# الكيمياء

## الصف الحادي عشر

## كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الثاني

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية 1445 هـ - 2023 م

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

# الكيمياء

## الصف الحادي عشر

## كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الثاني

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية 1445 هـ - 2023 م

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 ٢٠٢٣ م، طُبعت في سلطنة عُمان**

هذه نسخة تمَّت مواءمتها من كتاب النشاط – العلوم للصف الحادي عشر – من سلسلة كامبريدج للعلوم
لمستوى الدبلوم العام والمستوى المتقدم AS & A Level للمؤلفين روجر نوريس ومايك ووستر.

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

**تمت مواءمة الكتاب**

**بموجب القرار الوزاري رقم ١٢١ / ٢٠٢٢ واللجان المنبثقة عنه**

**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 له
السلطان قابوس بن سعيد
-طيّب الله ثراه-

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

# سلطنـــــة عُمـــــان

(المحافظات والولايات)

# 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 ضياء
وَاسْعَدي وَانْعَمي بِالرَّخاء

# تقديم

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

لقد 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 أساسيًا من مكوِّنات المنظومة التعليمية، بمراجعة مستمرة وتطوير شامل في نواحيها المختلفة؛ بدءًا من المقرّرات الدراسية، وطرائق التدريس، وأساليب التقويم وغيرها؛ وذلك لتتناسب مع الرؤية المستقبلية للتعليم في السلطنة، ولتتوافق مع فلسفته وأهدافه.

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

إن هذا الكتاب، بما يحويه من معارف ومهارات وقيَم واتجاهات، جاء مُحقِّقًا لأهداف التعليم في السلطنة، وموائمًا للبيئة العمانية، والخصوصية الثقافية للبلد، بما يتضمَّنه من أنشطة وصور ورسوم. وهو أحد مصادر المعرفة الداعمة لتعلُّم الطالب، بالإضافة إلى غيره من المصادر المختلفة.

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

والله ولي التوفيق

**د. مديحة بنت أحمد الشيبانية**

**وزيرة التربية والتعليم**

# المحتويات

**المقدمة** ..... xii
**كيف تستخدم هذه السلسلة** ..... xiv
**كيف تستخدم هذا الكتاب** ..... xvi
**الأمان والسلامة في مختبر الكيمياء** ..... xvii
**البحث العلمي والمهارات العملية** ..... xviii

**الوحدة السادسة: الدورية في خصائص العناصر**

**الأنشطة:**

٦–١ تدرّج الأنماط الدورية في الخصائص الفيزيائية والبنى ..... ٢٤
٦–٢ عناصر وأكاسيد وكلوريدات الدورة الثالثة ..... ٢٧
٦–٣ القيام بالتنبؤات ..... ٣٠

**الاستقصاءات العملية:**

٦–١ خصائص أكاسيد الفلزات وكلوريدات الفلزات عبر الدورة الثالثة ..... ٣٣

**الوحدة السابعة: التغيرات في المحتوى الحراري**

**الأنشطة:**

٧–١ التغير في المحتوى الحراري ومخططات مسار التفاعل ..... ٤٢
٧–٢ التغير في المحتوى الحراري ..... ٤٤
٧–٣ حساب التغير في المحتوى الحراري في تجربة ما ..... ٤٥
٧–٤ استخدام قانون هس ..... ٤٨
٧–٥ طاقة الرابطة والتغير في المحتوى الحراري ..... ٥٠

**الاستقصاءات العملية:**

٧–١ حساب التغير في المحتوى الحراري لتفاعل التعادل بالتجربة ..... ٥٢
٧–٢ التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات ..... ٥٧
٧–٣ التغير في المحتوى الحراري للتفكك الحراري ..... ٦٤

## الوحدة الثامنة: مبادئ الكيمياء العضوية

**الأنشطة:**


٨-١ السلسلة المتجانسة ..... ٧٣
٨-٢ أنواع الصيغ ..... ٧٥
٨-٣ تسمية المركّبات العضوية ..... ٧٧
٨-٤ التراكيب والروابط الكيميائية في الجزيئات العضوية ..... ٨٠
٨-٥ التشاكل ..... ٨٢
٨-٦ تصنيف التفاعلات العضوية ..... ٨٤
٨-٧ رسم مركبات عضوية ..... ٨٧


## الوحدة التاسعة: الهيدروكربونات والهالوجينوألكانات

**الأنشطة:**


٩-١ تفاعلات الألكانات ..... ٩٤
٩-٢ تفاعلات الألكينات ..... ٩٦
٩-٣ الإضافة الإلكتروفيلية ..... ٩٧
٩-٤ احتراق الوقود الأحفوري ..... ٩٩
٩-٥ بنية الهالوجينوألكانات وتصنيفها ..... ١٠١
٩-٦ تحضير الهالوجينوألكانات ..... ١٠٢
٩-٧ تفاعلات الهالوجينوألكانات ..... ١٠٣
٩-٨ الاستبدال النيوكليوفيلي للهالوجينوألكانات ..... ١٠٥


**الاستقصاءات العملية:**


٩-١ تحضير الهيدروكربونات واختبارها ..... ١٠٨

# المقدمة

خُصّص كتاب التجارب العملية والأنشطة هذا لمساعدتك على تطوير المهارات التي سوف تحتاج إليها للنجاح في مادة الكيمياء التي تدرسها في صفك الآن، وأهمّها:

## الأنشطة

توفر لك الأنشطة الموجودة في هذا الكتاب فرصًا لممارسة المهارات الآتية:

- فهم الظواهر، والنظريات العلمية التي تدرسها.
- حل الأمثلة الحسابية وغيرها من الأمثلة المختلفة.
- التفكير بشكل نقدي في التقنيات والبيانات التجريبية.
- اعتماد التنبّؤات، واستخدام الأسباب العلمية لدعم تنبّؤاتك.

وقد تم تصميم التمارين بدقّة، بحيث تتيح لك المجال لتطوير معرفتك، ومهاراتك، وفهمك، والموضوعات التي تم تناولها وتغطيتها في كتاب الطالب.

تسلّط المقدمة الموجودة في بداية كل تمرين الضوء على المهارات التي ستمارسها وأنت تجيب عن الأسئلة، بحيث يتم ترتيب التمارين وفق الترتيب نفسه للوحدات الموجودة في كتاب الطالب. وفي نهاية كل وحدة، يتم تقديم مجموعة من الأسئلة للحصول على مزيد من الدعم للمهارات التي حقّقتها، كما أنها تؤمّن لك فرصة ثمينة للتعرف على نوع التقييم الذي يُحتمل أن تواجهه في اختباراتك اللاحقة.

## الاستقصاءات العملية

تُعدّ الاستقصاءات العملية جزءًا أساسيًّا من مادة الكيمياء المتقدمة، كما تتيح لك الاستقصاءات التجريبية اكتساب خبرة مباشرة في ترتيب الأجهزة والمعدات الكيميائية والتعرف على أسمائها، وكيفية استخدامها للحصول على نتائج تجريبية ذات مغزًى.

لقد تم اختيار الاستقصاءات العملية الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة هذا بعناية؛ وذلك للسماح لك بممارسة مهاراتك العملية وتحسينها. كما يؤكد العمل المخبري العملي المقدم في هذا الكتاب على روح الاستفسار والخبرة المباشرة التي تعزز معرفتك وتساعدك على تطبيق النتائج واستخلاص الاستنتاجات، إضافة إلى أنه يساعدك على اختبار معرفتك وتطبيق العمل النظري.

يتبع ترتيب الاستقصاءات المقدمة في هذا الكتاب، إلى حد كبير، ترتيب الموضوعات الواردة في كتاب الطالب. وهذا لا يعني أن معلمك ملزم باتباعه، إذ تتطلّب بعض وحدات كتاب الطالب استخدام تقنيات كمية، أمّا عند إجراء هذه الاستقصاءات وتنفيذها، فإنك ستحتاج إلى آلة حاسبة، وأدوات لرسم التمثيلات البيانية.

ستساعدك الاستقصاءات المختلفة، والأسئلة المرفقة على اكتساب الثقة في التعامل مع العمل المخبري، وتطوير مجموعة واسعة من المهارات المتعلقة بالكيمياء العملية. ومن المأمول أن تساعدك أيضًا على فهم أهمية العمل المخبري في تطوير الكيمياء النظرية وتقييمها.

ونأمل ألّا تحقّق من هذا الكتاب النجاح في دراستك وفي حياتك المهنية فحسب، بل تحفيز مدى اهتمامك وفضولك المتعلق بالكيمياء أيضًا.

# كيف تستخدم هذه السلسلة

تقدّم هذه المكوّنات (أو المصادر) الدعم للطلبة في الصف الحادي عشر في سلطنة عمان لتعلم مادة الكيمياء واستيعابها، حيث تعمل كتب هذه السلسلة جميعها معًا لمساعدة الطلبة على تطوير المعرفة والمهارات العلمية اللازمة لهذه المادة. كما تقدّم الدعم للمعلمين لإيصال هذه المعارف للطلبة وتمكينهم من مهارات الاستقصاء العلمي.

يقدّم «كتاب الطالب» دعمًا شاملًا لمنهج الكيمياء للصف الحادي عشر في سلطنة عمان، ويقدّم شرحًا للحقائق والمفاهيم والتقنيات العلمية بوضوح، كما يستخدم أمثلة من العالم الواقعي للمبادئ العلمية. والأسئلة التي تتضمنها كل وحدة تساعد على تطوير فهم الطلبة للمحتوى، في حين أن الأسئلة الموجودة في نهاية كل وحدة تحقق لهم مزيدًا من التطبيقات العلمية الأساسية.

يحتوي «كتاب التجارب العملية والأنشطة» على أنشطة وأسئلة نهاية الوحدة، والتي تمّ اختيارها بعناية، بهدف مساعدة الطلبة على تطوير المهارات المختلفة التي يحتاجون إليها أثناء تقدمهم في دراسة كتاب الكيمياء. كما تساعد هذه الأسئلة الطلبة على تطوير فهمهم لمعنى الأفعال الإجرائية المستخدمة في الأسئلة، إضافة إلى دعمهم في الإجابة عن الأسئلة بشكل مناسب.

كما يحقّق هذا الكتاب للطلبة الدعم الكامل الذي سوف يساعدهم على تطوير مهارات الاستقصاء العملية الأساسية جميعها. وتشمل هذا المهارات تخطيط الاستقصاءات، واختيار الجهاز وكيفية التعامل معه، وطرح الفرضيات، وتدوين النتائج وعرضها، وتحليل البيانات وتقييمها.

يدعم دليل المعلم «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، ويعزز الأسئلة والمهارات العملية الموجودة فيهما. ويتضمّن هذا الدليل أفكارًا تفصيلية للتدريس وإجابات عن كل سؤال ونشاط وارد في «كتاب الطالب» وفي «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، فضلًا عن الإرشادات التعليمية لكل موضوع، بما في ذلك خطة التدريس المقترحة، وأفكار للتعلم النشط والتقويم التكويني، والمصادر المرتبطة بالموضوع، والأنشطة التمهيدية، والتعليم المتمايز (تفريد التعليم) والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم. كما يتضمن أيضًا دعمًا مفصلًا لإجراء الاستقصاءات العملية وتنفيذها في «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، بما في ذلك فقرات «مهم» لجعل الأمور تسير بشكل جيد، إضافة إلى مجموعة من عينات النتائج التي يمكن استخدامها إذا لم يتمكن الطلبة من إجراء التجربة، أو أخفقوا في جمع النتائج النموذجية.

# كيف تستخدم هذا الكتاب

خلال دراستك هذا الكتاب، ستلاحظ الكثير من الميزات المختلفة التي ستساعدك في التعلم. هذه الميزات موضحة على النحو الآتي:

## الأنشطة

تفيدك التمارين في ممارسة المهارات المهمة لدراسة الكيمياء.

### الاستقصاءات العملية

تتوافر الاستقصاءات في جميع أقسام هذا الكتاب، وهي تساعدك على تطوير المهارات العملية التي تُعدّ ضرورية لدراسة الكيمياء. كما تحتوي على مقدمة تحدد الهدف من العمل المخبري العملي، وعلى قائمة بالمواد والأدوات المطلوبة لإجراء الاستقصاء، وعلى نصائح تتعلق باحتياطات السلامة المهمة لضمان بقائك آمنًا أثناء إجرائه، مع متابعة حثيثة للعمل خطوة خطوة، إضافة إلى تخصيص مساحة لتدوين نتائجك التي حصلت عليها؛ ثم تُختتم بأسئلة التحليل والاستنتاج والتقييم التي تساعدك على تفسير نتائجك. وتحتوي الوحدات اللاحقة أيضًا على استقصاءات التخطيط التي تتيح لك ممارسة التخطيط لعملك المخبري الخاص بك، وعلى استقصاءات تحليل البيانات التي تؤمّن لك المزيد من الفرص لتعزيز تفكيرك التحليلي.

**مصطلحات علمية**

يتم تمييز المصطلحات الأساسية في النص عند تقديمها لأول مرة. ثم يتم تقديم تعريفات في الهامش تشرح معاني هذه المصطلحات.

**أفعال إجرائية**

لقد تمّ إبراز الأفعال الإجرائية الواردة في المنهج الدراسي بلون غامق في أسئلة نهاية الوحدة، ويمكن استخدامها في الاختبارات، خصوصًا عندما يتم تقديمها للمرة الأولى. وستجد في الهامش تعريفًا لها.

**مهم**

ستساعدك مربّعات النص هذه على إكمال الأنشطة والاستقصاءات، وستقدم لك الدعم في المجالات التي قد تجدها صعبة.

**أسئلة نهاية الوحدة**

تقيس هذه الأسئلة مدى تحقّق الأهداف التعليمية في الوحدة، وقد يتطلب بعضها استخدام معارف علمية من وحدات سابقة.

# الأمان والسلامة في مختبر الكيمياء

يتضمن العمل المخبري العملي مجموعة من المهارات الخاصة به، إذ يرتبط عدد منها بالعمل بسلامة وأمان، والذي يُعدّ أمرًا ضروريًا للحصول على أقصى استفادة من العمل المخبري العملي الخاص بك. ففي كل استقصاء يتضمن عملًا مخبريًا عمليًا يتوقع منك ما يلي:

- ارتداء ما يحمي العينَين، كالنظارات الواقية أو نظارات الأمان (لاحظ أن النظارات الواقية تؤمّن مزيدًا من الحماية).
- التأكد من أن الملابس مناسبة وغير فضفاضة أو واسعة.
- ارتداء القفازات عند القيام بوزن المواد الكيميائية الخطرة، أو أثناء صبها، أو ترشيحها.

كما يُنصح أيضًا بارتداء معطف المختبر لحماية ملابسك من التلوث بالبقع الكيميائية.

يجب التعامل مع المواد الكيميائية جميعها على أنها مواد خطرة، ففي حال انسكابها على الجلد، يجب غسله فورًا باستخدام الكثير من الماء. وربّما لا تكون على دراية بمخاطر مواد كيميائية معينة، وبالتالي فإن استخدامها بدون الأخذ في الحسبان احتياطات السلامة العامة يمكن أن يؤدي إلى حدوث مشكلات غير متوقعة. وتذكّر أنه يجب عليك أيضًا التفكير في مخاطر المواد جميعها الناتجة من تفاعل كيميائي، وبخاصة عندما ينتج من التفاعل إطلاق غاز، إذ يجب إجراء التفاعلات الكيميائية التي تنتج غازات خطرة داخل خزانة طرد الغازات، أو في غرفة ذات تهوئة جيدة.

وبصفتك أحد الطلبة، يجب عليك أن تتحمل مسؤولية العمل بسلامة وأمان، كما يجب عليك أن تتعلم معاني رموز الأمان والسلامة الموضحة في الجدول أدناه، حيث يوضح الجدول ١ رموز المواد الخطرة الأكثر شيوعًا في مختبرات العلوم المدرسية.

| رمز المادة الخطرة | التوصيف | احتياطات الأمان والسلامة |
|---|---|---|
| Irritant | هذه المادة مهيجة للجلد، ويمكن أن تؤدي إلى حدوث تقرحات واحمرار إذا لامست بشرتك. | ارتدِ القفازات، وواقيات العينَين عند التعامل مع المواد المهيجة. |
| Corrosive | هذه المادة أكّالة، وسوف تلحق الضرر ببشرتك وأنسجتك إذا حدث تلامس مباشر معها. | عند استخدام المواد الأكالة ضع النظارات الواقية دائمًا، وارتدِ القفازات أن أمكنك. |
| Toxic | هذه المادة سامة ويمكن أن تؤدي إلى الموت إذا تم ابتلاعها أو تنشّقها أو امتصّتها بشرتك. | ارتدِ القفازات، وواقيات العينَين عند التعامل مع المواد السامة. احرص على عدم استنشاق أي جزيئات. اغسل يديك بعد استخدام المواد السامة. |
| flammable | هذه المادة قابلة للاشتعال، وتشتعل فيها النار بكل سهولة. | احتفظ بالمادة بعيدًا عن اللهب المباشر، وإذا أردت تسخين مخاليط التفاعلات، استخدم الماء الساخن من غلاية الماء. استبدل السدادات الموجودة على الزجاجات باستمرار عندما لا تكون قيد الاستخدام. |
| Oxidizing Agent | هذه المادة عبارة عن عامل مؤكسد، فهي ستحرر الأكسجين عند تسخينها، أو بوجود مادة حفّازة. | احتفظ بالعوامل المؤكسدة بعيدة بشكل كاف عن المواد القابلة للاشتعال. |
| Environmentally damging | هذه المادة ضارة بالبيئة. سوف تعرّض النباتات والحيوانات للخطر إذا لامستهم. | تخلص من هذه المادة حسب إرشادات معلمك. لا تسكبها في الحوض. |
| Health hazard | هذه المادة تشكل خطرًا على الصحة. قد تضر بصحتك إذا تم ابتلاعها أو استنشاقها أو لامست جلدك. | ارتدِ القفازات، وواقيات العينين عند التعامل مع المواد التيَ تشكل خطراً على الصحة. لا تستنشق أي أبخرة. اغسل يديك بعد استخدام مواد خطرة على الصحة. |

**الجدول ١**: رموز الأمان والسلامة

# البحث العلمي والمهارات العملية

إن تطبيق مهارات البحث العلمي والمهارات العملية من الصفوف السابقة وتطويرها في سياقات جديدة خلال الصفَّين الحادي عشر والثاني عشر مطلب ضروري. وبالإضافة إلى تذكر المعلومات والظواهر والحقائق والقوانين والتعاريف والمفاهيم والنظريات المذكورة في المناهج الدراسية وإلى شرحها وتطبيقها، فمن المتوقع أن يكون الطلبة قادرين على حلّ المسائل في مواقف جديدة أو غير مألوفة باستخدام التفكير المنطقي.

ويُتوقع من الطلبة إظهار استيعابهم للمهارات العملية بما في ذلك القدرة على:

- تخطيط التجارب والاستقصاءات.
- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم أساليب البيانات الناتجة من التجارب وجودتها واقتراح التحسينات الممكنة للتجارب.

## أمثلة على المهارات العملية

في القوائم التالية أمثلة محددة على كل مهارة من المهارات العملية. وهذه الأمثلة المحددة توجّه إلى المزيد من البحث العلمي والمهارات العملية التي يتوقع من الطلبة اكتسابها كجزء من تعلمهم.

إلى ذلك، يجب تطوير المهارات العملية الأربع وتوحيدها في كل وحدة دراسية. إلّا أن بعض الأمثلة المحددة في القوائم قد تكون أكثر صلة بالأنشطة العملية الموصى بها في وحدات دراسية معيّنة.

تعطي هذه المهارات أمثلة عن محتوى AO3 ويمكن تقييمها في الورقة العملية.

## تخطيط التجارب والاستقصاءات

- تحديد المتغيّرات المستقلة والتابعة وضبطها، ووصف كيفية قياسها وضبطها.
- وصف الإجراءات والتقنيات المستخدمة في التجارب، والتي تؤدي إلى جمع بيانات موثوقة ودقيقة. استخدام مخططات واضحة ومصنفة لإظهار ترتيب الجهاز عند الحاجة.
- وصف التجارب الضابطة المناسبة.

- شرح اختيار الجهاز وأداة القياس للوصول إلى دقة مناسبة.
- شرح اختيار المواد المستخدمة في إجراء التجارب.
- وصف المخاطر الموجودة في التجربة وكيفية تقليلها.
- التنبؤ بالنتائج ووضع الفرضيات بناء على المعرفة والمفاهيم العامة.
- وصف كيفية استخدام البيانات للوصول إلى استنتاج، بما في ذلك الكمّيات المشتقة التي سوف تحسب بناءً على البيانات الخام لرسم تمثيل بياني مناسب أو وضع مخطط مناسب.

## جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها

- تطبيق الطالب لفهمه معنى الضبط والدقة.
- تحديد قيم عدم اليقين في القياس في صورة قيم عدم يقين مطلق أو نسبة مئوية.
- جمع القياسات والملاحظات وتسجيلها بشكل منهجي، وتقديم البيانات باستخدام العناوين ووحدات القياس والأرقام ونطاق القياسات ودرجات الدقة المناسبة.
- استخدم الأساليب الرياضية أو الإحصائية المناسبة لمعالجة البيانات الخام وتسجيلها حتى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية (يجب أن يكون هذا العدد هو نفسه أو أكثر بواحد من أصغر عدد من الأرقام المعنوية في البيانات المقدمة).

## تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها

- معالجة البيانات وتقديمها، بما في ذلك الرسوم والمخططات والتمثيلات البيانية باستخدام الخطوط المستقيمة أو المنحنيات الأكثر ملاءمة. وتحليل التمثيلات البيانية، بما في ذلك ميل المنحنيات.
- ربط التمثيلات البيانية ذات الخط المستقيم بالمعادلات ذات الصيغة $y = mx + c$ واشتقاق التعابير التي تعادل الميل و / أو نقطة التقاطع مع المحور الصادي في التمثيل البياني الخاص بها.
- تحديد نقطة التقاطع مع المحور الصادي للتمثيل البياني ذي الخط المستقيم أو الميل لمماس المنحنى بما في ذلك مكان وجودهما على التمثيلات البيانية بما في ذلك تلك التي لا تمر بنقطة الأصل.
- جمع قيم عدم اليقين عند إضافة الكميّات أو طرحها وجمع النسب المئوية لعدم اليقين عند ضرب الكميات أو قسمتها.

- رسم الخط المستقيم الأفضل ملاءمة من خلال النقاط الموجودة على التمثيل البياني.
- استخدام قيم الانحراف المعياري أو الخطأ المعياري، أوالتمثيلات البيانية ذات أشرطة الخطأ المعيارية، لتحديد ما إذا كانت الاختلافات في القيم المتوسطة ذات دلالة إحصائية.
- تفسير الملاحظات والبيانات الناتجة من التجارب وتقييمها، وتحديد النتائج غير المتوقعة والتعامل معها بشكل مناسب.
- وصف الأنماط في البيانات والتمثيلات البيانية. وإجراء تنبؤات بناءً على الأنماط في البيانات.
- الوصول إلى الاستنتاجات المناسبة وتبريرها بالإشارة إلى البيانات واستخدام التفسيرات المناسبة، ومناقشة مدى دعم النتائج للفرضيات.
- اقترح اختبارات تأكيدية عند الحاجة بما في ذلك الكواشف والملاحظات المتوقعة.

## تقييم الأساليب واقتراح التحسينات

- تحديد الأسباب المحتملة لعدم اليقين، في البيانات أو في الاستنتاجات، واقتراح التحسينات المناسبة على الإجراءات وتقنيات إجراء التجارب.
- شرح تأثير الأخطاء النظامية (بما في ذلك الأخطاء الصفرية) والأخطاء العشوائية على القياسات.
- وصف تعديلات على تجربة ما من شأنها تحسين دقة البيانات أو توسيع نطاق الاستقصاء.

# الدورية في خصائص العناصر Periodicity

## أهداف التعلُّم

٦-١ يصف دورية الخصائص في كل من نصف القطر الذري، ونصف القطر الأيوني، ودرجة الانصهار، والتوصيل الكهربائي للعناصر الموجودة في الدورة الثالثة في الجدول الدوري، ويشرحها.

٦-٢ يشرح التغير في درجة الانصهار، والتوصيل الكهربائي في ضوء البنى (التراكيب) والروابط الكيميائية للعناصر الموجودة في الدورة الثالثة.

٦-٣ يصف تفاعلات بعض العناصر مع الأكسجين لتكوين: $SO_2$، $P_4O_{10}$، $Al_2O_3$، MgO، $Na_2O$، ومع الكلور لتكوين: $PCl_5$، $SiCl_4$، AlCl3، $MgCl_2$، NaCl، ومع الماء (لتكوين: $Mg(OH)_2$، NaOH)، ويكتب معادلاتها.

٦-٤ يذكر التغيرات في أعداد التأكسد لكل من العناصر المكونة للأكاسيد الآتية: $Al_2O_3$، MgO، $Na_2O$، $P_4O_{10}$، $SO_2$، $SO_3$، والكلوريدات $MgCl_2$، NaCl، $AlCl_3$، $SiCl_4$، $PCl_5$ من حيث إلكترونات المستوى الخارجي لها (مستوى إلكترونات التكافؤ) ويشرحها.

٦-٥ يصف تفاعلات الأكاسيد: $Al_2O_3$، MgO، $Na_2O$، $SiO_2$، $P_4O_{10}$، $SO_2$، $SO_3$ مع الماء، إن وُجدت، ويكتب معادلاتها متضمنة قيم pH التقريبية للمحاليل التي يتم الحصول عليها.

٦-٦ يصف السلوك الحمضي أو القاعدي للأكاسيد: $Na_2O$، MgO، $Al_2O_3$، $P_4O_{10}$، $SO_2$، $SO_3$، والهيدروكسيدات: NaOH، $Mg(OH)_2$، $Al(OH)_3$، موضحًا السلوك المتذبذب (المتردد) في تفاعلاتها مع الأحماض والقواعد (هيدروكسيد الصوديوم فقط) ويشرحه ويكتب معادلاته.

٦-٧ يصف تفاعلات الكلوريدات: $MgCl_2$، NaCl، $AlCl_3$، $SiCl_4$، $PCl_5$ مع الماء، متضمنة قيم pH التقريبية للمحاليل التي يتم الحصول عليها ويكتب معادلاتها.

٦-٨ يشرح التغيرات وأنماط التدرج في كل من ٦-٥ و ٦-٦ و٦-٧ في ضوء التركيب، والروابط الكيميائية والسالبية الكهربائية.

٦-٩ يقترح أنواع الروابط الكيميائية الموجودة في الكلوريدات والأكاسيد، من خلال ملاحظة خصائصها الكيميائية والفيزيائية.

٦-١٠ يتنبأ بالخصائص الكيميائية والفيزيائية لعنصر ما بمعلومية موقعه في الجدول الدوري وبناءً على معرفته بدورية خصائص العناصر.

٦-١١ يتنبأ بطبيعة عناصر غير معروفة وموقعها المحتمل في الجدول الدوري وهويتها بناءً على الخصائص الكيميائية والفيزيائية المعطاة.

# الأنشطة

## نشاط ٦-١ تدرّج الأنماط الدورية في الخصائص الفيزيائية والبنى

هذا النشاط يساعدك على مراجعة **دورية** الخصائص الفيزيائية والروابط الكيميائية للعناصر وبنى (أو تراكيب) هذه العناصر.

**مصطلحات علمية**

**الدورية Periodicity:** هي تكرّر تدرّج الأنماط في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعناصر عبر الدورات في الجدول الدوري.

**الجذب إلكترونات يزداد السالبة النووية النواة**
**الخارجية البروتونات مستوى الطاقة الحجب**

**مهم**

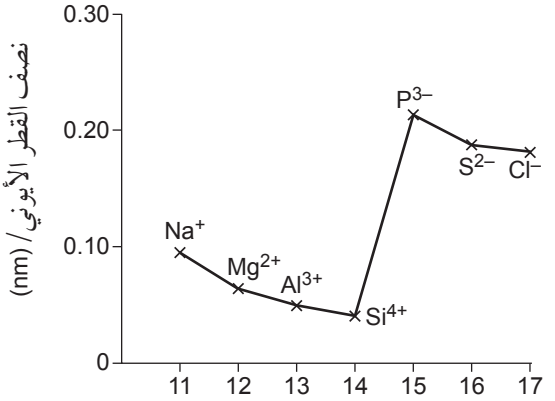
عند وصف أنماط التدرج، لا يكفي كتابة "يزداد" أو "ينقص"، بل تحتاج إلى إعطاء إجابات أكثر دقة، على سبيل المثال: "يزداد عند الانتقال عبر الدورة حتى المجموعة 14".

