، وذلك يؤثّر على الترتيب المُنتظِم لذرّات الفلزّ في الطبقات ويمنعها من الانزلاق بعضها فوق بعض.

٥ أ. A: يصدأ لأن فيه هواء وماء.

B: لا يصدأ، فيه هواء ولكنه جاف (ليس فيه ماء).

C: لا يصدأ، فيه هواء وماء ولكنه محميّ/مطليّ بالخارصين.

ب. يتمّ توصيل كتلة من فلزّ أكثر نشاطًا (ماغنيسيوم أو خارصين) بهيكل السفينة؛ تتفاعل الكتلة بدلًا من الحديد ما دامت تلامس هيكل السفينة؛ تعطي الكتلة إلكترونات للهيكل الحديدي، فلا تتشكّل أيونات، ولا يحدث الصدأ.

ج. ١. لأن طبقة أكسيد الألومنيوم المُتكوّنة على السطح تحمي الألومنيوم وتكون مانعة من تآكُل الألومنيوم تحتها.

٢. يتمّ استخدامه في رقائق حاويات الطعام أو إطارات النوافذ المُعرَّضة للهواء والرطوبة.

الوحدة الثالثة: الكيمياء الكمّية

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	٣–١ الكتل النسبية	٣	نشاط ٣–١ إيجاد التركيب الكتلي للعناصر المُكوّنة لأكسيد الماغنيسيوم (إثرائي) الأسئلة من ٣–١ إلى ٣–٤ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١	تمرين ٣–١ حساب كتل الصيَغ الكيميائية تمرين ٣–٢ التناسُب في الحسابات الكيميائية ورقة العمل ٣–١ النسب الكيميائية
٨–٢، ٨–٣، ٨–٤	٣–٢ المول	١	الأسئلة من ٣–٥ إلى ٣–٧ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢	تمرين ٣–٣ الازدياد النسبي (التوسُّع!) (الجزئية أ) ورقة العمل ٣–٢ المول والصيَغ الكيميائية
٨–٢، ٨–٣، ٨–٤، ٨–٦	٣–٣ حسابات تتضمّن كتلًا متفاعلة	٢	نشاط ٣–٢ استقصاء العلاقة بين كتلتَي المادة المُتفاعِلة والمادة الناتجة (إثرائي) الأسئلة من ٣–٨ إلى ٣–١١ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣	تمرين ٣–٣ الازدياد النسبي (التوسُّع!) (الجزئيتان ب و ج) ورقة العمل ٣–٣ الكتل المُتفاعِلة وحجوم الغازات ورقة العمل ٣–٤ تجفيف بلّورات كلوريد الباريوم (إزالة ماء التبلوُر)
٨–٤، ٨–٥، ٨–٦	٣–٤ حسابات تتضمّن حجوم الغازات	٤	نشاط ٣–٣ استقصاء العلاقة بين كتلة مادة مُتفاعِلة وحجم غاز ناتج (إثرائي) الأسئلة من ٣–١٢ إلى ٣–١٥ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤	تمرين ٣–٤ تحديد كتلة شريط من الماغنيسيوم طوله 5 cm تمرين ٣–٥ حجوم الغازات المُتفاعلة ورقة العمل ٣–٥ حسابات تتضمّن غازات ومحاليل السؤال ١
٨–٤، ٨–٦	٣–٥ حسابات تتضمّن محاليل مُتفاعِلة	٣	نشاط ٣–٤ تحديد تركيز محلول من حمض الهيدروكلوريك الأسئلة من ٣–١٦ إلى ٣–٢٠ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٥	تمرين ٣–٦ حسابات تتضمّن محاليل ورقة العمل ٣–٥ حسابات تتضمّن غازات ومحاليل، الأسئلة ٢ و٣ و٤ ورقة العمل ٣–٦ إيجاد صيغة حمض عضوي بعملية مُعايَرة

الموضوع ٣-١: الكتل النسبية

الأهداف التعليمية

٨-١ يستنتج صيغة مركّب بسيط من نموذج أو تمثيل تخطيطيّ.

٨-٢ يعرِّف الكتلة الذرّيّة النسبيّة A_r بأنّها متوسّط كتل ذرّات العنصر التي توجد بالطبيعة وفقًا لمقياس تكون فيه كتلة ذرّة الكربون-12 مساوية تمامًا لـ 12 وحدة كتلة.

٨-٣ يعرِّف الكتلة الجزيئيّة النسبيّة، M_r بأنّها مجموع الكتل الذرّيّة النسبيّة (ستُستخدم كتلة الصيغة النسبيّة أو الكتلة الجزيئيّة النسبيّة M_r في المركّبات الأيونيّة).

أفكار للتدريس

- راجع مع طلابك الأفكار المُتعلّقة بحجوم وكتل الذرّات ونظائر العناصر.
- اعرض على الطلاب فكرة الذرّة المعيارية (القياسية) وحساب الكتلة الذرّية النسبية، وقدِّم بعض المسائل التي تُمكّنهم من المُقارنة بين كتل ذرّات مختلفة.
- اطلب من الطلاب استنتاج صيَغ كيميائية باستخدام نماذج ومخططات بيانية، واطلب منهم حساب كتلة الصيغة النسبية من الكتل الذرّية النسبية.
- ادعُ الطلاب إلى تقدير كتلة كل عنصر موجود في مُركّب ما من صيغته الكيميائية، والتحقُّق من التركيب الكتلي لمُركّب ما واستنتاج صيغته الكيميائية (**نشاط ٣-١ إيجاد التركيب الكتلي (من حيث الكتلة) للعناصر المُكوّنة لأكسيد الماغنيسيوم**).

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

تكمن الصعوبات هنا في مدى قدرة الطالب على التعامُل مع العمليات الحسابية لحساب كتل الصيغة النسبية والتناسُب، عند النظر في الكتلة الذرّية النسبية أو كتل المواد المُتفاعِلة.

أفكار للواجبات المنزلية

- التمرين ٣-١ حساب كتل الصيَغ الكيميائية في كتاب النشاط.
- التمرين ٣-٢ التناسُب في الحسابات الكيميائية في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٣-١ النسب الكيميائية في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٣-١ إلى ٣-٤ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة، السؤال ١ في كتاب الطالب.

الموضوع ٣-٢: المول

الأهداف التعليمية

٨-٢ يعرِّف الكتلة الذرّيّة النسبيّة A_r بأنّها متوسّط كتل ذرّات العنصر التي توجد بالطبيعة وفقًا لمقياس تكون فيه كتلة ذرّة الكربون-12 مساوية تمامًا لـ 12 وحدة كتلة.

٣-٨ يعرِّف الكتلة الجزيئيّة النسبيّة، M_r بأنّها مجموع الكتل الذرّيّة النسبيّة (ستُستخدم كتلة الصيغة النسبيّة أو الكتلة الجزيئيّة النسبيّة M_r في المركّبات الأيونيّة).

٤-٨ يُعرِّف المول بأنه عدد ثابت من الجسيمات والمُسمّى بثابت أفوجادرو.

أفكار للتدريس

- اعرض مفهوم المول كوسيلة لحساب عدد الذرّات، أو الجُزيئات أو الجسيمات، وعرِّف المول على أنه عدد أفوجادرو من الجُسيمات (6.02×10^{23}). ويمكن عمليًّا مناقشة المول على أنّه يعادل «كتلة الصيغة بالجرام» (الكتلة المولية) لمادة ما. وقد يؤدّي عرض بعض الأفكار عن خلفية هذا المفهوم إلى تقديم المزيد من الأسباب المنطقية لاستخدامه.
- قدِّم بعض المسائل التي تُمكّن الطلاب من حساب عدد المولات اعتمادًا على كتلة المادة المعطاة وكتلتها المولية، وتمكّنهم أيضًا اشتقاق العدد الفعلي للجُسيمات الموجودة.
- وجّه الطلاب إلى إعادة النظر في نتائجهم التجريبية من النشاط ٣-١ المتعلّقة بأعداد مولات الماغنيسيوم والأكسجين التي تفاعلت.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يتّصف هذا المجال بالتعقيد والغموض وسبب ذلك أنّه يتعامل مع جُسيمات غير محسوسة أو ملموسة، لذا يكون مفيدًا تشبيه العمليات الحسابية بعملية عد العملات النقدية. ويمكن مُقاربة هذا الموضوع باتّخاذ أمثلة منهجية لأنواع الأسئلة المطروحة. وبهذا يتبدّد الغموض في هذا المجال.

أفكار للواجبات المنزلية

- تمرين ٣-٣ الازدياد النسبي (التوسُّع!) (الجزئية أ) في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٣-٢ المول والصيَغ الكيميائية في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٣-٥ إلى ٣-٧ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة، السؤال ٢ في كتاب الطالب.

الموضوع ٣-٣: حسابات تتضمّن كتلًا مُتفاعِلة

الأهداف التعليمية

٢-٨ يعرِّف الكتلة الذرّيّة النسبيّة A_r بأنّها متوسّط كتل ذرّات العنصر التي توجد بالطبيعة وفقًا لمقياس تكون فيه كتلة ذرّة الكربون-12 مساوية تمامًا لـ 12 وحدة كتلة.

٣-٨ يعرِّف الكتلة الجزيئيّة النسبيّة، M_r بأنّها مجموع الكتل الذرّيّة النسبيّة (ستُستخدم كتلة الصيغة النسبيّة أو الكتلة الجزيئيّة النسبيّة M_r في المركّبات الأيونيّة).

٤-٨ يُعرِّف المول بأنه عدد ثابت من الجسيمات والمُسمّى بثابت أفوجادرو.

٦-٨ يحسب الكتل المتفاعلة المتكافئة، وأحجام الغازات والمحاليل، وتراكيز المحاليل الّتي يُعبَّر عنها باستخدام وحدتي القياس mol/L و g/L. (يمكن استخدام الحسابات الخاصّة بالمادّة المحدّدة للتفاعل)

أفكار للتدريس

- عزّز الأفكار المُتعلّقة بأهمّية مفهوم المول لتشمل علاقتها بالمعادلات الكيميائية، كأن تطرح فكرة أنّ المعادلة لا تُظهر فقط المواد الناتجة خلال التفاعُل، بل تظهر أيضًا كمّية كل ناتج. فالمعادلة تصف التناسُب (التكافؤ الكيميائي) بين المواد المُتفاعِلة والنواتج.
- استخدم أمثلة لتعزيز هذه الفكرة. وتعدّ الحسابات التي تتناول التفكّك الحراري لكربونات الكالسيوم نقطة انطلاق جيدة للبدء.
- يمكن إجراء مزيد من الحسابات حول التفاعُلات التي يتمّ من خلالها النظر في علاقة التكافؤ الكيميائي بين مادة مُتفاعِلة ومادة ناتجة أو بين مادتَين مُتفاعِلتَين. يمكن مثلًا إعطاء كتلة مادة متفاعلة مع معادلة التفاعُل للتمكّن من حساب كتلة مادة ناتجة في هذا التفاعل.
- وضّح مفهوم المادة المحدِّدة للتفاعل والمادة الفائضة من خلال تلك الحسابات.
- كلّف الطلاب باستقصاء التناسُب بين كتلة الكربونات المتفاعلة مع الحمض وكتلة ثاني أكسيد الكربون الناتجة، في نشاط ٣-٢ استقصاء العلاقة بيت كتلتَي المادة المُتفاعِلة والمادة الناتجة.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

لا ترد هنا مجالات جديدة مُحدّدة لأي مفهوم خاطئ. ويكون بمقدور الطلاب الذين تعاملوا من قبلُ مع هذا الموضوع أن يفهموا التطبيق على التفاعلات الكيميائية ومعادلاتها. أما الطلاب الأضعف، فيحتاجون إلى إرشادات وإلى تنظيم حساباتهم.

أفكار للواجبات المنزلية

- تمرين ٣-٣ الازدياد النسبي (التوسُّع!) (الجزئيتان ب و ج) في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٣-٣ الكتل المُتفاعِلة وحجوم الغازات في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٣-٤ تجفيف بلّورات كلوريد الباريوم (إزالة ماء التبلوُر) في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٣-٨ إلى ٣-١١ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ في كتاب الطالب.

الموضوع ٣-٤: حسابات تتضمّن حجوم الغازات

الأهداف التعليمية

٨-٤ يُعرِّف المول بأنه عدد ثابت من الجسيمات والمُسمّى بثابت أفوجادرو.

٨-٥ يستخدم حجم الغاز المولي L 24 عند درجة الحرارة والضغط القياسيّين.

٨-٦ يحسب الكتل المتفاعلة المتكافئة، وأحجام الغازات والمحاليل، وتراكيز المحاليل الّتي يُعبَّر عنها باستخدام وحدتَي القياس mol/L و g/L. (يمكن استخدام الحسابات الخاصّة بالمادّة المحدّدة للتفاعل)

أفكار للتدريس

- ناقش المسائل المتعلقة بقياس الكتلة في التفاعُلات التي تتضمّن غازات.
- توسّع بعد ذلك في مفهوم المول ليشمل الغازات. ذلك أنّ الحجم المولي للغاز مفهوم مفيد وبسيط نسبيًا؛ (L **24** لكل مول عند درجة حرارة الغرفة والضغط القياسي).

- يمكن تقديم حسابات بسيطة تتضمّن تحويل حجم غاز إلى عدد مولات، والعكس صحيح.
- يمكن إجراء وتقديم حسابات لحجوم في تفاعُلات تتضمّن غازات فقط، لتعزيز فكرة أن التحويل إلى مولات ليس ضروريًا، وأن معرفة نوع الغاز ليست مُهمّة، أو أنهّا لا تؤثّر على الحسابات.
- قدِّم فيما بعد حسابات أكثر تعقيدًا، بحيث يتضمّن التفاعُل أيضًا مواد صلبة وكتلًا، فضلًا عن حجوم غازات. وبالتالي يستطيع الطلاب التحويل بين الكتلة وحجم الغاز عبر عدد المولات.
- كلّف الطلاب باستقصاء تفاعُل بين فلزّ وحمض لإنتاج غاز الهيدروجين، بهدف تحديد كتلة الفلزّ بمعلومية حجم الهيدروجين المتصاعد (**نشاط ٣-٣: استقصاء العلاقة بين كتلة مادة مُتفاعِلة وحجم غاز ناتج**).

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يجد الطلاب أحيانًا صعوبة في فهم فكرة أن الحجم المولي هو نفسه لأي غاز، الأمر الذي يقودهم إلى حسابات أكثر صعوبة ممّا يجب أن تكون عليه. قد يواجهون أيضًا صعوبة في التعامُل مع نسب المواد المُتفاعِلة.

أفكار للواجبات المنزلية

- تمرين ٣-٤ تحديد كتلة شريط من الماغنيسيوم طوله 5 cm في كتاب النشاط.
- تمرين ٣-٥ حجوم الغازات المُتفاعلة في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٣-٥ حسابات تتضمّن غازات ومحاليل، السؤال ١ في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٣-١٢ إلى ٣-١٥ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤ في كتاب الطالب.

الموضوع ٣-٥: حسابات تتضمّن محاليل مُتفاعِلة

الأهداف التعليمية

٨-٤ يُعرِّف المول بأنه عدد ثابت من الجسيمات والمُسمّى بثابت أفوجادرو.

٨-٦ يحسب الكتل المتفاعلة المتكافئة، وأحجام الغازات والمحاليل، وتراكيز المحاليل الّتي يُعبَّر عنها باستخدام وحدتي القياس mol/L و g/L. (يمكن استخدام الحسابات الخاصّة بالمادّة المحدّدة للتفاعل)

أفكار للتدريس

- ناقش المسائل المُتعلّقة بقياس كتل المحاليل في التفاعُلات، وراجع مفهوم التركيز.
- وضِّح كيفية حساب التركيز بوحدة g/L، ثم قدِّم مسائل تُعطى فيها قيَم كتلة المذاب وحجم المحلول. ويمكن بعد ذلك عرض حسابات تحديد التركيز المولي (mol/L) وعدد المولات عبر إعطاء التركيز الكتلي وحجم المحلول.
- أدخل بعد ذلك حسابات أكثر تعقيدًا، بهدف استخدام تركيز أحد المحاليل وحجمه، لتحديد تركيز محلول آخر أو حجمه، استنادًا إلى المعادلة الكيميائية الموزونة. طوّر استراتيجيات للعمل خطوة خطوة عبر الحسابات.
- أتح للطلاب فرصة تطبيق هذا المفهوم في السياق بإجراء عملية مُعايرة (**نشاط ٣-٤: تحديد تركيز محلول من حمض الهيدروكلوريك**). وسوف يؤدّي أيّ تمرين عملي إضافي إلى تعزيز قابلية تطبيق مفهوم المول.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

قد تكون الحسابات المُتعلّقة بعمليات المُعايرة صعبة، ما يعني ضرورة تناوُلها بطريقة منهجية. ومن المفيد ملاحظة الأمر كالآتي: عندما يُنفَّذ اختبار، غالبًا ما يتم تقسيم أي سؤال يتناول المولات بشكل منهجي وفقًا لخطوات مفيدة ومُنظّمة. وقد يكون هذا مُطمئنًا للطلاب، شرط أن يكونوا قادرين على إجراء عملية حسابية كاملة بشكل تلقائي.