١. تقلّ قيمة نصف القطر الذري للعناصر عبر الدورة من اليسار إلى اليمين. أكمل الفقرة أدناه مستخدمًا الكلمات الموجودة في القائمة أعلاه:

يزداد عدد ..... (الشحنات الموجبة) عبر الدورة من اليسار إلى اليمين، لذلك تزداد الشحنة ..... أيضًا.

..... عدد الإلكترونات (الشحنات ..... أيضًا عبر الدورة من اليسار إلى اليمين. ينتقل كل إلكترون إضافي في الذرات المتتالية إلى مستوى الطاقة الرئيسي نفسه. لذلك لا يزداد كثيرًا تأثير ..... من ..... مستويات الطاقة الداخلية على إلكترونات ..... الخارجي. وبالتالي، عبر دورة ما، يؤدي ازدياد قوة ..... بين النواة والإلكترونات ..... إلى جذب هذه الإلكترونات أكثر نحو ..... .

٢. يوضح الشكل ٦-١ تمثيلًا بيانيًّا لأنصاف الأقطار الأيونية مقابل العدد الذري لعناصر الدورة الثالثة.




**الشكل ٦-١:** تمثيل بياني لأنصاف الأقطار الأيونية مقابل العدد الذري لعناصر الدورة الثالثة.

صف كيف تتغير قيم أنصاف الأقطار الأيونية عبر هذه الدورة واشرح هذا التغيّر.

.....

.....

.....

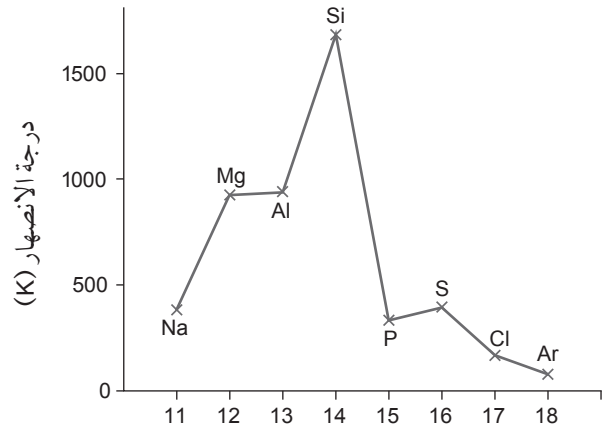
.....

**مهم**

قبل القيام بهذا النشاط، ستجد أنه من المفيد الرجوع إلى تفاصيل البنى والروابط الكيميائية في الوحدة الثالثة.

يهدف هذا النشاط بشكل أساسي إلى إيجاد الأنماط في البيانات المعطاة. انظر بعناية إلى تدرّج الأنماط واستخدمه في تنبّؤاتك.

**٣.** يوضح الشكل ٦-٢ تمثيلًا بيانيًّا لدرجات الانصهار مقابل العدد الذري لعناصر الدورة الثالثة.




**الشكل ٦-٢**: تمثيل بياني لدرجات الانصهار مقابل العدد الذري للعناصر الموجودة في الدورة 3.

**أ.** صف كيف تتغير درجات الانصهار عبر الدورة الثالثة.

.....

.....

.....

**ب.** اشرح في ضوء التراكيب والروابط سبب امتلاك الألومنيوم درجة انصهار أعلى من الصوديوم.

.....

.....

.....

ج. اشرح سبب امتلاك السيليكون درجة الانصهار الأعلى.

.....

.....

.....

د. اشرح سبب امتلاك العناصر من الفوسفور إلى الأرجون درجات انصهار منخفضة.

.....

.....

.....

هـ. تنبّأ بدرجات الانصهار التقريبية للنيون والبوتاسيوم والكالسيوم.

.....

.....

.....

و. تُعدّ معظم العناصر في المجموعات من 1 إلى 13 موصلة جيدة للكهرباء. اشرح ذلك.

.....

.....

.....

ز. يوصل الألومنيوم الكهرباء بشكل أفضل من الصوديوم. اشرح ذلك.

.....

.....

.....

ح. لماذا لا يوصل الكبريت الكهرباء؟

.....

.....

.....

## نشاط ٦-٢ عناصر وأكاسيد وكلوريدات الدورة الثالثة

تشير الدورية إلى تكرّر أنماط الخصائص في الجدول الدوري. يساعدك هذا النشاط على مراجعة تركيب وخصائص بعض أكاسيد وكلوريدات الدورة الثالثة.

**مهم**

ستجد أنه من المفيد العودة إلى الوحدة الثالثة لمراجعة معلوماتك حول التراكيب والروابط الكيميائية.

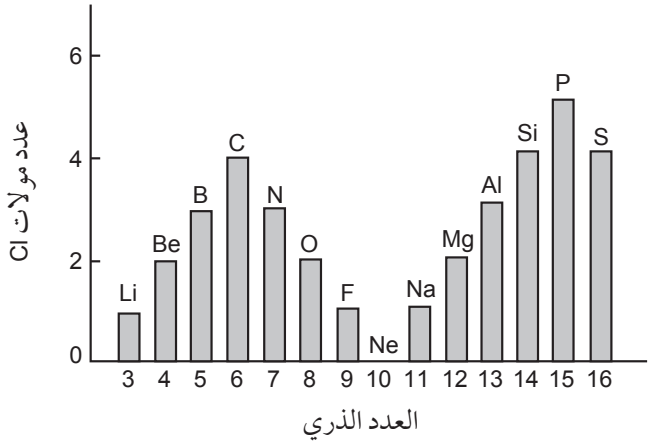
١. طابق وصف الأكاسيد من 1 إلى 6 على اليمين بخصائصها من (أ) إلى (و) على اليسار.

| | |
|---|---|
| **1.** أكسيد يتفاعل مع الماء لتكوين حمض من النوع $H_2XO_3$ | **أ.** أكسيد الألومنيوم |
| **2.** أكسيد عنصر تمتلك ذراته عدد تأكسد 5+ | **ب.** أكسيد السيليكون (IV) |
| **3.** **أكسيد متذبذب (متردد)** يمتلك بنية ضخمة | **ج.** ثنائي أكسيد الكبريت |
| **4.** أكسيد من النوع XO يمتلك بنية أيونية ضخمة | **د.** أكسيد الماغنيسيوم |
| **5.** أكسيد يمتلك درجة انصهار مرتفعة بسبب بنيته التساهمية الضخمة | **هـ.** أكسيد الصوديوم |
| **6.** أكسيد أيوني يتفاعل مع الماء ليكوّن محلولاً شديد القلوية | **و.** أكسيد الفوسفور (V) |

**مصطلحات علمية**

**أكسيد متذبذب (متردد) Amphoteric oxide:** أكسيد يتفاعل مع كلا الأحماض والقواعد (المواد القلوية).

٢. يوضح الشكل ٦-٣ عدد مولات ذرات الكلور التي تتّحد مع مول واحد من ذرات عناصر مختلفة. في حال وجود أكثر من نوع واحد من الكلوريد، يتم عرض النوع الذي يحتوي على النسبة الأعلى من ذرات الكلور.




**الشكل ٦-٣**: عدد مولات ذرات الكلور التي تتحد مع مول واحد من ذرات بعض العناصر.

أ. صف نمط التدرج العام لصيغ الكلوريدات عبر الدورة.

.....

.....

ب. استنتج صيغ كلوريدات الكربون والسيليكون والنيتروجين والفوسفور.

.....

.....

ج. استنتج أعداد تأكسد الفوسفور والكبريت في الكلوريدات الموضحة في المخطط.

.....

.....

٣. أ. اشرح، مستخدمًا مفهوم السالبية الكهربائية، سبب امتلاك كلوريد الماغنيسيوم بنية أيونية، بينما يمتلك كلوريد الفوسفور (V) بنية تساهمية بسيطة.

.....

.....

.....

ب. قارن بين تفاعل كلوريد الماغنيسيوم وكلوريد الفوسفور (V) مع الماء واقترح أسباب الاختلاف فيما بينهما.

.....

.....

٤. أكمل المعادلات الآتية:

أ. $PCl_5 + \ldots\ldots \rightarrow H_3PO_4 + \ldots\ldots HCl$

ب. $SO_3 + H_2O \rightarrow \ldots\ldots$

ج. $Mg(OH)_2 + \ldots\ldots \rightarrow MgCl_2 + \ldots\ldots$

د. $SiO_2 + \ldots\ldots NaOH \rightarrow \ldots\ldots + \ldots\ldots$

هـ. $Na + \ldots\ldots H_2O \rightarrow \ldots\ldots + \ldots\ldots$

و. $Al_2O_3 + \ldots\ldots H_2SO_4 \rightarrow \ldots\ldots + \ldots\ldots H_2O$

ز. $SiCl_4 + \ldots\ldots H_2O \rightarrow \ldots\ldots + \ldots\ldots$

ح. $\ldots\ldots P + \ldots\ldots Cl_2 \rightarrow \ldots\ldots$

ط. $\ldots\ldots Al + \ldots\ldots O_2 \rightarrow \ldots\ldots$

٥. يتفاعل أكسيد الصوديوم مع الماء ليكوّن محلولاً شديد القلوية، بينما أكسيد الماغنيسيوم يتفاعل ليكوّن محلولاً قلويًّا ضعيفًا.

أ. اقترح قيم pH للمحاليل المتكوّنة من:

- أكسيد الصوديوم
- أكسيد الماغنيسيوم

ب. يكون المحلول المتكوّن عندما يتفاعل أكسيد الماغنيسيوم مع الماء أقل قلوية من المحلول المتكوّن عندما يتفاعل أكسيد الصوديوم مع الماء. اشرح ذلك.

.....

.....

ج. اكتب معادلة تفاعل أكسيد الماغنيسيوم مع الماء.

.....

٦. لا يتفاعل ثنائي أكسيد السيليكون مع الماء ولا يذوب فيه، بينما يتفاعل كل من ثنائي أكسيد الكبريت وأكسيد الفوسفور (V) لتكوين محاليل حمضية.

أ. اشرح، في ضوء التركيب والروابط الكيميائية سبب عدم تفاعل ثنائي أكسيد السيليكون مع الماء وعدم ذوبانه فيه.

.....

.....

ب. اقترح قيم pH للمحاليل المتكوّنة مع ثنائي أكسيد الكبريت وأكسيد الفوسفور (V).

.....

ج. اشرح سبب تكوين ثنائي أكسيد الكبريت وأكسيد الفوسفور (V) محاليل حمضية مع الماء.

.....

.....

د. اكتب معادلة التفاعل بين ثنائي أكسيد الكبريت والماء.

.....

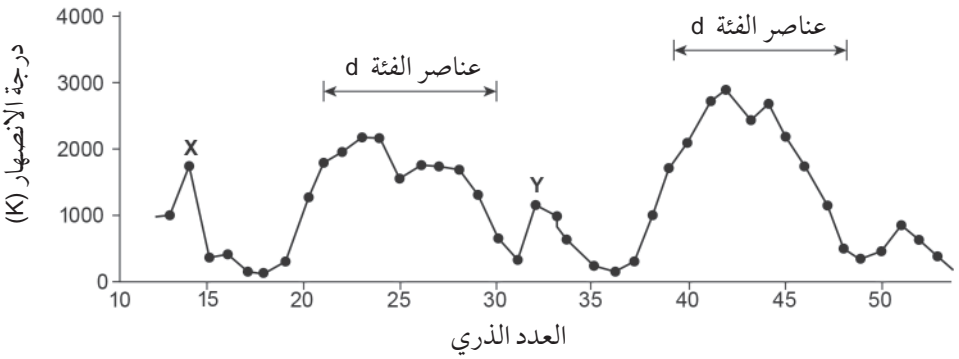
هـ. اكتب معادلة التفاعل بين أكسيد الفوسفور (V) والماء.

.....

## نشاط ٦-٣ القيام بالتنبؤات

سيساعدك هذا النشاط على التنبّؤ بخصائص العناصر من خلال موقعها في الجدول الدوري. كما ستتدرب على تفسير تدرّج الأنماط في مجموعات العناصر غير الشائعة.

١. يوضح الشكل ٦–٤ درجات انصهار العناصر التي تمتلك الأعداد الذرية بين 13 و 54.




**الشكل ٦–٤**: درجات الانصهار مقابل العدد الذري.

أ. اشرح كيف يوضح هذا التمثيل البياني مفهوم الدورية.

.....

.....

ب. ينتمي العنصران **X** و **Y** إلى المجموعة نفسها من الجدول الدوري. اشرح في ضوء التركيب والروابط الكيميائية سبب امتلاك هذه العناصر درجات انصهار مرتفعة نسبيًّا.

.....

.....

ج. اشرح سبب امتلاك العنصر ذي العدد الذري 15 درجة انصهار أقل بكثير من درجة انصهار العنصر **X**.

.....

.....

د. صف كيف تتغير درجات انصهار **عناصر الفئة d** مقابل أعدادها الذرية.

.....

.....

هـ. اشرح سبب امتلاك العنصرَين اللذَين يمتلكان العددَين الذريَّين 18 و 36 درجات الانصهار الأقل.

.....

.....

٢. يوضح الجدول ٦-١ بعض خصائص عناصر المجموعة 14.

| العنصر | درجة الانصهار (°C) | التوصيل الكهربائي | طاقة الرابطة (kJ/mol) | السالبية الكهربائية | السلوك الحمضي/ القاعدي للأكسيد |
|---|---|---|---|---|---|
| الكربون (الماس) C | 3550 | غير موصّل | 350 | 2.5 | حمضي |
| السيليكون Si | 1410 | شبه موصّل | 222 | 1.8 | |
| الجرمانيوم Ge | | شبه موصّل | 188 | 1.8 | متذبذب |
| القصدير Sn | 232 | موصّل | – | | متذبذب |
| الرصاص Pb | 327 | | – | 1.8 | متذبذب |

**الجدول ٦-١**: بعض خصائص عناصر المجموعة 14.

أ. تنبّأ بدرجة انصهار الجرمانيوم Ge.

.....

ب. تنبّأ **بالتوصيل الكهربائي** للرصاص Pb.

.....

ج. تنبّأ بقيمة السالبية الكهربائية للقصدير Sn.

.....

د. تنبأ بطبيعة السلوك الحمضي أو القاعدي لأكسيد السيليكون.

.....

هـ. ماذا تقترح (تقدم) البيانات حول كيفية تغير طبيعة العناصر عند الانتقال من دورة إلى أخرى؟

.....

**مصطلحات علمية**

**عناصر الفئة d**
**d- block elements:**
عناصر المجموعات من 3 إلى 12، حيث يتم ملء الأفلاك d تدريجيًّا.

**مهم**

عند دراسة بيانات لتدرج الأنماط عليك التنبؤ بقيمة تتوافق مع القيم المختلفة المدوّنة (استقراء خارجي عبر الدورة) أو التنبؤ بتدرج القيم التي تقع بين قيمتَين متتاليتَين (استقراء داخلي عبر المجموعة).

**مصطلحات علمية**

**التوصيل الكهربائي**
**Electrical conductivity:**
هو قابلية مادة ما لنقل التيار الكهربائي عبر بنيتها.

**٣.** تؤشّر طاقة التأين الأولى لذرة ما إلى مدى سهولة خسارة الذرة لإلكترون واحد. فكلما كانت قيمة طاقة التأين الأولى أكبر، كان أصعب على الذرة خسارة الإلكترون. يعطي الجدول ٦–٢ أدناه قيم طاقات التأين الأولى لعناصر الدورة الثالثة.

**مهم**

في السؤال ٣، فكّر في عوامل مثل الشحنة النووية، والمسافة التي تفصل الإلكترونات الخارجية عن النواة والحجب.

| العنصر | Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طاقة التأين الأولى / (kJ/mol) | +496 | +738 | +578 | +787 | +1012 | +1000 | +1251 | +1521 |

**الجدول ٦–٢**: طاقة التأين الأولى لعناصر الدورة الثالثة.

**أ.** صف النمط العام لتدرج طاقة التأين الأولى من الصوديوم إلى الأرغون.

.....

.....

**ب.** اقترح في ضوء البنية الذرية سبب امتلاك الأرغون لطاقة التأين الأولى الأكبر.

.....

.....

**ج.** تقلّ قيم طاقات التأين الأولى من أعلى إلى أسفل عبر المجموعة. اشرح ذلك.

.....

.....

**٤.** يكوّن العنصر **X** أكسيدًا تبلغ درجة انصهاره 2614 °C. ويتفاعل هذا الأكسيد مع الماء ليكوّن محلولًا قلويًّا. يكوّن **X** الكلوريد $XCl_2$، الذي يذوب في الماء ليكوّن محلولًا متعادلًا. يمتلك **X** ثالث أعلى طاقة تأين أولى ضمن المجموعة التي ينتمي إليها. حدّد العنصر **X**، مبررًا إجابتك.

.....

.....

.....

.....

# الاستقصاءات العملية

## استقصاء عملي ٦-١: خصائص أكاسيد الفلزات وكلوريدات الفلزات عبر الدورة الثالثة

في هذا الاستقصاء العملي سوف تقوم باستقصاء تفاعلات أكاسيد الفلزات وكلوريدات الفلزات مع الماء. من النتائج يمكنك تحديد أنماط التدرّج واستنتاج بعض الخصائص عند الانتقال عبر الدورة الثالثة من اليسار إلى اليمين.

### ستحتاج إلى

**الموادّ والأدوات:**

- أنابيب اختبار عدد 6
- رف حامل لأنابيب الاختبار
- ماصة قطارة سعة 1 - 2 mL
- ملعقة كيماويات صغيرة
- قنينة غسيل وماء مقطر
- زجاجة بنية بقطارة تحتوي على محلول الكاشف العام
- محلول من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 mol/L
- أكسيد الماغنيسيوم
- أكسيد الألومنيوم
- كلوريد الماغنيسيوم المميّه
- كلوريد الألومنيوم المميّه
- كلوريد الصوديوم

### ⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لأي نصيحة من معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- يجب عليك ارتداء نظارات واقية للعينَين في جميع الأوقات.
- خلال بعض التفاعلات قد تنتج كمية معينة من الحرارة. يجب أن يؤخذ هذا في الاعتبار.
- يعدّ محلول هيدروكسيد الصوديوم مادة أكّالة.
- يعدّ كلوريد الألومنيوم المميّه مادة مهيجة.
- يجب التخلّص من المواد الصلبة والسوائل المتبقية جميعها في الحوض مع سكب الكثير من الماء.
- الكاشف العام ذائب في الإيثانول وهو قابل للاشتعال.

## الجزء ١: اختبار أكاسيد الفلزات

### تقييم المخاطر

قبل البدء بأي استقصاء عملي، ضع في اعتبارك الأدوات والمواد الكيميائية وإجراءات السلامة لهذا الاستقصاء، واكتب تقييمًا للمخاطر. ينبغي أن تعرض تقييمك في جدول يحمل العناوين الآتية:

- المخاطر
- تدابير تقليل المخاطر

### الطريقة

١. استخدام ثلاث أنابيب اختبار لتنفيذ الإجراءات الموضحة في الجدول ٦-١ أدناه.
استخدم محلول هيدروكسيد الصوديوم بدلًا من أكسيد الصوديوم الصلب لأن استخدامه يعد أكثر أمانًا وأقل خطورة.

| أنبوبة الاختبار | الإضافة الأولى | الإضافة الثانية | الإضافة الثالثة |
|---|---|---|---|
| $Na_2O$ | 5 mL من الماء المقطر | خمس قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم | 3 إلى 4 قطرات من محلول الكاشف العام |
| MgO | 5 mL من الماء المقطر | مقدار ملعقة كيماويات صغيرة من أكسيد الماغنيسيوم الصلب | |
| $Al_2O_3$ | 5 mL من الماء المقطر | مقدار ملعقة كيماويات صغيرة من أكسيد الألومنيوم | |

**الجدول ٦-١**: الإضافات المطلوبة لكل أنبوبة اختبار.

٢. سجّل ملاحظاتك في الجدول ٦-٢ أدناه.

## النتائج

| أنبوبة الاختبار | الملاحظات | الاستنتاجات |
|---|---|---|
| $Na_2O$ | ..... ..... | ..... ..... |
| MgO | ..... ..... | ..... ..... |
| $Al_2O_3$ | ..... ..... | ..... ..... |

**الجدول ٦-٢**: جدول النتائج.

## التحليل والاستنتاج والتقويم

١. ما السلوك الحمضي أو القاعدي لأكاسيد الفلزات عند الانتقال عبر الدورة الثالثة من اليسار إلى اليمين؟

.....

.....

.....

٢. اكتب معادلات التفاعلات الموزونة (إن وجدت) بين كل من أكاسيد الفلزات والماء:

أ. أكسيد الصوديوم

.....

ب. أكسيد الماغنيسيوم

.....

ج. أكسيد الألومنيوم

.....

## الجزء ٢: اختبار كلوريدات الفلزات

### الطريقة

١. استخدام ثلاث أنابيب اختبار لتنفيذ الإجراءات الموضحة في الجدول ٦–٣ أدناه.

| أنبوبة الاختبار | الإضافة الأولى | الإضافة الثانية | الإضافة الثالثة |
|---|---|---|---|
| NaCl | 5 mL من الماء المقطر | مقدار ملعقة كيماويات صغيرة من كلوريد الصوديوم الصلب | 3 إلى 4 قطرات من محلول الكاشف العام |
| $MgCl_2$ | 5 mL من الماء المقطر | مقدار ملعقة كيماويات صغيرة من كلوريد الماغنيسيوم المميّه الصلب | |
| $AlCl_3$ | 5 mL من الماء المقطر | مقدار ملعقة كيماويات صغيرة من كلوريد الألومنيوم المميّه الصلب | |

**الجدول ٦–٣:** الإضافات المطلوبة لكل أنبوبة اختبار.

٢. سجّل ملاحظاتك في الجدول ٦–٤ أدناه.

### النتائج

| أنبوبة الاختبار | الملاحظات | الاستنتاجات |
|---|---|---|
| NaCl | ..... ..... | ..... ..... |
| $MgCl_2$ | ..... ..... | ..... ..... |
| $AlCl_3$ | ..... ..... | ..... ..... |

**الجدول ٦–٤:** جدول النتائج.

## التحليل والاستنتاج والتقويم

**مصطلحات علمية**

**الروابط الكيميائية Chemical bonding:** قوى الجذب التي تحافظ على الجسيمات في بنية واحدة معًا. يمكن أن تكون الرابطة تساهمية أو أيونية أو فلزية.

١. ما نمط التدرج في طبيعة **الروابط الكيميائية** لكلوريدات الفلزات عند الانتقال عبر الدورة الثالثة من اليسار إلى اليمين؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

.....

.....

.....

٢. اكتب معادلات التفاعلات الموزونة (إن وجدت) لكل من كلوريدات الفلزات الثلاثة مع الماء. إذا لم تكن متأكدًا من إجابتك، فحاول البحث على الشبكة العالمية للمعلومات (الإنترنت).

أ. كلوريد الصوديوم

.....

ب. كلوريد الماغنيسيوم

.....

ج. كلوريد الألومنيوم

.....

## أسئلة نهاية الوحدة

١. يوضح الجدول أدناه قيم درجات انصهار بعض الأكاسيد لعناصر من الدورة الثالثة.

| الأكسيد | $Na_2O$ | MgO | $Al_2O_3$ | $SiO_2$ | $P_4O_{10}$ | $SO_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| درجة الانصهار (K) | 1405 | 3125 | 2345 | 1986 | 613 | 290 |

أ. اشرح، في ضوء التراكيب والروابط الكيميائية، نمط التدرج في درجات الانصهار عبر الدورة.

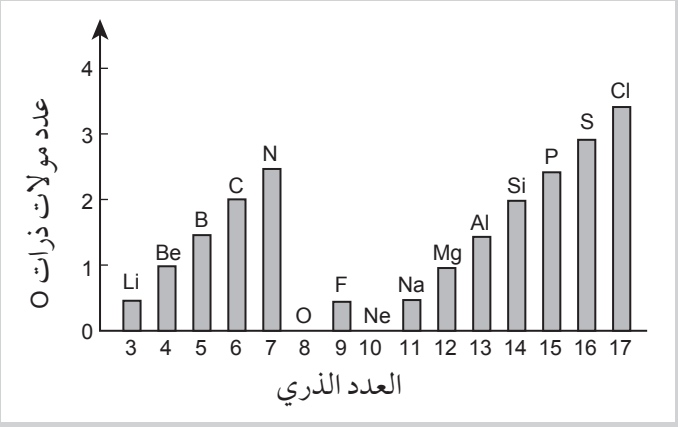
ب. تصبح أكاسيد عناصر الدورة الثالثة أكثر حمضية بطبيعتها عند الانتقال عبر الدورة من اليسار إلى اليمين.

١- أكسيد الصوديوم هو **أكسيد قاعدي**. اكتب المعادلة الموزونة لتفاعل أكسيد الصوديوم مع الماء، وضمنها رموز الحالة الفيزيائية.

٢- ما طبيعة السلوك الحمضي أو القاعدي لأكسيد الألومنيوم؟

٣- اكتب معادلة لتفاعل أكسيد الألومنيوم مع هيدروكسيد الصوديوم المركز والساخن.

ج. يوضح الشكل أدناه عدد مولات ذرات الأكسجين التي تتّحد مع مول واحد من ذرات عناصر مختلفة في الدورتَين الثانية والثالثة. وعند وجود أكثر من أكسيد واحد لعنصر ما، يظهر الأكسيد الذي يمتلك النسبة الأعلى من ذرات الأكسجين.




١- ما النمط الذي تظهره نسبة مولات ذرات الأكسجين إلى المول الواحد من ذرات العنصر في صيغ هذه الأكاسيد عبر كل من الدورتَين الثانية والثالثة؟

### مهم

قبل البدء بالإجابة عن هذه الأسئلة، تأكد من أنه يمكنك ربط الفلزات والتراكيب الضخمة للجزيئات بخصائصها.

تتطلب جزئيات بعض الأسئلة كتابة معادلات كيميائية.

### مصطلحات علمية

**أكسيد قاعدي Basic oxide:** أكسيد يتفاعل فقط مع حمض لتكوين ملح وماء. وتكون هذه الأكاسيد بشكل عام أكاسيد فلزية.

**تابع**

٢- استنتج، من المخطط، صيغ أكاسيد النيتروجين والسيليكون والكلور.

٣- صف التغيّر في أعداد التأكسد لعناصر الدورة الثالثة في أكاسيدها واشرحه، في ضوء التوزيع الإلكتروني لذراتها.

**٢. أ.** يوضح الجدول أدناه قيم التوصيل الكهربائي لبعض عناصر الدورة الثالثة.

| العنصر | الصوديوم | الماغنيسيوم | الألومنيوم | السيليكون | الفوسفور | الكبريت |
|---|---|---|---|---|---|---|
| التوصيل الكهربائي (S/m) | 0.218 | 0.224 | 0.380 | $2 \times 10^{-10}$ | | $1 \times 10^{-23}$ |

**مهم**

إذا طُلب إليك تحديد المصطلحات العلمية الكيميائية، فيجب أن تكون دقيقًا جدًّا. غالبًا ما تكون الظروف القياسية والحالات الفيزيائية أجزاء مهمة من الوصف.

١- اشرح الاختلافات في قيم التوصيل الكهربائي من حيث تركيب العناصر.

٢- اقترح قيمة للتوصيل الكهربائي للفوسفور.

**ب.** يتفاعل الماغنيسيوم مع الأكسجين لإنتاج أكسيد الماغنيسيوم.

١- اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

٢- اشرح، باستخدام الأفكار التي تتناول السالبية الكهربائية، سبب امتلاك أكسيد الماغنيسيوم بنية أيونية، بينما يمتلك ثنائي أكسيد الكبريت بنية تساهمية بسيطة.

٣- يتفاعل كل من أكسيد الماغنيسيوم وثلاثي أكسيد الكبريت مع الماء. اقترح كيف يتفاعل كل منهما، وسبب تفاعلهما.

**ج.** يقع الزرنيخ أسفل الفوسفور في المجموعة 15 من الجدول الدوري.

١- تنبأ بنوع الرابطة الموجودة في أكسيد الزرنيخ (V).

٢- تنبأ بصيغة أكسيد الزرنيخ (V).

٣- تنبأ بتأثير الماء على أكسيد الزرنيخ (V).

## تابع

٣. توضح عناصر الدورة الثالثة أنماط تدرج في بعض خصائصها.

أ. ١- صف نمط التدرج لنصف القطر الذري عبر الدورة الثالثة واشرحه.