أفكار للواجبات المنزلية

- تمرين ٣–٦ حسابات تتضمّن محاليل في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٣–٥ حسابات تتضمّن غازات ومحاليل، الأسئلة ٢، ٣ و٤ في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٣–٦ إيجاد صيغة حمض عضوي بعملية مُعايَرة في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٣–١٦ إلى ٣–٢٠ في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٥ في كتاب الطالب.

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٣-١: إيجاد التركيب الكتلي للعناصر المُكوِّنة لأكسيد الماغنيسيوم (إثرائي)

المهارات:

- **يُبيِّن بطريقة عملية معرفته بكيفيّة الاستخدام الآمن للتقنيات والأجهزة والمواد (بما فيها اتِّباع سلسلة من التعليمات المُناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجِّل المُلاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يُناقش المُلاحظات التجريبية والبيانات ويُقيِّمها.**
- **يقيِّم الطرائق، ويقترح التحسينات المُحتملة.**

صُمِّمت هذه التجربة لإيجاد النسب المئوية بالكتلة للعناصر المُكوّنة لأكسيد الماغنيسيوم، المُتكوّن عند تسخين الماغنيسيوم في بوتقة خزفية. وباستخدام مجموعة من النتائج، يمكن إنشاء تمثيل بياني لكتلة الأكسجين المُستهلَك مقابل كتلة الماغنيسيوم المُستخدم.

المواد والأدوات والأجهزة

- شريط من الماغنيسيوم بطول 20 cm
- ميزان
- ملقط
- موقد بنزن
- بوتقة خزفية مع غطاء
- مُثلّث خزفي
- حامل ثلاثي الأرجُل
- ورق سنفرة
- حصيرة عازلة للحرارة

احتياطات الأمن والسلامة

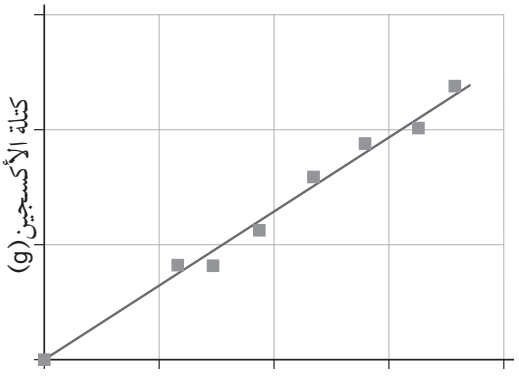
- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- تعامل مع البوتقة الخزفية والغطاء الساخنَين بحذر.
- شريط الماغنيسيوم سريع الاشتعال احفظه بعيدًا عن اللهب.

ملاحظات

- تأكّد من تنظيف شريط الماغنيسيوم بورق السنفرة قبل استخدامه.
- احرص على عدم السماح بتسرُّب أبخرة أكسيد الماغنيسيوم، عند فتح غطاء البوتقة للسماح بدخول الهواء إليها.
- يمكن باستخدام مجموعة نتائج الطلبة، رسم تمثيل بياني لكتلة الأكسجين المتفاعل، مقابل كتلة الماغنيسيوم المُستخدَم.

إجابات الأسئلة

١ و **٢** يوضح التمثيل البياني أدناه مثالاً على ما قد يرسمه الطالب. يبلغ مَيل المنحنى في هذه الحالة 0.67 تقريبًا.



٣ يساعد إنجاز تمثيل بياني لمجموعة من نتائج الطلبة واستخلاص بعض الاستنتاجات من القيَم التي تم الحصول عليها من التمثيل البياني، على إزالة الأخطاء الواردة في أي من مجموعات النتائج الفردية.

٤ التفاعُل غير التام لكامل كمّية الماغنيسيوم، وفقدان أكسيد الماغنيسيوم على شكل دخان أبيض عند رفع غطاء البوتقة، والقياس الدقيق لكمّيات صغيرة من الكتلة.

٥ تكرار الخطوات من ٤ إلى ٧، وإعادة الوزن للتأكّد من عدم حدوث تغيُّر إضافي في الكتلة. استخدام كمّيات أكبر من الماغنيسيوم لخفض نسبة الارتياب (الشك) عند قياس الكتلة. يكون الإجراء مثاليًّا عندما يتمّ التفاعل في حاوية مقفلة تمامًا وتحتوي على أكسجين نقي.

نشاط ٣-٢: استقصاء العلاقة بين كتلتَي المادة المُتفاعِلة والمادة الناتجة (إثرائي)

المهارات:

- **يُبيِّن بطريقة عملية معرفته بكيفيّة الاستخدام الآمن للتقنيات والأجهزة والمواد (بما فيها اتِّباع سلسلة من التعليمات المُناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجِّل المُلاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يُناقش المُلاحظات التجريبية والبيانات ويُقيِّمها.**
- **يقيِّم الطرائق، ويقترح التحسينات المُحتملة.**

عندما تتفاعل كربونات فلزّ ما مع حمض، سينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون. وتُوضّح المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة

$$Na_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

أن كل 1 mol من الكربونات سوف يُطلق 1 mol من CO_2. ويتمثّل الهدف من هذا النشاط في إثبات نسبة التكافؤ الكيميائي بين المادة المُتفاعلة والمادة الناتجة.

المواد والأدوات والأجهزة

- دورق مخروطي (250 mL)
- سدادة تناسب عنق الدورق المخروطي
- مخبار مُدرَّج (50 mL)
- أنبوبة اختبار صغيرة أو أنبوبة اشتعال
- خيط قطني
- ميزان رقمي
- مسحوق كربونات الصوديوم اللامائية (حوالي 1.5 إلى 2.0 g)
- محلول حمض الهيدروكلوريك (1 mol/L)

احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- يعدُّ محلول حمض الهيدروكلوريك المُخفّف من المواد التي تُسبِّب تهيُّجًا للجلد عند استخدامها.
- لا تغلق الدورق المخروطي بالسدادة أثناء حدوث التفاعُل.
- امسح أي انسكابات عند انتهاء التجربة.

حسابات واستنتاجات:

1.65 g من كربونات الصوديوم و 0.65 g من ثاني أكسيد الكربون

$\frac{1.65}{106}$ = 0.0156 mole من كربونات الصوديوم

$\frac{0.65}{44}$ = 0.0148 mole من ثاني أكسيد الكربون

يوجد ارتباط وثيق بين مولات كربونات الصوديوم وثاني أكسيد الكربون في هذا المثال.

إجابات الأسئلة

١ يجب أن تظهر حسابات الطالب أن أعداد مولات Na_2CO_3 و CO_2 مُتطابِقة وتثبت نسبة 1:1 كما هو موضَّح في المعادلة.

٢ استخدام كميات أكبر من كربونات الصوديوم لخفض الارتياب (الشك) عند قياس الكتلة. تكرار التجربة للحصول على نتائج موثوقة. جمع النتائج من طلاب آخرين وتنفيذ تمثيل بياني لكتلة (أو مولات) ثاني أكسيد الكربون مقابل كتلة (أو مولات) كربونات الصوديوم. تنفيذ التجربة بقياس حجم ثاني أكسيد الكربون بدلًا من كتلته، للتحقُّق من النتائج.

نشاط ٣-٣: استقصاء العلاقة بين كتلة مادة مُتفاعِلة وحجم غاز ناتج (إثرائي)

المهارات:

- **يُبيّن بطريقة عملية معرفته بكيفية الاستخدام الآمن للتقنيات والأجهزة والمواد (بما فيها اتِّباع سلسلة من التعليمات المُناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجِّل المُلاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يُناقش المُلاحظات التجريبية والبيانات ويُقيِّمها.**

يُستخدَم في هذا الاستقصاء التفاعُل بين الماغنيسيوم وحمض الكبريتيك المُخفّف لدراسة تأثير تغيُّر كمّيات إحدى المواد المُتفاعلة على كمّية المادة الناتجة.

المواد والأدوات والأجهزة

- شريط ماغنيسيوم، بطول 15 cm
- ورق سنفرة
- حمض كبريتيك مُخفّف (1 mol/L)
- مخبار مُدرَّج عدد 2 (25 mL و 50 mL)
- حامل حديد عدد 2
- مشابك
- قعب خزف
- مقصّ
- حوض مياه
- أنبوبة تسخين
- أنبوبة توصيل وسدادة
- مسطرة

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- يعدُّ محلول حمض الكبريتيك المُخفّف من المواد التي تُسبِّب تهيُّجًا للجلد عند استخدامها.
- شريط الماغنيسيوم سريع الاشتعال، احفظه بعيدًا عن اللهب.
- امسح أي انسكابات عند انتهاء التجربة.

ملاحظات

- تأكّد من تنظيف شريط الماغنيسيوم بورق السنفرة قبل استخدامه.
- يجب إضافة الماغنيسيوم إلى أنبوبة التسخين بحيث يسقط مباشرة في الحمض، وغلق الأنبوبة بالسدادة بسرعة لتقليل فقدان الغاز.
- تُوضَّح النتائج على تمثيل بياني. ناقش مع الطلاب كيف ستؤثِّر كل من درجة الحرارة والضغط على الفرضيات المُتعلّقة بالحجم المولي للغاز المُستخدَم في العمليات الحسابية، لتحديد كتلة الماغنيسيوم المُستخدَم.

إجابات الأسئلة

١ حتى يمنع حدوث فقدان في حجم الغاز، لأن بعضًا منه قد يذوب في الماء. الطريقة البديلة لجمع الغاز وقياس حجمه تكون باستخدام محقنة غاز.

٢ تفاعل الماغنيسيوم كليًّا ممّا يشير إلى أن حمض الكبريتيك مادة فائضة.

٣ تتفاعل هذه المواد وتُنتج بنسب ثابتة. وفي هذه الحالة يتناسب حجم الهيدروجين الناتج بشكل مباشر مع كمّية الماغنيسيوم المستخدمة/ يمكن تحديد كمّية الغاز الناتج بوساطة كمّية إحدى المواد المُتفاعِلة. وإذا لم تكن المواد موضوعة بالنسب الصحيحة التي تُحدّدها المعادلة، فسوف تكون إحدى المواد المُتفاعِلة فائضة.

٤ حجم الهيدروجين بالـ (mL)/ 24000 = عدد مولات الهيدروجين (x).

٥ عدد المولات من الجزئية (٤): 24 × (x) = كتلة الماغنيسيوم بالـ (g)

نشاط ٣-٤: تحديد تركيز محلول من حمض الهيدروكلوريك

المهارات:

- **يُبيّن بطريقة عملية معرفته بكيفية الاستخدام الآمن للتقنيات والأجهزة والمواد (بما فيها اتِّباع سلسلة من التعليمات المُناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجِّل المُلاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يُناقش المُلاحظات التجريبية والبيانات ويُقيِّمها.**

تتمّ في هذا النشاط مُعايَرة قياسية لمحلول من حمض الهيدروكلوريك، تركيزه مجهول، بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه معلوم. ويتمّ ذلك باستخدام طريقة المُعايَرة.

المواد والأدوات والأجهزة

- سحاحة (50 mL)
- ماصّة (25 mL)
- قمع ترشيح صغير
- دوارق مخروطية (250 mL)
- لوحة خزفية بيضاء
- حامل سحاحة معدني وملقط
- عبوة غسيل تحتوي على ماء مُقطّر
- ماصّة قطّارة
- حمض هيدروكلوريك مُخفَّف (بتركيز 0.1 mol/L)
- محلول هيدروكسيد الصوديوم (بتركيز 0.1 mol/L)
- كاشف الميثيل البُرتقالي

احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- يعدُّ محلول حمض الهيدروكلوريك المُخفّف ومحلول هيدروكسيد الصوديوم من المواد التي تُسبِّب تهيُّجًا للجلد عند استخدامها.
- امسح أي انسكابات عند انتهاء التجربة.

ملاحظات

- يجب توضيح كيفية استخدام الأدوات والأجهزة المُتنوِّعة للطلاب قبل استخدامها، والتشديد على ضرورة التعامُل مع المعدّات الزجاجية بعناية. يجب شرح الجوانب المختلفة للطريقة، كتنظيف الأجهزة والمعدّات، وأهمية إزالة فقّاعات الهواء، وأخذ القراءات عند أسفل السطح «الهلالي» للسائل، والخلط والغسل باستخدام القطرات، وعند البدء بالمُعايرة يُضاف المحلول من السحاحة بالتنقيط.
- توضّح هذه التجربة أهمّية المُعايرة كطريقة تحليل للمحاليل المجهولة.

إجابات الأسئلة

١ ماء + كلوريد الصوديوم ⟶ حمض الهيدروكلوريك + هيدروكسيد الصوديوم

$NaOH(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$

٢ التركيز المولي لحمض الهيدروكلوريك (mol/L) = 0.025 L × التركيز المولي لهيدروكسيد الصوديوم (mol/L) / متوسّط المعيار الحجمي لحمض الهيدروكلوريك (L)

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٣-١ أ. أيوني ضخم

ب. جزيء

ج. **A** = HBr **B** = CH_4 **C** = Al_2O_3 **D** = ICl_3 **E** = BrF_5 **F** = CH_2 **G** = NaI **H** = BO_2

٣-٢ أ. 4

ب. 12

ج. 16

د. 238

٣-٣ أ. 32

ب. 17

ج. 64

د. 114

هـ. 98

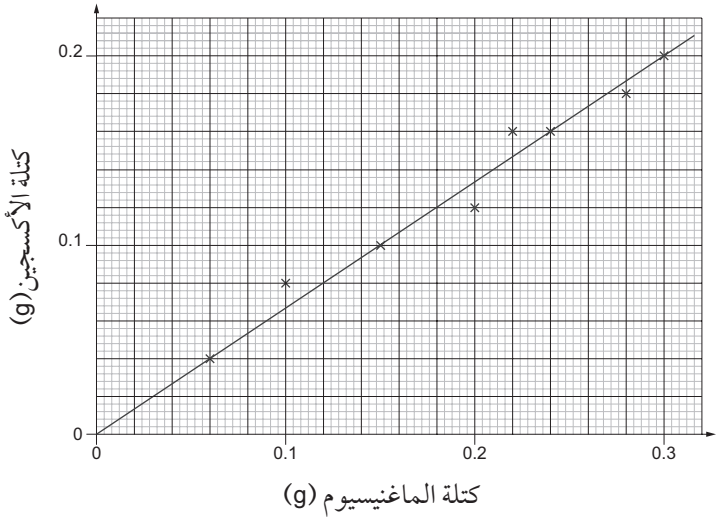
و. 119

ز. 187.5

ح. 133.5

٣-٤ أ. 0.20 g، 0.18 g، 0.08 g، 0.12 g

ب.



ج. التمثيل البياني هو خطّ مستقيم، يوضّح نسبة ثابتة من الأكسجين مقابل الماغنيسيوم؛ وهذا يدلّ على صيغة ثابتة.

٣-٥ أ. 46 g

ب. 61.75 g

ج. 852 g

د. 4.99 g

٣-٦ أ. 0.25 mol

ب. 8 mol

ج. 0.03 mol

د. 0.0007 mol

٣-٧ أ. 1.505×10^{23}

ب. 4.816×10^{24}

ج. 1.806×10^{22}

د. 4.214×10^{20}

٣-٨ أ. 0.074 mol

ب. 1:2

ج. 0.037 mol

د. 102 g/mol

هـ. 3.78 g

٣-٩ 2.86 طن

٣-١٠ 17.35 g

٣-١١ أ. 0.0625 mol

ب. 0.0654 mol

ج. أكسيد النحاس (II)، إذ ستكون هناك حاجة إلى 0.125 mol من أكسيد النحاس (II) للتفاعُل تفاعُلًا تامًّا مع 0.0625 mol من الكربون.