٢- يُعدّ نصف القطر الأيوني لأيون الكبريتيد، $S^{2-}$، أكبر بكثير من نصف القطر الأيوني لأيون الماغنيسيوم، $Mg^{2+}$، على الرغم من أن الكبريت يمتلك شحنة نووية أكبر من الماغنيسيوم. اشرح السبب.

ب. توضح كلوريدات عناصر الدورة الثالثة أنماط تدرج في خصائصها. أحد أنماط التدرج هذه هو سهولة التحلّل المائي للكلوريدات (الهاليدات بشكل عام).

١- صِف نمط التدرج هذا.

٢- يكون كلوريد السيليكون (IV) سائلًا عند درجة حرارة الغرفة. اكتب معادلة موزونة لتحلل كلوريد السيليكون (IV) في الماء ذاكرًا رموز الحالة الفيزيائية.

٣- يتكوّن كلوريد الألومنيوم $Al_2Cl_6$ عند تسخين الألومنيوم في الكلور. اكتب معادلة موزونة لهذا التفاعل.

ج. يوضح الجدول أدناه درجات انصهار بعض كلوريدات الدورة الثالثة.

| كلوريد | NaCl | $MgCl_2$ | $Al_2Cl_6$ | $SiCl_4$ | $PCl_5$ | $SCl_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| درجة الانصهار (K) | 1074 | 987 | 466 (عند الضغط 2.5 atm) | 205 | 434 | 152 |

١- اشرح، في ضوء التراكيب والروابط الكيميائية نمط التدرج في درجات الانصهار.

٢- استخدم المعلومات الواردة في الجدول لاقتراح سبب عدم اعتبار جميع الشروح التي قدمتها موثوقًا بها.

٣- يمتلك محلول كلوريد الصوديوم في الماء (pH = 7). ويمتلك محلول كلوريد الماغنيسيوم في الماء (pH = 6.5). اشرح سبب هذا الفرق في قيم pH.

# التغيرات في المحتوى الحراري
# Enthalpy Changes

## أهداف التعلُّم

٧-١ يُعرّف مصطلح التغير في المحتوى الحراري ($\Delta H$) ويطبقه على التفاعلات الكيميائية الطاردة للحرارة ($\Delta H$ سالبة)، والتفاعلات الكيميائية الماصة للحرارة ($\Delta H$ موجبة).

٧-٢ يرسم مخططات لمسار التفاعل، ويفسرها من حيث التغيرات في المحتوى الحراري وطاقة التنشيط.

٧-٣ يُعرّف مصطلح الظروف القياسية الموضحة بالرمز $^{\ominus}$، ويستخدمها. (الظروف القياسية هي 298 K، و 100 kPa).

٧-٤ يُعرّف مصطلح التغير في المحتوى الحراري للتفاعل ($\Delta H_{rxn}$)، وللتكوين ($\Delta H_f$)، وللاحتراق ($\Delta H_c$)، وللتعادل ($\Delta H_{neut}$).

٧-٥ يحسب التغيرات في المحتوى الحراري من البيانات ونتائج التجارب، بما في ذلك استخدام المعادلتَين:

$$q = mc\Delta T$$

$$\Delta H = \frac{-mc\Delta T}{n}$$

٧-٦ يستخدم قانون هسّ لرسم دورات الطاقة البسيطة، ويحدد التغيرات في المحتوى الحراري التي لا يمكن إيجادها بالتجربة المباشرة.

٧-٧ يجري عمليات حسابية باستخدام بيانات متوسط طاقات الروابط.

# الأنشطة

## نشاط ٧-١ التغير في المحتوى الحراري ومخططات مسار التفاعل

ستتدرّب في هذا النشاط على رسم **مخططات مسار التفاعل للتفاعلات الطاردة للحرارة** و**التفاعلات الماصة للحرارة** التي تتضمن أيضًا **طاقة التنشيط**. وستتذكر في هذا النشاط أيضًا **الظروف القياسية**.

١. أكمل الجمل الآتية حول **التغيرات في المحتوى الحراري** باستخدام الكلمات الموجودة في القائمة أدناه:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **امتصاص** | **الكيميائي** | **ماصًا** | **طاردًا** | **$\Delta H$** | **الحرارية** |
| **كلفن** | **كيلو باسكال** | **الفيزيائية** | **انطلقت** | **القياسية** | **محيطه** |

التغير في المحتوى الحراري هو تبادل الطاقة ..... بين مخلوط التفاعل ..... و ..... عند ضغط ثابت. والرمز المستخدم للتغير في المحتوى الحراري هو ..... فإذا تمّ ..... الحرارة من محيط التفاعل يكون التفاعل ..... للحرارة. وإذا ..... الحرارة نحو محيط التفاعل يكون التفاعل ..... للحرارة. عند إجراء مقارنة بين التغيرات في المحتوى الحراري نستخدم الظروف ..... وهذه الظروف تحدد على النحو الآتي: ضغط قيمته 100 ..... ودرجة حرارة مقدارها 298 ..... وحيث تكون المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في حالتها ..... العادية عند هذه الظروف.

**مصطلحات علمية**

**مخططات مسار التفاعل Reaction pathway diagrams:** مخططات بيانية تُوضح المحتويات الحرارية النسبية للمواد المتفاعلة وللمواد الناتجة والتغير في المحتوى الحراري للتفاعل في هيئة سهم، ويمكن أن تتضمن أيضًا طاقة التنشيط.

**التفاعل الطارد للحرارة Exothermic reaction:** تفاعل تنطلق منه طاقة حرارية أثناء حدوثه. وتكون قيمة $\Delta H$ سالبة.

**التفاعل الماص للحرارة Endothermic reaction:** تفاعل يتم فيه امتصاص طاقة حرارية أثناء حدوثه. وتكون قيمة $\Delta H$ موجبة.

**طاقة التنشيط Activation energy, $E_a$:** الحد الأدنى من الطاقة التي يجب أن تمتلكها الجُسيمات المتصادمة لتكسير الروابط وبدء حدوث التفاعل الكيميائي.

**مصطلحات علمية**

**الظروف القياسية Standard conditions:** ضغط يساوي 100 kPa، ودرجة حرارة تساوي 298 K وموضحة بالرمز $^{\ominus}$.

**التغير في المحتوى الحراري (Enthalpy change, $\Delta H$):** الطاقة الحرارية المنتقلة (المتبادلة مع المحيط) أثناء حدوث تفاعل كيميائي عند ضغط ثابت.

**٢.** **أ.** ارسم مخطط مسار التفاعل للتفاعل الذي يتم وفقًا للمعادلة الآتية، وضمّنه طاقة التنشيط:

$$Mg(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow MgSO_4(aq) + Cu(s) \qquad \Delta H = -531 \text{ kJ/mol}$$

**ب.** هل يعد هذا التفاعل ماصًّا أم طاردًا للحرارة؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

**٣.** ارسم مخطط مسار التفاعل، للتفاعل الذي يتم وفقًا للمعادلة الآتية، وضمّنه طاقة التنشيط:

$$2NaNO_3(s) \rightarrow 2NaNO_2(s) + O_2(g) \qquad \Delta H^{\ominus}_{rxn} = +218 \text{ kJ/mol}$$

# نشاط ٧-٢ التغير في المحتوى الحراري

سوف تتعرف في هذا النشاط على الأنواع المختلفة من التغير في المحتوى الحراري وعلى كيفية تعريف هذا التغيّر.

١. أكمل الفراغات.

أ. التغير في المحتوى الحراري القياسي ..... هو التغير في المحتوى الحراري عندما يتكوّن مول واحد من ..... من عناصره ..... عند الظروف القياسية.

ب. التغير في المحتوى الحراري القياسي ..... كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول ..... من مادة ما عند الظروف القياسية.

ج. التغير في المحتوى الحراري القياسي ..... هو التغير في المحتوى الحراري عندما تتفاعل كميات المواد المتفاعلة وفقًا للتناسب الكيميائي الموضح في ..... لتكوين المواد ..... عند ..... .....

٢. طابق التغير في المحتوى الحراري من 1 إلى 5 من اليمين مع المعادلات من (أ) إلى (هـ) التي تمثلها إلى اليسار.

| | |
|---|---|
| **1. التغير في المحتوى الحراري القياسي لاحتراق الميثان** $\Delta H_c^\ominus[CH_4(g)]$ | **أ.** $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$ |
| **2. التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين الميثان** $\Delta H_f^\ominus[CH_4(g)]$ | **ب.** $C(graphite) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ |
| **3. التغير في المحتوى الحراري القياسي للتعادل** $\Delta H_{neut}^\ominus$ | **ج.** $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + AgCl(s)$ |
| **4. التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل** $\Delta H_{rxn}^\ominus$ | **د.** $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$ |

٣. اكتب معادلات موزونة لتمثيل التفاعلات الآتية:

أ. التغير في المحتوى الحراري القياسي لاحتراق البروبان ($C_3H_8$).

.....

**مهم**

من المهم أن تتعلم بدقة تعريفات التغير في المحتوى الحراري. تأكد من الرجوع إلى:

- عدد المولات للمادة الناتجة أو المادة المتفاعلة ذات الصلة.
- الحالة الفيزيائية الصحيحة للمواد المتفاعلة والناتجة.
- الظروف القياسية.

**مصطلحات علمية**

**التغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق Standard enthalpy change of combustion $\Delta H_c^\ominus$:** كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من مادة ما عند الظروف القياسية.

**التغير في المحتوى الحراري القياسي للتكوين Standard enthalpy change of formation $\Delta H_f^\ominus$:** هو التغير في المحتوى الحراري عندما يتكوّن مول واحد من مركب من عناصره عند الظروف القياسية.

**التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل Standard enthalpy change of reaction $\Delta H_{rxn}^\ominus$:** هو التغير في المحتوى الحراري عندما تتفاعل كميات المواد المتفاعلة وفقًا للتناسب الكيميائي الموضح في المعادلة الكيميائية لتكوين المواد الناتجة عند الظروف القياسية.

**ب.** التغير في المحتوى الحراري القياسي لتعادل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) مع حمض الكبريتيك ($H_2SO_4$).

.....

**ج.** التغير في المحتوى الحراري القياسي لتفاعل تفكك كربونات الماغنيسيوم ($MgCO_3$).

.....

**د.** التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين أكسيد الصوديوم ($Na_2O$).

.....

**٤.** أيّ تفاعل في السؤال (٣) يعدّ تفاعلًا:

**أ.** ماصًّا للحرارة.

.....

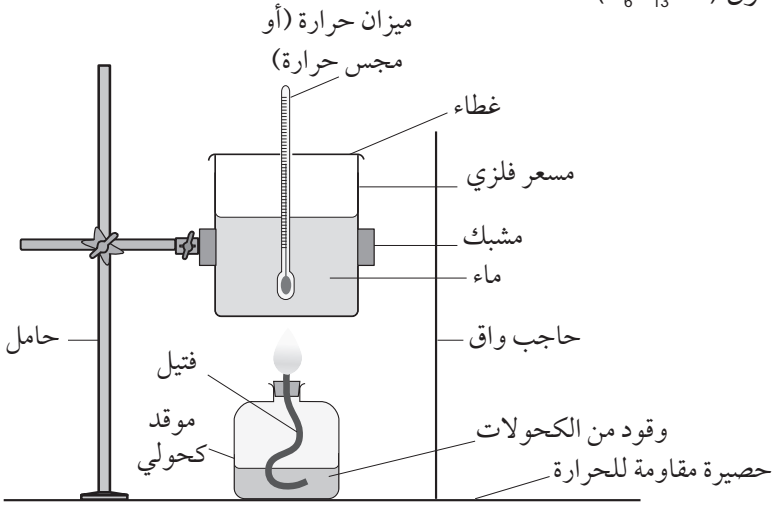
**ب.** طاردًا للحرارة.

.....

## نشاط ٧-٣ حساب التغير في المحتوى الحراري في تجربة ما

ستتدرب في هذا النشاط على مراجعة مفهوم التغير في المحتوى الحراري للاحتراق. وتطوّر مهاراتك في معالجة النتائج.

يوضح الشكل ٧-١ الجهاز المستخدم لحساب التغير في المحتوى الحراري لاحتراق 1-هكسانول ($C_6H_{13}OH$).




**الشكل ٧-١**: جهاز لقياس التغير في المحتوى الحراري للاحتراق.

١. نتائج هذه التجربة كما يلي:

كتلة المسعر الفلزي = 200 g

كتلة الماء في المسعر الفلزي = 70 g

كتلة (الموقد + 1-هكسانول) الابتدائية = 92.33 g

كتلة (الموقد + 1-هكسانول) النهائية = 92.19 g

درجة حرارة الماء الابتدائية في المسعر الفلزي = 20.5 °C

درجة الحرارة النهائية للماء في المسعر الفلزي = 35.2 °C

احسب ما يلي:

**أ.** التغير في درجة حرارة الماء والمسعر الفلزي ($\Delta T$)

.....

**ب.** الطاقة التي امتصها الماء والمسعر الفلزي، باستخدام العلاقة:

$q = mc\Delta T$، حيث إن قيمة السعة الحرارية النوعية للماء $c$ تساوي: 4.18 J/g•°C وللفلز $c$ تساوي: 0.385 J/g•°C.

.....

**ج.** الكتلة المولية لـ 1-هكسانول، $C_6H_{13}OH$

.....

**د.** الطاقة المنطلقة عند احتراق مول واحد من 1-هكسانول $\Delta H_c^{\ominus}$، بوحدة kJ/mol

.....

**مهم**

من المهم أن تكون على دراية بكيفية حساب تغيّرات المحتوى الحراري بوساطة الطرائق التجريبية. ولكل تجربة يجب أن تعرف:

- اختيار أفضل جهاز
- مصادر الخطأ
- القراءات التي تحتاج إلى إجرائها.

٢. إذا علمت أن القيمة الفعلية لـ $[C_6H_{13}OH(l)]$ $\Delta H_c^{\ominus}$ تساوي -3984 kJ/mol

وضّح سبب الاختلاف بين القيمة الفعلية والقيمة التجريبية التي تم الحصول عليها في السؤال ١.

.....

.....

.....

٣. اكتب المعادلة الموزونة للاحتراق الكامل لـ 1-هكسانول. أعطِ قيمة التغير في المحتوى الحراري مع كتابة الرمز والإشارة إلى التغير في المحتوى الحراري القياسي.

.....

.....

.....

٤. تمّت إضافة 20.0 mL من محلول نترات الماغنيسيوم تركيزه 1.0 mol/L إلى 20 mL من محلول كربونات الصوديوم تركيزه 1.0 mol/L في كأس زجاجية فتكوّن راسب من كربونات الماغنيسيوم. وكانت درجة حرارة كلا المحلولَين قبل خلطهما 18.9 °C. وبعد خلطهما، بلغت درجة الحرارة القصوى 23.2 °C.

**أ.** اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

.....

**ب.** صِف التدابير التي ستتخذها لتجنب فقدان الحرارة خلال هذه التجربة.

.....

**ج.** احسب الطاقة المنطلقة نحو **محيط التفاعل**. علمًا بأن قيمة **السعة الحرارية النوعية** للماء تساوي 4.18 J/g.°C.

.....

.....

**د.** ما الفرضيات التي اقترحتها عند تطبيق المعادلة التي استخدمتها في الجزئية ج؟

.....

.....

**هـ.** احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل لكل مول من نترات الماغنيسيوم.

.....

.....

**مصطلحات علمية**

**محيط التفاعل Surroundings:** كل مادة تحيط بالتفاعل عدا المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في تفاعل كيميائي، على سبيل المثال: المذيب ووعاء التفاعل.

**السعة الحرارة النوعية Specific heat capacity (c):** هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من مادة ما بمقدار 1 °C

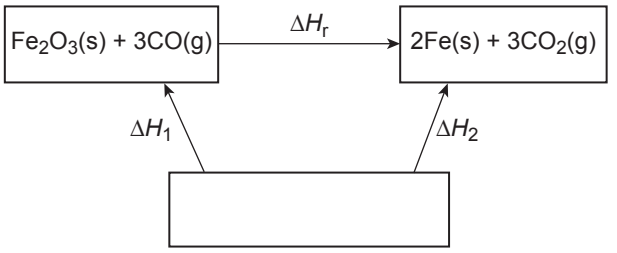
## نشاط ٧-٤ استخدام قانون هس

ستتدرب في هذا النشاط على رسم **حلقات الطاقة** وتفسيرها لحساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل

١. تم اختزال أكسيد الحديد(III) بوساطة أحادي أكسيد الكربون، وفق المعادلة الآتية:

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

**أ.** أكمل حلقة المحتوى الحراري لهذا التفاعل في الظروف القياسية:




**الشكل ٧-٢**: حلقة محتوى حراري للتفاعل.

**ب.** احسب التغير في المحتوى الحراري، $\Delta H^{\ominus}_{rxn}$ للتفاعل، علمًا بأن:

قيم $\Delta H^{\ominus}_{f}$ بوحدة kJ/mol : $Fe_2O_3(s) = -824.2, CO(g) = -110.5, CO_2(g) = -393.5$

.....

.....

٢. احسب التغير في المحتوى الحراري القياسي لاحتراق البروبان ($\Delta H^{\ominus}_{c}$) الذي يتم وفق المعادلة أدناه، باستخدام حلقة محتوى حراري مشابهة لتلك التي أكملتها في السؤال ١، علمًا بأن:

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

قيم $\Delta H^{\ominus}_{f}$ بوحدة kJ/mol : $C_3H_8(g) = -104.5, CO_2(g) = -393.5, H_2O(l) = -285.8$

.....

.....

.....

.....

**مصطلحات علمية**

**حلقة الطاقة (حلقة هس) (Hess cycle), Energy cycle:** مخطط يوضح المسارات البديلة بين المواد المتفاعلة والناتجة والتي تسمح بتحديد أحد تغيرات الطاقة من خلال تغيرات الطاقة الأخرى باستخدام قانون هسّ.

**قانون هس Hess's law:** التغيُّر الكلّي في المحتوى الحراري لأي تفاعل كيميائي تحت ضغط ثابت يساوي كمية ثابتة سواء تم التفاعل في خطوة واحدة أو أكثر.

**مهم**

عند رسم حلقات هس للطاقة (حلقات المحتوى الحراري) تذكّر ما يلي:

- يُكتب التفاعل الذي تريد حساب محتواه الحراري في الأعلى.
- يتم إكمال الحلقة بوضع العناصر، أو المواد الناتجة من الاحتراق، أو المحاليل المائية في الأسفل.
- يجب أن تتجه الأسهم في الاتجاه الصحيح حتى تتمكن من تطبيق قانون هس.

**٣.** يمكن استخدام التغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق لإيجاد التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين البيوتان.

**أ.** ارسم حلقة المحتوى الحراري القياسي لهذا التفاعل.

**ب.** احسب التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين البيوتان باستخدام قانون هسّ علمًا بأن:

| |
|---|
| قيم $\Delta H_c^{\ominus}$ بوحدة kJ/mol: |
| $C(graphite) = -393.5,\ H_2(g) = -285.8,\ C_4H_{10}(g) = -2876.5$ |

.....

.....

.....

.....

**ج.** التغير في المحتوى الحراري القياسي لاحتراق الكربون (الجرافيت) هو نفسه التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين ثاني أكسيد الكربون. اشرح السبب.

.....

.....

.....

.....

# نشاط ٧-٥ طاقة الرابطة والتغير في المحتوى الحراري

سوف تتعرف في هذا النشاط على مفهوم **طاقة الرابطة**، وستتدرّب على العمليات الحسابية التي تتضمّن طاقات الروابط. يوضح الجدول ٧-١ قيم متوسط طاقة الرابطة لبعض الروابط الشائعة والتي ستحتاج إليها في هذا النشاط.

**مصطلحات علمية**

**طاقة الرابطة Bond energy:** هي الطاقة اللازمة لكسر رابطة تساهمية معيّنة موجودة في جزيء ما في حالته الغازية، وتسمى أيضًا طاقة تفكك الرابطة أو المحتوى الحراري للرابطة.

| نوع الرابطة | قيم متوسط طاقة الرابطة kJ/mol |
|---|---|
| C–H | 413 |
| O=O | 496 |
| C=O | 805 |
| O–H | 463 |
| C=C | 612 |

**الجدول ٧-١**: قيم متوسط طاقة الرابطة لبعض الروابط الشائعة.

١. يوضح التسلسل أدناه كسر الروابط C–H الأربع في الميثان:

$CH_4 \rightarrow CH_3 + H$ $\quad \Delta H_1$

$CH_3 \rightarrow CH_2 + H$ $\quad \Delta H_2$

$CH_2 \rightarrow CH + H$ $\quad \Delta H_3$

$CH \rightarrow C + H$ $\quad \Delta H_4$

باستخدام المعادلات وتغيرات المحتوى الحراري الخاصة بها، اشرح الفرق بين مصطلحَي طاقة الرابطة ومتوسط طاقة الرابطة.

.....

.....

.....

.....

**مهم**

عند حساب التغير في المحتوى الحراري باستخدام طاقات الروابط، تذكر ما يلي:

- عند كسر الرابطة، تكون إشارة $\Delta H$ موجبة (+) وعند تكوين الرابطة تكون إشارة $\Delta H$ سالبة (−).
- تُعطى قيم طاقة الرابطة للروابط الموضحة، على سبيل المثال، $E(O=O) = +496$، تشير إلى الرابطة الثنائية في جزيء الأكسجين (أي إلى الرابطتَين σ و π).
- يجب أن تأخذ في الحسبان عدد المولات لروابط معينة، على سبيل المثال: $2CO_2$ تمتلكان أربع روابط C=O.

٢. يعدّ احتراق الميثان ($CH_4$) تفاعلًا طاردًا للحرارة. وهو يتم وفق المعادلة الآتية:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

أ. اشرح، من حيث كسر الروابط وتكوينها، سبب كون هذا التفاعل طاردًا للحرارة.

.....

.....

**ب.** باستخدام الطاقة اللازمة لكسر الروابط في الجدول ٧-١، أكمل الجدول الآتي لحساب الطاقة اللازمة لكسر الروابط الموجودة في الميثان والأكسجين والطاقة المنطلقة عند تكوين الروابط الجديدة:

| الروابط المنكسرة kJ | الروابط المتكوّنة kJ |
|---|---|
| 4 × (C–H) = | 2 × (C═O) = |
| 2 × (O═O) = | 4 × (O–H) = |
| المجموع = | المجموع = |

**الجدول ٧-٢**: الطاقة اللازمة لكسر الروابط في المواد المتفاعلة وتكوين الروابط في المواد الناتجة

**ب.** احسب التغير في المحتوى الحراري لهذا التفاعل.

.....

.....

**٤.** استخدم متوسط طاقات الروابط من الجدول ٧-١ لحساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الذي يتم وفق المعادلة الآتية:

$$CH_2{=}CH_2(g) + 3O_2 \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

# الاستقصاءات العملية

## استقصاء عملي ٧-١: حساب التغير في المحتوى الحراري لتفاعل التعادل بالتجربة

خلال هذا الاستقصاء العملي، سوف تقيس التغير في المحتوى الحراري لتعادل محلول من هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك بوساطة المعايرة.

**ستحتاج إلى**

**الموادّ والأدوات:**

- أكواب من البوليسترين
- كأس زجاجية 250 mL
- ميزان حرارة (من 10- °C إلى 50 °C ويفضل مع تدرج 0.2 °C) أو مجس حرارة متصل (أو موصول) بحاسوب
- ماصة سعة 50 mL أو (25 mL)
- مضخة ماصة
- سحاحة سعة 50 mL
- حامل سحاحة
- حامل حديد كامل، لحمل ميزان الحرارة (اختياري)
- سدادة من الفلين مع ثقب واحد، يتناسب مع ميزان الحرارة أو مجس حرارة (اختياري)
- حمض الهيدروكلوريك تركيزه نحو 2 mol/L
- محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1.00 mol/L

### ⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لأي نصيحة من معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- ارتدِ نظارات واقية للعينَين في جميع مراحل الاستقصاء.
- يعدّ حمض الهيدروكلوريك مادة مهيجة عند هذا التركيز.
- يعدّ محلول هيدروكسيد الصوديوم مادة أكّالة عند هذا التركيز.

### متغيرات الاستقصاء

اقرأ طريقة إجراء هذا الاستقصاء وحدد:

- المتغير المستقل.
- المتغير التابع.
- المتغيرات الضابطة.

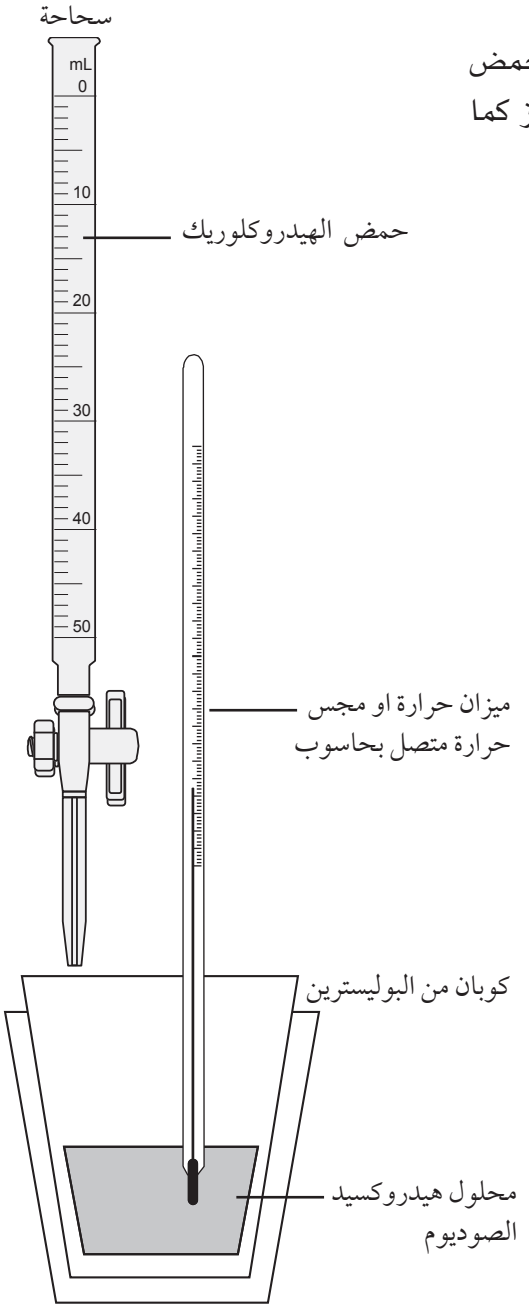
صف كيف يتم قياس كل متغير.

## الطريقة

١. ضع كوبًا من البوليسترين داخل كوب آخر من البوليسترين لعزله وثبّتهما داخل الكأس الزجاجية.

٢. باستخدام ماصة ومضخة ماصة، أضف 50 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى كوب البوليسترين (إذا كانت الماصة 50 mL غير متوفرة، فاستخدم ماصة 25 mL مرتين).

٣. نظف السحاحة واملأها بحمض الهيدروكلوريك وركّب الجهاز كما هو موضح في الشكل ٧-١.




**الشكل ٧-١**: جهاز لتحديد التغير في المحتوى الحراري لتفاعل تعادل بوساطة المعايرة.

٤. قس درجة حرارة محلول هيدروكسيد الصوديوم قبل إضافة الحمض ثم سجل درجة الحرارة في الجدول ٧–١.

٥. باستخدام السحاحة، أضف 5.0 mL من حمض الهيدروكلوريك إلى المحلول الموجود في الكوب. قم بتقليب محتوى الكوب عن طريق تحريكه بشكل دائري، وقِس أعلى درجة حرارة تمّ الوصول إليها. سجل القيمة التي قمت بقياسها في الجدول ٧–١.

٦. أضف على الفور مرة أخرى 5.0 mL من حمض الهيدروكلوريك المخفف وحرك المخلوط الناتج. قم بقياس أعلى درجة حرارة وسجلها في الجدول ٧–١.

٧. كرّر الخطوة ٦ حتى يبلغ مجموع ما أضفته 50.0 mL من الحمض، مسجّلًا أعلى درجة حرارة بعد كل إضافة لـ 5.0 mL.