٣-١٢ أ. 36000 mL

ب. 1440 mL

ج. 12000 mL

٣-١٣ أ. 0.02 mol

ب. 2 mol

ج. 0.07 mol

٣-١٤ أ. H_2O: 2 L، O_2: 1 L

ب. H_2O: 60 mL، CO_2: 50 mL، O_2: 80 mL

ج. H_2O: 12.9 mL، CO_2: 8.6 mL، C_2H_6: 4.3 mL

٣-١٥ 261 mL

٣-١٦ أ. 2.5 g/L

ب. 50 g/L

ج. 0.02 g/L

٣-١٧ أ. 2 mol/L

ب. 0.2 mol/L

ج. 1 mol/L

د. 0.02 mol/L

٣-١٨ أ. 0.002 mol

ب. 2:1

ج. 0.001 mol

د. 0.0441 mol/L

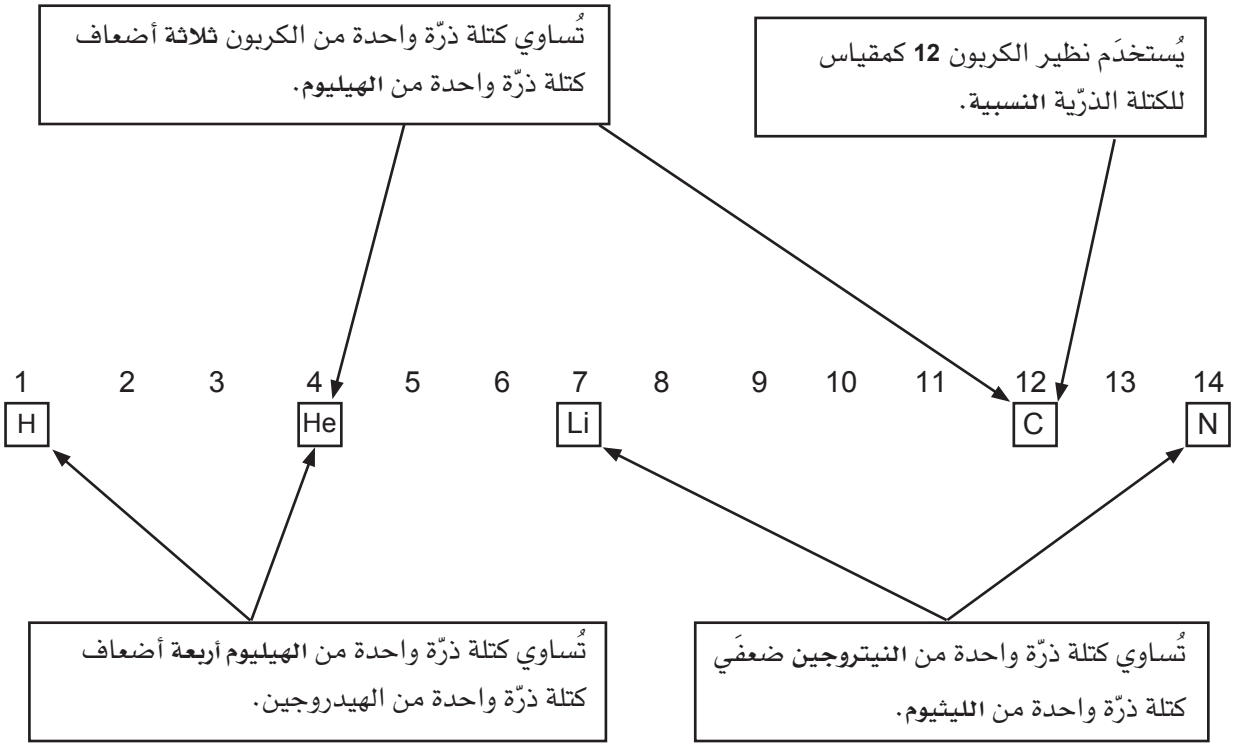
٣-١٩ 12.5 mL

٣-٢٠ 0.8 mol/L

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٣-١: حساب كتل الصيَغ الكيميائية

أ



ب

المادّة	الصيغة الكيميائية	أعداد الذرّات أو الأيونات الموجودة في الصيغة	كتلة الصيغة النسبية
الأكسجين	O_2	2 O	16 × 2 = 32
ثاني أكسيد الكربون	**CO_2**	1 C و 2 O	(12× 1) + (16× 2) = 44
الماء	H_2O	2 H و **1 O**	(1 × 2) + 16 = 18
الأمونيا	**NH_3**	1 N و 3 H	14 + (1 × 3) = 17
كربونات الكالسيوم	**$CaCO_3$**	1 Ca^{2+} و 1 CO_3^{2-}	40 + 12 + (16 × 3) = 100
أكسيد الماغنيسيوم	MgO	1 Mg^{2+} و 1 O^{2-}	(24 × 1) + (16 × 1) = 40
نترات الأمونيوم	NH_4NO_3	1 NH_4^+ و **1 NO_3^-**	(16 × 3) + (1 × 4) + (14 × 2) = 80
بروبانول	C_3H_7OH	3 C و **8 H** و **1 O**	(16 × 1) + (1 × 8) + (12 × 3) = 60

تمرين ٣-٢: التناسُب في الحسابات الكيميائية

أ 5 أطنان من أكسيد الخارصين ← 4 أطنان من الخارصين، لذا: 20 طنًا من أكسيد الخارصين ← $\frac{20}{5} \times 4 = 16$ طنًا من الخارصين أو $\frac{x}{20} = \frac{4}{5}$ وبالتالي: $x = \frac{20}{5} \times 4$، $x = 16$ طنًا من الخارصين.

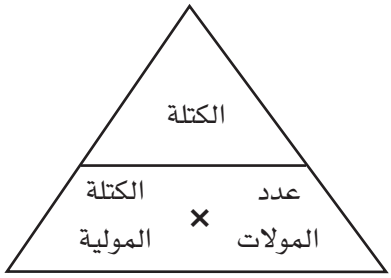
ب 17 طنًا من الأمونيا تتكوّن من 14 طنًا من النيتروجين، لذا سيتم إنتاج 34 طنًا من الأمونيا من:

$\frac{34}{17} \times 14 = 28$ طنًا من النيتروجين أو $\frac{x}{14} = \frac{34}{17}$ وبالتالي: $x = \frac{34}{17} \times 14$، $x = 28$ طنًا من النيتروجين.

ج $\frac{4.5}{27} \times 15 = 8.5\ g$ من الألومنيوم

تمرين ٣-٣: الازدياد النسبي (التوسّع!)

أ



المادّة	A_r أو M_r	عدد المولات	الكتلة (g)
Cu	**63.5**	**2**	127
Mg	**24**	0.5	**12**
Cl_2	**71**	**0.5**	35.5
H_2	**2**	**2**	4
S_8	**256**	2	**512**
O_3	**48**	**0.033**	1.6
H_2SO_4	**98**	2.5	**245**
CO_2	**44**	0.4	**17.6**
NH_3	**17**	**1.5**	25.5
$CaCO_3$	**100**	**1**	100
$MgSO_4.7H_2O$	**246**	**0.33**	82

ب ١. نستنتج من المعادلة أن: 1 mol من Fe_2O_3 تعطي 2 mol من Fe

= 100 g من Fe

$\frac{100}{56}$ mol = 1.79 mol

= عدد المولات اللازمة من Fe_2O_3

$\frac{1.79}{2} = 0.895$ mol

الكتلة المولية النسبية (M_r) لـ Fe_2O_3 =

$(56 \times 2) + (16 \times 3) = 160$ g/mol

الكتلة المطلوبة من Fe_2O_3 =

$0.895 \times 160 = 143.2$ g

٢. تحتوي كتلة 100 g من الحديد على 1.79 mol من Fe، وبالتالي يحتاج التفاعُل إلى 0.895 mol من Fe_2O_3، أو 143.2 g من أكسيد الحديد (III).

٣. استنادًا إلى ما ورد أعلاه في الجزئية ٢ فإن: 143.2 g من Fe_2O_3 تنتج 100 g من Fe، لذا، 143.2 طنًّا من Fe_2O_3 تنتج 100 طن من Fe وبالتالي هناك حاجة إلى 71.6 طنًّا من Fe_2O_3 لإنتاج 50 طنًّا من Fe.

ج ١. $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

٢. 1 mol من $CaCO_3$ ينتج 1 mol من CaO (الجير الحي)

ما يعني أن 100 g من $CaCO_3$ تنتج 56 g من CaO

أو

أن 100 طن من $CaCO_3$ تنتج 56 طنًّا من CaO

وبالتالي فإن 1 طن من $CaCO_3$ تنتج $\frac{56}{100}$ طنًّا من CaO

$\frac{56}{100}$ طنًّا من CaO = 0.56 طنّ

تمرين ٣-٤: تحديد كتلة شريط من الماغنيسيوم طوله 5 cm

أ ١.

رقم التجربة	حجم غاز الهيدروجين الذي تمّ تجميعه (mL)
1	85
2	79
3	82
مُتوسّط حجم الغاز	**82**

٢. من الأسباب التي تؤدّي إلى عدم تطابُق النتائج الثلاث: صعوبة قص قِطَع من شريط الماغنيسيوم بأطوال متساوية تمامًا. أنّ قِطَع الشريط لا تمتلك السماكة نفسها أو العرض ذاته. فقدان بعض الغاز عند إسقاط شريط الماغنيسيوم داخل الدورق. وجود بعض الهواء داخل المخبار المُدرَّج قبل بدء التفاعل.

ب استنادًا إلى معادلة التفاعُل: 24 g من الماغنيسيوم (1 mol) ← 24000 mL من الهيدروجين، لذا فإن 1 mL من الهيدروجين يُنتِج $\frac{24}{24000}$ = 0.001 g من الماغنيسيوم، و 82 mL من الهيدروجين تُنتِج $0.001 \times 82 = 0.082$ g من الماغنيسيوم.

ج 24 g من الماغنيسيوم تنتج 120 g من كبريتات الماغنيسيوم لذا فإن 0.082 g ستنتج $\frac{120}{24} \times 0.082 = 0.14$ g من كبريتات الماغنيسيوم.

يتمّ التوصُّل إلى الإجابات عن السؤالَين **ب** و **ج** بطرق تناسُب أخرى.

د يُعدّ العامل الرئيسي هنا أن 24 g من الماغنيسيوم ستنتج 120 g من كبريتات الماغنيسيوم اللامائية المُجفَّفة ($MgSO_4$) (انظر المعادلة).

- قم بوزن كتلة معروفة من شريط الماغنيسيوم.
- دع قطعة الماغنيسيوم تتفاعل مع فائض من حمض الكبريتيك المُخفّف إلى أن يتوقّف انبعاث المزيد من الغاز ويختفي الماغنيسيوم تمامًا.

- انقل المحلول إلى كأس زجاجية ذات كتلة معروفة.
- سخّن المحلول حتى يجفّ تمامًا، مع الحرص على تجنُّب تكوّن أي رذاذ.
- دع الكأس تبرد، ثم قم بوزنها مع البقايا الصلبة.
- جفّف البقايا الصلبة جيّدًا، ثم قم بوزن البلّورات بعناية.
- استنادًا الى البيانات أعلاه، احسب كتلة البلّورات التي ستكون قد أنتجتها 5 cm من شريط الماغنيسيوم.

تمرين ٣-٥: حجوم الغازات المُتفاعلة

أ ١. يشغل 1 mol من أي غاز حجمًا يساوي 24 L عند درجة حرارة الغرفة والضغط القياسي.

أو

يشغل 1 mol من أي غاز الحجم نفسه عند درجة حرارة وضغط ثابتَين.

٢. لن تؤدّي إضافة أحجام الهيدروجين والأكسجين معًا إلى معرفة حجم بخار الماء (أي 72 L = 48 L + 24 L). يعتمد حجم أي غاز على عدد مولاته الموجودة أو المتكوّنة. توضّح المعادلة أن النسب المولية للهيدروجين والأكسجين وبخار الماء تساوي على التوالي 2 : 1 : 2. وعندما يتم التفاعل بين 48 L من الهيدروجين و 24 L من الأكسجين، (وحيث أن المخلوط يحتوي على المادتين المتفاعلتين وفقًا للنسب المتكافئة)، يكون حجم بخار الماء الناتج 48 L فقط (وهو ما تحدّده النسب المولية للمواد المتفاعلة والناتجة المبيّنة أعلاه).

ب ١. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

24 L — 24 L — **48 L**

15 mL — **15 mL** — 30 mL

٢. $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

200 mL — 100 mL — **200 mL**

12 L — **6 L** — 12 L

٣. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

15 mL — **75 mL** — 45 mL — **60 mL**

4 L — **20 L** — 12 L — **16 L**

ج ١. أحادي أكسيد النيتروجين

٢. 60 mL

٣. حجم NO الذي تفاعل:

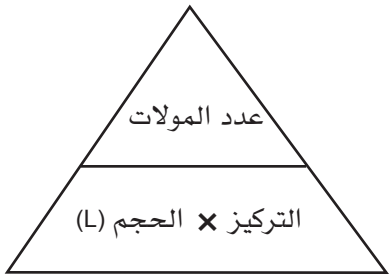
30 x 2 = 60 mL

حجم NO الذي لم يتفاعل:

80 – 60 = 20 mL

تمرين ٣-٦: حسابات تتضمّن محاليل

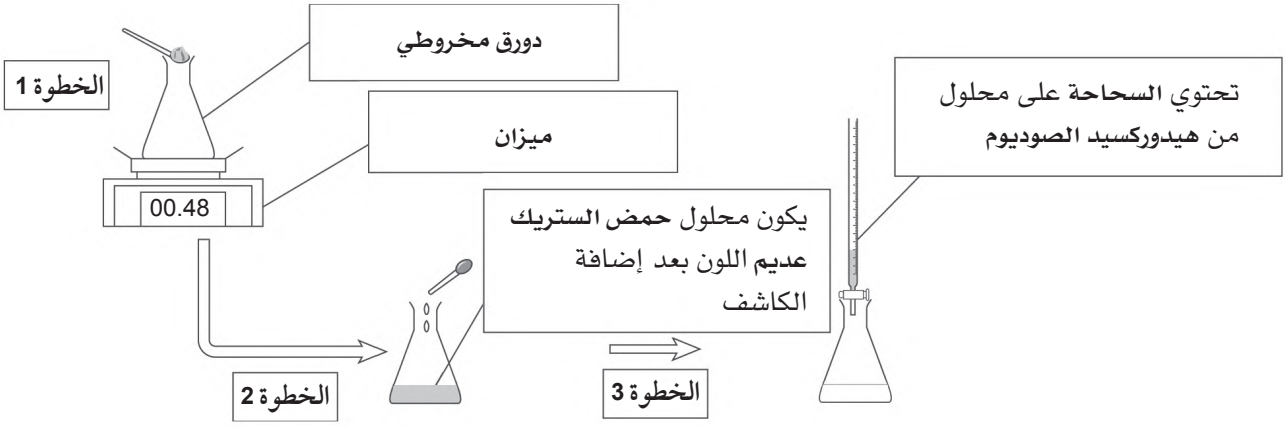
أ



المُذاب	حجم المحلول	تركيز المحلول (mol/L)	عدد مولات المُذاب
كلوريد الصوديوم	1 L	0.5	**0.5**
حمض الهيدروكلوريك	500 mL	0.5	**0.25**
هيدروكسيد الصوديوم	2 L	**0.5**	1
حمض الكبريتيك	250 mL	**2**	0.5
ثيوكبريتات الصوديوم	**200 mL**	2	0.4
كبريتات النحاس (II)	**7.5 L**	0.1	0.75

ب

١.



٢.

القراءة الأوليّة للسحاحة (mL)	1.10
القراءة النهائية للسحاحة (mL)	16.10
حجم هيدروكسيد الصوديوم المُضاف (mL)	**15** (*P*)

٣. **المرحلة 1:**

- تم استخدام 15 mL من NaOH (aq) تحتوي على 0.50 mol في 1000 mL.
- عدد مولات NaOH المُستخدَمة =

$$\frac{0.5}{1000} \times 15 = 7.50 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (\text{أو } 0.0075 \text{ mol})$$

المرحلة 2:

- لاحظ أن 1 mol من حمض الستريك يتفاعل مع 3 مولات من هيدروكسيد الصوديوم.
- عدد مولات حمض الستريك في العيّنة =

$$\frac{7.50 \times 10^{-3}}{3} = 2.50 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (\text{أو } 0.0025 \text{ mol})$$

المرحلة 3:

- كتلة الصيغة النسبية لحمض الستريك =

$$\frac{0.48\ g}{2.50 \times 10^{-3}} = 192\ g/mol$$

- يمكن التحقُّق من قيمة كتلة الصيغة النسبية التي تم حسابها لحمض الستريك باستخدام الكتل الذرية النسبية

$$(12 \times 6) + (1 \times 8) + (16 \times 7) = 192\ g/mol$$

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٣-١: النسب الكيميائية

١ **أ.** 17

ب. 95

ج. 159.5

د. 46

٢ **أ.** 60 g من SiO_2 تنتج 28 g من Si ولأن نسبة SiO_2:Si هي 60:28 أو 15:7.