## النتائج

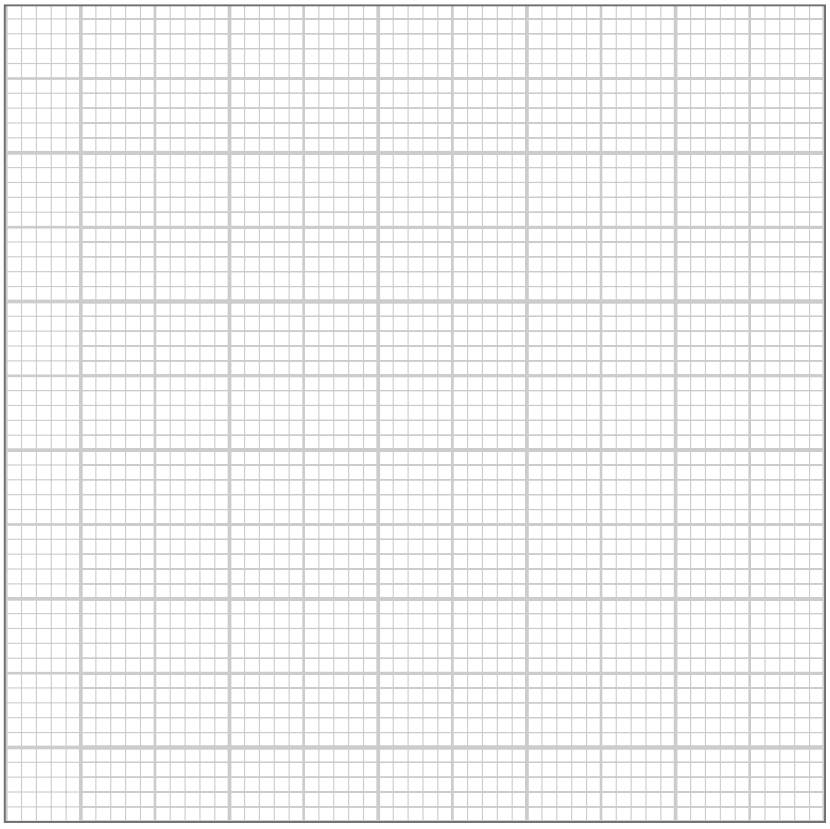
| حجم الحمض (mL) | 0.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 35.0 | 40.0 | 45.0 | 50.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درجة الحرارة (°C) | | | | | | | | | | | |

**الجدول ٧–١**: جدول النتائج.

## التحليل والاستنتاج والتقويم

١. مثّل النتائج المسجلة في الجدول ٧–١ مع مراعاة ما يلي:

- باستخدام أكبر مقياس ممكن، ارسم تمثيلًا بيانيًّا لدرجة الحرارة (المحور العمودي/ الرأسي) مقابل حجم الحمض (المحور الأفقي).
- سينقسم التمثيل البياني إلى قسمَين – سيُظهر القسم الأول ارتفاعًا في درجة الحرارة، وسيُظهر القسم الثاني انخفاضًا في درجة الحرارة.
- ارسم الخط الأكثر ملاءمة عبر النقاط جميعها الموجودة في القسم الأول من التمثيل البياني والذي يوضح ارتفاع درجة الحرارة.
- ارسم الخط الأكثر ملاءمة عبر النقاط جميعها الموجودة في القسم الثاني والذي يوضح انخفاض درجة الحرارة.
- قم باستقراء كلا الخطَّين الأكثر ملاءمة في قسمَي التمثيل البياني لاستنتاج درجة الحرارة القصوى التي تمّ الوصول إليها من دون فقدان للحرارة.



٢. من التمثيل البياني، حدّد التغير الأقصى في درجة الحرارة ($\Delta T$) لهذا الاستقصاء.

.....

٣. يتم حساب كمية الحرارة ($q$) باستخدام المعادلة الآتية:

$$q = m \times c \times \Delta T$$

افترض أن:

- كثافة المحلول المتكوّن تساوي كثافة الماء النقي (1 g/mL).
- السعة الحرارية النوعية للمحلول تساوي السعة الحرارية النوعية للماء النقي.

أ. احسب كمية الحرارة الناتجة من التفاعل.

.....

.....

.....

**ب.** ما قيمة التغير في المحتوى الحراري لهذا التفاعل؟

.....

.....

.....

٤. احسب عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم NaOH الموجودة في 50 mL من محلول بتركيز 1.00 mol/L.

.....

.....

.....

٥. احسب التغير في المحتوى الحراري القياسي للتعادل بوحدة kJ/mol.

.....

.....

.....

٦. القيمة المقبولة للتغير في المحتوى الحراري القياسي للتعادل تساوي -57.1 kJ/mol. احسب النسبة المئوية للخطأ بين القيمة التي قمت بحسابها مستخدمًا نتائجك في السؤال (٥) وفي القيمة المقبولة.

.....

.....

.....

٧. احسب النسب المئوية للأخطاء الناتجة من قياسات درجة الحرارة والحجوم.

.....

.....

.....

.....

# استقصاء عملي ٧-٢ التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات

في هذا الاستقصاء العملي، سوف تستقصي التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات ذات السلاسل الخطية: الإيثانول، و 1-بروبانول، و 1-بيوتانول، و 1-بنتانول. سوف تقوم بحرق الكحولات جميعها باستخدام مواقد كحولية. ولجعله **اختبارًا صحيحًا**، يجب أن تتأكد من أن التغير في المحتوى الحراري الذي تمّ قياسه يكون هو نفسه في كل مرة. لذلك، سوف تقوم برفع درجة حرارة حجم مُقاس (محدّد) من الماء بالمقدار نفسه لكل نوع من الكحولات.

في هذه الطريقة، ستستخدم مسعر من النحاس كوعاء لتسخين الماء. وعند تسخين الماء، فإنك تقوم أيضًا بتسخين المسعر.

الصيغة المستخدمة لحساب كمية الحرارة هي: $q = m \times c \times \Delta T$

في هذه التجربة:

الحرارة الكلية $q$ = (الماء) $q$ + (المسعر) $q$

الحرارة الكلية $q$ = J $(m_{\text{الماء}} \times c_{\text{الماء}} \times \Delta T) + (m_{\text{المسعر}} \times c_{\text{المسعر}} \times \Delta T)$

السعة الحرارية النوعية للماء $c$ تساوي 4.18 J/g.°C.

السعة الحرارية النوعية للنحاس $c$ تساوي 0.385 J/g.°C.

إذا كنت تستخدم الزجاج كوعاء، فإن $c$ تساوي 0.840 J/g.°C.

**مصطلحات علمية**

**اختبار صحيح Fair test:** تجربة يؤثر فيها فقط المتغير المستقل على المتغير التابع. وتبقى المتغيرات الأخرى جميعها ثابتة.

**المسعر Calorimeter:** وعاء على شكل كأس يتم فيه قياس تغيرات الطاقة الحرارية.

**مهم**

$m$ = الكتلة
$c$ = السعة الحرارية النوعية
$\Delta T$ = التغير في درجة الحرارة

**ستحتاج إلى**

**الموادّ والأدوات:**

- مواقد كحولية يحتوي كل منها على 10 g من أحد أنواع الكحولات الأربعة (إيثانول، 1-بروبانول، 1-بيوتانول، 1-بنتانول)
- مسعر نحاسي
- سلك نحاسي للتقليب
- حامل حديد كامل مع ماسك
- حصيرة عازلة للحرارة عدد 3 على الأقل
- ميزان حرارة (ثرمومتر) أو مجس حرارة متصل بحاسوب (اختياري)
- مخبار مدرج سعة 100 mL
- أعواد ثقاب
- ميزان رقمي يقرأ حتى منزلتَين عشريتَين على الأقل
- مصدر للماء
- موقد بنزن

### ⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لأي نصيحة من معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- ارتد نظارات واقية للعينَين في جميع مراحل الاستقصاء.
- تعدّ جميع الكحولات قابلة للاشتعال.
- يجب التعامل مع أنواع الكحولات على أنها مواد ضارة.

## الجزء ١: التركيب الأولي للجهاز

قبل تنفيذ هذا الاستقصاء، يجب عليك التحقق من تركيب الجهاز بدقة لضمان إجراء اختبار صحيح لكل كحول يتم استخدامه.

### الطريقة

١. زن المسعر النحاسي وسلك التقليب.

٢. ضع الموقد الكحولي الذي يحتوي على الإيثانول في المكان المخصص له في التجربة الفعلية على حصيرة عازلة للحرارة.

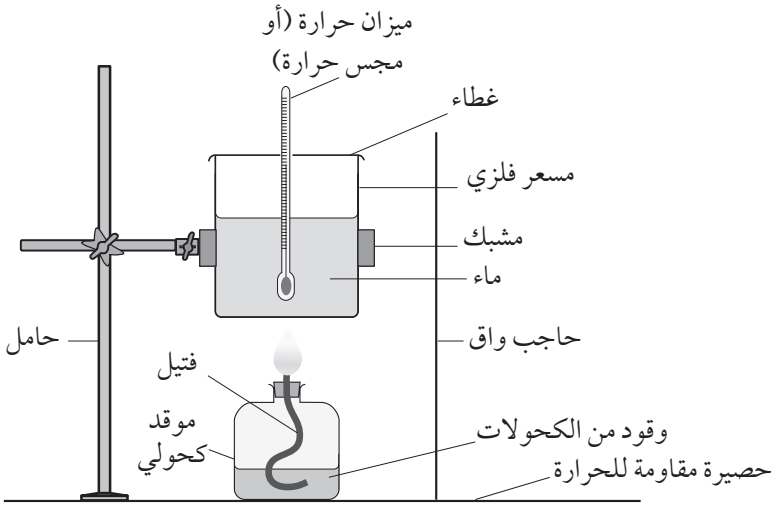
أ. باستخدام عود ثقاب مشتعل، أشعل الفتيل لتكوّن فكرة عن مدى ارتفاع الشعلة. يجب ألّا يزيد ارتفاع الشعلة عن عن 2 cm.

ب. ثبّت المسعر بحيث تلامس الشعلة قاعدته (انظر إلى الشكل ٧–٢).

٣. لضمان دقة القياسات، يجب أن يكون ارتفاع الشعلة هو نفسه في التجارب الأربع جميعها، وكذلك يجب أن تكون المسافة بين الشعلة وقاعدة المسعر هي نفسها.

٤. أضف 100 mL من الماء إلى المسعر ولاحظ ما إذا كان مستودع ميزان الحرارة أو مجس الحرارة مغمورًا بالماء. إذا لم يتحقق ذلك، يجب عليك زيادة حجم الماء.

٥. ضع حصيرتَين عازلتَين للحرارة على جانبَي الجهاز للحصول على حاجبَين عازلَين كما هو موضح في الشكل ٧-٢.




**الشكل ٧-٢**: جهاز لقياس التغير في المحتوى الحراري لتفاعل طارد للحرارة.

## الجزء ٢: الإجراء العملي

سوف تقوم الآن بإجراء الاستقصاء لتحديد التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات جميعها.

### التنبؤ

يعطي الجدول ٧-٢ (ص. ٦٠)، الصيغ الجزيئية للكحولات الأربعة وقيمة مرجعية للمحتوى الحراري لاحتراق كل منها. استخدم هذه المعلومات لإجراء تنبؤ كمي لكيفية التغير في المحتوى الحراري للاحتراق مع تغير الكتلة المولية للكحول. استخدم تنبؤَك، واقترح قيمة التغير في المحتوى الحراري لاحتراق كل من:

- الميثانول $CH_3OH$
- 1-هكسانول $C_6H_{13}OH$
- 1-ديكانول $C_{10}H_{21}OH$

### الطريقة

١. أضف 100 mL من الماء في المسعر (أو حجم الماء الذي حددته في التركيب الأولي للجهاز).

٢. ثبّت المسعر في الموقع وعند الارتفاع اللذَين حددتهما في التركيب الأولي للجهاز.

٣. زِن الموقد الكحولي بالإضافة إلى الغطاء إن وجد.
كتلة (الموقد + الإيثانول) = ..... g

٤. حرك الماء جيدًا وقم بقياس درجة حرارته.
درجة الحرارة الابتدائية للماء = ..... °C

٥. **أ.** انزع الغطاء عن الموقد وضعه تحت المسعر.
**ب.** أشعل الفتيل.

٦. حرك الماء جيدًا حتى ترتفع درجة حرارته بمقدار 20 °C بالضبط.
درجة الحرارة النهائية للماء = ..... °C

٧. **أ.** أطفئ الشعلة وقم بتغطية الموقد بالغطاء إن وجد.
**ب.** انقل الموقد إلى الميزان الرقمي باستخدام حصيرة عازلة للحرارة وزِنْه.
كتلة (الموقد + الإيثانول) = ..... g
كتلة الإيثانول المحترق = ..... g

٨. كرّر الخطوات من 1 إلى 7 باستخدام الكحولات الثلاثة الأخرى وسجل نتائجك في الجدول ٧–٢.

| | | |
|---|---|---|
| **إيثانول ($C_2H_5OH$)** | كتلة (الموقد + الإيثانول) قبل الاحتراق | ..... g |
| | (الموقد + الإيثانول) بعد الاحتراق | ..... g |
| | كتلة **الإيثانول** المحترق | ..... g |
| **1–بروبانول ($C_3H_7OH$)** | كتلة (الموقد + الـ 1–بروبانول) قبل الاحتراق | ..... g |
| | كتلة (الموقد + الـ 1–بروبانول) بعد الاحتراق | ..... g |
| | كتلة الـ **1–بروبانول** المحترق | ..... g |
| **1–بيوتانول ($C_4H_9OH$)** | كتلة (الموقد + الـ 1–بيوتانول) قبل الاحتراق | ..... g |
| | كتلة (الموقد + الـ 1–بيوتانول) بعد الاحتراق | ..... g |
| | كتلة الـ **1–بيوتانول** المحترق | ..... g |
| **1–بنتانول ($C_5H_{11}OH$)** | كتلة (الموقد + الـ 1–بنتانول) قبل الاحتراق | ..... g |
| | كتلة (الموقد + الـ 1–بنتانول) بعد الاحتراق | ..... g |
| | كتلة الـ **1–بنتانول** المحترق | ..... g |

**الجدول ٧–٢**: جدول النتائج.

## التحليل والاستنتاج والتقويم

التغير في المحتوى الحراري هو نفسه لأنواع الكحولات الأربعة لأنك قمت بتسخين كتلة الماء نفسها واستخدمت الجهاز نفسه ومصدر الحرارة نفسه. تذكر أن هذه القيمة تكون بوحدة الجول (J) وأن التغيرات في المحتوى الحراري يتم التعبير عنها عادةً بالكيلوجول (KJ).

إذا كانت كتلة الإيثانول المحترق هي $m$ بالجرام (g)، فإن عدد مولات الإيثانول ($n$) المحترق في التجربة هو:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{m}{46}$$

إذا كانت كمية الحرارة هي q، فيمكن حساب التغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق ($\Delta H_c^\ominus$) على النحو الآتي:

$$(\Delta H_c^\ominus) = -\left(\frac{q}{n} \div 1000\right) \text{kJ/mol}$$

١. احسب التغيرات في المحتوى الحراري القياسية للكحولات الأربعة وسجل نتائجك في الجدول ٧-٣.

| اسم الكحولات | الكتلة المولية (g/mol) | عدد المولات المحترقة (mol) | القيمة التجريبية لـ $\Delta H_c^\ominus$، (kJ/mol) | القيمة الفعلية المقبولة لـ $\Delta H_c^\ominus$، (kJ/mol) |
|---|---|---|---|---|
| الإيثانول | | | | -1367 |
| الـ 1-بروبانول | | | | -2021 |
| الـ 1-بيوتانول | | | | -2676 |
| الـ 1-بنتانول | | | | -3330 |

**الجدول ٧-٣**: جدول النتائج.

٢. احسب **النسبة المئوية للخطأ** في القيمة التجريبية لـ ($\Delta H_c^\ominus$) لكل كحول مقارنة بالقيمة الفعلية لـ ($\Delta H_c^\ominus$) الموضحة في الجدول ٧-٣.

أ. الإيثانول

.....

.....

ب. 1-بروبانول

.....

.....

ج. 1-بيوتانول

.....

.....

د. 1-بنتانول

.....

.....

٣. احسب النسبة المئوية القصوى للخطأ الناتج من استخدام الجهاز باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{|\text{القيمة الفعلية} - \text{القيمة التجريبية}|}{\text{القيمة الفعلية}} \times 100\%$$

.....

.....

أ. احسب قيمة عدم الدقة في قياس درجة الحرارة. (لاحظ أنه تم أخذ قراءتين لكل تغير في درجة الحرارة):

.....

.....

ب. احسب قيمة عدم الدقة في قياس حجم الماء:

.....

.....

٤. احسب قيمة عدم الدقة في كتلة الكحولات المحترقة:

أ. الإيثانول

.....

.....

ب. 1-بروبانول

.....

.....

ج. 1-بيوتانول

.....

.....

د. 1-بنتانول

.....

.....

٥. اختر نوعًا واحدًا من الكحولات واحسب النسبة المئوية القصوى للخطأ الناتج من الجهاز المستخدم.

.....

.....

.....

٦. ما مصادر الخطأ الأخرى التي قد تؤدي إلى عدم الدقة في نتائجك؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# استقصاء عملي ٧-٣ التغير في المحتوى الحراري للتفكك الحراري

**مصطلحات علمية**

**التفكك الحراري Thermal decomposition:** تفكك مركب ما تحت تأثير الحرارة إلى مادتَين مختلفتَين أو أكثر.

عندما يتم تسخين كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية فإنها تتفكك إلى كربونات البوتاسيوم وثاني أكسيد الكربون والماء، وفق المعادلة الآتية:

$$2KHCO_3(s) \rightarrow K_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

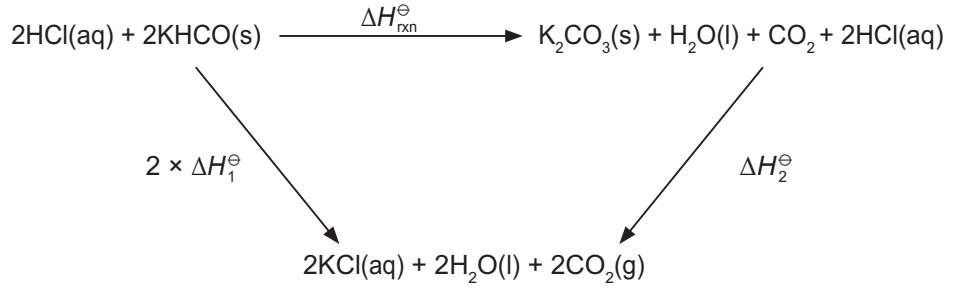
ولأن هذا التفاعل يُعدّ تفكّكًا حراريًّا وهو تفاعل ماص للحرارة، سيكون مستحيلًا قياس التغير في المحتوى الحراري له بشكل مباشر. وللتغلب على هذه المشكلة، نستخدم قانون هسّ لإيجاد التغير في المحتوى الحراري بشكل غير مباشر.

حيث يتفاعل كل من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية وكربونات البوتاسيوم مع حمض الهيدروكلوريك وتكون التغيرات في المحتوى الحراري في كلا الحالتَين قابلة للقياس.

$KHCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow KCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$ التغير في المحتوى الحراري $= \Delta H_1^\ominus$

$K_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$ التغير في المحتوى الحراري $= \Delta H_2^\ominus$

يمكننا بناء حلقة هسّ لهذا التفاعل، الشكل ٧–٣.




**الشكل ٧–٣:** حلقة هسّ.

**أفعال إجرائية**

**حدّد Determine:** أجب استنادًا إلى المعلومات المتاحة.

باستخدام قانون هس: $\Delta H_{rxn}^\ominus + \Delta H_2^\ominus = 2\Delta H_1^\ominus$

وبالتالي، $\Delta H_{rxn}^\ominus = 2\Delta H_1^\ominus - \Delta H_2^\ominus$ ومن خلال **تحديد** قيم $\Delta H_1^\ominus$ و $\Delta H_2^\ominus$ سنكون قادرين على حساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل.

**ستحتاج إلى**

**الموادّ والأدوات:**

- كوب من البوليسترين مع الغطاء
- كأس زجاجية لحمل كوب البوليسترين
- ميزان حرارة (من 10- °C إلى 50 °C ويفضل أن يقرأ حتى المنزلة 0.2 °C
- أوراق بلاستيكية للوزن
- مجس حرارة متصل بحاسوب (اختياري)
- مخبار مدرج سعة 50 mL
- صوف قطني لتوفير عزل إضافي
- كربونات البوتاسيوم
- كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية
- حمض الهيدروكلوريك بتركيز 2 mol/L
- ميزان رقمي يقرأ حتى منزلتَين عشريتَين على الأقل

### ⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لأي نصيحة من معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- ارتدِ نظارات واقية للعينَين في جميع مراحل الاستقصاء.
- يُعدّ حمض الهيدروكلوريك مادة مهيّجة عند هذا التركيز.

## الجزء ١: تحديد التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الأول

### الطريقة

١. احسب كتلة 0.025 mol من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية.

($A_r$: K = 39.1, H = 1, C = 12, O = 16)

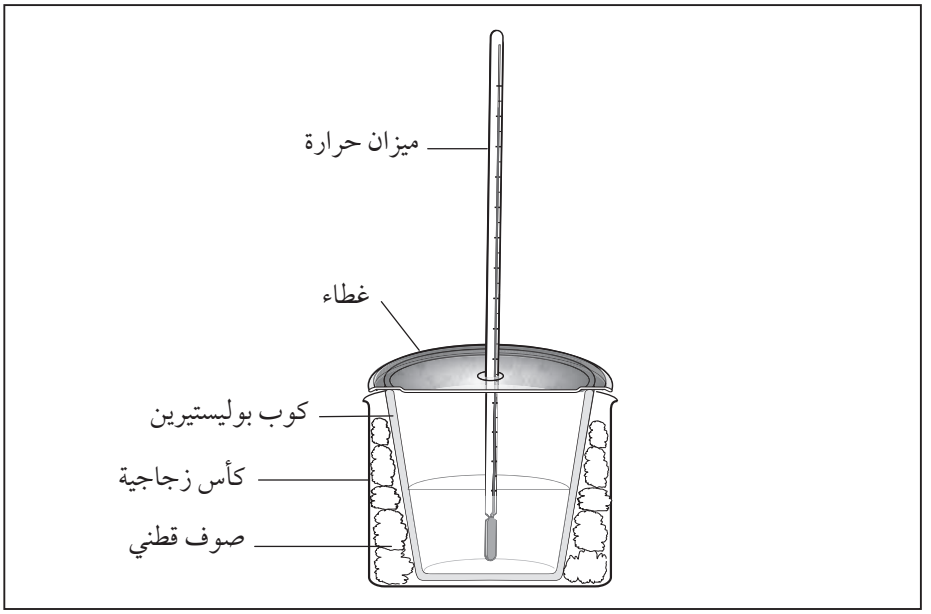
الكتلة المولية لكربونات البوتاسيوم الهيدروجينية = g/mol .....

كتلة 0.025 mol = g .....

٢. زِن كتلة 0.025 mol من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية التي قمت بحسابها.

كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية التي تمّ وزنها = g .....

٣. ضع كوب البوليسترين داخل الكأس الزجاجية وقم بتعبئة الصوف القطني في الفراغ المحيط بالكوب (الموجود بين الكأس والكوب) لتحسين عملية العزل كما هو موضح في الشكل ٧-٤.




**الشكل ٧-٤**: جهاز لتحديد التغير في المحتوى الحراري لتفاعل التعادل.

٤. أضف 50.0 mL من حمض الهيدروكلوريك بتركيز 2 mol/L في كوب البوليسترين.

٥. قس درجة الحرارة الابتدائية للحمض.

درجة الحرارة الابتدائية للحمض = °C .....

٦. أضف كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية إلى الحمض. سيحدث فوران سريع، لذا تأكد من أن الغطاء جاهز لتفادي أي انسكابات.

٧. حرّك الكأس ومحتوياته دائريًّا للتأكد من أنه قد تمّ تحريك المخلوط جيدًا.

٨. عند اكتمال التفاعل، سجّل درجة الحرارة الدنيا.

درجة الحرارة النهائية لمخلوط التفاعل الأول = °C .....

## الجزء ٢: تحديد التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الثاني

### الطريقة

١. احسب كتلة 0.025 mol من كربونات البوتاسيوم.

($A_r$: K = 39.1, C = 12, O = 16)

الكتلة المولية لكربونات البوتاسيوم = g/mol .....

كتلة 0.025 mol = g .....

٢. زِن كتلة 0.025 mol من كربونات البوتاسيوم التي قمت بحسابها.

كتلة كربونات البوتاسيوم التي وزنتها = g .....

٣. ضع كوب البوليسترين داخل الكأس الزجاجية وقم بتعبئة الصوف القطني في الفراغ المحيط بالكوب (الموجود بين الكأس والكوب) لتحسين عملية العزل.

٤. أضف 50.0 mL من حمض الهيدروكلوريك بتركيز 2 moL في كوب البوليسترين.

٥. قس درجة الحرارة الابتدائية للحمض.

درجة الحرارة الابتدائية للحمض = °C .....

٦. أضف كربونات البوتاسيوم إلى الحمض. مرة أخرى، سيحدث فوران سريع، لذا تأكد من أن الغطاء جاهز لتفادي أي انسكابات.

٧. حرّك الكأس ومحتوياته دائريًّا للتأكد من أنه قد تمّ تحريك المخلوط جيدًا.

٨. عند اكتمال التفاعل، سجل درجة الحرارة القصوى.

درجة الحرارة النهائية لمخلوط التفاعل الثاني = °C .....

## التحليل والاستنتاج والتقويم

١. أكمل الجدول ٧-٤ أدناه.

| درجة الحرارة (°C) | التفاعل الأول | التفاعل الثاني |
|---|---|---|
| درجة الحرارة النهائية | | |
| درجة الحرارة الابتدائية | | |
| التغير في درجة الحرارة ($\Delta T$) | | |

**الجدول ٧-٤**: جدول النتائج.

مقدار كمية الحرارة: $\Delta T \times$ (السعة الحرارية النوعية) $c \times m = q$.

التغير في المحتوى الحراري القياسي لكل تفاعل: $\Delta H^{\ominus}_{rxn} = \frac{-q}{0.025\ \text{moL}}$

**افترض** أن كثافة حمض الهيدروكلوريك تساوي 1.00 g/mL والسعة الحرارية النوعية 4.18J/g.°C.

٢. احسب قيمة $q$ للتفاعل الأول.

.....

.....

٣. احسب التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل الأول، ($\Delta H^{\ominus}_1$) باستخدام القيمة الخاصة بـ ($q$ و 0.025 mol كقيمة $n$).

.....

.....

٤. احسب قيمة $q$ للتفاعل الثاني.

.....

.....

٥. احسب التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل الثاني، ($\Delta H^{\ominus}_2$) باستخدام القيمة الخاصة بـ ($q$ و 0.025 mol كقيمة $n$).

.....

.....

٦. استخدم هاتَين النتيجتَين لحساب التغير في المحتوى الحراري للتفكك الحراري لكربونات البوتاسيوم الهيدروجينية ($\Delta H^{\ominus}_{rxn} = 2\Delta H^{\ominus}_1 - \Delta H^{\ominus}_2$).

.....

.....

**أفعال إجرائية**

**افترض Assume:** ضع افتراضًا أو فرضية، لأي معلومة تعدّ صحيحة، على سبيل المثال: 1 mol من أي غاز يشغل حجمًا يساوي 24 L.

٧. معادلة التفكك الحراري لكربونات البوتاسيوم الهيدروجينية هي:

$$2KHCO_3(s) \rightarrow K_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

الجدول ٧–٥ يوضح التغيرات في المحتوى الحراري القياسي للتكوين ذات الصلة بالتفاعل:

| المادة | $\Delta H_f^{\ominus}$ (kJ/mol) |
|---|---|
| $KHCO_3(s)$ | -959.4 |
| $K_2CO_3(s)$ | -1146 |
| $(CO_2(g)$ | -393.5 |
| $H_2O(l)$ | -285.8 |

**الجدول ٧–٥** : التغيرات في المحتوى الحراري القياسي للتكوين ذات الصلة بالتفاعل.

باستخدام قيم التغير في المحتوى الحراري القياسي للتكوين $\Delta H_f^{\ominus}$ احسب التغير في المحتوى الحراري القياسي لتفاعل التفكيك الحراري أعلاه.

.....

.....

٨. احسب النسبة المئوية للخطأ بين القيمة التي حسبتها باستخدام نتائجك في السؤال (٦) والقيمة التي حسبتها في السؤال (٧).

.....

.....

أ. احسب النسبة المئوية القصوى للخطأ في التفاعل الأول والتفاعل الثاني الناتج من الجهاز المستخدم.