وبالتالي فإن 240 g من SiO_2 تنتج =

$$\frac{240\ g}{15} \times 7 = 112\ g$$.

ملاحظة: يمكن للطلاب أيضًا استخدام قيم A_r المعطاة

$$SiO_2 = 28 + (16 \times 2) = 60$$

وبالتالي:

$$Si = \frac{240}{60} \times 28 = 112\ g$$

ب. نسبة SiO_2:Si = 15:7.

وبالتالي فإن 360 طنًا من SiO_2 تنتج =

$$\frac{360\ \text{طنًا}}{15} \times 7 = 168\ \text{طنًا من Si}$$.

ملاحظة: يمكن أن يستخدم الطلاب أيضًا قيم A_r المتوفرة في الجزئية أ

$$\frac{360}{60} \times 28 = 168\ \text{طنًا من Si}$$

ورقة العمل ٣-٢: المول والصيَغ الكيميائية

١ **أ.** المول الواحد هو كمّية من مادة تحتوي على 6.02×10^{23} ذرّة أو جُزيء أو وحدة صيغة (وفقًا لطبيعتها).

ب. الكتلة الذرّيّة النسبيّة A_r هي متوسّط كتل ذرّات العنصر التي توجد في الطبيعة وفقًا لمقياس تكون فيه كتلة ذرّة الكربون-12 مساوية تمامًا لـ 12 وحدةً كتلة ذرّية (و.ك.ذ)

ج. كتلة الصيغة النسبية للمُركّب هي حاصل جمع الكتل الذرّية النسبية للعناصر الموجودة في جُزيء، أو في وحدة الصيغة لمادة ما

٢ **أ.** $\frac{100}{40} = 2.5\ mol$

ب. $\frac{22}{44} = 0.5\ mol$

ج. $\frac{5.8}{58} = 0.1 \text{ mol}$

د. $\frac{30}{120} = 0.25 \text{ mol}$

هـ. $\frac{6.725}{134.5} = 0.05 \text{ mol}$

ورقة العمل ٣-٣: الكتل المُتفاعِلة وحجوم الغازات

١ أ. 32 g

ب. ١. الكبريت.

٢. 11 g من FeS و 6 g من الكبريت (ملاحظة: تتفاعل 4 g فقط من الكبريت لأنه فائض).

ج. $56 \times \frac{10}{32} = 17.5 \text{ g}$

٢ أ. ١. الكتلة الجزيئية النسبية لـ $NaHCO_3$ =

$23 + 1 + 12 + (16 \times 3) = 84$

عدد مولات $NaHCO_3$ =

$\frac{7560}{84} = 90 \text{ mol}$

1 mol من NaCl ينتج 1 mol من $NaHCO_3$ لذا فإن 90 مولًا من NaCl تنتج 90 مولًا من $NaHCO_3$

الكتلة الجزيئية النسبية لكلوريد الصوديوم =

$23 + 35.5 = 58.5$

كتلة كلوريد الصوديوم المطلوبة =

$90 \text{ mol} \times 58.5 = 5265 \text{ g}$

٢. $90 \times 24 = 2160 \text{ L}$

ب. ١. $NaHCO_3 = 84$، $Na_2CO_3 = 106$

تظهر المعادلة نسبة 1:2

$\frac{90}{2} = 45$

$45 \times 106 = 4770 \text{ g}$

٢. تظهر المعادلة نسبة 1:2

$\frac{90}{2} = 45$

$45 \times 24 = 1080 \text{ L}$

ورقة العمل ٣-٤: تجفيف بلّورات كلوريد الباريوم (إزالة ماء التبلوُر)

١ أ. لتتمكّن من حساب كتلة المواد الموجودة في البوتقة/تحتاج إلى طرحها من القيمة التي حصلت عليها بعد إضافة المواد إليها.

ب. $125.9 - 117.8 = 8.1 \text{ g}$

ج. $124.7 - 117.8 = 6.9 \text{ g}$

د. $8.1 - 6.9 = 1.2 \text{ g}$

٢ سخّن البوتقة مرة أخرى حتى تبرد وأعد وزنها. كرّر هذه الخطوة الى أن يصبح الوزن ثابتًا. يُعرف ذلك بالتسخين حتى بلوغ كتلة ثابتة.

٣ أ. 208

ب. 18

٤ أ. يوجد 0.0332 mol من $BaCl_2$

ب. 0.0667 mol من H_2O

ج. يوجد 0.0332 mol من $BaCl_2$ و 0.0667 mol من H_2O في بلّورات كلوريد الباريوم المائية، وبالتالي فإن مقابل كل 1 mol من $BaCl_2$، يوجد 2 mol من H_2O.

ورقة العمل ٣-٥: حسابات تتضمّن غازات ومحاليل

١ أ. $\frac{60}{40} = 1.5$ mol

التركيز المولي = 1.5 mol/L

ب. ١. 40 g/L

٢. 1 mol/L

ج. $Zn(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

نسبة $Zn : H_2$

1 mol : 1 mol

4 g — الحجم = ؟

عدد مولات الخارصين =

$\frac{4}{65}$ mol = 0.06154 mol

1 mol من الخارصين ينتج 1 mol من H_2، لذا فإن 0.06154 mol من الخارصين تنتج 0.06154 mol من H_2

وبالتالي يساوي حجم غاز الهيدروجين المنبعث:

24000 × 06154 = 1477 mL

٢ عدد مولات الحمض =

$\frac{0.5}{1000} \times 20 = 0.01$ mol

1 مول من هيدروكسيد الصوديوم يتفاعل مع 1 مول من حمض الهيدروكلوريك

0.01 مول من هيدروكسيد الصوديوم في 25.0 mL

التركيز =

$\frac{0.01}{25} \times 1000 = 0.4$ mol/L

٣ أ. $NaOH(aq) + HCl(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$

ب. عدد مولات الحمض =

$\frac{0.1}{1000} \times 15 = 1.5 \times 10^{-3}$ mol

ج. وبالتالي يكون عدد مولات المحلول القلوي: 1.5×10^{-3} mol من NaOH

د. التركيز =

$(10^{-3} \times \frac{1.5}{10}) \times 1000 = 0.15$ mol/L

٤ أ. الميثيل البرتقالي أو الثيمول فثالين

ب. $Na_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl\ (aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

ج. عدد مولات حمض الهيدركلوريك =

$\frac{1.0}{1000} \times 17.5 = 0.0175$ mol

د. عدد مولات كربونات الصوديوم= $\frac{0.0175}{2}$ = 0.00875 mol

هـ. كتلة كربونات الصوديوم =

$0.00875 \times 106 = 0.93$ g

و. 2.5 - 0.93 = 1.57، أي 1.57 g من ماء التبلوُر

ز. 0.0872 mol من الماء

ح. نسبة كربونات الصوديوم إلى الماء = 0.00875 : 0.0872 = 1 : 10

لذا x = 10 وتكون صيغة كربونات الصوديوم (منقّي الماء) $Na_2CO_3.10H_2O$

ورقة العمل ٣-٦: إيجاد صيغة حمض عضوي بعملية مُعايَرة

١ كتلة الحمض المُستخدَم في التجربة = 1.51 g

٢ ماصّة

٣ أ. أزرق

ب. عديم اللون

٤

رقم المُعايَرة	1	2	3
القراءة الأوّلية (mL)	0.0	6.8	23.8
القراءة النهائية (mL)	25.2	31.1	48.3
حجم حمض الهيدروكلوريك المُستخدَم (mL)	25.2	24.3	24.5
أفضل نتائج المُعايَرة		✓	✓

متوسِّط حجم حمض الهيدروكلوريك المطلوب = 24.4 mL

٥ عدد مولات حمض الهيدروكلوريك =

$\frac{0.1}{1000} \times 24.4 = 2.44 \times 10^{-3}$ mol

٦ عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم في 25.0 mL من المحلول B = 2.44×10^{-3} mol

٧ عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم في 250 mL من المحلول B =

$2.44 \times 10^{-3} \times 10 = 0.0244$ mol

٨ عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم في 50 mL الأوّلية.

1 mol/L هيدروكسيد الصوديوم =

$\frac{1}{1000} \times 50 = 0.05$ mol

٩ عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم التي تفاعلت مع العيّنة الأصلية للحمض العضوي: A =

$0.05 - 0.0244 = 0.0256\ mol$

١٠ عدد مولات A في العيّنة =

$\frac{0.0256}{2} = 0.0128\ mol$

١١ الكتلة الجُزيئية النسبية للحمض A =

$\frac{1.51}{0.0128} = 118\ g/mol$

١٢ مجموعتان حمضيتان COOH =

$2 \times (12 + 32 + 1) = 90$

الكتلة الجزيئية النسبية لـ $C_xH_{2x}(COOH)_2$ = 118

لذا فإن الكتلة الجزيئية لـ C_xH_{2x} =

$118 - 90 = 28$

$C_xH_{2x} = 12x + 2x = 14x$

$14x = 28$

$x = 2$

فتكون الصيغة الجزيئية: $C_2H_4(COOH)_2$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. كبريتات الأمونيوم ⟶ حمض الكبريتيك + الأمونيا

ب. 8

ج. 98 g/mol

د. 17 g من الأمونيا تنتج 66 g من كبريتات الأمونيوم، وهي نسبة 66:17. وهذا يعني أن (34 g = 17 × 2) من الأمونيا يجب أن تنتج (132 g = 66 × 2) من كبريتات الأمونيوم.

لذا فإن 3.4 g من الأمونيا سوف تنتج 13.2 g من كبريتات الأمونيوم.

وكحل بديل، توضّح معادلة التفاعل أن النسب المولية للأمونيا وكبريتات الأمونيوم هي على التوالي: 2 : 1، ويمكن للطلاب حساب كتل الصيغة النسبية $2NH_3$ = 34 و $(NH_4)_2SO_4$ = 132، ثم حساب كمية كبريتات الأمونيوم وفق الآتي:

$132 \times \frac{3.4}{34} = 13.2\ g$

٢ أ. الكربون–12

ب. ١. 44 g/mol

٢. 0.2 mol

٣. 1.204×10^{23}

٤. 2.408×10^{23}

٣ أ. ١. كتلة الصيغة النسبية لـ CaO = 56 g/mol،

عدد مولات أكسيد الكالسيوم =

$168 \div 56 = 3\ mol$

٢. كتلة الصيغة النسبية لـ H_2O = 18 g/mol،

1 mol من CaO يتفاعل مع 1 mol من H_2O، لذا هناك حاجة إلى 3 mol من H_2O وبالتالي:

كتلة الماء =

18 × 3 = 54 g

ب. ١. كتلة الصيغة النسبية لـ $NaHCO_3$ = 84 g/mol،

4.2 ÷ 84 = 0.05 mol

٢. $2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g)$

نسبة $NaHCO_3 : Na_2CO_3$

2 mol : 1 mol

4.2 g — الكتلة = ؟

2 mol من $NaHCO_3$ تنتج 1 mol من Na_2CO_3 لذا فإن 0.05 mol من $NaHCO_3$ ينتج 0.025 mol من Na_2CO_3

كتلة الصيغة النسبية لـ Na_2CO_3 =

(23 × 2) + 12 + (16 × 3) = 106

كتلة كربونات الصوديوم الناتجة =

0.025 mol × 106 = 2.65 g

ج. ١. 0.1 mol

٢. أيونات الفضة

0.1 mol من Cu ستحتاج 0.2 mol من Ag^+ وليس 0.1 mol لتتفاعل تمامًا.

٤ أ. ١. كتلة الصيغة النسبية لـ $Mg(NO_3)_2$ = 148 g/mol،

2.96 ÷ 148 = 0.02 g/mol

٢. $2Mg(NO_3)_2(s) \rightarrow 2MgO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g)$

نسبة $Mg(NO_3)_2 : NO_2$

2 mol : 4 mol

1 mol : 2 mol

2.96 g — الحجم = ؟

1 mol من $Mg(NO_3)_2$ ينتج 2 mol من NO_2 لذا فإن 0.02 mol من $Mg(NO_3)_2$ تنتج 0.04 mol من NO_2

0.04 × 24 = 0.96 L = 960 mL

٣. $2Mg(NO_3)_2(s) \rightarrow 2MgO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g)$

نسبة $Mg(NO_3)_2 : O_2$

2 mol : 1 mol

2.96 g — الحجم = ؟

2 mol من $Mg(NO_3)_2$ تنتج 1 mol من NO_2 لذا فإن 0.02 mol من $Mg(NO_3)_2$ تنتج 0.01 mol من O_2

0.01 × 24 = 0.24 L = 240 mL

ب. ١. 48 L

٢. 12 L

٥ أ. ١. 250 ÷ 1000 = 0.25 L

2 ÷ 0.25 = 8 g/L

٢. كتلة الصيغة النسبية لـ NaOH = 40 g/mol

8 ÷ 40 = 0.2 mol/L

ب. ١. ماصّة.

٢. سحاحة.

٣. 0.0236 L × 0.1 mol/L = 0.00236 mol

1 mol من H_2SO_4 يتفاعل مع 2 mol من KOH، لذا

0.0236 mol من H_2SO_4 تتفاعل مع 0.00472 mol من KOH

التركيز المولي لـ KOH:

0.00472 mol ÷ 0.025 L = 0.189 mol/L

الوحدة الرابعة: مدخل إلى الكيمياء العضوية

موضوعات الوحدة

المصادر المتاحة لكل موضوع

رقم الهدف التعليمي	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب النشاط
٢-١، ٢-٢، ٢-٣، ٢-٤، ٣-١، ٣-٢، ٣-٣، ٤-٣	٤-١ الألكانات	٣	الأسئلة من ٤-١ إلى ٤-١٠ أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ١ و ٢	تمرين ٤-١: عائلات الهيدروكربونات ورقة العمل ٤-١ الألكانات ورقة العمل ٤-٢ حرق الهيدروكربونات
٢-١، ٢-٢، ٢-٣، ٢-٤، ٣-٥، ٣-٧، ٣-٨	٤-٢ الألكينات	٢	نشاط ٤-١ اختبار تحديد الهيدروكربونات غير المُشبَعة الأسئلة من ٤-١١ إلى ٤-٢٠ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣	تمرين ٤-٢ هيدروكربونات غير مُشبَعة تمرين ٤-٣ الهيدروكربونات وتفاعُلاتها
١-١، ١-٢، ١-٣، ١-٤، ٣-٢، ٣-٤، ٣-٦	٤-٣ البترول (النفط الخام) وأنواع أخرى من الوقود الأحفوري	٤	نشاط ٤-٢ تقطير تجزيئي للبترول (النفط الخام) نشاط ٤-٣ التكسير الحراري للهيدروكربونات الأسئلة من ٤-٢١ إلى ٤-٢٤ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤	تمرين ٤-٤ العمليات الأساسية في الصناعة البتروكيميائية ورقة العمل ٤-٣ التقطير التجزيئي للبترول والتكسير الحراري

الموضوع ٤-١: الألكانات

الأهداف التعليمية

١-٢ يُسمّي مُركّبات الميثان والإيثان والإيثين والإيثانول ويرسمها.

٢-٢ يسمّي مُركّبات الألكانات والألكينات غير المتفرّعة (غير المقرون - المفروق) التي تضمّ ما يصل إلى أربع ذرّات كربون لكلّ جُزيء، ويرسمها.

٣-٢ يذكر نوع المُركّب الكيميائي الموجود، بإعطائه اسمًا ينتهي بـ (-ان)، (-ين)، (-ول) أو برسم تركيبه الجُزَيئي.

٤-٢ يصف السلاسل المُتجانسة للألكانات والألكينات باعتبارها عائلات من المُركّبات لها الصيغة العامّة نفسها وخصائص كيميائية مُتشابهة.

١-٣ يصف الألكانات باعتبارها هيدروكربونات مُشبعة تحتوي جُزيئاتها على روابط تساهميّة أحاديّة فقط.

٢-٣ يُسمّي غاز الميثان باعتباره المُكوّن الرئيسي في الغاز الطبيعي.

٣-٣ يصف خصائص الألكانات (مثل الميثان) بأنّها غير نشطة كيميائيًّا، بصورة عامّة، إلّا في حالة الاحتراق.

٤-٣ يصف الاحتراق الكامل للهيدروكربونات الذي ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء.

أفكار للتدريس

- ابدأ موضوع الكيمياء العضوية بنقاش أو بعرض يتناول التنوُّع الكبير لمركّبات الكربون، ابتداءً بالعنصر نفسه مثلًا، ثم عرض قدرته على تكوين سلاسل وحلقات وروابط مُتعدّدة وأهمّية وجود الكربون كأساس للحياة.
- عرِّف الهيدروكربونات على أنها أبسط أنواع المُركّبات العضوية، وانظر في كيفيّة تصنيفها بدقّة أكثر كمُركّبات مُشبعة ومُركّبات غير مُشبعة.
- راجع مع الطلاب الترابط التساهُمي، وكلّفهم برسم مُخطّطات نقطية للهيدروكربونات البسيطة. يمكن أيضًا استخدام مجموعات النمذجة الجُزيئيّة لبناء سلاسل من الجُزيئات.
- اعرض الألكانات كسلسلة مُتجانسة من الهيدروكربونات المُشبَعة وادعُ الطلاب إلى البدء بدراسة وتطبيق مفاهيم الصيغة العامّة والصيغة الجُزيئيّة والصيغة التركيبية وصولاً إلى أوّل ستّة أفراد في السلسلة.
- استكشف خصائص الألكانات كسلسلة مُتجانسة من خلال النظر في أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين أفراد السلسلة، وكلّف الطلاب برسم تمثيل بياني لخاصّية فيزيائية، كدرجة الغليان مقابل طول السلسلة.
- ناقش أسباب اعتبار الألكانات نسبيًّا غير نشطة كيميائيًّا مع معظم المواد. الفت نظر الطلاب إلى ضرورة عرض الاستخدام الرئيسي للألكانات كوقود في عمليات الاحتراق وأهميّتها الاقتصادية. يتيح ذلك أمام الطلاب فرصة مُناسبة للتدرّب على كتابة المُعادلات الرمزية الموزونة لاحتراق ألكانات مختلفة.
- اعرض القواعد التي تتناول تحديد أفراد السلاسل المُتجانسة الأخرى وتسميتها، ووجود مجموعة وظيفية في كلّ من الألكينات والكحول قبل البدء بالموضوع التالي.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يُعدُّ هذا الموضوع مادّة تمهيدية، ويجب في البداية عرضه على مستوى يُمكِّن جميع الطلاب من فهمه. وهناك احتمال ضئيل عمومًا لحدوث سوء فهم، لأن الكيمياء العضوية لها تطبيقات عدّة في الحياة العملية. قد يواجه الطلاب بعض الصعوبات عند كتابة الصيَغ الجُزيئيّة الصحيحة أو رسم الصيَغ التركيبية، لاحتمال حساب عدد الروابط أو الذرّات بشكل خاطئ. وقد يكون صعبًا أيضًا على بعض الطلاب تذكّر التسميات. فعند كتابة المعادلات الكيميائية لاحتراق أي هيدروكربون، لا يتذكّرون بسهولة الحاجة إلى الأكسجين، ولا طبيعة المواد الناتجة الشائعة.

أفكار للواجبات المنزلية

- تمرين ٤-١ عائلات الهيدروكربونات، في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٤-١ الألكانات، في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٤-٢ حرق الهيدروكربونات، في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٤-١ إلى ٤-١٠، في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ١ و ٢ في كتاب الطالب.

الموضوع ٤-٢: الألكينات

الأهداف التعليمية

٢-١ يُسمّي مُركّبات الميثان والإيثان والإيثين والإيثانول ويرسمها.

٢-٢ يسمّي مُركّبات الألكانات والألكينات غير المتفرّعة (غير المقرون - المفروق) التي تضمّ ما يصل إلى أربع ذرّات كربون لكلّ جُزيء، ويرسمها.

٢-٣ يذكر نوع المركّب الكيميائي الموجود، بإعطائه اسمًا ينتهي بـ (-ان)، (-ين)، (-ول) أو برسم تركيبه الجُزَيئي.

٢-٤ يصف السلاسل المُتجانسة للألكانات والألكينات باعتبارها عائلات من المُركّبات لها الصيغة العامّة نفسها وخصائص كيميائية مُتشابهة.

٣-٥ يصف الألكينات باعتبارها هيدروكربونات غير مُشبعة تحتوي جُزيئاتها على رابطة تساهميّة ثنائيّة واحدة على الأقل بين ذرّتَي كربون.

٣-٧ يصف خصائص الألكينات (كالإيثين على سبيل المثال) في ضوء تفاعُلات الإضافة مع البروم والهيدروجين وبخار الماء.

٣-٨ يميّز الهيدروكربونات المُشبَعة من الهيدروكربونات غير المُشبَعة من خلال:

- تركيبها الجُزيئيّ.
- تفاعُلاتها مع محلول البروم.

أفكار للتدريس

- اعرض الألكينات على أنها هيدروكربونات غير مُشبعة تحتوي على رابطة ثنائية واحدة أو أكثر بين ذرّات الكربون.
- كلّف الطلاب مرّة أخرى بكتابة مُخطّطات نقطية أو بناء نماذج جُزيئية لألكينات بسيطة، ومقارنتها مع الألكانات.
- اطرح بعض المسائل على الطلاب مُستخدمًا الصيغة العامّة والصيغة الجُزيئية والصيغة التركيبية، للتعرُّف على أوّل ثلاثة ألكينات. واطلب إليهم استنتاج الأسماء وكيفيّة تدرُّج الخصائص الفيزيائية لأفراد السلسلة.
- اطلب إليهم أن يستقصوا الاختلاف في النشاط الكيميائي بين الألكانات والألكينات (أو الهيدروكربونات المُشبَعة وغير المُشبَعة) باستخدام ماء البروم على هيدروكربونات مختلفة، **النشاط ٤-١ اختبار تحديد الهيدروكربونات غير المُشبَعة**.
- اشرح تفاعُل الألكينات مع البروم والهيدروجين وبخار الماء باستخدام الإيثين كمثال. وكلّف الطلاب كتابة المعادلات الكيميائية باستخدام كلتا الصيَغ الجُزيئية والصيَغ التركيبية لمجموعة من الألكينات. وسلّط الضوء على أهمّية ومعنى النشاط الكيميائي للألكين.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- مع تطوُّر الكيمياء العضوية كموضوع، يفقد بعض الطلاب القدرة على تحديد هويّة سلسلة مُعيّنة من المُركّبات، وتصبح جميع المُركّبات متشابهة وتتّبع السلوك نفسه. لذا يجب إظهار الاختلافات بين «العائلات» بشكل واضح والتأكيد عليها باستمرار. يُعدُّ استخدام النماذج الجُزيئية والرسوم البيانية مهمًّا بشكل خاصّ في فهم وتوضيح التراكيب البنائية للمُركّبات. قد تنشأ من رسم الصيَغ التركيبية للألكينات إشكالية خاصّة، حيث سيرسم العديد من الطلاب روابط ثنائية بين جميع ذرّات الكربون، ويهملون مفهوم حدّ الروابط الأربع كحد أقصى حول ذرّة الكربون. ومع التوسُّع في هذا الموضوع، قد يُخطئ الطلاب في كتابة معادلات تفاعُل الألكينات التي تستخدم الصيَغ التركيبية، حيث يضعون الذرّات المُضافة في غير موقعها، وغالبًا عند أحد طرفَي الجُزيء بدلاً من ذرّتَي الكربون المشاركتَين في الرابطة الثنائية. من السهل إجراء اختبار عدم الإشباع مع البروم. وقد يصف الطلاب تغيُّر اللون وصفًا غير صحيح، إذ يتوقّعون تغيّرًا في اللون، أو يستخدمون مصطلح «صافٍ» بدلًا من «عديم اللون».

أفكار للواجبات المنزلية

- تمرين ٤-٢ هيدروكربونات غير مُشبَعة، في كتاب النشاط.
- تمرين ٤-٣ الهيدروكربونات وتفاعُلاتها، في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٤-١١ إلى ٤-٢٠، في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ في كتاب الطالب.

الموضوع ٤-٣: البترول (النفط الخام) وأنواع أخرى من الوقود الأحفوري

الأهداف التعليمية

١-١ يذكر أنّ الفحم والغاز الطبيعي والنفط أنواع من الوقود الأحفوري التي تنتج ثاني أكسيد الكربون عند الاحتراق.

٢-١ يصف النفط بأنّه مزيج من الهيدروكربونات يمكن فصل مُشتقّاته المُفيدة من خلال التقطير التجزيئي.

٣-١ يصف خصائص الجُزيئات في المُشتقّات. ويصف كيف يختلف تركيب الجُزيئات وخصائصها بتغيّر المُشتق، بما في ذلك طول السلسلة ودرجة الغليان والتطاير واللزوجة.

٤-١ يُسمّي استخدامات المُشتقّات الناتجة كما يأتي:

- غاز التكرير المُستخدَم في أسطوانات الغاز المعبّأة للتّسخين والطبخ.
- مُشتقّ الجازولين المُستخدَم كوقود للسيّارات (البنزين).
- مُشتقّ النفثا المُستخدَم كمادّة أوّليّة لصناعة الموادّ الكيميائية.
- زيت الديزل/ زيت الغاز المُستخدَم كوقود في مُحرّكات الديزل.
- الأسفلت على أسطح الطرق.

٢-٣ يُسمّي غاز الميثان باعتباره المُكوّن الرئيسي في الغاز الطبيعي.

٤-٣ يصف الاحتراق الكامل للهيدروكربونات الذي ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء.

٦-٣ يصف نواتج التكسير الحراري لجُزيئات ألكانات كبيرة لتكوين ألكينات وألكانات أصغر حجمًا مع غاز الهيدروجين، ويذكر الظروف المطلوبة لهذه العمليّة.

أفكار للتدريس

- ناقش مصدر الهيدروكربونات مع الطلاب وكيف تتكوّن الأنواع الرئيسية للوقود الأحفوري وكيفيّة استخراجها.
- صف عملية التقطير التجزيئي للبترول (النفط الخام)، مع عرض تفاصيل المُشتقّات المختلفة الناتجة واستخدامات كلّ منها. يجب أن تكون هناك إشارة وثيقة وواضحة إلى طول سلاسل الجُزيئات داخل كل مُشتقّ، وإلى التغيّر في الخصائص الفيزيائية التي تتمّ ملاحظتها. تأكّد من التركيز على المُشتقّات التي يشير إليها المنهج (غازات مصفاة التكرير، والجازولين، والنفثا، وزيت الديزل (أو زيت الغاز) والأسفلت).
- اعرض على الطلاب في المُختبَر التقطير التجزيئي لبديل البترول وخصائص نواتج التقطير. **نشاط ٤-٢ تقطير تجزيئي للبترول (النفط الخام)**. أدر نقاشًا عبر مقارنة الفرق في التجهيزات بين التجربة التي أُجريت في المُختبَر والعملية الصناعية.

- ناقش الاستخدامات والعرض والطلب لمشتقّات البترول الناتجة في مصفاة تكرير النفط الخام. وضّح أهمّية تكسير مُشتقّات الهيدروكربونات الأكبر وتحويلها إلى هيدروكربونات أصغر من أجل تلبية الطلب.
- اشرح التكسير الحراري للهيدروكربونات ذات السلاسل الأطول مُستخدمًا المُعادلات الكيميائية، والصيَغ الجُزيئية والتركيبية، والنماذج الجُزيئية أيضًا. علِّق على نطاق استخدامات جميع المواد الناتجة عن عملية التكسير الحراري، بما في ذلك الألكينات والهيدروجين. يجب الإشارة إلى الشروط المطلوبة للتكسير الحراري للألكانات ذات السلاسل الطويلة. يمكنك ربط ذلك مرّة أخرى بانعدام النشاط الكيميائي عامّة للألكانات.
- ادعُ الطلاب إلى استقصاء عملية التكسير الحراري للهيدروكربونات وطبيعة المواد الناتجة باستخدام ماء البروم. **نشاط ٤-٣ التكسير الحراري للهيدروكربونات**. شجّعهم على كتابة المُعادلات الكيميائية لتفاعُل التكسير الحراري، ولأي تفاعُل للمواد الناتجة مع البروم.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يرد القليل من المفاهيم الخاطئة هنا، ولكن يمكن أن تمثّل التغيُّرات في قابليّة الاشتعال وقابليّة التطاير واللزوجة مصدر التباس لبعض الطلاب. ولا بدّ لتبسيط عملية التكسير الحراري المعقّدة من مناقشة واضحة، مع تقديم أمثلة مُباشرة وسهلة قبل مناقشة الاحتمالات الأكثر تعقيدًا.

أفكار للواجبات المنزلية

- اطلب إلى الطلاب إجراء بحث حول استخدامات مشتقّات النفط وخصائصها.
- تمرين ٤-٤ العمليات الأساسية في الصناعة البتروكيميائية، في كتاب النشاط.
- ورقة العمل ٤-٣ التقطير التجزيئي للبترول والتكسير الحراري، في كتاب النشاط.
- الأسئلة من ٤-١٢ إلى ٤-٢٤، في كتاب الطالب.
- أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤ في كتاب الطالب.

إرشادات لتنفيذ الأنشطة العملية

نشاط ٤-١: اختبار تحديد الهيدروكربونات غير المُشبَعة

المهارات:

- **يبيّن بطريقة عملية معرفته المتعلّقة بكيفية الاستخدام الآمن للتقنيات والأجهزة والمواد (بما فيها اتبّاع سلسلة من التعليمات المناسبة).**
- **ينجز التجربة ويسجِّل الملاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يناقش الملاحظات التجريبية والبيانات ويقيّمها.**

يقارن هذا النشاط تفاعُل عدة ألكانات وألكينات سائلة مع ماء البروم. ويتمّ إثبات اختبار تحديد الهيدروكربونات غير المُشبَعة (اختبار اللاتشبُّع للهيدروكربونات).

ملاحظة: يمكن توسيع النشاط ليشمل اختبار العيّنات بمحلول من منجنات البوتاسيوم (VI) بتركيز 1%.

المواد والأدوات والأجهزة

- أنابيب اختبار وحامل أنابيب اختبار
- سدادات مطّاطية تناسب أنابيب الاختبار
- هكسان حلقي
- هكسين حلقي
- هكسان
- هكسين
- محلول ماء البروم (0.002 mol/L)

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك جيّدًا عند انتهاء التجربة.
- الهيدروكربونات قابلة للاشتعال، تجنَّب اللهب المكشوف.
- ماء البروم مادة ضارة ومُهيّجة؛ لذا تجنّب ملامسته للجلد ولا تتنشّق البخار. وإذا انسكب منه على يدَيك، اغسلهما على الفور.
- الهكسان الحلقي، الهكسين الحلقي، الهكسان، الهكسين، كلّها مواد سريعة الاشتعال.

إجابات الأسئلة

١ الهكسان والهكسان الحلقي لا يغيّران لون ماء البروم؛ ممّا يعني أنهما من الهيدروكربونات المُشبَعة؛ بينما يغيّر الهكسين والهكسين الحلقي لون ماء البروم ممّا يعني أنهما من الهيدروكربونات غير المُشبَعة. يحتوي كلّ من الهكسين والهكسين الحلقي على رابطة ثنائية تسمح بإضافة ذرّات البروم إلى تركيبهما البنائي، في حين أن الهكسان والهكسان الحلقي يمتلكان فقط روابط أحادية، وبالتالي لا يمكنهما إضافة أي ذرّات أخرى إلى تركيبهما البنائي.

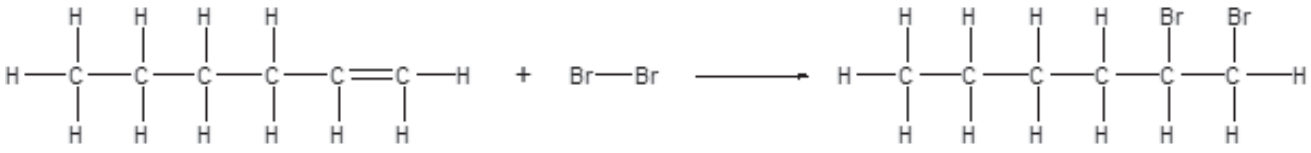
٢ ينتمي الهكسان إلى عائلة الألكانات، والهكسين إلى عائلة الألكينات.