التفاعل الأول:

.....

.....

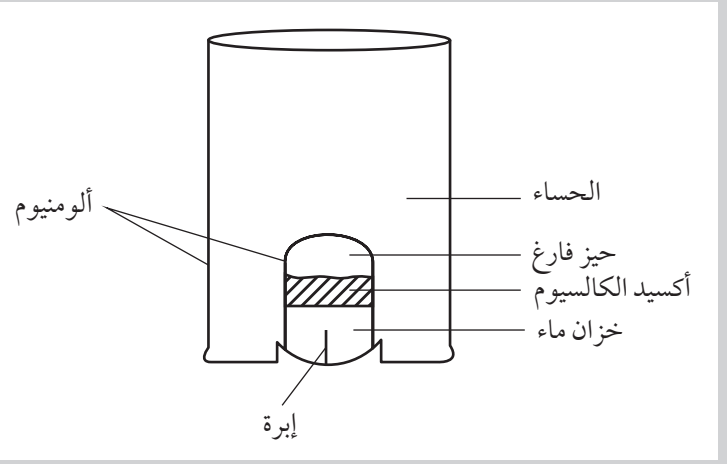
التفاعل الثاني:

.....

.....

## أسئلة نهاية الوحدة

١. يوضح الشكل أدناه علبة معدنية يمكنها تسخين الحساء بدون مصدر خارجي للحرارة.




علمًا بأنه عندما يتم خلط فائض من الماء مع أكسيد الكالسيوم، يحدث تفاعل طارد للحرارة، وفق المعادلة الآتية:

$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

أ. ما سبب ارتفاع درجة حرارة الحساء عندما يتفاعل أكسيد الكالسيوم مع الماء؟

ب. عندما يتفاعل أكسيد الكالسيوم، يتمدد الألومنيوم.

١- لماذا قد يشكل ذلك مشكلة؟

٢- استخدم المعلومات الواردة في المخطط لشرح كيفية التغلب على هذه المشكلة.

ج. باستخدام التغيرات الحرارية القياسية للتكوين الموضحة في الجدول أدناه، **احسب** التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الذي يتم وفق المعادلة الآتية: $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s)$

| المادة | $\Delta H_f^\ominus$ (kJ/mol) |
|---|---|
| $CaO(s)$ | -635.1 |
| $Ca(OH)_2(s)$ | -986.1 |
| $H_2O(l)$ | -285.8 |

**مهم**

ستحتاج إلى دراسة المخطط بعناية عند الإجابة عن الأسئلة التي تليه.

**أفعال إجرائية**

**احسب Calculate:**
استخلص، من الحقائق المعطاة، المعلومات أو الأرقام.

**مهم**

في الجزئية ج، يجب عليك استخدام قانون هسّ مع القيم المعطاة.

**مهم**

تأكد من أنك تعرف كيفية رسم مخطط مسار التفاعل قبل الإجابة عن الجزئية هـ.

**تابع**

د. لا تسخّن الطاقة المنطلقة من التفاعل الموضح في الجزئية ج العلبة بشكل كافٍ. عن طريق مقارنة المعادلتَين الموضحتين أعلاه، صِف التغيّر في محتوى حراري آخر يشارك في تسخين العلبة.

هـ. ينتج أكسيد الكالسيوم من التفاعل الذي يتم وفق المعادلة الآتية:

$$3Ca(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow 2Fe(s) + 3CaO(s)$$

١- **ارسم** حلقة الطاقة موضحًا المواد الناتجة من احتراق المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، لحساب التغير في المحتوى الحراري لهذا التفاعل.

$\Delta H_c^{\ominus}$ [Ca(s)] = –635.1 kJ/mol

$\Delta H_c^{\ominus}$ [Fe(s)] = –824.2 kJ/mol

٢- يُعدّ التغير في المحتوى الحراري لهذا التفاعل طاردًا للحرارة. ارسم مخططًا معنونًا بالرموز لمسار هذا التفاعل.

٢. يمكن استخدام طاقات الروابط لإيجاد التغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما.

أ. ١- ما المقصود بمصطلح متوسط طاقة الرابطة؟

٢- يؤدي استخدام طاقات الروابط إلى قيمة أكثر دقة لـ $\Delta H_f^{\ominus}[C_2H_5OH]$ من استخدام متوسط طاقات الروابط. اشرح إجابتك.

٣- اكتب المعادلة التي تمثل قيمة طاقة الرابطة للبروم وضمّنها رموز الحالة الفيزيائية.

ب. احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الذي يتم وفق المعادلة الآتية:

$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$$

يوضح الجدول أدناه قيم طاقات الروابط ذات الصلة.

| نوع الرابطة | طاقة الرابطة (kJ/mol) |
|---|---|
| H–H | 435.9 |
| Cl–Cl | 243.4 |
| H–Cl | 431.0 |

ج. ارسم مخطط مسار التفاعل لهذا التفاعل لتوضيح كسر الروابط في الهيدروجين والكلور وتكوين الروابط في كلوريد الهيدروجين. لا تظهر طاقة التنشيط.

**أفعال إجرائية**

**ارسم Sketch:** أنشئ رسمًا بسيطًا يوضح الميزات الرئيسية.

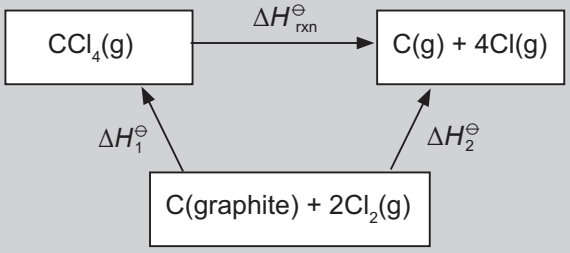
**مهم**

يجب أن تضع عناوين لمحاور الرسم البياني. في الجزئية ٢–ج، تأكد من إضافة سهمَي طاقة التنشيط والتغير في المحتوى الحراري، وعنونِهما بشكل مناسب.

**تابع**

د. هل يتم امتصاص الطاقة أو إطلاقها عندما يتفكك كلوريد الهيدروجين إلى هيدروجين وكلور؟ اشرح إجابتك.

هـ. استخدم حلقة المحتوى الحراري في الشكل أدناه لحساب متوسط طاقة الرابطة للرابطة C–Cl في رباعي كلوريد الكربون، $CCl_4$.




$\Delta H^{\ominus}_1 = -129.6$ kJ/mol

$\Delta H^{\ominus}_{at}[\frac{1}{2}Cl_2(g)] = +121.7$ kJ/mol

$\Delta H^{\ominus}_{at}[C(graphite)] = +716.7$ kJ/mol

**مهم**

العملية المتبعة لحساب القيمة غير المعروفة في الجزئية ٢- هـ هي الطريقة نفسها المستخدمة في حلقات المحتوى الحراري الأخرى، لكنك ستحتاج إلى قراءة السؤال بعناية.

$\Delta H_{at}$ هي الطاقة اللازمة لتكوين 1 mol من الذرات في حالتها الغازية من عنصر في حالته الطبيعية.

٣. أ. عرّف التغير في المحتوى الحراري القياسي للتعادل.

ب. صِف كيف ستُجري تجربة لإيجاد التغير في المحتوى الحراري لتعادل حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم.

ج. تمّ خلط 50 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1.0 mol/L مع 25 mL من حمض الكبريتيك تركيزه 1.0 mol/L، يتم التفاعل وفقًا للمعادلة الآتية:

$$2NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$$

احسب التغير في المحتوى الحراري للتعادل. علمًا بأن السعة الحرارية النوعية للماء 4.18 J/g.°C، وقد بلغ الارتفاع الأقصى في درجة الحرارة 8.9 °C.

**مهم**

تذكر أن تكتب التعريفات بدقة.

د. لا يمكن قياس التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الموضح بالمعادلة (أ) أدناه بشكل مباشر.

المعادلة (أ): $Ca(s) + CuO(s) \rightarrow CaO(s) + Cu(s)$

١- اشرح سبب عدم إمكانية قياس التغير في المحتوى الحراري لهذا التفاعل بشكل مباشر.

٢- تمّ إعطاؤك قيمة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل:

$$Ca(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CaO(s)$$

ما التغير في المحتوى الحراري الآخر المطلوب لحساب التغير في المحتوى الحراري في المعادلة (أ)؟ اكتب معادلة التغير في المحتوى الحراري هذه.

**مهم**

فكر في حلقة محتوى حراري مناسبة يمكن بناؤها عند الإجابة عن الجزئية د.

# مبادئ الكيمياء العضوية

# Principles of Organic Chemistry

## أهداف التعلُّم

٨-١ يستنتج الصيغة الجزيئية والصيغة الأولية للمركب، استنادًا إلى صيغته البنائية والبنائية الموسّعة أو الهيكلية والتي تقتصر على السلاسل المتجانسة الموضحة في الجدول ٨-١.

٨-٢ يفهم تمثيل المركبات العضوية ويستخدمه، بما في ذلك التمثيل ثنائي الأبعاد 2D، وثلاثي الأبعاد 3D، ودمج التمثيلين معًا للسلاسل المتجانسة الموضحة في الجدول ٨-١.

٨-٣ يستخدم الصيغة الكيميائية العامة للسلاسل المتجانسة المدرجة في الجدول ٨-١.

٨-٤ يفهم طريقة التسمية النظامية الأيوباك (IUPAC) للمركبات العضوية الأليفاتية البسيطة ذات المجموعات الوظيفية الموضحة في الجدول ٨-١ حتى عشر ذرات كربون في السلسلة، ويستخدمها.

٨-٥ يصف زوايا الروابط وأشكال الجزيئات العضوية من حيث أفلاكها الذرية المهجنة sp و $sp^2$ و $sp^3$ وروابط سيجما (σ) وروابط باي (π) التي توجد بين ذراتها ويشرحها.

٨-٦ يصف التشاكل (التصاوغ) البنائي وتقسيماته إلى:

- تشاكل موقع المجموعة الوظيفية.
- تشاكل نوع المجموعة الوظيفية.
- تشاكل السلسلة الكربونية.

٨-٧ يصف التشاكل (التصاوغ) الفراغي stereoisomerism وتقسيماته إلى:

- تشاكل هندسي:

(سيس cis) و (ترانس trans)، (E) و (Z) للمركّبات غير المشبعة.

- التشاكل الضوئي (البصري) enantiomers للمركّبات التي تحتوي على مركز كيرالي (chiral) (غير متناظر).

٨-٨ يعرّف المصطلحات الآتية المرتبطة في التفاعلات العضوية وآلياتها ويستخدمها:

- الانشطار (التكسر أو التفكك) المتجانس وغير المتجانس.
- الجذور الحرة، الابتداء، الانتشار، الإيقاف.
- النيوكليوفيل (محبّ النواة أو الشحنات الموجبة)، والإلكتروفيل (محبّ الإلكترونات أو الشحنات السالبة).
- الإضافة، الاستبدال (الإحلال)، الإزالة (الحذف) التحلل المائي، الأكسدة، الاختزال.

# الأنشطة

## نشاط ٨-١ السلسلة المتجانسة

ستتدرب في هذا النشاط على استخراج المعلومات من بيانات معطاة، وستتعرف على مفهوم الصيغة العامة.

يوضح الجدول ٨-١ الصيغ البنائية والكثافة ودرجات الغليان لبعض الألكانات والكحولات، علمًا أن كثافة الألكانات هي كثافة السائل المقاسة عند درجة الغليان.

**مهم**

عند التنبؤ بخصائص مركبات في سلسلة متجانسة ابحث عن:

- نمط التدرج العام في الخصائص للمركبات المتتالية في السلسلة.
- الاختلاف بين خصائص المركبات المتتالية في السلسلة.

| السلسلة المتجانسة | المركّب | الصيغة البنائية | الكثافة / (g/mL) | درجة الغليان/ (K) |
|---|---|---|---|---|
| الألكانات | ميثان | $CH_4$ | 0.466 | 109.1 |
| | إيثان | $CH_3CH_3$ | 0.527 | 184.5 |
| | بروبان | $CH_3CH_2CH_3$ | 0.585 | 231.0 |
| | بيوتان | $CH_3CH_2CH_2CH_3$ | 0.601 | ..... |
| | بنتان | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ | ..... | 309.2 |
| الكحولات | ميثانول | $CH_3OH$ | 0.793 | 338.1 |
| | إيثانول | $CH_3CH_2OH$ | 0.789 | 351.6 |
| | 1- بروبانول | $CH_3CH_2CH_2OH$ | 0.804 | 370.5 |
| | 1- بيوتانول | $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ | من 0.810 إلى 0.815 | 390.3 |
| | 1- بنتانول | $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$ | ..... | ..... |

**الجدول ٨-١**: خصائص بعض الألكانات والكحولات.

١. عرّف المصطلحات العلمية الآتية:

**أ.** السلسلة المتجانسة.

.....

.....

**ب.** المجموعة الوظيفية.

.....

.....

**٢.** استخدم المعلومات الواردة في الجدول واستنتج:

**أ.** **الصيغة العامة** للألكانات: .....

**ب.** الصيغة العامة للكحولات: .....

**٣.** اكتب الصيغة الجزيئية للمركب العضوي الذي يلي 1-بنتانول في السلسلة المتجانسة للكحولات.

.....

**٤.** **أ.** صف نمط التدرج العام للكثافة في كل سلسلة متجانسة.

.....

.....

**ب.** أعط أسماء أيّ مركبات لا تتناسب مع هذا التدرج.

.....

.....

**ج.** تنبأ بكثافة البنتان: .....

**د.** صف نمط التدرج العام لدرجات الغليان في كل سلسلة متجانسة.

.....

.....

**هـ.** تنبأ بدرجة غليان كل من البيوتان و 1- بنتانول.

.....

.....

**مصطلحات علمية**

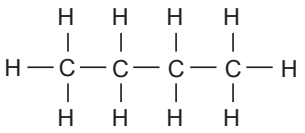
**الصيغة العامة**

**General formula:** هي صيغة كيميائية تنطبق على جميع مركبات السلسلة المتجانسة ويمكن استخدامها للتنبؤ بالصيغة الجزيئية للمركب.

# نشاط ٨-٢ أنواع الصيغ

ستتدرب في هذا النشاط على رسم أنواع مختلفة من الصيغ للمركبات العضوية.

١. أكمل الجدول أدناه.

| نوع الصيغة | المركّب | | | |
|---|---|---|---|---|
| | بيوتان | 2-بيوتين | 2-بيوتانول | 1-كلوروبروبان |
| الصيغة الموسعة |  | | | |
| الصيغة البنائية | $CH_3CH_2CH_2CH_3$ | | | |
| الصيغة الجزيئية | $C_4H_{10}$ | | | |
| الصيغة الهيكلية | | | | |
| الصيغة الأولية | $C_2H_5$ | | | |

**الجدول ٨-٢**: أنواع الصيغ.

**مصطلحات علمية**

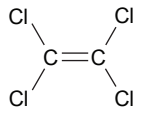
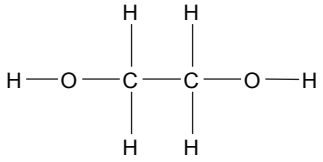
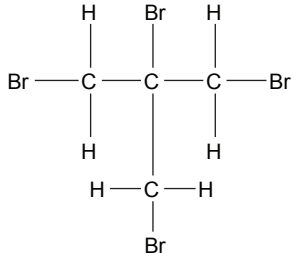
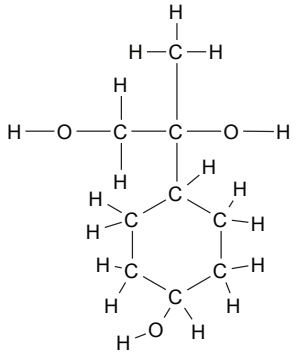
**الصيغة البنائية Structural formula:** الصيغة التي تبين عدد الذرات ورموزها، وطريقة ارتباطها مع بعض في جزيء عضوي.

**الصيغة الهيكلية Skeletal formula:** صيغة موسعة تمّت فيها إزالة رموز ذرات الكربون (C) والهيدروجين (H) والروابط (C–H) جميعها.

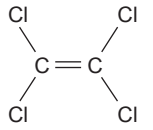
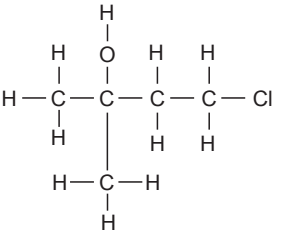
**مهم**

عند كتابة الصيغ الموسعة، يجب تضمين الروابط في المجموعة الوظيفية أيضًا، على سبيل المثال، نكتب O–H للكحول (وليس OH).

٢. يوضح الجدول أدناه الصيغ الموسعة لبعض المركبات العضوية. استنتج الصيغة الجزيئية والصيغة الأولية لكل منها.

| الصيغة الموسعة | الصيغة الجزيئية | الصيغة الأولية |
|---|---|---|
|  | | |
|  | | |
|  | | |
|  | | |

٣. يوضح الجدول أدناه الصيغ الموسعة للمركبَين الآتيَين. ارسم الصيغة الهيكلية لكل منهما.

| الصيغة الموسعة | الصيغة الهيكلية |
|---|---|
|  | |
|  | |

## نشاط ٨-٣ تسمية المركّبات العضوية

ستتعرف في هذا النشاط على بعض من **المجموعات الوظيفية** و**مجموعات الألكيل** الموجودة في المركّبات العضوية.

**مهم**

تعد المجموعات الوظيفية، على سبيل المثال: C=C، OH-، مجموعات خاصة مميّزة لكل واحدة من **السلاسل المتجانسة** المختلفة.

كما تمتلك بعض المركبات العضوية مجموعة أو مجموعات ألكيل (مثال: ميثيل يمتلك ذرة C واحدة، إيثيل يمتلك ذرتَي C، بروبيل يمتلك ثلاث ذرات C وهكذا).

تذكّر أن اللاحقة التي ينتهي بها اسم المركب العضوي غالبًا ما تشير إلى نوع السلسلة المتجانسة، على سبيل المثال: إذا انتهى الاسم بـ - (ول) فهو كحول وإذا انتهى بـ - (ين) فهو ألكين.

**مصطلحات علمية**

**المجموعة الوظيفية Functional group:** هي ذرة أو مجموعة من الذرات توجد في جزيء عضوي وتحدد الخصائص الكيميائية المميزة له.

**مجموعة الألكيل Alkyl group:** هيدروكربون متفرع يأتي مع السلسلة الرئيسية لمركب عضوي وتنقصه ذرة هيدروجين مقارنة بالألكان المطابق له.

**السلاسل المتجانسة Homologous series:** هي مجموعة من المركبات العضوية التي تمتلك المجموعة الوظيفية والصيغة العامة نفسَيهما، وتمتلك خصائص كيميائية متشابهة.

١. طابق أسماء المجموعات الوظيفية من **1** إلى **8** مع صيغها البنائية في القائمة المقابلة:

| | |
|---|---|
| **1.** ألكان | **أ.** $CH_2=CHCH_2Cl$ |
| **2.** ثنائي كلورو ألكان | **ب.** $CH_3CH_2CH=CH_2$ |
| **3.** بروموألكان | **ج.** $CH_3CHBrCH=CH_2$ |
| **4.** ألكين | **د.** $CH_3CH_2CHClCH_3$ |
| **5.** كلورو ألكين | **هـ.** $CH_2ClCH_2CH_2CHClCH_3$ |
| **6.** كلورو ألكان | **و.** $CH_3CH_2CH_2OH$ |
| **7.** بروموألكين | **ز.** $CH_3CH_2CH_2Br$ |
| **8.** كحول | **ح.** $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ |

**مصطلحات علمية**

**الألكانات Alkanes:**
هيدروكربونات مشبعة تمتلك الصيغة العامة $C_nH_{2n+2}$.

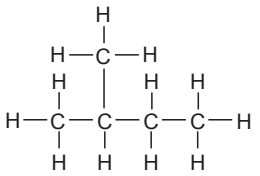
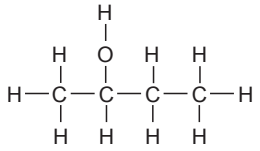
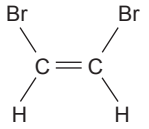
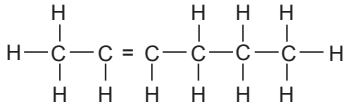
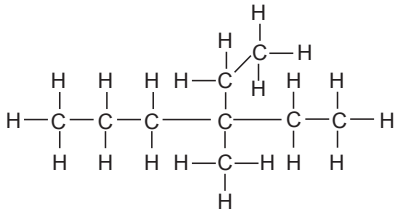
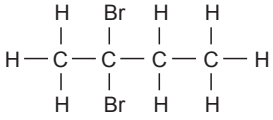
**الألكينات Alkenes:**
هيدروكربونات غير مشبعة تمتلك الرابطة الثنائية C=C والصيغة العامة $C_nH_{2n}$.

**الكحولات Alcohols:**
مركبات عضوية تمتلك سلسلة هيدروكربونية مرتبطة بالمجموعة الوظيفية OH-.

٢. أكمل أسماء المركبات الآتية وفقًا لنظام الأيوباك (IUPAC)، مع الأخذ في الاعتبار أنه لا توجد سلاسل فرعية.

| صيغة المركّب | اسم المركّب |
|---|---|
| $C_6H_{14}$ | هكسـ ..... |
| $C_3H_7OH$ | بروبانـ ..... |
| $CH_3CH_2CH=CH_2$ | ..... ين |
| $C_4H_9Cl$ | 1- كلورو ..... |
| $C_5H_{11}Br$ | 1- بروموـ ..... |
| $CH_3CH(OH)CH_3$ | ..... بروبانـ ..... |
| $CH_3CH=CHCH_3$ | ..... ين |
| $C_7H_{16}$ | ..... |
| $C_8H_{17}OH$ | ..... |
| $CH_3CH_2CH_2CH=CH_2$ | ..... |
| $CH_3OH$ | ..... |
| $C_9H_{19}OH$ | ..... |
| $C_{10}H_{21}OH$ | ..... |

**٣.** اكتب في الجدول أدناه الأسماء العلمية الصحيحة، وفقًا لنظام الأيوباك، للمركبات الآتية:

| الصيغة الموسعة | اسم المركّب |
|---|---|
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |

**مصطلحات علمية**

**الصيغة الموسعة**
**Displayed formula:** تمثيل ثنائي الأبعاد (2D) لجزيء عضوي، يوضح جميع الذرات (بوساطة الرموز) والروابط (بوساطة خطوط قصيرة أحادية، أو ثنائية، أو ثلاثية بين الرموز).

٤. ارسم في الجدول أدناه **الصيغة الموسعة** لكل من المركبات الآتية:

| اسم المركّب | الصيغة الموسعة |
|---|---|
| **1.** 4،2- ثنائي برومو هكسان | |
| **2.** 3- إيثيل–2- ميثيل–3- بنتانول | |
| **3.** 5،2- ثنائي ميثيل– 6- إيثيل– 7،4،2- ديكاترين | |

## نشاط ٨-٤ التراكيب والروابط الكيميائية في الجزيئات العضوية

ستتدرب في هذا النشاط على استنتاج التراكيب ثلاثية الأبعاد 3D للجزيئات العضوية باستخدام نظرية تنافر أزواج الإلكترونات في مستوى التكافؤ (VSEPR). كما سوف تراجع الروابط σ وπ والأفلاك المهجنة.

**مهم**

يستخدم هذا النشاط المعرفة السابقة حول نظرية تنافر الإلكترونات وروابط سيجما وباي (الوحدة الثالثة). تأكد من أنك قمت بمراجعة ذلك. تذكر أن المدار الهجين sp الواحد يحتوي على فصين حيث يكون أحدهما أصغر حجمًا بكثير من الآخر.

١. الصيغة البنائية للميثان هي $CH_4$. والصيغة البنائية للإيثان هي $CH_3CH_3$.

أ. ارسم مخططات توضح الصيغة الكيميائية الفراغية (ثلاثية الأبعاد 3D) للميثان والإيثان.

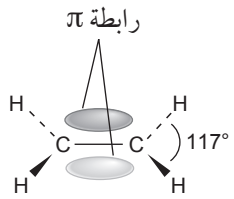
**ب.** ما قيمة زوايا الروابط H–C–H في هذَين المركبَين؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

**٢.** يوضح الشكل ٨–١ تركيب الإيثين.

صف تكوين الروابط σ و π والأفلاك في الإيثين باستخدام المصطلحات الآتية:
الأفلاك s والأفلاك p والتهجين $sp^2$.




**الشكل ٨–١:** تركيب **الإيثين**.

.....

.....

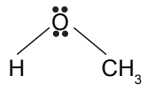
**٣.** اشرح سبب وجود شكل واحد فقط من البيوتان، $CH_3CH_2CH_2CH_3$ ولكن يوجد متشاكلان هندسيان (سيس cis وترانس trans) لـ 2-بيوتين، $CH_3CH{=}CHCH_3$.

.....

.....

**٤.** يوضح الشكل ٨–٢ تركيب الميثانول.

لماذا تكون زاوية الروابط C–O–H أقل من $109.5^\circ$؟ اشرح إجابتك.




**الشكل ٨–٢:** تركيب الميثانول.

.....

.....

**٥.** يمتلك الميثان أفلاكًا مهجنة نسب خصائصها تكون ¼ من s و ¾ من p. استخدم أفكارًا حول الأفلاك المهجنة $sp^3$ لتحديد قيمة زاوية الروابط H–C–H في الميثان واشرحها.

.....

.....

# نشاط ٨-٥ التشاكل

ستتعرف في هذا النشاط على الأنواع المختلفة من التشاكل، وستتدرب على رسم **المتشاكلات الفراغية** باستخدام الصيغ الموسعة ثلاثية الأبعاد.

**مهم**

في **المتشاكلات الهندسية** (cis/trans) تذكّر أن "cis" تعني على الجانب نفسه من الرابطة الثنائية، و"trans" تعني على الجانب المعاكس من الرابطة الثنائية.

تُعدّ المتشاكلات الضوئية نوعًا آخر من **المتشاكلات الفراغية**. وعند رسم متشاكلَين ضوئيين، تخيّل أنك تنظر إلى الصورة المعكوسة في المرآة للمتشاكل المعطى، والذي يتكوّن من أربع مجموعات مختلفة مرتبطة بذرة كربون.

عند رسم المتشاكلات الفراغية تذكّر الآتي: تمثّل الخطوط المتصلة الروابط الموجودة في مستوى الورقة، وتمثّل الخطوط المتقطعة الروابط التي تقع خلف مستوى الورقة، أمّا الخطوط ذات الحواف فتمثّل الروابط التي تقع أمام مستوى الورقة.

١. لماذا يُعدّ ميثيل البروبان والبيوتان **متشاكلَين بنائيَّين**؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

٢. **أ.** ارسم الصيغة الموسعة **لمتشاكل الموقع** للهالوجينوألكان الآتي: $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$.

**ب.** ارسم الصيغة الموسعة لمتشاكل المجموعة الوظيفية للمركب الذي يمتلك الصيغة البنائية الآتية: $CH_3CH(OH)CH_3$.

**ج.** ارسم الصيغ الموسعة لمتشاكلَين آخرَين للألكان $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$.

**مصطلحات علمية**

**التشاكل الهندسي (سيس- ترانس) Cis/trans (geometric) isomerism:** نجده في مركبات غير مشبعة أو حلقية تمتلك الصيغة الجزيئية نفسها والترتيب نفسه للذرات، ولكن أشكالها الهندسية تكون مختلفة.

**المتشاكلات الفراغية Stereoisomers:** مركبات تمتلك جزيئاتها الذرات نفسها المرتبطة بعضها ببعض، لكنها تختلف في الترتيب الفراغي لذراتها، بحيث لا يمكن تركيب الجزيئات بعضها فوق بعض.

**المتشاكلات البنائية Strutural isomers:** مركبات تمتلك الصيغة الجزيئية نفسها وتختلف في صيغها البنائية.

**متشاكلات الموقع Positional isomers:** هي متشاكلات بنائية حيث يختلف موقع المجموعة الوظيفية على السلسلة الرئيسية لكل متشاكل (مثال: $CH_3CH_2CH_2Br$ و $CH_3CHBrCH_3$).

**متشاكلات المجموعة الوظيفية Functional group isomers:** هي متشاكلات بنائية حيث تختلف المجموعة الوظيفية لكل متشاكل (مثال: $CH_3CH_2OH$ و $CH_3OCH_3$).

**مصطلحات علمية**

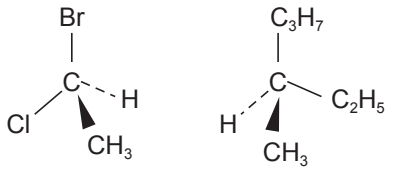
**المركز الكيرالي (غير متناظر) Chiral center:** ذرة كربون مرتبطة بأربع ذرات أو مجموعات ذرية مختلفة. وهذا يسمح بوجود المتشاكلات الضوئية.

**٣. أ.** ارسم الصيغ الموسعة للمتشاكلَين الهندسيَّين للمركب الذي يمتلك الصيغة البنائية الآتية: $CH_3CBr{=}CBrCH_3$، وسمِّ كلًا من هذَين المتشاكلَين. يجب أن تكون الرابطة الثنائية في الموقع نفسه في هذَين المتشاكلَين.

**ب.** ما نوع هذا التشاكل؟

.....

**٤.** يوضح الشكل أدناه صيغتَين موسعتَين (3D) لمركّبَين عضويّيَن:




**P** **Q**

**الشكل ٨–٥**

**أ.** ارسم المتشاكل الضوئي الآخر لكل من هذَين المركّبَين P و Q.

**ب.** حدد **المركز الكيرالي** في كل من هذه المتشاكلات.

# نشاط ٨-٦ تصنيف التفاعلات العضوية

ستتعرف في هذا النشاط على تصنيف التفاعلات العضوية وآليات حدوث التفاعلات.

**مهم**

- غالبًا ما تطرح عليك أسئلة لوصف أنواع التفاعلات الكيميائية. تأكد من أنه يمكنك تعريف المصطلحات الآتية: **تفاعلات الإضافة والحذف والاستبدال والتحلل المائي** والأكسدة والاختزال.
- من المهم التمييز بين نوع التفاعل وآلية حدوث التفاعل. فأنواع التفاعل تتمثل في تفاعلات الحذف أو الإضافة، وهكذا. بينما ترتبط آلية حدوث التفاعل بكيفية تحرك الإلكترونات أثناء التفاعل، مثل النيوكليوفيلي، الإلكتروفيلي، الجذور الحرة.
- عند تكسر الروابط، تذكر أن معنى كلمة "غير متجانس" تعني "مختلف" و "متجانس" تعني متشابه أو متماثل.
- في آليات حدوث التفاعل، تذكر أن البادئة نيوكليو- تعود إلى النواة (شحنة موجبة) والبادئة إلكترو- تعود إلى الإلكترونات (شحنة سالبة).

١. صنّف التفاعلات من (أ) إلى (ز) كتفاعلات إضافة أو حذف أو تحلل مائي أو أكسدة أو اختزال أو إحلال.

أ. $CH_3CH{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_3CHBrCH_2Br$

.....

ب. $CH_2{=}CH_2 + [O] + H_2O \rightarrow CH_2(OH)CH_2(OH)$

.....

ج. $CH_3CH_2CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3CH_2CH_2Cl + HCl$

.....

د. $CH_3CH_2OH + HCl \rightarrow CH_3CH_2Cl + H_2O$

.....

هـ. $CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2CH{=}CH_2 + H_2O$

.....

و. $CH_3CH{=}CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3CH_2CH_3$

.....

ز. $C_2H_5Br + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + HBr$

.....

**مصطلحات علمية**

**تفاعل الإضافة Addition reaction:** تفاعل عضوي يندمج فيه جزيئان أو أكثر لتكوين جزيء ناتج واحد.

**تفاعل الحذف Elimination reaction:** تفاعل تتم فيه إزالة (نزع) جزيء صغير، مثل ($H_2O$) أو (HX)، من جزيء عضوي (حيث إن X تمثل ذرة هالوجين).

**تفاعل الاستبدال (الإحلال) Substitution reaction:** تفاعل يتضمن استبدال ذرة أو مجموعة ذرات بأخرى تحل محلها في جزيء ما.

**التحلل المائي Hydrolysis:** هو تفاعل جزيء عضوي مع الماء، ويؤدي عادة إلى حدوث استبدال أو حذف.

٢. أكمل التوصيفات الآتية:

أ. في **الانشطار المتجانس**، تتكسر رابطة تساهمية فيتكوّن ..... حرّان.

ب. في ..... **غير المتجانس**، تتكسر رابطة ..... بحيث تحصل إحدى ذرّتَي الرابطة على كلا ..... الرابطة.

ج. **النيوكليوفيل** جسيم ..... زوجًا من الإلكترونات إلى ذرة عندها ..... في الإلكترونات.

د. **الإلكتروفيل** جسيم يمتلك ..... موجبة كلية أو جزئية ويستقبل ..... من الإلكترونات من جسيم آخر.

هـ. **الأيون الكربوني** الموجب أيون عضوي يحتوي على ذرة ..... تحمل شحنة .....

و. ..... الحر جسيم يمتلك إلكترونًا ..... (..... ، .....).

٣. حدد في كل من الخطوات الموضحة أدناه ما إذا كانت خطوة **ابتداء** أم **انتشار** أم **إيقاف**.

أ. $CH_3\bullet + CH_3\bullet \rightarrow CH_3CH_3$ .....

ب. $Cl{-}Cl \xrightarrow{\text{أشعة UV}} 2Cl\bullet$ .....

ج. $Cl\bullet + CH_4 \rightarrow CH_3\bullet + HCl$ .....

٤. يوضح الشكل أدناه أربعة أنواع من الجسيمات.

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| $Cl^-$ | $O\bullet$ | $CH_3CH_2\bar{C}H_2$ | $CH_3-\overset{CH_3}{\overset{\vert}{C^+}}-CH_3$ |

أيٌّ من هذه الجسيمات هو:

أ. جذر حر.

ب. أيون كربوني موجب.

**مصطلحات علمية**

**الانشطار (التكسر أو التفكك) غير المتجانس Heterolytic fission:** كسر رابطة تساهمية بشكل "غير متساوٍ"، حيث تحصل إحدى الذرّتَين (ذات السالبية الكهربائية الأكبر) على كلا إلكترونَي الرابطة لتكوّن أيونًا سالبًا في حين تتحوّل الذرة الأخرى إلى أيون موجب.

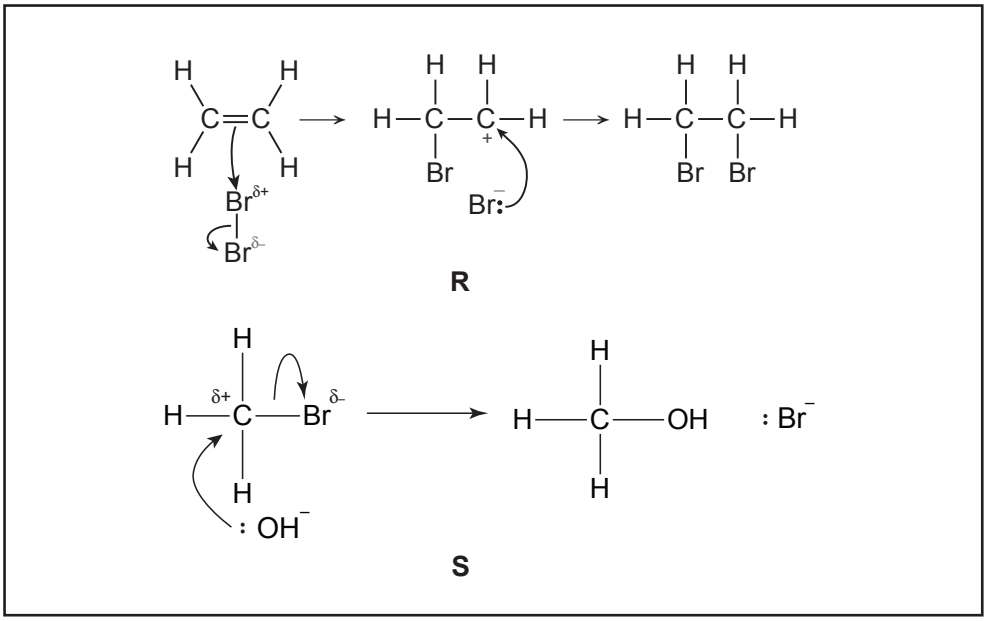
**الانشطار (التكسر أو التفكك) المتجانس Homolytic fission:** كسر رابطة تساهمية بشكل "متساوٍ"، حيث تحصل كل ذرة على إلكترون واحد من زوج إلكترونات الرابطة لتكوين جذرَين حرَّين

**النوكليوفيل (المحب للنواة) Nucleophile:** جسيم (ذرة أو جزيء أو أيون) يمكنه أن يسلك كمانح لزوج من الإلكترونات.

**الإلكتروفيل (المحب للإلكترونات) Electrophile:** جسيم (ذرة أو جزيء أو أيون) يمكنه أن يسلك كمستقبِل لزوج من الإلكترونات.

**الأيون الكربوني الموجب Carbocation:** مجموعة ألكيل تحمل شحنة موجبة واحدة على إحدى ذرات الكربون فيها، مثل $CH_3^+$.

**٥.** يوضح الشكل أدناه جزءًا من آليتَي حدوث تفاعل الاستبدال.




صف كلًا من هاتَين الآليتَين باستخدام المصطلحات الآتية: إضافة، وإلكتروفيل، ونيوكليوفيل واستبدال. اشرح إجاباتك.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**مصطلحات علمية**

**خطوة الابتداء Initiation step:** تكوين الجذور الحرة من خلال الانشطار المتجانس.

**خطوة الانتشار Propagation step:** إنتاج مزيد من الجذور الحرة من خلال تفاعل الجذور الحرة مع جزيئات أخرى.

**خطوة الإيقاف (الانتهاء) Termination step:** تفاعل الجذور الحرة واندماجها فيما بينها لتكوين جزيء.

## نشاط ٨-٧ رسم مركبات عضوية

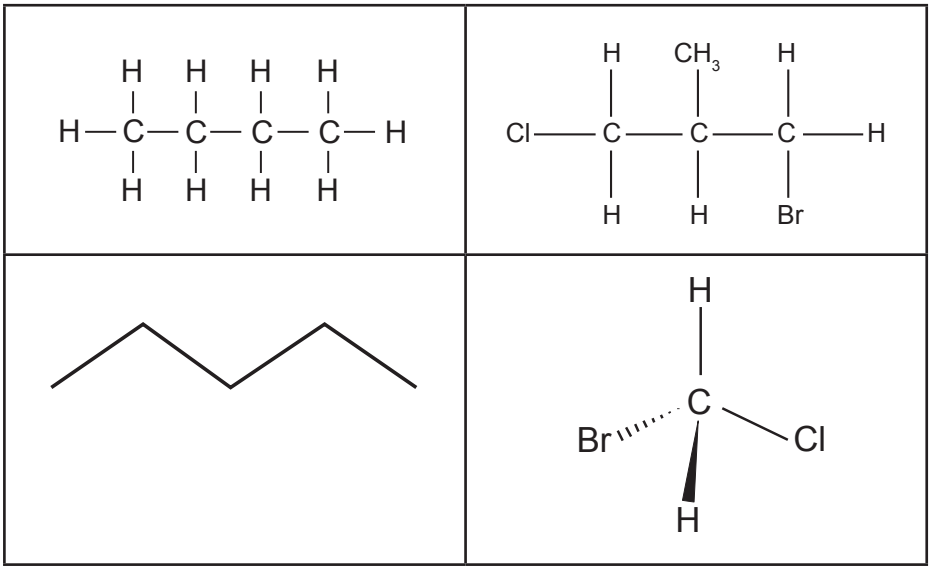
سترسم في هذا النشاط العملي صيغًا لجزيئات عضوية باستخدام حزمة البرامج الحاسوبية الكيميائية المتخصصة، مثل ChemDraw. إذا لم يكن هذا متاحًا، يمكنك استخدام أي برنامج يتيح لك رسم خطوط وأشكال وحروف بسهولة أو تمثيلها باستخدام نماذج الكرة والعصا.

**ستحتاج إلى**

**الموادّ والأدوات:**

- برنامج ChemDraw على جهاز حاسوب مكتبي أو حاسوب محمول، أو برامج تسمح برسم الخطوط والأشكال (مثل Microsoft Word، Pages).

١. تدرّب على مهارات الرسم في البرامج الحاسوبية من خلال محاولة رسم الصيغ الموسعة والهيكلية الآتية:



٢. ارسم الصيغ الموسعة للمركبات العضوية الأساسية الآتية:

| ميثان | إيثان | بروبان |
|---|---|---|
| إيثين | بروبين | 1- بيوتين |
| ميثانول | إيثانول | 2- بروبانول |
| كلوروميثان | ثنائي كلوروميثان | بروموثلاثي كلوروميثان |

٣. ارسم الصيغ البنائية للمتشاكلات الآتية:

| متشاكلات الموقع | $C_4H_8Cl_2$ | $C_3H_6Cl_2$ |
|---|---|---|
| متشاكلات المجموعة الوظيفية | $C_2H_6O$ | $C_5H_{10}$ |
| متشاكلات السلسلة الكربونية | $C_6H_{14}$ | $C_5H_{12}$ |
| متشاكلات Cis/trans | $C_4H_8$ | $C_2H_2Br_2$ |
| متشاكلات ضوئية | $CH_3CH(OH)CH_2CH_3$ | CHBrClF |

٤. ارسم الصيغ الهيكلية للجزيئات الآتية:

| هكسان | هبتان | أوكتان | ديكان |
|---|---|---|---|
| 2- ميثيل بروبان | 2،2- ثنائي ميثيل بروبان | 3،2- ثنائي ميثيل بيوتان | 3- إيثيل بنتان |
| بروبان حلقي | ميثيل بروبان حلقي | بنتان حلقي | 3،1- ثنائي ميثيل بنتان حلقي |
| 3- هكسين | 4- أوكتين | 5- ميثيل–3- نونين | 6- إيثيل–2- ميثيل–4- ديسين |
| 1- بروموـ3- كلوروبيوتان | 2- ميثيل–2- بنتانول | 5،2،1- ثلاثي كلورو هكسان | 5- إيثيل–3- أوكتانول |

## أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. تحتوي عيّنة من مركّب عضوي على 47.4 g من الكربون و 10.5 g من الهيدروجين و 42.1 g من الأكسجين. قيم $A_r$ لـ C = 12.0، H = 1.00، O = 16.0.

١- استنتج الصيغة الأولية لهذا المركّب.

٢- الكتلة المولية للمركب تساوي 76 g/mol. استنتج الصيغة الجزيئية لهذا المركّب. وضّح جميع خطوات الحل.

ب. تمتلك الصيغة الجزيئية $C_4H_9OH$ عدة متشاكلات. ارسم ثلاثة تراكيب من هذه المتشاكلات.

ج. يتفاعل 1- بيوتانول مع كل من كلوريد الهيدروجين بوجود حمض الكبريتيك المركز كعامل حفاز، وفقًا للمعادلتَين الآتيتَين:

المعادلة (أ): $C_4H_9OH + HCl \rightarrow C_4H_9Cl + H_2O$

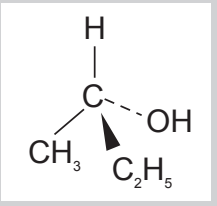
المعادلة (ب): $C_4H_9OH \xrightarrow{H_2SO_4} C_4H_8 + H_2O$

اذكر نوع التفاعل الذي تمثله:

١- المعادلة (أ)

٢- المعادلة (ب)

د. يوضح الشكل التالي **التركيب ثلاثي الأبعاد** لكحول آخر.




ارسم المتشاكل الضوئي لهذا الكحول.

هـ. الصيغة البنائية لـ 2- بنتانول هي $CH_3CH(OH)CH_2CH_2CH_3$.

١- ارسم الصيغة الهيكلية لـ 2- بنتانول.

٢- حدد المركز الكيرالي في الـ 2- بنتانول. اشرح إجابتك.

### مهم

- تأكد من أنك تعرف كيفية كتابة الأنواع المختلفة من الصيغ الكيميائية.
- عند رسم التركيب ثلاثي الأبعاد للمتشاكلات الضوئية، تذكّر أن تبدأ بالذرة التي تمثل المركز الكيرالي. فالمركز الكيرالي هو الوحيد الذي يكون مرتبطًا بأربع مجموعات (أو ذرات) مختلفة.

### مصطلحات علمية

**التركيب ثلاثي الأبعاد 3D structure:** الصيغة البنائية التي توضح الترتيب الدقيق للذرات في الفضاء. تمثّل الخطوط المتصلة الروابط الموجودة في مستوى الورقة، وتمثّل الخطوط المتقطعة الروابط التي تقع خلف مستوى الورقة، أمّا الخطوط ذات الحواف فتمثّل الروابط التي تقع أمام مستوى الورقة.

## تابع

٢. تمتلك مركبات الـ 1- كلورو ألكانات المجموعة الوظيفية Cl- في طرف السلسلة الكربونية.

أ. ارسم الصيغة البنائية لـ 1- كلوروبروبان.

ب. يمكن تحضير الكلورو ألكانات بوساطة تفاعل الكلور مع الألكانات بوجود الضوء.

الخطوة الأولى في هذا التفاعل هي:

$$Cl_2 \xrightarrow{UV} 2Cl\bullet$$

١- ماذا يسمى الجسيم $Cl\bullet$؟

٢- ما نوع تكسر الرابطة الذي يحدث في هذا التفاعل؟

ج. يتم إنتاج 1- كلوروبروبان عندما يتفاعل $Cl\bullet$ مع البروبان.

١- أكمل المعادلة:

$$\ldots\ldots\ldots\ldots + Cl\bullet \rightarrow \ldots\ldots\ldots\ldots + CH_3CH_2CH_2\bullet$$

٢- اختر من القائمة أدناه المصطلح الصحيح للتفاعل المذكور في الجزئية ١.

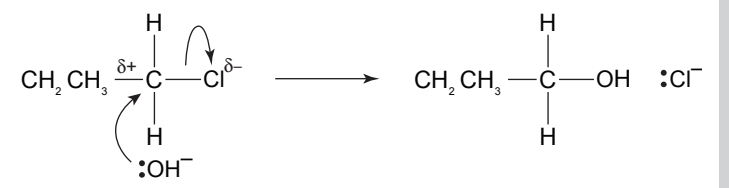
| خطوة الابتداء | خطوة الانتشار | خطوة الإيقاف |
|---|---|---|

د. ينتج أيضًا 1- كلوروبروبان عندما يندمج الجذران $CH_3CH_2CH_2\bullet$ و $Cl\bullet$ فيما بينهما.

١- اكتب معادلة توضح كيفية إنتاج 1- كلوروبروبان بهذه الطريقة.

٢- يُعدّ الهكسان أيضًا مادة ناتجة محتملة. اشرح كيف يتكوّن الهكسان في هذه الحالة، مستخدمًا معادلة تدعم إجابتك.

هـ. يوضح الشكل آلية حدوث تفاعل 1- كلوروبروبان مع أيون الهيدروكسيد.




١- اذكر نوع التفاعل الذي توضحه آلية التفاعل في الشكل أعلاه.

**تابع**

٢- توضح آلية حدوث التفاعل أن الأيون $OH^-$ يهاجم 1-كلوروبروبان. حدد نوع **الجسيمات المهاجمة** التي يمثلها الأيون $OH^-$ في هذه الآلية. اشرح إجابتك.

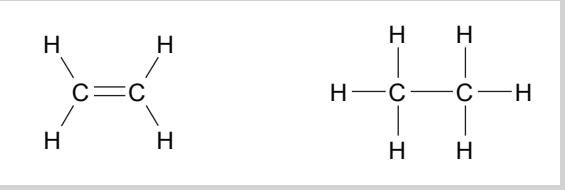
٣- حدد نوع انشطار الرابطة بين ذرّتَي C و Cl واشرح سبب حدوثه.

٤- اذكر اسم المادة العضوية الناتجة.

**مهم**

يتعلق السؤال ٣ بالإيثان والإيثين. تأكد من قراءة السؤال بعناية حتى لا يختلط عليك الأمر بالنسبة إلى المركبات.

**٣.** يُعدّ الإيثان والإيثين من الهيدروكربونات. وهما ينتميان على التوالي إلى السلسلة المتجانسة للألكانات والسلسلة المتجانسة للألكينات. ادرس الشكلين أدناه ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



**أ.** ١- استنتج الصيغة الجزيئية لكل من الإيثان والإيثين.

٢- استنتج الصيغة الأولية لكل من الإيثان والإيثين.

٣- يمكن استخدام الصيغة الأولية للإيثين لإيجاد الصيغة الجزيئية لأي ألكين؛ ولا يمكن استخدام الصيغة الأولية للإيثان لإيجاد الصيغ الجزيئية لأي ألكان. اشرح السبب.

**ب.** يتفاعل الإيثان مع الكلور عند تعرضه لأشعة الشمس، وفقًا للمعادلة الآتية:

$$CH_3CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{UV} CH_3CH_2Cl + HCl$$

١- حدّد نوع هذا التفاعل.

٢- إذا تمّ استخدام فائض من الكلور، تتكوّن مادة ناتجة تمتلك الصيغة الجزيئية $C_2H_4Cl_2$. ارسم الصيغة الموسعة لكل من المتشاكلَين البنائيَّين اللذَين يمتلكان هذه الصيغة الجزيئية.

٣- حدّد نوع التشاكل البنائي الموضح في الجزئية ب ٢.

**ج.** يتفاعل الإيثين مع الكلور عند درجة حرارة وضغط الغرفة، وفقًا للمعادلة الآتية:

$$CH_2{=}CH_2 + Cl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2$$

**تابع**

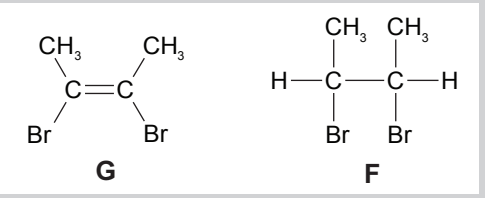
١- حدد نوع هذا التفاعل.

٢- خلال هذا التفاعل، يتكون متشاكل بنائي واحد فقط يمتلك الصيغة الجزيئية $C_2H_4Cl_2$. سمِّ هذا المتشاكل البنائي واشرح سبب تكوّنه خلال هذا التفاعل.

٣- ارسم صيغة هيكلية للمتشاكل البنائي الذي حددته في الجزئية ج ٢.

د. صف بنيتَي الإيثان والإيثين بما في ذلك زوايا الروابط واشرحهما في ضوء الأفلاك المهجنة والروابط سيجما (σ) وباي (π).

٤. يوضح الشكل أدناه بنيتَي ثنائي برومو ألكان **F** وثنائي برومو ألكين **G**:




أ. ١- ارسم متشاكلًا من متشاكلات الموقع للمركب **F**.

٢- ارسم متشاكلًا من متشاكلات السلسلة للمركب **F**.

٣- لماذا لا يمكن وجود متشاكل مجموعة وظيفية للمركب **F**؟ اشرح إجابتك.

ب. ١- حدّد ما إذا كان المركب **G** متشاكلًا trans/cis.

٢- ارسم المتشاكل الآخر للمركب **G**.

٣- ارسم وسمّ المتشاكل البنائي للمركب **G** الذي يمتلك أيضًا رابطة ثنائية ولكنه لا يظهر أي تشاكل هندسي (trans/cis).

٤- اشرح سبب وجود تشاكل هندسي (trans/cis) للتركيب **G** وسبب عدم وجود هذا النوع من التشاكل للتركيب **F**.

ج. يُعدّ المتشاكل الضوئي نوعًا آخر من المتشاكلات الفراغية.

١- عرف المصطلح «متشاكل ضوئي».

٢- اشرح سبب عدم وجود متشاكل ضوئي للصيغة البنائية **G**.

٣- يوجد ثلاثة تراكيب ثلاثية الأبعاد محتملة للمركب **F**. اثنان منها متشاكلان ضوئيان. ارسم هذه التراكيب الثلاثة **F** الثلاثة، محدّدًا ما لا يُعدّ متشاكلًا ضوئيًّا.

# الهيدروكربونات والهالوجينوألكانات

# Hydrocarbons and Halogenoalkanes

## أهداف التعلُّم

٩-١ يشرح ضعف النشاط الكيميائي للألكانات، من حيث قطبيتها، ويصف احتراقها الكامل وغير الكامل.

٩-٢ يصف الآثار البيئية لأحادي أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، والهيدروكربونات غير المحترقة الناتجة من احتراق الألكانات في محركات المركبات، وكيفية تحويل هذه الملوّثات بوساطة محولات مجهزة بعوامل حفّازة.

٩-٣ يشرح تفاعل الاستبدال (الإحلال) بوساطة الجذور الحرة في الألكانات مع الكلور ($Cl_2$) والبروم ($Br_2$) بوجود أشعة فوق بنفسجية، موضحًا آلية التفاعل في خطواته الثلاث (استخدام الأسهم المنحنية غير مطلوب).

٩-٤ يصف تفاعلات الإضافة للألكينات مع كل من:

(أ) الهيدروجين $H_2(g)$ في تفاعل الهدرجة، بوجود العامل الحفّاز Pt/Ni، والحرارة.

(ب) الهالوجين $X_2$ عند درجة حرارة الغرفة.

(ج) هاليد الهيدروجين HX(g) عند درجة حرارة الغرفة.

(د) بخار الماء $H_2O(g)$، بوجود العامل الحفّاز $H_3PO_4$.

٩-٥ يشرح آلية تفاعلات الإضافة الإلكتروفيلية التي تحدث للألكينات مع الهالوجينات وهاليدات الهيدروجين، متضمنة التأثيرات الحثية لمجموعات الألكيل على استقرار الكاتيونات الكربونية المتكونة.

٩-٦ يصف عملية أكسدة الألكينات باستخدام محلول حمضي مخفف وبارد من $KMnO_4$ لتكوين الدايول (مركب عضوي يحتوي على مجموعتَي OH).

٩-٧ يتذكّر المواد الكيميائية والظروف التي يمكن عن طريقها إنتاج الهالوجينوألكانات (هاليدات الألكيل) من التفاعلات الآتية:

(أ) تفاعل الاستبدال في الألكانات بوساطة الجذور الحرة باستخدام $Cl_2$ أو $Br_2$.

(ب) تفاعل الإضافة الإلكتروفيلية لألكين ما مع هالوجين $X_2$، أو هاليد الهيدروجين HX(g).

(ج) تفاعل الاستبدال للكحولات مع:

(١) HX

(٢) KBr و $H_2SO_4$

(٣) $PCl_5$ أو $SOCl_2$

٩-٨ يصنّف الهالوجينوألكانات (هاليدات الألكيل) إلى أولية وثانوية وثالثية.

٩-٩ يصف تفاعل الاستبدال النيوكليوفيلي للهالوجينوألكانات (هاليدات الألكيل) مع:

(أ) محلول NaOH(aq) بالتسخين لإنتاج كحول.

(ب) محلول نترات الفضة المائي في الإيثانول كطريقة لتحديد نوع الهالوجين الموجود.

٩-١٠ يصف تفاعل الإزالة للهالوجينوألكانات مع NaOH في الإيثانول بالتسخين لإنتاج ألكين ما كما هو موضّح مع البروموإيثان.

٩-١١ يشرح آلية الاستبدال النيوكليوفيلي للهالوجينوألكانات (هاليدات الألكيل) الأولية مع كل من محلول NaOH المائي، والماء.

٩-١٢ يصف النشاط الكيميائي للهالوجينوألكانات (هاليدات الألكيل) ويشرحها.

# الأنشطة

## نشاط ٩-١ تفاعلات الألكانات

ستتعرف في هذا النشاط على تفاعلات الاحتراق والاستبدال للألكانات.

**مهم**

عند كتابة معادلات الاحتراق، قم أولًا بوزن ذرات الكربون C ثم ذرات الهيدروجين H.
ثم قم بوزن ذرات الأكسجين في النهاية.
تتضمن آلية استبدال ذرات الهيدروجين H في الألكانات بذرات الكلور Cl باستخدام الأشعة (UV)، الخطوات الثلاث الآتية:

- خطوة الابتداء: كسر الرابطة Cl–Cl لتكوين جذور حرة.
- خطوة (أو خطوات) الانتشار: إنتاج المزيد من الجذور الحرة •Cl.
- خطوة الإيقاف: اندماج الجذور الحرة فيما بينها.

١. ما الذي يمكن أن تلاحظه، في حال حدوث التفاعلات الآتية؟ اشرح إجابتك.

**أ.** إضافة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) إلى ألكان سائل.

.....

.....

**ب.** وضع عود ثقاب مشتعل بالقرب من سطح الهكسان السائل $C_6H_{14}$.

.....

.....

**ج.** خلط الإيثين $C_2H_4$ مع بخار البروم $Br_2$ في الظلام.

.....