٣ الصيغة الجُزيئيّة للهكسان: C_6H_{14} وللهكسين: C_6H_{12}.

٤ أ. 2،1 ثنائي بروموهكسان ⟶ بروم + هكسين

ب. $C_6H_{12} + Br_2 \longrightarrow C_6H_{12}Br_2$

ج.



نشاط ٤-٢: تقطير تجزيئي للبترول (النفط الخام)

المهارات:

- **يُبيِّن بطريقة عملية معرفته المُتعلّقة بكيفيّة الاستخدام الآمن للتقنيّات والأجهزة والمواد (بما فيها اتّباع سلسلة من التعليمات المناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجِّل الملاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يُناقش الملاحظات التجريبية والبيانات ويُقيِّمها.**
- **يُقيِّم الطرائق، ويقترح التحسينات المُحتملة.**

يحاكي هذا النشاط العملي في المُختبَر التقطير التجزيئي الصناعي للبترول.

المواد والأدوات والأجهزة

- شاشة واقية
- موقد بنزن
- حصيرة مُقاوِمة للحرارة
- أنبوبة اختبار ذات ذراع جانبي
- حامل أنابيب وماسك
- أنبوبة توصيل معوجّة مع رباط مطاطي
- أنبوبة عيّنات صغيرة (عدد 4، قياس 5 mm × 20 mm كحدّ أدنى أو أنبوبة اختبار صغيرة)
- ميزان حرارة (ثرمومتر) 0 – 360 °C، مع سدادة من الفلين لأنبوبة اختبار ذات ذراع جانبي
- ماصّة قطّارة
- كأس زجاجية سعة 100 mL
- زجاج ساعة صلد (borosilicat)
- ألياف (أو قطع) خزفية أو معدنية
- أعواد ثقاب
- بديل البترول (النفط الخام)

⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المُختبَر.
- البس القفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك جيّدًا عند انتهاء التجربة.
- البترول وبديل البترول (النفط الخام) مواد ضارّة وقابلة للاشتعال بشدّة. لذا تجنّب ملامستها للجلد ولا تتنشّق أبخرتها.
- نفّذ هذا النشاط العملي في مُختبَر جيّد التهوئة.

ملاحظات

- يحتوي البترول (النفط الخام) على أكثر من 0.1% من البنزين (benzene)، وهو مادّة مسرطنة. لذا لا يُسمح باستخدامه في مدارس بعض الدول، وفي جميع الحالات لا يُنصح باستخدامه. لذا يُستخدم حوالي 6 mL، من بديل البترول، عوضًا عن البترول.
- يمكن شراء بديل البترول من مزوّد المواد الكيميائية المعتاد أو يمكن لفني المُختبَر تحضير المخلوط.

تكفي الكميات الآتية لصنع 10 g من بديل البترول:

- بارافين سائل (طبي) – 5 g
- زيت البارافين – 2 g
- روح بيضاء (أو روح نقي) – 1 g
- أثير البترول 100 - 120 °C – 0.5 g
- أثير البترول 80 - 100 °C – 0.5 g
- أثير البترول 60 - 80 °C – 0.5 g
- أثير البترول 40 - 60 °C – 0.5 g

أضف بضع قطرات من طلاء زيتي أسود للحصول على مظهر البترول واخلط المزيج جيّدًا.

- توفّر أنابيب التسخين ذات الذراع الجانبي نتائج أكثر اتّساقًا من أنابيب التسخين المزوّدة بسدادات.
- من الضروري إجراء التجربة مُسبقًا. ولا بدّ من إضافة أحد المُشتقّات التي تمتلك درجة غليان منخفضة (الهكسان الحلقي، مثلًا) للحصول على ناتج تقطير عند درجة حرارة أقل من 70 °C.
- تنطوي هذه التجربة على صعوبة نسبية، وتترك الكثير من البقايا. فإذا ما تمّ تكرارها بانتظام، يكون من الأفضل تخصيص مجموعات الأجهزة والأدوات (باستثناء ميزان الحرارة وزجاجات الساعة) للتجربة. وسبب ذلك صعوبة تنظيف الجهاز الذي يبقى صالحًا للاستخدام في التجربة، حتى مع وجود رواسب من النفط.
- تزداد لزوجة المُشتقّات مع ارتفاع درجات حرارة غليانها، وتصبح المُشتقّات أكثر تلوّنًا مع ارتفاع درجة الحرارة. وتصعب في بعض المخاليط الاصطناعية مُلاحظة الاختلاف في اللون.

إجابات الأسئلة

١ أ. تمتصّ البترول أو بديله، وتسمح بالتسخين المنتظم وتمنع تكوّن الرذاذ.
ب. يسجِّل ميزان الحرارة درجة غليان ناتج التقطير الذي يتكثّف. يُوضع خزّان ميزان الحرارة بمحاذاة مدخل أنبوبة التوصيل ليتمّ قياس درجة الغليان بشكل دقيق.
ج. يُستخدم الماء البارد لتكثيف ناتج التقطير.

٢ تُعدّ بدائل البترول ومشتقّاتها قابلة للاشتعال، لذا يجب فحص الجهاز للتأكّد من عدم وجود فجوات قد تتسرّب منها الغازات القابلة للاشتعال. يجب إجراء التجربة في مُختبَر جيّد التهوئة لتفادي استنشاق الأبخرة، وعدم وضع أي مصدر للهب بالقرب من النواتج.

٣ المعدّات النموذجية لعملية التقطير التجزيئي في المُختبَر هي: الدورق الكروي، وعمود التجزئة، والمكثّف.

٤ يصبح لون المُشتقّات أكثر قتامة (غامقًا).

٥ تزداد لزوجة المُشتقّات مع ارتفاع درجات الغليان. يرتبط ذلك بازدياد طول السلسلة الكربونية للجُزيئات الموجودة في المُشتقّات ذات درجات الغليان الأعلى، فكلّما ازداد طول الجُزيئات، تشابكت أكثر وازدادت لزوجتها.

٦ تقلّ قابلية المُشتقّات للاشتعال كلّما ازداد الحجم الجُزيئي ودرجات الغليان.

٧ من المتوقّع أن تكون الرواسب السوداء الأكثر لزوجة بين المُشتقّات، والأقلّ قابلية للاشتعال والأعلى درجات غليان، لأنها تحتوي على الجُزيئات ذات السلاسل الكربونية الأطول.

٨ من درجة حرارة الغرفة إلى 100 °C، الجازولين؛

100 °C–150 °C، النفثا؛

150 °C–200 °C، الكيروسين؛

200 °C–250 °C، زيت الديزل / زيت الغاز

نشاط ٤-٣: التكسير الحراري للهيدروكربونات (إثرائي)

المهارات:

- **يُبيِّن بطريقة عملية معرفته المُتعلّقة بكيفيّة الاستخدام الآمن للتقنيّات والأجهزة والمواد (بما فيها اتّباع سلسلة من التعليمات المناسبة).**
- **يُنجز التجربة ويُسجِّل الملاحظات والقياسات والتقديرات.**
- **يُناقش الملاحظات التجريبية والبيانات ويُقيِّمها.**

يرتبط التركيب الدقيق للنفط بمصدره، إلاّ أن معظم النفط يحتوي على جُزيئات هيدروكربونية كبيرة أكثر من الجُزيئات الصغيرة، والتي تُعدّ أكثر مردودًا، وبالتالي تكون أكثر أهمّية من الناحية الاقتصادية. لما لها دور في زيادة القيمة الاقتصادية لبرميل النفط. يتمّ تكسير الهيدروكربونات الكبيرة إلى هيدروكربونات أصغر. يتضمّن هذا النشاط تجربة على مقياس صغير لعملية التحويل هذه، التي يتمّ تنفيذها في الصناعة يوميًّا.

المواد والأدوات والأجهزة

- طبق كومبو ComboPlate® (عدد 2)
- غطاء لطبق الكومبو ComboPlate® (عدد 2)، (أحدهما بمنفذ طويل والآخر بمنفذ قصير)
- محقنة (10 mL)
- أنبوبة زجاجية مستقيمة (طول 10–15 cm)
- أنبوبة زجاجية في شكل حرف L (عدد 2)
- أنبوبة سيليكون (بطول 1-2 cm، عدد 4)
- ماصّة بلاستيكية
- موقد صغير مُعبّأ بالإيثانول
- ملعقة كيماويات صغيرة
- صوف معدني (زجاجي)
- أكسيد الألومنيوم
- بارافين سائل، حوالي 0.5 mL
- ماء البروم (أقلّ من 1%)، حوالي 3 mL

احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المختبر، حتى عند تركيب الجهاز وتفكيكه.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- عند توصيل الجهاز، أمسك بالأنابيب الزجاجية التي لها شكل حرف L من الطرف الذي توصِّل به أنبوبة السيليكون لتجنُّب كسر الزجاج، والتسبُّب في جرح نفسك.
- الإيثانول مادة سريعة الاشتعال. احرص دائمًا على إبقاء الموقد الصغير في وضع مستقيم لمنع الانسكاب.
- ماء البروم مادة ضارَّة ومُهيّجة. تجنّب ملامسته للجلد، أو استنشاق أي أبخرة صادرة منه.
- إذا وقع ماء البروم على يدَيك، اغسلهما على الفور.

ملاحظات

- للحصول على أفضل النتائج، يجب أوّلاً تسخين العامل الحفّاز بقوة. وبمجرّد أن يصبح الحفّاز ساخنًا، سخّن البارافين. وتابع تسخين العامل الحفّاز، مع تمرير الموقد على البارافين من وقت إلى آخر. يمكن رؤية السائل عندما يغلي.
- يمنع الضغط برفق على المحقنة من حدوث امتصاص. وسوف تتدفّق الغازات عبر الجهاز لتنتهي في ماء البروم. عندما تكون المحقنة فارغة، أبعدها ببساطة، واسحب المكبس، ثم أعد توصيلها وتابع الضغط عليها. يمثّل ذلك ميزة كبيرة مُقارنة بالنسخة التقليدية لهذه التجربة.
- تتمثّل المُلاحظات المتوقّعة خلال هذه التجربة، في أنه يتمّ إنتاج غاز يُفقد ماء البروم لونه. (إذا وجدت صعوبات في ملاحظة تغيُّر تامّ لماء البروم، استخدم محلولاً مخفّفًا أكثر). لا يتغيّر لون ماء البروم عند خلط البارافين معه.

إجابات الأسئلة

١ عند ضخّ المادّة الناتجة في ماء البروم، يتلاشى لونه على الفور؛ يتحوّل من اللون البرتقالي-البني إلى عديم اللون، وبالتالي يجب أن تكون هذه المادّة الناتجة من الألكينات/ غير مُشبَعة. لا يفقد ماء البروم لونه عند إضافة البارافين. لذلك يجب أن تكون هذه المادّة من الألكانات / مُشبَعة.

٢ حقيقة أن المادّة الناتجة هي غاز والمادّة المُتفاعلة سائل، تشير إلى أن جُزيئات المادّة الناتجة أصغر (تمتلك سلاسل أقصر) من جُزيئات المادّة المُتفاعلة. وتكون درجة غليان المادّة الناتجة أدنى من درجة غليان المادّة المُتفاعلة.

٣ يرتبط التركيب الدقيق للنفط بمصدره. إلاّ أن معظم النفط يحتوي على جُزيئات هيدروكربونية كبيرة أكثر من الجُزيئات الصغيرة، التي تُعدّ أكثر فائدة، وبالتالي تكون أكثر أهمّية من الناحية الاقتصادية. ولزيادة الأرباح التي يمكن تحقيقها من برميل النفط، يتمّ تكسير الهيدروكربونات الكبيرة إلى هيدروكربونات أصغر.

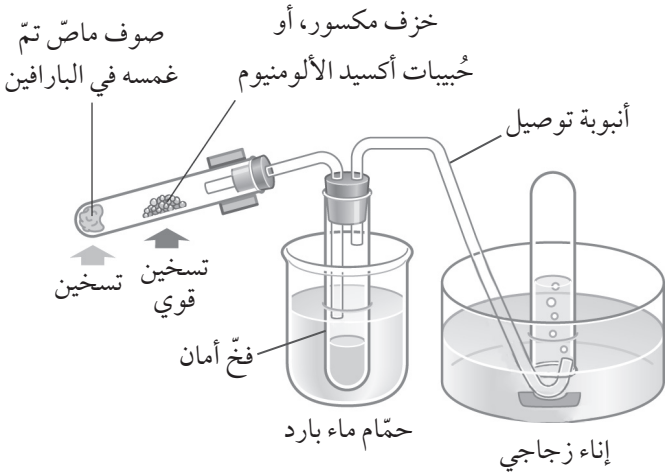
طريقة بديلة

المواد والأدوات والأجهزة

- أنابيب تسخين
- إناء زجاجي كبير أو حوض صغير
- كأس زجاجية كبيرة
- أنابيب توصيل
- موقد بنزن
- أكسيد الألومنيوم أو فتات من وعاء مسامي (خزف مكسور)
- بارافين سائل
- ماء البروم
- صوف معدني
- مشبك

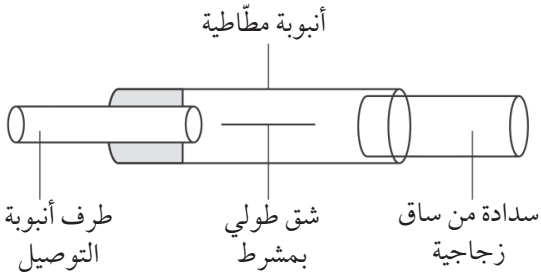
⚠ احتياطات الأمن والسلامة

- ضع النظّارة الواقية لحماية عينَيك.
- ارتدِ معطف المختبر، حتى عند تركيب الجهاز وتفكيكه.
- البس القُفّازَين الواقيَين عند الضرورة، أثناء إجراء هذه التجربة.
- اغسل يدَيك بعد انتهاء التجربة.
- ماء البروم مادة ضارَّة ومُهيّجة. تجنّب ملامسته للجلد، واستنشاق أي أبخرة صادرة منه. إذا وقع ماء البروم على يدَيك، اغسلهما على الفور.
- الإيثانول أو الكحول الميثيلية مادّة سريعة الاشتعال. احرص دائمًا على إبقاء الموقد الصغير في وضع مستقيم لمنع الانسكابات.



ملاحظات

- يمكن استخدام هذه الطريقة البديلة كعرض توضيحي، ويمكن للطلاب أيضًا إجراء هذه التجربة بأنفسهم.
- من الضروري التأكُّد من أن السدادة تناسب جيّدًا أنبوبة التسخين.
- من الضروري تفادي «الإرجاع» عند نهاية التجربة. لتحقيق ذلك، يتمّ تركيب «فخّ أمان» بين الأنبوبة التي يتمّ تسخينها ووعاء تجميع الغاز (انظر الرسم التوضيحي) أو تركيب صمّام بنزن عند طرف أنبوبة التوصيل.
- يمكن صنع صمّامات بنزن عن طريق ربط قطعة من أنبوبة مطّاطية ليّنة ونظيفة وغير مُستخدَمة بأنبوبة التوصيل، ثمّ إدخال ساق زجاجية قصيرة (1-2 cm) ، كما هو مُبيَّن في الرسم التوضيحي أدناه. يجب شقّ الأنبوبة المطّاطية من طرف واحد بطول حوالي 1 cm من طولها باتّجاه الأنبوبة.



الطريقة

١ ضع سدادة من الصوف المعدني في قاع أنبوبة التسخين، ثم اضغط عليها برفق لتثبيتها في مكانها بوساطة ساق زجاجية. أدخل البارافين السائل على الصوف باستخدام ماصّة قطّارة. استخدم فقط كمّية كافية من البارافين لتبليل الصوف المعدني كليًّا. لا تضف الكثير من البارافين، لكي يتمكّن الصوف المعدني من امتصاصه بالكامل.

٢ ثبّت أنبوبة التسخين من طرفها القريب من المنفذ، بحيث تكون مائلة ميَلانًا خفيفًا إلى أعلى، كما هو مُبيّن في الرسم التوضيحي. ضع كمّية من العامل الحفّاز (أكسيد الألومنيوم أو حُبيبات الخزف) في وسط الأنبوبة، ثم ركّب أنبوبة التوصيل.