.....

**د.** إضافة ماء اليود $I_2$ إلى الهكسان السائل ثم رجّ المخلوط.

.....

.....

**هـ.** خلط الكلور $Cl_2$ مع الإيثان $C_2H_6$ في أنبوبة مغلقة بوجود ضوء الشمس.

.....

.....

**٢.** أكمل معادلات **الاحتراق** الكامل للألكانات الآتية:

**أ.** $C_6H_{14}$ + ..... $O_2 \rightarrow 6CO_2 + 7H_2O$

**ب.** ..... + ..... → ..... + $C_3H_8$

**ج.** ..... + ..... → ..... + $C_{10}H_{22}$

**٣.** أكمل معادلات الاحتراق غير الكامل للألكانات الآتية:

**أ.** $H_2O$ ..... + ..... $CO \rightarrow$ ..... + $C_4H_{10}$

**ب.** ..... + ..... → ..... + $C_7H_{16}$

**ج.** ..... + ..... → ..... + $C_{12}H_{26}$

**٤.** بوجود الأشعة فوق البنفسجية (UV)، تخضع الألكانات لتفاعلات **الاستبدال** بالجذر الحر.

أكمل خطوات تفاعل الإيثان $C_2H_6$ مع الكلور $Cl_2$، بوجود الأشعة فوق البنفسجية.

الخطوة الأولى هي انشطار ..... وفق المعادلة الآتية:

..... → $Cl_2$

الخطوة الثانية هي خطوة ..... التي تهاجم فيها ..... الحرة للكلور جزيئات الإيثان وفق المعادلة الآتية:

..... + ..... → $C_2H_5$• + $C_2H_6$

بوجود جزيء الكلور، يحدث المزيد من التفاعل مع $C_2H_5$• وإعادة إنتاج جذور حرة وفق المعادلة الآتية:

..... + $C_2H_5Cl \rightarrow C_2H_5$• + $Cl_2$

بوجود فائض من الكلور، يمكن أن تستمر هذه العملية حتى يتم استبدال ذرات الهيدروجين جميعها بالكلور.

ويمكن إيقاف التفاعل عندما تندمج الجذور الحرة فيما بينها. على سبيل المثال:

$C_2H_5Cl \rightarrow$ ..... + $C_2H_5$•

..... → $C_2H_5$• + $C_2H_5$•

**مصطلحات علمية**

**الاحتراق Combustion:** هو عملية حرق مادة ما بوجود غاز الأكسجين أو الهواء.

**الاستبدال Substitution:** تفاعل يتم خلاله استبدال ذرة موجودة على ذرة كربون (هيدروجين أو هالوجين مثلاً)، بذرة أخرى تحل محلها على ذرة الكربون نفسها.

**استبدال بالجذر الحر Free-radical substitution:** هو التفاعل الذي تحل فيه ذرات هالوجين محل ذرات هيدروجين في جزيئات هيدروكربونية.

٥. أكمل الجمل الآتية حول الألكانات.

تتميز الألكانات كالإيثان والبروبان بشكل عام بأنها غير نشطة كيميائيًّا باستثناء التفاعل مع الكلور بوجود أشعة ..... والتفاعل مع الأكسجين. يمكن شرح ضعف النشاط الكيميائي للألكانات في ضوء القطبية وقوة الروابط. يمتلك كلا الكربون والهيدروجين قيمًا سالبية كهربائية متقاربة فيما بينها، لذا فإن الروابط C–C و C–H تكون ..... ولا تجذب الجسيمات مثل ..... و ..... لتتفاعل معها. تعد طاقات الروابط C–C و C–H ..... نسبيًّا الأمر الذي يجعل ..... صعبًا.

## نشاط ٩-٢ تفاعلات الألكينات

**مهم**

الكثير من تفاعلات الألكينات هي تفاعلات إضافة، بحيث تتكون مادة ناتجة واحدة. لذلك يمكن بسهولة ربط صيغة المادة الناتجة بصيغ المواد المتفاعلة.

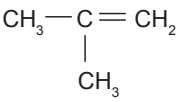
ستراجع في هذا النشاط تفاعلات الألكينات بما في ذلك آلية حدوث تفاعل الإضافة الإلكتروفيلية.

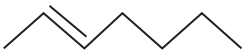
١. طابق بين المواد المتفاعلة والظروف في العمود الأيمن مع المواد العضوية الناتجة في العمود الأيسر.

| | |
|---|---|
| **1.** الإيثين والهيدروجين والعامل الحفاز النيكل | **أ.** $CH_2Br–CH_2Br$ |
| **2.** الإيثين وبروميد الهيدروجين | **ب.** $CH_2Cl–CH_2Cl$ |
| **3.** الإيثين ومحلول مخفف وبارد من $KMnO_4$ في وسط حمضي | **ج.** $CH_3–CH_3$ |
| **4.** الإيثين والبروم السائل | **د.** $CH_2OH–CH_2OH$ |
| **5.** الإيثين وبخار الماء وحمض الفوسفوريك (كعامل حفاز) عند درجة حرارة مرتفعة | **هـ.** $CH_3CH_2Br$ |
| **6.** الإيثين وغاز الكلور | **و.** $CH_3CH_2OH$ |

٢. سمِّ المركبات الآتية:

أ. $CH_3CH{=}CHCH_2CH_3$

ب. 

ج. 

٣. أكمل المعادلات الآتية لبعض تفاعلات الألكينات.

أ. $CH_3CH{=}CHC_2H_5 + Cl_2 \longrightarrow$ .....

ب. $CH_2{=}CHCH_2CH{=}CH_2 + ..... H_2 \xrightarrow{Ni}$ .....

ج. ..... $+ H_2O \xrightarrow{H_3PO_4 \text{ مركّز}} CH_3CH_2OH$

د. $CH_3CH{=}CHCH_3 + ..... H_2O + ..... \xrightarrow[\text{في وسط حمضي}]{\text{محلول مخفف وبارد من } KMnO_4} CH_3CH(OH)CH(OH)CH_3$

هـ. ..... + ..... $\leftarrow CH_3CH_2CH{=}CH_2 + HBr$

٤. تعدّ الألكينات **هيدروكربونات غير مشبعة**. صف اختبارًا كيميائيًّا يمكنك إجراؤه للتمييز بين الهيدروكربونات غير المشبعة والهيدروكربونات المشبعة.

.....

.....

.....

**مصطلحات علمية**

**الهيدروكربونات غير المشبعة Unsaturated hydrocarbons:** مركبات تتكوّن من الهيدروجين والكربون فقط، وتحتوي جزيئاتها على روابط كربون–كربون ثنائية أو ثلاثية.

**الهيدروكربون المشبع Saturated hydrocarbon:** هو مركب يتكون من الكربون والهيدروجين فقط، وتكون فيه الروابط كربون–كربون جميعها روابط تساهمية أحادية.

**مهم**

عند استخدام منجنات (VII) البوتاسيوم كعامل مؤكسِد، يمكن كتابة الأكسجين المضاف كـ [O].

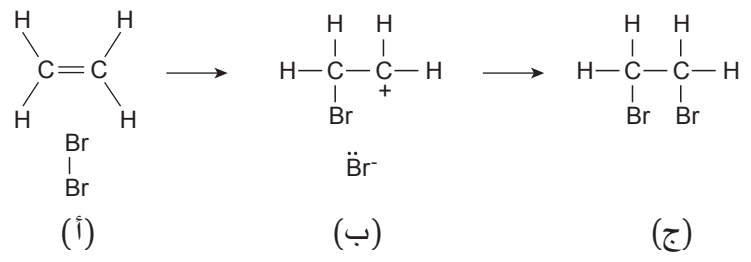
## نشاط ٩-٣ الإضافة الإلكتروفيلية

**مصطلحات علمية**

**الإلكتروفيلي Elecrtophilic:** آلية حدوث تفاعل تتضمن إلكتروفيل واحدًا يستقبل زوجًا من الإلكترونات.

ستتعرف في هذا النشاط على آلية حدوث تفاعل الإضافة **الإلكتروفيلية** إلى الألكينات.

١. يوضح التمثيل البياني أدناه خطوات عملية تحويل الإيثين إلى 2،1- ثنائي بروموإيثان والجسيمات المشاركة في العملية.



**أ.** عندما يقترب جزيء البروم من جزيء الإيثين يصبح جزيء البروم مستقطبًا. اشرح السبب، موضحًا المقصود بالمستقطب.

.....

.....

**ب.** أكمل الخطوة (أ) لتوضيح حركة أزواج الإلكترونات باستخدام سهمَين منحنيَين.

.....

.....

**ج.** هل يعد كسر الرابطة Br–Br متجانسًا أم غير متجانس؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

**د.** بالنسبة إلى الجسيمات العضوية في الخطوة (ب)، تحمل إحدى ذرتي الكربون شحنة موجبة. ما اسم هذا النوع من الجسيمات؟

.....

.....

**هـ.** أكمل الخطوة (ب) لتوضيح حركة أزواج الإلكترونات باستخدام سهم منحن.

.....

.....

**و.** أي جسيم هو الإلكتروفيل في الخطوة (ب)؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

**٢.** عندما يتدفق الغاز 1- بيوتين عبر حمض الهيدروكلوريك المركز، تتكون مادتان ناتجتان. وتكون الصيغة البنائية للمادة الناتجة الرئيسية $CH_3CH_2CHClCH_3$.

**أ.** ارسم الصيغة البنائية للمادة الناتجة الثانوية وسمّها.

.....

.....

**مهم**

تتضمن الإضافة الإلكتروفيلية منح أزواج من الإلكترونات من قبل جسيم ذي كثافة إلكترونية إلى جسيم لديه نقص في الإلكترونات.

تعد الكاتيونات الكربونية مثالاً على جسيمات عضوية لديها نقص في الإلكترونات.

**مصطلحات علمية**

**الجسيم Species:** ذرة أو أيون أو جزيء معين.

**ب.** ارسم صيغة الكاتيون الكربوني الوسيط الذي يؤدي إلى تكوين المادة الناتجة الرئيسية.

.....

.....

**ج.** استخدم أفكارًا حول استقرار الكاتيونات الكربونية الأولية والثانوية لشرح سبب كون $CH_3CH_2CHClCH_3$ المادة الناتجة الرئيسية.

.....

.....

## نشاط ٩-٤ احتراق الوقود الأحفوري

ستتعرف في النشاط على الآثار البيئية الناتجة من حرق الوقود الهيدروكربوني وعلى أهمية استخدام المحولات المحفّزة للحد من انبعاثات أكاسيد النيتروجين وأحادي أكسيد الكربون من محركات السيارات.

اقرأ الفقرة أدناه حول احتراق الوقود الأحفوري ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

ينتج من حرق الوقود الأحفوري كمية صغيرة من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي مقارنة بتلك التي تطلقها عملية تنفس الحيوانات، فيمتص ثاني أكسيد الكربون الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض. يعد ثاني أكسيد الكربون من الغازات الدفيئة والتي تشمل أيضًا الميثان وبخار الماء. والحرارة التي تمتصها الغازات الدفيئة ترفع درجة حرارة الغلاف الجوي (**الاحتباس الحراري**). وقد تم ربط ذلك بظاهرة التغير المناخي.

بينما ينتج من الاحتراق غير الكامل للوقود الأحفوري انبعاث أحادي أكسيد الكربون، الذي يعد مادة سامة. وبالإضافة إلى انبعاثات أكاسيد الكربون وجسيمات كربونية، تنتج محركات السيارات أيضًا أكاسيد النيتروجين و**مركبات عضوية متطايرة (VOCs)**. وقد تكون بعض الجسيمات والمركبات العضوية المتطايرة موادَّ مسرطنة. ويمكن تجهيز السيارات ذات المحركات التي تعمل على البنزين بمحولات محفّزة تؤكسد أحادي أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون وتختزل أكاسيد النيتروجين إلى نيتروجين. كما يحتوي الوقود الأحفوري أيضًا على الكبريت، والذي يؤدي احتراقه إلى تكوين ثنائي أكسيد الكبريت $SO_2$ وثلاثي أكسيد الكبريت $SO_3$، اللذين يُسهمان في ازدياد الأمطار الحمضية. ويمكن للعلماء مراقبة الغازات الملوثة الموجودة في الهواء باستخدام **مطيافية الأشعة تحت الحمراء**، والتي تقيس امتصاص الأشعة تحت الحمراء من قبل روابط معينة في جزيء ما.

**مهم**

تعد معالجة المعلومات مهارة مهمة. استخدم المعلومات الواردة في الفقرة المقابلة بالإضافة إلى معلوماتك الخاصة للإجابة عن الأسئلة من (١) إلى (٨).

**مصطلحات علمية**

**الاحتباس الحراري Global warming:** ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي الناجم عن الغازات الدفيئة التي تحبس الأشعة تحت الحمراء المنعكسة من سطح الأرض.

١. لماذا يعد ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون الناتج من حرق الوقود الأحفوري مصدر قلق عالمي على الرغم من أنه أقل بكثير من الكمية الناتجة من التنفس؟

.....

.....

٢. لماذا لا يقلق العلماء كثيرًا من وجود بخار الماء في الغلاف الجوي، على الرغم من أنه يعد من الغازات الدفيئة؟

.....

.....

٣. أعط تأثيرَين لتغير المناخ.

.....

.....

٤. اكتب المعادلة الموزونة التي تمثل الاحتراق الكامل للبنتان.

.....

.....

٥. ما المقصود بكلمة **مسرطن**؟ أعط مثالَين عن ملوّثات للغلاف الجوي يمكن أن تكون مسرطنة.

.....

.....

٦. اكتب المعادلة الموزونة التي توضح تفاعل أحادي أكسيد النيتروجين (أكسيد النيتريك) NO مع أحادي أكسيد الكربون في محول محفز.

.....

.....

٧. صف كيفية استخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء لإيجاد تركيز الملوثات في الغلاف الجوي.

.....

.....

**مصطلحات علمية**

**المركبات العضوية المتطايرة VOCs Volatile organic compounds:** مركبات عضوية (غالبًا هيدروكربونات) ذات درجات غليان منخفضة ويتم إنتاجها في محركات السيارات أو المصانع. تتفاعل هذه المركبات مع أكاسيد النيتروجين والأوزون لتكوين الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي.

**مطيافية الأشعة تحت الحمراء Infrared Spectroscopy:** تقنية لتحديد المركبات بناءً على التغير في اهتزازات ذرات أو مجموعات وظيفية محدّدة عند امتصاص أشعة تحت الحمراء ذات ترددات معينة.

**مسرطن Carcinogenic:** مسبب لمرض السرطان.

٨. ينبعث من محركات الديزل ثنائي أكسيد النيتروجين كمادة ملوثة.

**أ.** اذكر أحد تأثيرات ثنائي أكسيد النيتروجين على صحة الإنسان.

.....

.....

**ب.** يُسهم ثنائي أكسيد النيتروجين في زيادة المطر الحمضي من خلال تفاعله مع مياه الأمطار. اشرح كيف يؤدّي ثنائي أكسيد النيتروجين إلى تكوّن الأمطار الحمضية.

.....

.....

## نشاط ٩-٥ بنية الهالوجينوألكانات وتصنيفها

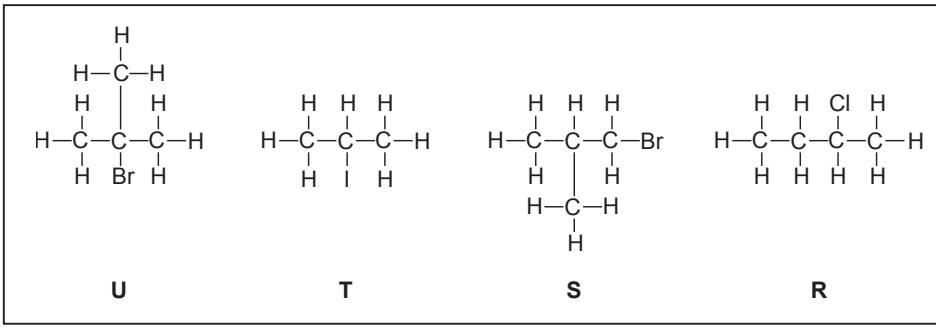
ستتعرف في هذا النشاط على بنية الهالوجينوألكانات.

١. أكمل الجدول أدناه لتوضيح الصيغ البنائية الموسعة والهيكلية لبعض **الهالوجينوألكانات**.

| هالوجينوألكان | الصيغة البنائية | الصيغة البنائية الموسعة | الصيغة الهيكلية |
|---|---|---|---|
| 1- يودوبيوتان | $CH_3CH_2CH_2CH_2I$ | | |
| 2- كلورو 2- ميثيل بروبان | $(CH_3)_2CClCH_3$ | | |
| 3- بروموبنتان | $CH_3CH_2CHBrCH_2CH_3$ | | |

٢. ارسم المتشاكلات الضوئية للمركب كلوروفلوروكربون $CH_3CHClCF_3$.

٣. صنّف الهالوجينوألكانات R و S و T و U إلى **أولية** أو **ثانوية** أو **ثالثية**.




**مصطلحات علمية**

**الهالوجينوألكان Halogenoalkane:** سلسلة متجانسة تم فيها استبدال ذرة هيدروجين واحدة أو أكثر في الألكان بذرة هالوجين واحدة أو أكثر.

**هالوجينوألكان أولي Primary halogenoalkane:** جزيء يحتوي على ذرة كربون مرتبطة بذرة هالوجين واحدة وبمجموعة ألكيل واحدة فقط (أو بذرة كربون أخرى واحدة فقط).

**هالوجينوألكان ثانوي Secondary halogenoalkane:** جزيء يحتوي على ذرة كربون مرتبطة بذرة هالوجين واحدة وبمجموعتي ألكيل (أو بذرتي كربون أخريين).

**هالوجينو ألكان ثالثي Tertiary halogenoalkane:** جزيء يحتوي على ذرة كربون مرتبطة بذرة هالوجين واحدة وبثلاث مجموعات ألكيل (أو بثلاث ذرات كربون أخرى).

# نشاط ٩-٦ تحضير الهالوجينوألكانات

**مهم**

عند رسم صيغة بنائية موسعة تأكد من أن كل ذرة كربون تمتلك أربع روابط.

ستتعرف في هذا النشاط على طرائق تحضير الهالوجينوألكانات وتتدرب على كتابة المعادلات.

١. أكمل المعادلات الآتية لتفاعلات تنتج هالوجينوألكانات:

**أ.** ..... + ..... + ..... $\rightarrow CH_3CH_2CH_2OH + SOCl_2$

**ب.** ..... + ..... $\rightarrow CH_3CH(OH)CH_3 + HBr$

**ج.** ..... + ..... + HCl $\rightarrow CH_3CH_2CH_2OH + PCl_5$

**د.** $CH_3CH_2CH_2Cl + HCl \xrightarrow{\text{أشعة UV}}$ ..... + $Cl_2$

**هـ.** $CH_3CH_2Cl \rightarrow$ ..... + .....

٢. أي من التفاعلات الواردة في الجزئية ١ سينتج ثنائي كلورو ألكان إذا أضيف فائض من المادة المتفاعلة إلى المركب العضوي؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

.....

٣. في الجزئية ١-**ب**، اقترح كيف يمكن تحضير بروميد الهيدروجين من فائضَي المادة المتفاعلة بحيث يتم إطلاقه على الفور في مخلوط التفاعل.

.....

.....

.....

**مهم**

عند كتابة معادلات متعلقة بالهالوجينوألكانات، تأكد من كتابة رمز الهالوجين الصحيح. إذ يعد من السهل جدًا تغيير Br إلى Cl. وتذكر أنه يجب وزن بعض معادلات التفاعلات العضوية.

٤. **أ.** سمِّ آلية حدوث التفاعل المذكور في الجزئية ١-**د**.

.....

.....

**ب.** سمِّ آلية حدوث التفاعل المذكور في الجزئية ١-**هـ**.

.....

.....

## نشاط ٩-٧ تفاعلات الهالوجينوألكانات

ستتعرف في هذا النشاط على تفاعلات الهالوجينوألكانات. تذكر أنه عليك أيضًا معرفة ظروف التفاعل وطبيعة المذيب المستخدم، على سبيل المثال: التسخين واستخدام محاليل كحولية أو مائية.

عند كتابة معادلات التفاعلات العضوية، لا تنس ذكر أي من الجسيمات الصغيرة الناتجة من التفاعل.

١. طابق بين المواد المتفاعلة وظروف التفاعل في العمود الأيمن مع المواد الناتجة في العمود الأيسر.

| | |
|---|---|
| **1.** تقطير مرتد، 1- بروموبروبان مع هيدروكسيد الصوديوم المائي | **أ.** $CH_3CH{=}CH_2$ |
| **2.** تقطير مرتد، بروموإيثان مع هيدروكسيد الصوديوم الإيثانولي | **ب.** $CH_3CH(OH)CH_3$ |
| **3.** تقطير مرتد، 1- بروموبروبان مع هيدروكسيد الصوديوم الإيثانولي | **ج.** $CH_2{=}CH_2$ |
| **4.** تقطير مرتد، بروموإيثان مع هيدروكسيد الصوديوم المائي | **د.** $CH_3CH_2CH_2OH$ |
| **5.** تقطير مرتد، 2- بروموبروبان مع هيدروكسيد الصوديوم المائي | **هـ.** $CH_3CH_2OH$ |

٢. أكمل معادلات تفاعلات الهالوجينوألكانات الآتية:

**أ.** $CH_3CH_2Br + \ldots\ldots\ldots\ldots \rightarrow CH_3CH_2OH + NaBr$

**ب.** $\ldots\ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots\ldots \rightarrow CH_3CH_2I + H_2O$

**ج.** $CH_3CH_2Cl + \ldots\ldots\ldots\ldots \xrightarrow{\text{إيثانول}} \ldots\ldots\ldots\ldots + NaCl + H_2O$

**د.** $\ldots\ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots\ldots \rightarrow CH_3CH(OH)CH_3 + HCl$

**هـ.** $\ldots\ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots\ldots + CH_3CH_2CH_2Br \xrightarrow{\text{إيثانول}} CH_2{=}CHCH_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$

### مصطلحات علمية

**إيثانولي Ethanolic:** محلول يكون المذيب فيه هو الإيثانول. تستبدل هذه الكلمة أحيانًا بـ"كحولي" عندما لا يكون الكحول محددًا.

**التقطير المرتد Reflux:** تقنية تسمح بتسخين مخلوط تفاعل من دون فقدان المركبات العضوية المتطايرة من وعاء التفاعل. حيث يوضع مكثّف في الجزء العلوي لوعاء التفاعل، لتكثيف الأبخرة العضوية الساخنة وإعادتها إلى مخلوط التفاعل.

**٣.** حدد نوع التفاعل الذي يحدث:

**أ.** في الجزئية ٢-(أ)

.....

**ب.** في الجزئية ٢-(هـ)

.....

**٤.** في التفاعل المذكور في الجزئية ٢-(ج) تتكون أيونات الكلوريد. صف كيفية اختبار وجود أيونات الكلوريد في هذا التفاعل.

.....

.....

**٥.** اكتب معادلات التفاعلات الآتية:

**أ.** 1- بروموبيوتان مع هيدروكسيد الصوديوم الإيثانولي المركز.

.....

**ب.** 1- بروموبيوتان مع الماء الساخن.

.....

**ج.** 2- كلوروبروبان مع هيدروكسيد الصوديوم المائي المخفف.

.....

**د.** 2- كلوروبروبان مع هيدروكسيد الصوديوم الإيثانولي المركز.

.....

## نشاط ٩-٨ الاستبدال النيوكليوفيلي للهالوجينوألكانات

سوف تراجع في هذا النشاط آلية الاستبدال النيوكليوفيلي لذرات الهالوجين في الهالوجينوألكانات وتتعرف على بعض المصطلحات العلمية المستخدمة عند مناقشة آليات حدوث التفاعل. كما إنك ستراجع تفاعلات التحلل المائي لـ الكلورو - والبرومو - واليودو ألكانات.

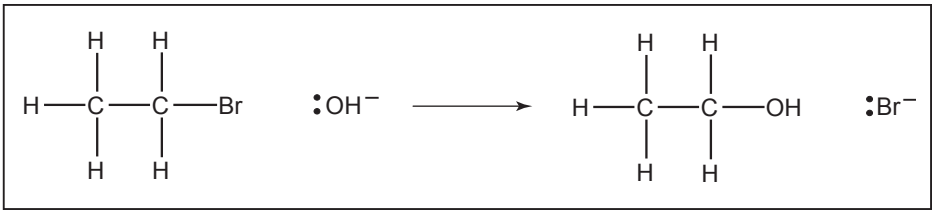
١. أكمل الفقرة أدناه حول معدلات السرعة النسبية للتحلل المائي للهالوجينوألكانات عن طريق اختيار الكلمات المناسبة من بين أزواج الاختيارات المعطاة.

عندما يخضع اليودو إيثان مع هيدروكسيد الصوديوم المائي للتقطير المرتد، فإن أيون الهيدروكسيد / أيون الصوديوم يسلك كـ نيوكليوفيل / إلكتروفيل حيث يستبدل / يحذف ذرة اليود. يعرف التفاعل أيضًا بتفاعل التحلل المائي / التميه الذي يعني "التكسير أو التفكك" بوساطة الماء. ويكون التحلل المائي بوساطة هيدروكسيد الصوديوم أسرع / أبطأ من التحلل المائي بوساطة الماء لأن أيون الهيدروكسيد يمتلك شحنة موجبة / سالبة بحيث يكون أكثر فاعلية كـ نيوكليوفيل / جذر حر. يكون التحلل المائي للكلورو إيثان أبطأ / أسرع من التحلل المائي لليودو إيثان لأن الرابطة C-Cl تعد أقوى / أضعف من الرابطة C-I.

**مهم**

لاحظ أن كلا الأيون $OH^-$ وجزيء الماء يمتلكان أزواجًا منفردة من الإلكترونات.

٢. يوضح الشكل أدناه آلية غير مكتملة لتحويل البروموإيثان إلى الإيثانول عن طريق الاستبدال النيوكليوفيلي.




**أ.** يعدّ البروموإيثان جزيئًا قطبيًّا. فسّر ذلك.

.....

.....

**ب.** اشرح سبب قدرة أيون الهيدروكسيد على التصرف كنيوكلوفيل.

.....

.....

**ج.** أكمل آلية التفاعل لتوضيح:

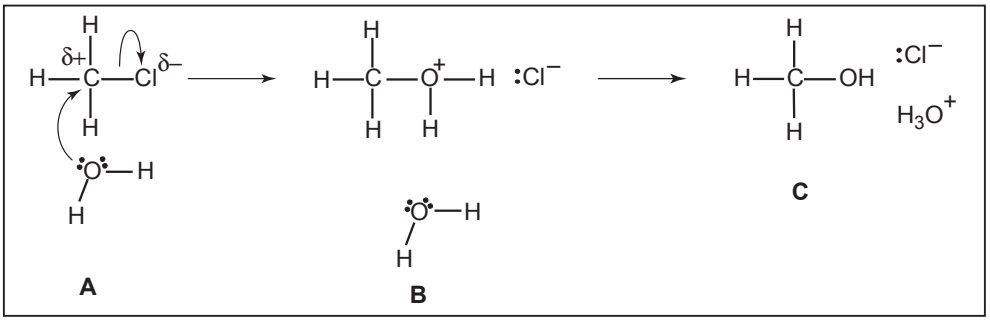
- الاستقطاب الموجود في الرابطة C–Br باستخدام الرموز $\delta-$ و $\delta+$
- حركة زوج الإلكترونات في الرابطة C–Br باستخدام سهم منحن.
- حركة زوج الإلكترونات من الأيون $OH^-$ باستخدام سهم منحن.

**د.** اشرح العملية التي توضحها آلية حدوث التفاعل.

.....

.....

**٣.** يوضح الشكل أدناه آلية تحويل الكلورو ميثان إلى ميثانول عن طريق **الاستبدال النيوكليوفيلي**.




**مصطلحات علمية**

**استبدال نيوكليوفيلي**
**Nucleophilic substitution:**
آلية حدوث تفاعل عضوي يهاجم فيه النيوكليوفيل ذرة الكربون التي تحمل شحنة جزئية موجبة ($\delta+$). فينتج منه استبدال الذرة التي تحمل شحنة جزئية سالبة ($\delta-$) بوساطة النيوكليوفيل.

**أ.** أي جسيم يسلك كنيوكليوفيل في الخطوة **A** في الشكل أعلاه؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

.....