٣ أكمل باقي الجهاز وركّب الأنابيب لتجميع الغاز.

٤ سخّن العامل الحفّاز بشدّة عند منتصف الأنبوبة لبضع دقائق، حتى يتحوّل لون الزجاج إلى اللون الأحمر الباهت. تجنّب تسخين الأنبوبة قريبًا جدًّا من السدادة المطّاطية.

٥ مع إبقاء العامل الحفّاز ساخنًا، حرّك اللهب من وقت إلى آخر نحو طرف الأنبوبة لبضع ثوانٍ من أجل تبخير بعض البارافين السائل. حاول الحصول على تيّار منتظم من الفقاعات من أنبوبة التوصيل. تجنّب تسخين البارافين السائل بشدّة بالغة، أو ترك العامل الحفّاز يبرد. لا تُوقف تسخين الأنبوبة ما دامت عملية تجميع الغاز مستمرّة.

٦ عند الحصول على تيّار منتظم من فقاعات الغاز، اجمع الأنابيب الممتلئة بالغاز، بتثبيتها عند طرف أنبوبة التوصيل.

٧ عند الانتهاء من تجميع الغاز، أخرج أوّلاً أنبوبة التوصيل من الماء، عن طريق إمالة حامل المشبك أو رفعه. عندها فقط أوقف التسخين.

٨ اختبر الغاز مع ماء البروم.

٩ قم بإجراء اختبار الخطوة ٨ نفسها على البارافين.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

٤-١ تساهمية.

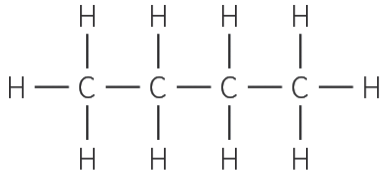
٤-٢ 4

٤-٣ الماس والجرافيت.

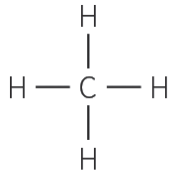
٤-٤ البروتينات والكربوهيدرات والأحماض النووية (أي اثنَين).

٤-٥ الميثان CH_4، الإيثان C_2H_6، البروبان C_3H_8، البيوتان C_4H_{10}.

٤-٦

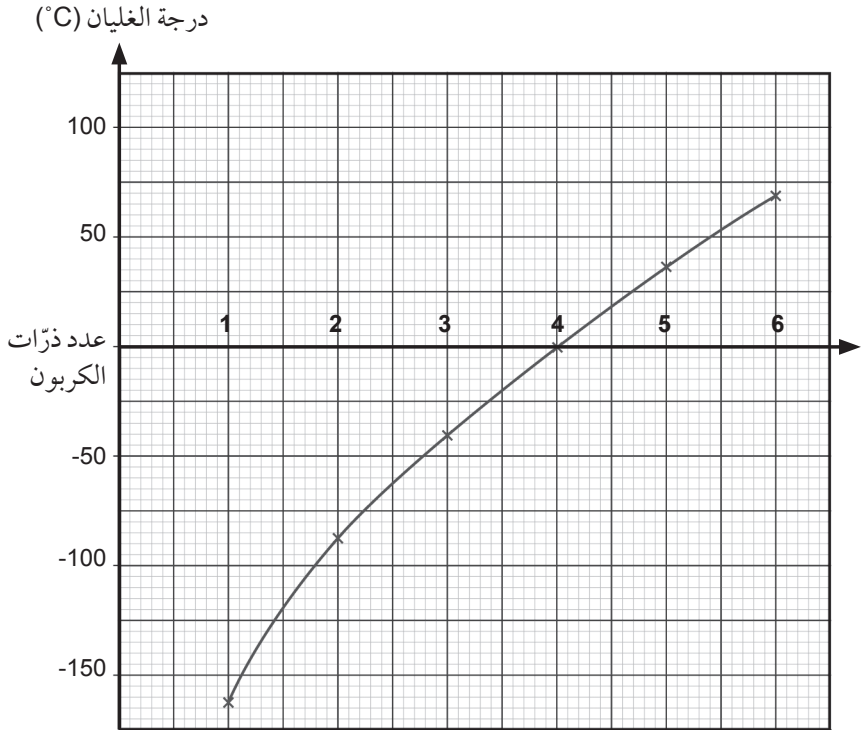


البيوتان



الميثان

٤-٧



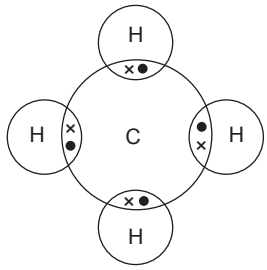
يوضّح التمثيل البياني منحنى منتظمًا مع زيادة تدريجية شبه ثابتة، في درجات الغليان، كلّما ازداد طول سلسلة الهيدروكربون.

٨-٤ الغاز الطبيعي.

٩-٤ **أ.** ماء + ثاني أكسيد الكربون ⟶ أكسجين + بروبان

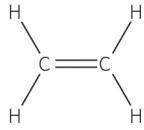
ب. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$

١٠-٤

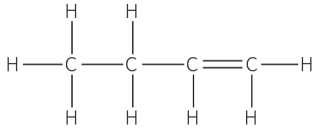


١١-٤ إيثين C_2H_4، بروبين C_3H_6، بيوتين C_4H_8

١٢-٤



الإيثين

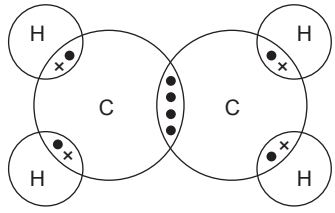


البيوتين

١٣-٤ يتغيّر لون ماء البروم من البرتقالي إلى عديم اللون.

١٤-٤ $C_3H_6(g) + Br_2(aq) \rightarrow C_3H_6Br_2(l)$

١٥-٤



١٦-٤ إيثان ⟶ هيدروجين + إيثين

$C_2H_4(g) + H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$

١٧-٤ عامل حفّاز من النيكل في شكل مسحوق ناعم ودرجة حرارة تتراوح ما بين 150°C و 300.

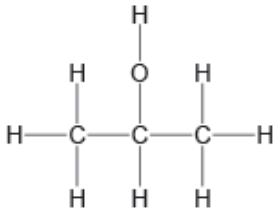
١٨-٤ إيثانول ⟶ بخار الماء + إيثين

$C_2H_4(g) + H_2O(g) \longrightarrow C_2H_5OH(g)$

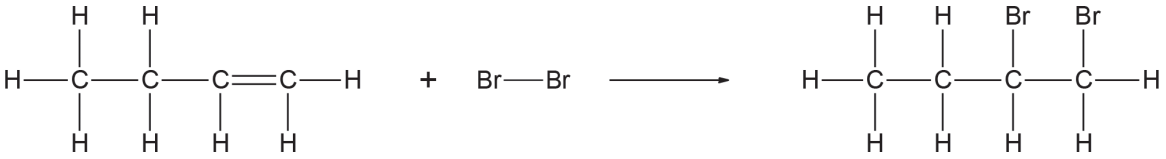
١٩-٤ العامل الحفّاز هو حمض الفوسفوريك، ودرجة الحرارة 300°C، والضغط 60 atm.

٤-٢٠ أ.

أو



ب.



٤-٢١ الفحم والغاز الطبيعي والبترول (النفط الخام).

٤-٢٢ غازات مصافي التكرير والجازولين والنفثا وزيت الديزل والأسفلت.

٤-٢٣ الأسفلت: تعبيد الطرق؛ زيت الديزل: وقود للشاحنات؛ الجازولين (البنزين): وقود للسيارات؛ النفثا: لصنع المواد الكيميائية.

٤-٢٤ التكسير هو التفكيك الحراري لألكان ذي سلسلة طويلة إلى ألكان ذي سلسلة أقصر وألكين (أو هيدروجين).

الإيثين + البيوتان ⟶ الهكسان

$C_6H_{14} \longrightarrow C_4H_{10} + C_2H_4$

إجابات تمارين كتاب النشاط

تمرين ٤-١: عائلات الهيدروكربونات

أ يُعدّ **البترول** (**النفط الخام**) المصدر الرئيسي للمركّبات العضوية، وهو مخلوط من هيدروكربونات تكوّنت طبيعيّاً. تُعدّ الهيدروكربونات مُركّبات تحتوي فقط على الكربون و**الهيدروجين**، وهي متوافرة بكثرة بسبب قابلية ذرّات **الكربون** على تكوين روابط فيما بينها لتشكيل **سلاسل** طويلة. يمكن تصنيف الهيدروكربونات ضمن عائلات من المُركّبات التي تمتلك الصيغة العامّة نفسها، والتي يُطلق عليها اسم سلسلة **مُتجانسة**. تتوفّر سلاسل من الهيدروكربونات تكون فيها الروابط التساهمية بين ذرّات الكربون في الجُزيء **أحادية** فقط. وتُعدّ هذه الهيدروكربونات مُشبَعة، ويُطلق عليها تسمية **الألكانات**. ويمتلك أبسط هذه الهيدروكربونات المُشبَعة الصيغة CH_4 ويُسمّى **الميثان**. تتوفّر أيضًا هيدروكربونات غير مُشبَعة تحتوي على رابطة كربون–كربون **ثنائية** أو ثلاثية واحدة على الأقلّ.

تنتمي المُركّبات التي تحتوي جُزيئاتها على رابطة ثنائية C=C إلى عائلة **الألكينات** التي تُمثّل سلسلة متجانسة أخرى من الهيدروكربونات. ويمتلك أبسط مركّب في هذه «العائلة» من الهيدروكربونات غير المُشبَعة الصيغة C_2H_4 ويعرف باسم **الإيثين**. يتمّ اختبار الهيدروكربون غير المُشبع بإضافة عيّنة منه إلى ماء **البروم** الذي يتغيّر لونه من **البرتقالي** إلى **عديم اللون**.

ب

الاسم	الصيغة الجُزيئيّة	درجة الغليان (°C)
الإيثين	C_2H_4	-102
البروبين	**C_3H_6**	-48
البيوتين	C_4H_8	-7
البنتين	C_5H_{10}	30
الهكسين	**C_6H_{12}**	**60 (ما بين 58 و 62)**

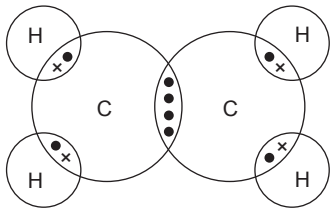
تمرين ٤-٢: هيدروكربونات غير مُشبَعة

أ

١. تمتلك أفراد السلاسل المُتجانسة الصيغة العامّة نفسها وتخضع لأنواع التفاعُلات الكيميائية نفسها.

٢. تختلف أفراد العائلة المتتالية أحدها عن الآخر بوحدة CH_2 (بين الصيغة الجُزيئيّة لمُكوِّن لاحق والصيغة الجُزيئيّة لمُكوِّن سابق)، وتظهر تدرُّجًا في الخصائص الفيزيائية.

٣. أ.

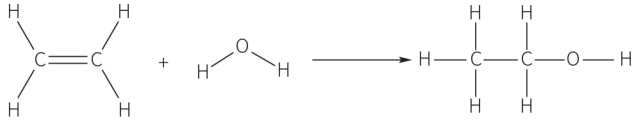


ب. لأن الألكينات تكوّن رابطة ثنائية بين ذرّتَي (كربون – كربون) / ولايمكن للهيدروجين تكوين رابطة ثنائية مع الكربون.

٤. أ. الكحولات.

ب. $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightarrow C_2H_5OH(g)$

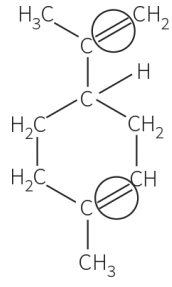
ج.



د. درجة حرارة 300 °C، وضغط 60 atm، وحمض الفوسفوريك كعامل حفّاز.

ب

١.



٢. $C_{10}H_{16}$

٣. يجب أن يمتلك الألكين الذي يحتوي على 10 ذرّات كربون الصيغة الجُزيئية $C_{10}H_{20}$ في حين أن الليمونين يمتلك الصيغة الجُزيئية $C_{10}H_{16}$.

٤. أ. تفاعُل الهدرجة / الإضافة / الاختزال.

ب. اثنان.

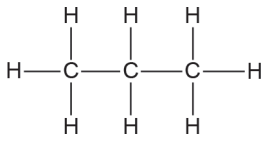
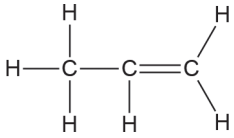
ج. هيدروكربون (حلقي) مُشبَع.

٥. أ. من اللون البرتقالي إلى عديم اللون.

ب. $C_{10}H_{16} + 2Br_2 \rightarrow C_{10}H_{16}Br_2$

تمرين ٤-٣: الهيدروكربونات وتفاعُلاتها

أ

اسم الهيدروكربون	البروبان	البروبين
الصيغة الجُزيئية للهيدروكربون	C_3H_8	C_3H_6
الكتلة الجُزيئية النسبية للهيدروكربون	44	42
الصيغة البنائية للهيدروكربون		
لون ماء البروم بعد رجّه مع الهيدروكربون	برتقالي	عديم اللون

ب

١. ماء + ثاني أكسيد الكربون ⟶ أكسجين + بروبان

٢. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

٣. 12 mol من الماء.

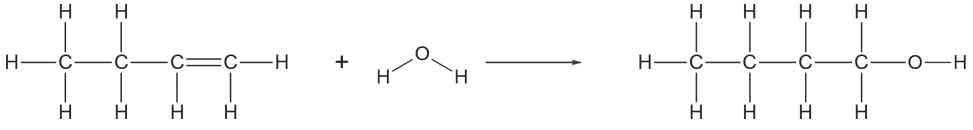
ج

١. بروبان ⟶ هيدروجين + بروبين

٢.

٣. $C_4H_8(g) + H_2O(l) \rightarrow C_4H_9OH(l)$

٤.



د

١. تكون حرارة الاحتراق لنفس الكتلة من البروبان والبيوتان بوحدة (kJ/kg) مُتقاربة جدًّا، ولكن عند المقارنة بينهما بوحدة kJ/mol، فإن البيوتان ينتج طاقة حرارية أكثر من البروبان.

٢. يحتوي مزيج غاز البترول المسال المُستخدم في الشتاء على نسبة أكبر من البروبان مقارنة بالبيوتان، لأن البروبان يمتلك درجة غليان أدنى وبالتالي فإنه يتبخّر بشكل أفضل عند درجات الحرارة المنخفضة.

تمرين ٤-٤: العمليات الأساسية في الصناعة البتروكيميائية

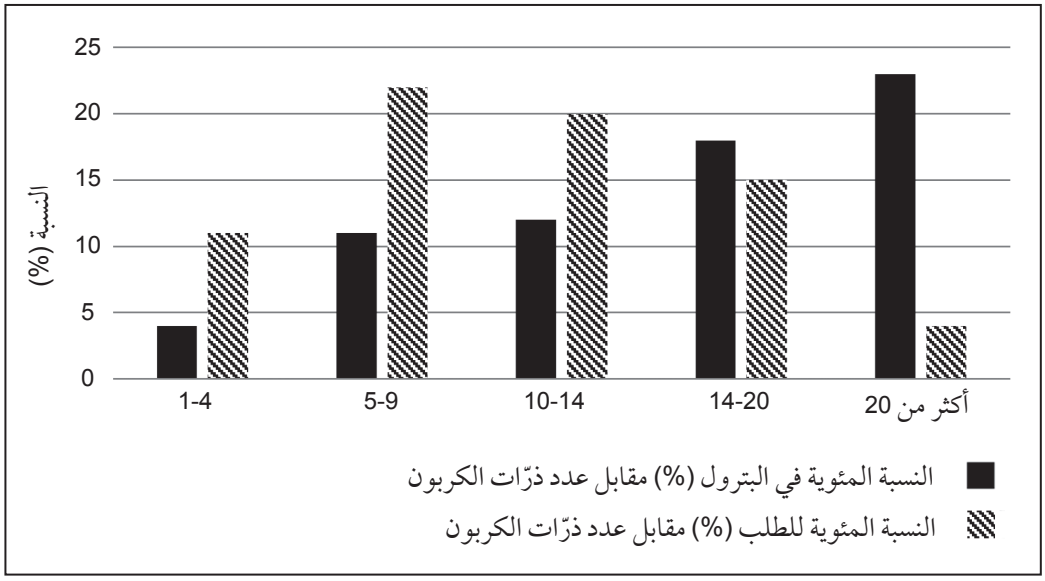
أ

رمز المُشتق	الاسم	الاستخدام الرئيسي
A	غازات مصافي التكرير	وقود للتدفئة والطبخ
B	الجازولين (البترول)	وقود للسيارات
C	النفثا	صناعة بعض المواد الكيميائية
D	زيت الديزل/زيت الغاز	وقود لمُحرّكات الديزل (الشاحنات)
E	الأسفلت	صناعة القطران (القار) لتعبيد الطرق

ب

١. درجات الغليان المختلفة للمُشتقّات.

٢.



ج

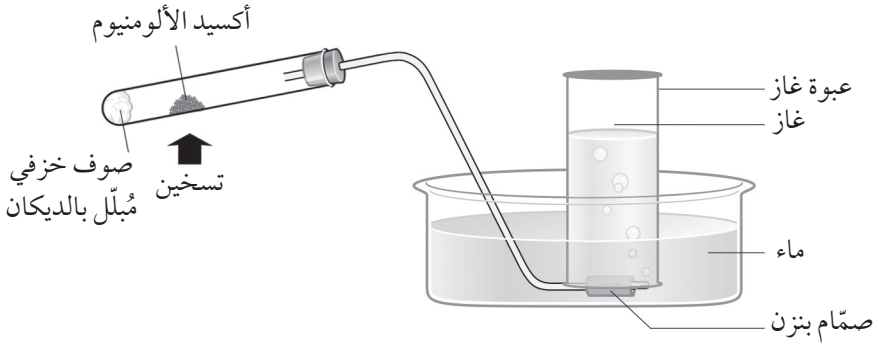
١. المُشتقّان **B** و **C**/المُشتقّان اللذان يحتويان على 5-9 و 10-14 ذرّة كربون لكل جُزيء (يشمل هذان المُشتقّان الجازولين والنفثا).

٢. الشمع والمُشتقّ E (الأسفلت) هو الأقلّ طلبًا.

د التكسير الحراري هو تفكُّك هيدروكربونات ذات سلاسل طويلة إلى ألكانات وألكينات ذات سلاسل أقصر أو هيدروجين.

هـ يعد الطلب على المُشتقّ **B** من البترول أعلى من العرض. هناك طلب أقلّ على المُشتقّات ذات السلاسل الأطول، لذا يتمّ تكسيرها لإنتاج الجُزيئات ذات السلاسل الأقصر الموجودة في الجزء **B**، والتي يوجد طلب أكبر عليها.

و ١ و ٢



٣. أكسيد الألومنيوم عامل حفّاز.

٤. لمنع «الإرجاع»، يُعدُّ ذلك أمرًا خطيرًا، لأنه قد يتمّ سحب الماء البارد إلى داخل الجهاز الساخن.

٥. $_{4}H_{2}C + {}_{81}H_{8}C \longrightarrow {}_{22}H_{01}C$

إيثين + أوكتان ⟶ ديكان

٦. يُعدُّ هذا الاختبار إيجابيًّا لألكين (عدم التشبُّع).

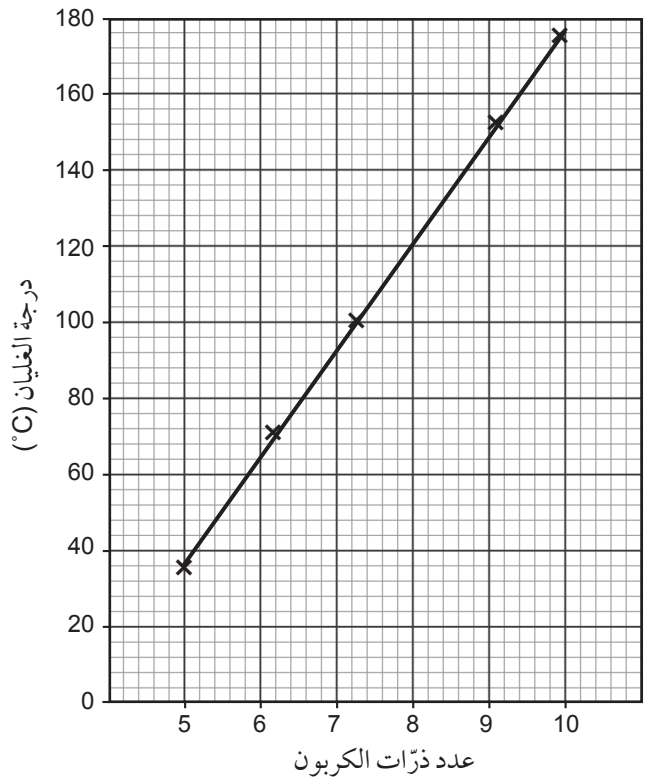
٧. تفاعُل إضافة.

ز $C_{15}H_{32} \longrightarrow C_2H_4 + C_3H_6 + C_4H_8 + C_6H_{14}$

إجابات أوراق العمل

ورقة العمل ٤-١: الألكانات

١ أ.



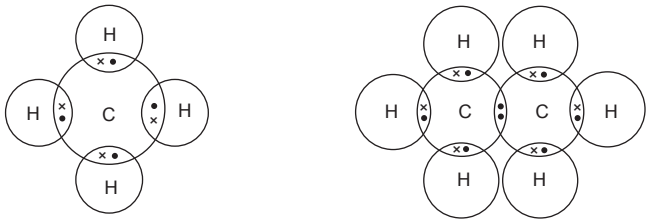
ب. ترتفع درجات الغليان بانتظام مع ازدياد عدد ذرّات الكربون في السلسلة. (على الرغم من رسم خطّ مستقيم هنا، فإنّ من الممكن رسم منحنى منتظم يجمع النقاط الموجودة على التمثيل البياني).

ج. حوالي 125 °C

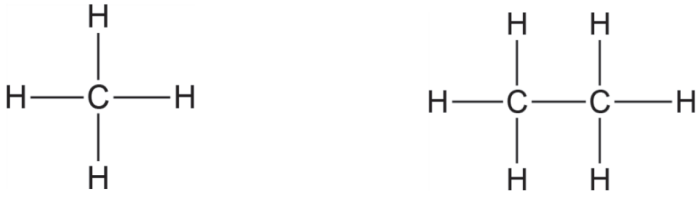
د. **A**، يمتلك هذا المُشتقّ مدى درجات غليان تتناسب مع طول الجُزيئات في الجازولين (البترول).

٢ أ. الألكان هيدروكربون مُشبَع تكون فيه جميع الروابط C-C أحادية. ويمتلك الصيغة العامّة C_nH_{2n+2}.

ب. ١.



٢.



ج. ثاني أكسيد الكربون والماء.

د. $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$

ورقة العمل ٤-٢: حرق الهيدروكربونات

١ أ. مفتوحة.

ب. عندما تكون مفتوحة تُوفِّر كمّية أكبر من الأكسجين للمساعدة في عملية الحرق / عملية الحرق الأكثر كفاءة (فاعلية) تنتج درجات حرارة أعلى.

ج. الكربون والهيدروجين.

٢ أ. إحدى ميزات استخدام البيوتان كمصدر للحرارة هي سهولة اشتعاله مقارنة بالفحم.

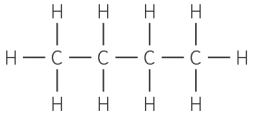
وأحد عيوب استخدام البيوتان هو ضرورة تخزينه تحت ضغط (في حاوية مُغلقة)، في حين أن الفحم لا يحتاج إلى ذلك.

ب. البروبان أكثر قابليّة للتطاير من البيوتان.

البروبان أكثر قابليّة للاشتعال من البيوتان.

ج. التبخّر.

د.



هـ. ١. ماء + ثاني أكسيد الكربون ⟶ أكسجين + بيوتان

٢. $2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \longrightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(g)$

ورقة العمل ٤-٣: التقطير التجزيئي للبترول والتكسير الحراري

١ أ. لأن درجات غليانها منخفضة (أقلّ من درجة الحرارة المحيطة) لذا لا تتكثّف هذه الغازات في العمود.

ب. لأن درجات غليان المُشتقّات مختلفة فهي تتكثّف عند ارتفاعات مختلفة في العمود. وكلّما ازداد ارتفاع العمود، أصبحت درجة الحرارة أكثر برودة، فتتكثّف المُشتقّات ذات درجات الغليان المنخفضة.

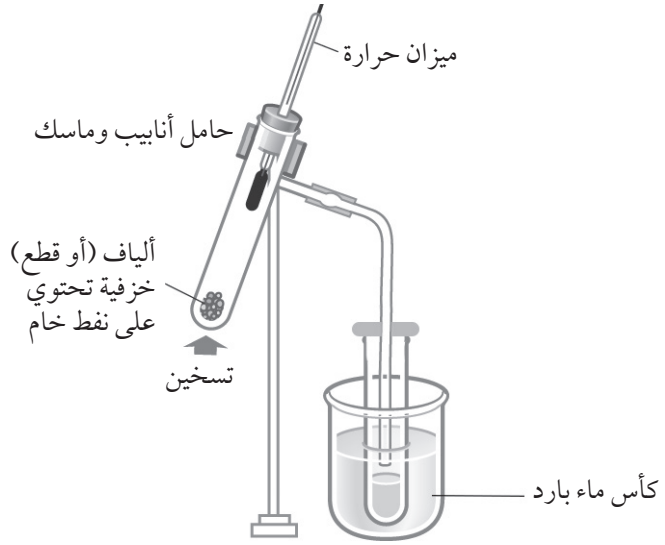
ج. النفثا.

د. تُعدّ درجة غليان الأسفلت مرتفعة جدًّا، لذلك لا يتبخّر.

هـ.

المُشتق	الاستخدام
غازات مصفاة التكرير	**وقود للتدفئة والطبخ**
الجازولين (البترول)	**وقود السيّارات (البترول)**
النفثا	**صناعة بعض المواد الكيميائية**
زيت الديزل (زيت الغاز)	**وقود مُحرّكات الديزل**
الأسفلت	**صناعة القطران (القار) لتعبيد الطرق**

و.



ز. لأن هذه الطريقة تستخدم الأدوات الزجاجية والأجهزة العادّية الموجودة في المُختبَر، ولا تتطلّب عمود تجزئة طويلًا جدًّا لفصل المُشتقّات بكمّيات تجارية.

ح. تُعدّ هذه العملية أفضل، لأنها تكون متواصلة في الصناعة البترولية، ويتمّ الحصول على المُشتقّات جميعها في الوقت نفسه وليس الحصول على مُشتقّ واحد في كلّ مرّة، كما هو الحال في الطريقة المُختبَرية.

ط. المُشتقّ الذي يُجمع أوّلاً.

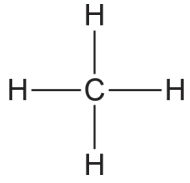
٢ يُطلَق على الهيدروكربونات الموجودة في البترول اسم **الألكانات**. وتترابط ذرّات الكربون في هذه الهيدروكربونات بروابط **أحادية**. ولا يمكن لجُزيئاتها أن تُكوِّن أي روابط إضافية، لذلك تُعتبر **مُشبَعة**. عندما يتمّ تكسير الهيدروكربونات ذات السلاسل الطويلة الموجودة في البترول، تتكوّن هيدروكربونات ذات سلاسل **أقصر**. يمتلك الإيثين رابطة **ثنائية** بين ذرّتَي كربون. يُمكن تكسير هذه الرابطة لإضافة مزيد من الذرّات، لذا يُعتبر الإيثين **غير مُشبَع**.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١ أ. يستطيع الكربون تكوين تراكيب على شكل سلاسل أو حلقات، وعلى تكوين روابط مُتعدّدة مع ذرّات كربون أخرى وروابط مع ذرّات عناصر أخرى.

ب. ١. الهيدروكربون مُركّب يتكوّن من الهيدروجين والكربون فقط. الهيدروكربون المُشبَع مُركّب عضوي يمتلك فقط روابط أحادية ولا يمكنه إضافة المزيد من الذرّات إلى السلسلة الكربونية.

٢.



٣. الغاز الطبيعي.

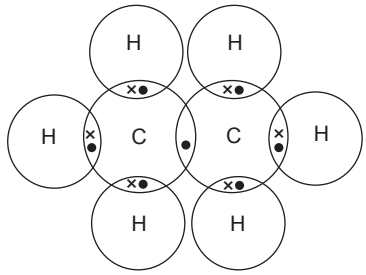
٢ أ. الإيثان.

ب. C_2H_6

ج. ١. C_nH_{2n+2}

٢. البيوتان، C_4H_{10}

د.



هـ. ترتفع درجات غليان الألكانات مع زيادة حجم الجُزَيء؛ فكلّما كان الجُزَيء أكبر (أطول) كانت القوى أكبر (قوى تداخل – تجاذب /قوى بين جُزيئية) بين الجُزيئات؛ ازدادت الحاجة إلى طاقة أكثر لتفكيك / لكسر / للتغلُّب على هذه القوى.

٣ أ. ١. **Z**

٢. **X** و **Z**؛ تحتوي الجُزيئات غير المُشبَعة على روابط مُتعدّدة (ثنائية في هذه الحالة).

٣. مرّر الغاز عبر ماء البروم؛ سيزيل الهيدروكربون غير المُشبَع لون ماء البروم، أما الهيدروكربون المُشبَع فلن يزيل اللون.

ب. ١. عائلة من المُركّبات العضوية ذات خصائص كيميائية متماثلة، لأنها تمتلك المجموعة الوظيفية نفسها.

٢. **A** = ألكين ؛ **B** = ألكان ؛ **C** = كحول

٣. بطريقة الهدرجة حيث يتفاعل **A** مع الهيدروجين عند درجة حرارة 150-300 °C، بوجود عامل حفّاز من النيكل.

٤. يتفاعل **A** مع بخار الماء عند درجة حرارة 300 °C، وضغط 60 atm، وبوجود حمض الفوسفوريك كعامل حفّاز.

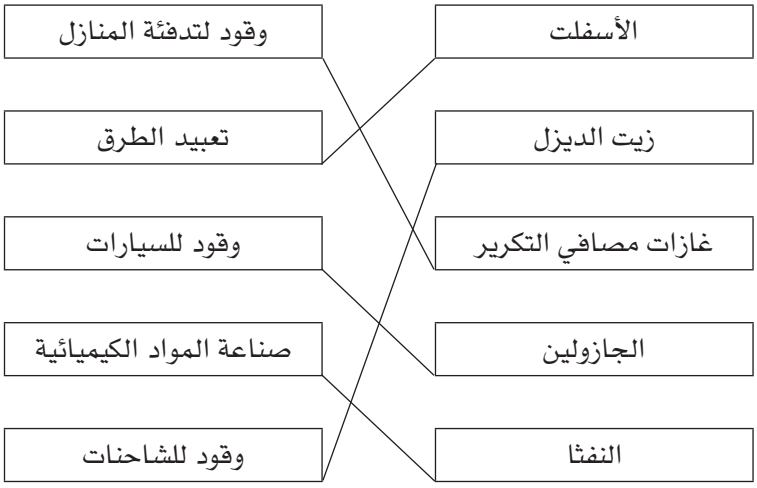
٤ أ. درجة الغليان.

ب. زيت الديزل: وقود للشاحنات.

غازات مصافي التكرير: وقود لتدفئة المنازل.

الجازولين: وقود للسيارات.

النفثا: صناعة المواد الكيميائية.

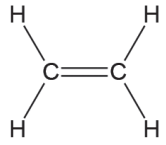


ج. ١. درجة حرارة أعلى من 800 °C وبخار الماء

أو درجة حرارة 500 °C بوجود عامل حفّاز من الزيوليت أو السيليكا أو أكسيد الألومنيوم.

٢. $C_{12}H_{26}$

٣.

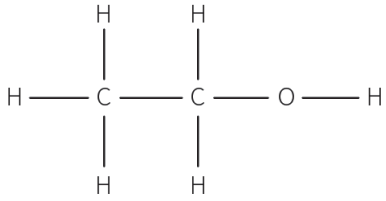


د. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

هـ. ١. بخار الماء.

٢. يزيد من مُعدّل سرعة التفاعُل دون أن يتغيّر كيميائيًّا.

٣.



تم بحمد الله

الكيمياء

دليل المعلّم ١٠

يُستخدَم دليل المُعلِّم إلى جانب كتاب الطالب وكتاب النشاط، ضمن منهج الكيمياء 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 الكيمياء للصف العاشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب
- كتاب النشاط