**ب.** أكمل آلية التفاعل لتوضيح:

- الاستقطاب الموجود في رابطة O–H في الخطوة **A**.
- حركة زوج الإلكترونات في الرابطة O–H باستخدام سهم منحن في الخطوة **B**.
- حركة زوج الإلكترونات من جزيء $H_2O$ باستخدام سهم منحن في الخطوة **B**.

.....

.....

.....

**ج.** اقترح سبب كون الجسيم العضوي في الخطوة **B** غير مستقر نسبيًّا.

.....

.....

**د.** اشرح ما يحدث من الخطوة **B** إلى الخطوة **C**.

.....

.....

.....

٤ . **أ.** أي آلية تفاعل هي الأبطأ، الموضحة في السؤال ٢ أم في السؤال ٣؟ برر اختيارك.

.....

.....

.....

**ب.** صِف تجربة يمكن استخدامها لاختبار توقعاتك في الجزئية ٤-(أ).

.....

.....

.....

.....

# الاستقصاءات العملية

## استقصاء عملي ٩-١: تحضير الهيدروكربونات واختبارها

خلال هذا الاستقصاء العملي، ستقوم بتحضير الميثان والإيثين وإجراء اختبارات لتوضيح الاختلافات في النشاط الكيميائي بينهما.

**ستحتاج إلى**

**الموادّ والأدوات:**

- أنابيب اختبار عدد 2
- سدادة مطاطية مع أنبوبة توصيل، تناسب أنبوبة التسخين
- صوف معدني
- قطع من حجر الخفاف بحجم حبة البازلاء (أو وعاء مسامي غير مطلي أو قطع فخار مكسور)
- أنابيب اختبار عدد 6 (في حالة إعادة الاستخدام)
- سدادات فلين (تناسب أنابيب الاختبار) عدد 6
- قطارة زجاج
- كأس زجاجية
- موقد بنزن
- حصيرة عازلة للحرارة
- حامل لأنابيب الاختبار
- حوض زجاجي أو بلاستيكي صغير
- أعواد ثقاب
- ملعقة كيماويات
- حامل حديد كامل
- 2 mL من الإيثانول
- إيثانوات الصوديوم اللامائية (نحو 2 g)
- جير الصودا (نحو 6 g)
- 2-3 mL من ماء البروم (0.02 mol/L)
- 2-3 mL من محلول منجنات (VII) البوتاسيوم (0.01 mol/L) (في وسط حمضي) مع حمض الكبريتيك بتركيز 0.1 mol/L

### ⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة التعليمات الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لأي نصيحة من معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- ارتدِ نظارات واقية للعينَين في جميع مراحل الاستقصاء.
- الإيثانول والميثان والإيثين مواد شديدة الاشتعال.
- جير الصودا مادة ضارة وأكّالة.
- ماء البروم ضار عند هذا التركيز.
- ستكون الأوعية الزجاجية ساخنة، لذا تترك لتبرد قبل استخدامها.
- سيؤدي امتصاص الماء البارد في أنبوبة التسخين (الغليان) الساخنة إلى كسرها.

## الجزء ١: تحضير الميثان

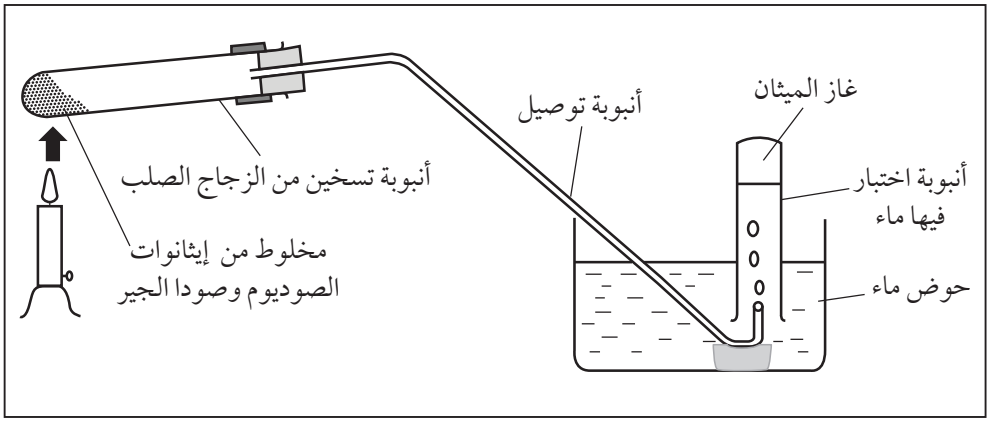
### الطريقة

١. املأ الحوض بالماء حتى نصفه. ضع ستّ أنابيب اختبار في الحوض، واملأها تمامًا بالماء واتركها مغمورة في الحوض.

٢. أضف إلى الكأس الزجاجية نحو 2 g من إيثانوات الصوديوم اللامائي ونحو 6 g من صودا الجير. حرّك المواد معًا باستخدام ملعقة كيماويات للتأكد من خلطها جيدًا.

٣. باستخدام ملعقة كيماويات، أضف المخلوط إلى أنبوبة تسخين حتى ارتفاع نحو 2 cm إلى 3 cm.

٤. قم بإعداد الجهاز كما هو موضح في الشكل ٩-١ عن طريق تثبيت أنبوبة التسخين عند طرف فوهتها وجعلها تميل قليلًا إلى الأعلى. تأكد من أن أنبوبة التسخين مثبتة على ارتفاع مناسب بحيث يمكن وضع موقد بنزن تحتها، وبحيث يمكن لأنبوبة التوصيل المنطلقة من أنبوبة التسخين أن تدخل بسهولة في ماء الحوض.




**الشكل ٩-١**: جهاز لتحضير غاز الميثان.

٥. ضع السدادة بحرص مع أنبوبة التوصيل في فوهة أنبوبة التسخين. يجب وضع الطرف الآخر من أنبوبة التوصيل في حوض الماء.

٦. أشعل موقد بنزن وضعه أسفل أنبوبة التسخين حيث يوجد مخلوط التفاعل. سخّن المخلوط باستخدام شعلة متوسطة من موقد بنزن.

٧. ستتم ملاحظة تيار منتظم من فقاعات الغاز يخرج من أنبوبة التوصيل في الماء. يجب أن تظل شعلة موقد بنزن أسفل الجهاز أثناء انبعاث الغاز.

٨. اجمع الغاز المنبعث من الجهاز في أنبوبة اختبار مملوءة بالماء وموجودة بالفعل في الحوض. وفور امتلاء أنبوبة الاختبار بالغاز أغلق السدادة. احرص على إغلاقها حين تكون الفوهة تحت الماء حتى لا يدخل الهواء في الأنبوبة. ضع أنبوبة الاختبار محكمة الإغلاق على رف حامل لأنابيب الاختبار.

٩. استمر في تجميع الغاز في خمس أنابيب اختبار أخرى كما في الخطوة ٨. لا تُزل شعلة موقد بنزن من أسفل الأنبوبة الساخنة أثناء تجميع الغاز، حيث سيتم عندها سحب الماء بطريقة عكسية من خلال أنبوبة التوصيل إلى أنبوبة التسخين شديدة السخونة. وفي حال سحب الماء نحو أعلى أنبوبة التوصيل، فأخرِج أنبوبة التوصيل بسرعة من الحوض عن طريق رفع الجهاز بالكامل بوساطة حامل المشبك.

١٠. بعد جمع ستّ أنابيب اختبار من الغاز، قم بإخراج أنبوبة التوصيل من الماء عن طريق رفع حامل المشبك، ثم أطفئ شعلة موقد بنزن.

١١. ستحتوي أول أنبوبتَي اختبار بشكل أساسي على الهواء، وينبغي عدم استخدامهما للاختبار. باستخدام أنابيب اختبار الغاز المتبقية، قم بإجراء الاختبارات الآتية وسجل ملاحظاتك في الجدول ٩–١:

- انزع السدادة عن أنبوبة الغاز الأخيرة، وضع عود ثقاب مشتعلًا عند فوهتها لإشعال الغاز.
- انزع السدادة عن أنبوبة غاز أخرى، وأضف ماء البروم بارتفاع نحو 1 cm. أعد وضع السدادة على أنبوبة الاختبار ورجّها جيدًا.
- انزع السدادة عن أنبوبة غاز أخرى، وأضف محلول منجنات (VII) البوتاسيوم في وسط حمضي بارتفاع نحو 1 cm. أعد وضع السدادة على أنبوبة الاختبار ورجّها جيدًا.

سجل نتائجك في الجدول أدناه.

| | الميثان |
|---|---|
| عود ثقاب مشتعل | |
| ماء البروم | |
| محلول منجنات (VII) البوتاسيوم في وسط حمضي | |

**الجدول ٩–١**: جدول النتائج للميثان.

## الجزء ٢: تحضير الإيثين

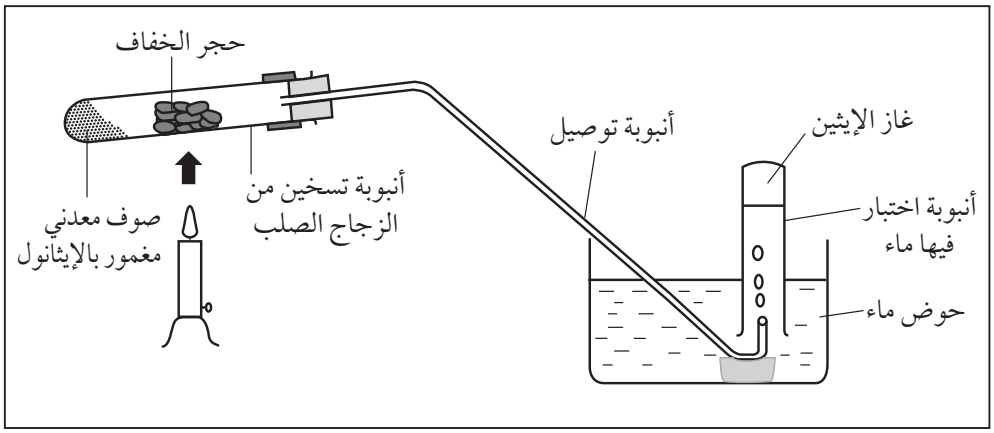
### الطريقة

١. املأ الحوض بالماء حتى نصفه. ضع أنابيب اختبار في الحوض، واملأها تمامًا بالماء واتركها مغمورة في الحوض.

٢. ضع بعض الصوف المعدني بشكل غير مضغوط في قاع أنبوبة التسخين بارتفاع نحو 1 cm.

٣. أضف نحو 2 mL من الإيثانول بالتنقيط إلى الصوف المعدني باستخدام قطارة زجاج. دع الإيثانول يغمر الصوف المعدني.

٤. قم بإعداد الجهاز كما هو موضح في الشكل ٩-٢ عن طريق تثبيت أنبوبة التسخين عند طرف فوهتها وجعلها تميل قليلًا إلى الأعلى. تأكد من أن أنبوبة التسخين مثبتة على ارتفاع مناسب بحيث يمكن وضع موقد بنزن تحتها، وبحيث يمكن لأنبوبة التوصيل المنطلقة من أنبوبة الغليان أن تدخل بسهولة في ماء الحوض.




**الشكل ٩-٢**: جهاز لتحضير غاز الإيثين.

٥. ضع في منتصف أنبوبة التسخين قطعًا من حجر الخفاف (أو قطع فخار مكسور).

٦. ضع السدادة بحرص مع أنبوبة التوصيل في فوهة أنبوبة التسخين. يجب وضع الطرف الآخر من أنبوبة التوصيل في حوض الماء.

٧. أشعل موقد بنزن وضعه على حصيرة عازلة للحرارة أسفل منتصف أنبوبة الغليان حيث يوجد حجر الخفاف. قم بتسخين حجر الخفاف بقوة لمدة 10 ثوانٍ باستخدام شعلة متوسطة من موقد بنزن.

٨. عندما يسخن حجر الخفاف، انقل الشعلة بسرعة إلى أسفل الصوف المعدني لبضع ثوان لتبخير بعض الإيثانول. أعد الشعلة بعدها مباشرةً أسفل حجر الخفاف لتسخينه مرة أخرى.

٩. استمر في تسخين الجزأين المختلفين من الجهاز، وبالتناوب سخن حجر الخفاف لمدة 9 ثوانٍ تقريبًا ثم انتقل إلى تسخين الصوف لمدة ثانية واحدة، بحيث تتم ملاحظة تيار منتظم من فقاعات الغاز يخرج من أنبوبة التوصيل في الماء. يجب أن تبقى شعلة موقد بنزن أسفل الجهاز أثناء انبعاث الغاز.

١٠. اجمع الغاز المنبعث من الجهاز في أنبوبة اختبار مملوءة بالماء وموجودة بالفعل في الحوض. وفور امتلاء أنبوبة الاختبار بالغاز أغلق فوهتها بالسدادة وهي تحت الماء حتى لا يدخل الهواء في الأنبوبة. ضع أنبوبة الاختبار محكمة الإغلاق على رف حامل لأنابيب الاختبار.

١١. استمر في تجميع الغاز في خمس أنابيب اختبار أخرى كما حصل في الخطوتَين ٩ و١٠. لا تُزل شعلة موقد بنزن من أسفل الأنبوبة الساخنة أثناء تجميع الغاز، حتى لا يحدث سحب الماء بطريقة عكسية من خلال أنبوبة التوصيل إلى أنبوبة التسخين شديدة السخونة. وفي حال سحب الماء نحو أعلى أنبوبة التوصيل، فأخرِج أنبوبة التوصيل بسرعة من الحوض عن طريق رفع الجهاز بالكامل بوساطة حامل المشبك.

١٢. بعد جمع ستّ أنابيب اختبار من الغاز، قم بإخراج أنبوبة التوصيل من الماء عن طريق رفع حامل المشبك، ثم أطفئ شعلة موقد بنزن.

١٣. ستحتوي أول أنبوبتَي اختبار بشكل أساسي على الهواء، ينبغي عدم استخدامهما للاختبار. باستخدام أنابيب اختبار الغاز المتبقية، قم بإجراء الاختبارات الآتية وسجل ملاحظاتك في الجدول ٩–١:

- انزع السدادة عن أنبوبة الغاز الأخيرة وضع عود ثقاب مشتعلًا عند فوهتها.
- انزع السدادة عن أنبوبة غاز أخرى، أضف ماء البروم بارتفاع نحو 1 cm. أعد وضع السدادة على أنبوبة الاختبار ورجّها جيدًا.
- انزع السدادة عن أنبوبة غاز أخرى، أضف محلول منجنات (VII) البوتاسيوم في وسط حمضي بارتفاع نحو 1 cm. أعد وضع السدادة على أنبوبة الاختبار ورجّها جيدًا.

سجل نتائجك في الجدول أدناه

| | الإيثين |
|---|---|
| عود ثقاب مشتعل | |
| ماء البروم | |
| محلول منجنات (VII) البوتاسيوم في وسط حمضي | |

**الجدول ٩–٢**: جدول النتائج للإيثين.

## التحليل والاستنتاج والتقويم

١. أ. بالعودة إلى نتائج الاستقصاء أي هيدروكربون هو الأكثر نشاطًا؟

.....

.....

.....

ب. اشرح إجابتك في الجزئية (أ) في ضوء البنية والروابط الكيميائية في الميثان والإيثين.

.....

.....

.....

٢. اكتب معادلات تفاعل الاحتراق الكامل للمركبَين الآتيَين:

أ. الميثان

.....

ب. الإيثين

.....

٣. باستخدام الصيغ البنائية الموسعة، اكتب معادلة التفاعل لكل من الهيدروكربونين والبروم.

.....

.....

.....

٤. باستخدام الصيغ البنائية الموسعة، اكتب معادلة التفاعل لكل من الهيدروكربونين ومحلول منجنات (VII) البوتاسيوم المائي.

.....

.....

.....

**مهم**

يمكن تمثيل منجنات (VII) البوتاسيوم المائي كـ $H_2O$ + [O] في المعادلات.

## أسئلة نهاية الوحدة

١. البنتان $C_5H_{12}$ ألكان وهو يتفاعل مع الكلور عند تعرضه لأشعة الشمس.

أ. ارسم الصيغ البنائية الموسعة لثلاثة **متشاكلات سلسلة** لـ $C_5H_{12}$.

ب. يتفاعل البنتان مع الكلور في ضوء الشمس ليعطي مخلوطًا من عدة متشاكلات.

١- اكتب المعادلة الكيميائية التي توضح تفاعل البنتان مع الكلور حيث يكون التناسب الكيميائي بين المواد المتفاعلة 1: 1.

٢- يوجد ثلاثة متشاكلات بنائية ممكنة للمادة الناتجة العضوية. ارسم الصيغة الهيكلية لكل منها وسمّها.

٣- ما نوع التشاكل البنائي الذي تظهره رسومك؟

٤- اذكر الظرف الإضافي اللازم كي يتم استبدال ذرات الهيدروجين جميعها في البنتان بذرات كلور.

ج. ١- صف آلية ونوع التفاعل الذي يحدث في الجزئية ب -١.

٢- اكتب المعادلة التي تمثل خطوة الابتداء لهذا التفاعل.

٣- اكتب معادلتَين لتوضيح خطوتَي الانتشار لهذا التفاعل.

٤- اكتب معادلتَين محتملتَين لخطوة الإيقاف لهذا التفاعل.

٢. الألكانات التي تمتلك سلاسل ذات أطوال تتراوح بين 5 و 10 ذرات كربون تستخدم كوقود للسيارات. والمواد الناتجة من الاحتراق لها تأثيرات مختلفة على البيئة وعلى صحة الإنسان.

أ. اكتب معادلة الاحتراق غير الكامل للديكان لتكوين أحادي أكسيد الكربون والماء.

ب. اشرح سبب تنفيذ هذا التفاعل في خزانة طرد الأبخرة.

ج. يتكون أحادي أكسيد الكربون في محركات السيارات. ويمكن إزالته من العادم بوساطة محول محفّز عن طريق تفاعله مع أكاسيد النيتروجين.

١- اشرح كيفية تكون أكاسيد النيتروجين في محركات السيارات.

٢- اكتب معادلة تفاعل أحادي أكسيد الكربون مع ثنائي أكسيد النيتروجين.

### مصطلحات علمية

**متشاكلات السلسلة Chain isomers:** أيزومرات تختلف في بنية "هيكلها الكربوني"، على سبيل المثال: $CH_3CH_2CH_2CH_3$ و $CH_3CH(CH_3)CH_3$.

### مهم

في الجزئية ١-ب-٢، يجب أن تدرك أن كلمة "ظرف" لا تُستخدم هنا بمعنى الضغط أو العامل الحفاز. يمكن أن تشمل الظروف أيضًا أن تكون المواد المتفاعلة محدِّدة للتفاعل أو فائضة.

تأكد من أنك تميّز بين نوع التفاعل وآلية حدوث التفاعل في الجزئية ١-ج -أ.

## تابع

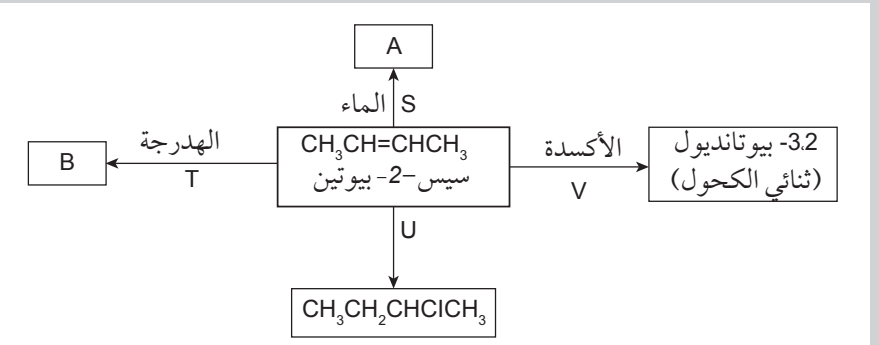
د. ينبعث ثاني أكسيد الكربون عند احتراق وقود هيدروكربوني بوجود فائض من الهواء.

١- اكتب معادلة الاحتراق الكامل للهكسان لتكوين ثاني أكسيد الكربون والماء.

٢- صف كيف يُسهم ثاني أكسيد الكربون في ظاهرة **الاحتباس الحراري**.

٣- اذكر اثنيَن من تأثيرات الاحتباس الحراري.

٣. يوضح الشكل أدناه بعض تفاعلات سيس-2- بيوتين.




أ. ١- اكتب الصيغ البنائية الموسعة لـ A و B.

٢- اكتب الصيغة البنائية لـ 3،2- بيوتانديول (ثنائي الكحول).

٣- ارسم الصيغة الهيكلية لـ $CH_3CH_2CHClCH_3$.

ب. اذكر المواد المتفاعلة والظروف المستخدمة في:

١- التفاعل S.

٢- التفاعل T.

٣- التفاعل U.

٤- التفاعل V.

ج. تنتج التفاعلات S وT وU وV مادة ناتجة واحدة فقط. سمِّ نوع التفاعل الذي ينتج منه مادة ناتجة واحدة فقط.

د. إذا أجريت التفاعلات نفسها باستخدام ترانس-2- بيوتين، فستنتج المواد الناتجة نفسها كما في حالة سيس-2- بيوتين. اشرح سبب عدم تأثير التشاكل ترانس/سيس في طبيعة المواد الناتجة التي تم الحصول عليها.

### مهم

يعتمد جزء كبير من هذا السؤال على معرفتك السابقة بالمحولات المحفزة والاحتباس الحراري. تأكد من مراجعة هذه المواضيع من الدروس السابقة والوحدة التاسعة من كتاب الطالب.

### مصطلحات علمية

**تأثير ازدياد الاحتباس الحراري Enhanced greenhouse effect:** ازدياد متوسط درجة حرارة الغلاف الجوي كنتيجة لازدياد نسب الغازات الدفيئة الناتجة من الأنشطة البشرية.

### مهم

تحتاج إلى معرفة المواد المتفاعلة الإضافية والظروف المستخدمة في تفاعلات عضوية معيّنة.

يمكن استخدام الألكينات لصنع مجموعة متنوعة من المركبات الأخرى التي تمتلك مجموعات وظيفية مختلفة. يجب عليك أيضًا أن تكون قادرًا على كتابة معادلات لكل واحدة من هذه التفاعلات.

## تابع

٤. الإيثان هيدروكربون مشبع، في حين أن الإيثين هيدروكربون غير مشبع.

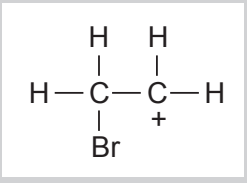
أ. صف اختبارًا كيميائيًّا يمكنك إجراؤه للتمييز بين الإيثين والإيثان. أعط النتائج المتوقعة للاختبار.

ب. صف البنية والروابط الكيميائية في الإيثين في ضوء روابط سيجما وروابط باي.

ج. تم ضخ غاز الإيثين عبر محلول مائي يحتوي على البروم وكلوريد الصوديوم، فنتج مخلوط من 2،1- ثنائي برومو إيثان و 1–برومو–2- كلورو إيثان، $CH_2BrCH_2Cl$.

١– الخطوة الأولى في آلية حدوث التفاعل تتمثل بهجوم زوج إلكترونات الرابطة باي في الإيثين على جزيء البروم المستقطب. ارسم مخططًا لتمثيل هذه الخطوة.

٢– يوضح الشكل أدناه بنية الوسيط المتكوّن.



ارجع إلى هذه البنية لشرح سبب تكون مخلوط من نوعين مختلفين من الهالوجينوألكانات.

د. البروبين ($CH_3CH=CH_2$)، هيدروكربون غير مشبع. وهو يتفاعل مع كلوريد الهيدروجين لتكوين $CH_3CHCl–CH_3$ وليس $CH_2Cl–CH_3CH_2$.

اشرح سبب عدم تكون $CH_2Cl–CH_3CH_2$. ارجع إلى آلية حدوث التفاعل بما في ذلك الإشارة إلى **التأثير الحثي**.

٥. يعدّ المركب 2- برومو–2- ميثيل بروبان هالوجينوألكان.

أ. ١– ارسم الصيغة البنائية الموسعة لهذا المركب.

٢– حدد نوع الهالوجينوألكان.

### مصطلحات علمية

**التأثير الحثي**
**Inductive effect:**
التشارك غير المتكافئ للإلكترونات على طول رابطة تساهمية ما. فيقال إن الجسيمات (الأنواع) المانحة للإلكترونات، كمجموعة ألكيل مثلًا، تمتلك تأثيرًا حثيًّا إيجابيًّا، في حين أن الجسيمات الجاذبة للإلكترونات، كذرة الأكسجين أو الكلور مثلًا، تمتلك تأثيرًا حثيًّا سلبيًّا.

### مهم

تأكد من أنك تعرف آليات حدوث التفاعل والمصطلحات العلمية، مثل النيوكليوفيل والاستبدال.

**تابع**

ب. يتفاعل 2- برومو-2- ميثيل بروبان مع الماء، وفق المعادلة الآتية:

$$(CH_3)_2CBrCH_3 + H_2O \rightarrow (CH_3)_2C(OH)CH_3 + H^+ + Br^-$$

١- اشرح سبب اعتبار هذا التفاعل تفاعل استبدال وليس تفاعل إضافة.

٢- اشرح سبب اعتبار جزيء الماء نيوكليوفيل.

ج. صف كيف يمكنك اختبار أيونات البروميد الناتجة من هذا التفاعل.

٦. يتفاعل 1- يودوبيوتان مع كل من محلولَي هيدروكسيد الصوديوم المائي والكحولي.

أ. اكتب معادلة تفاعل 1- يودوبيوتان مع هيدروكسيد الصوديوم المائي.

ب. ١- ارسم آلية حدوث تفاعل 1- يودوبيوتان مع أيون الهيدروكسيد.

٢- استخدم آلية حدوث التفاعل لشرح عملية كسر الروابط وتكونها خلال التفاعل.

ج. يتفاعل 1- كلوروبيوتان بشكل أبطأ من 1- يودوبيوتان مع هيدروكسيد الصوديوم المائي عند التركيز نفسه. اشرح السبب.

د. ١- اكتب معادلة تفاعل 1- يودوبيوتان مع محلول كحولي ساخن يحتوي على أيونات الهيدروكسيد.

٢- اذكر اسم هذا النوع من التفاعل.

٣- اشرح دور أيونات الهيدروكسيد في هذا التفاعل.

هـ. عندما يتفاعل 2- يودو بيوتان مع محلول هيدروكسيد الصوديوم الكحولي الساخن، تنتج ثلاثة متشاكلات مختلفة بدلاً من مركب واحد. ارسم الصيغ البنائية الموسعة لها.

**مهم**

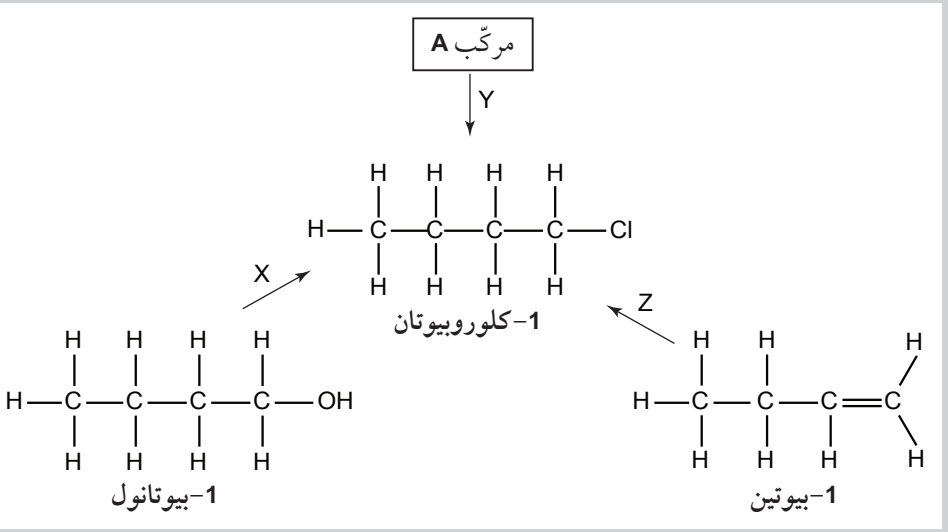
في الجزئية ٥-ج دعوة إلى اختبار أيونات البروميد. تحقق من الأيونات الموجودة في المعادلة. ما الذي يجب أن تقوم به قبل إضافة المادة المتفاعلة اللازمة إلى الاختبار؟

**مهم**

يتعلق السؤال ٦ بشكل كبير بآلية حدوث تفاعل أيونات $OH^-$ مع الهالوجينوألكانات. تأكد من فهمك للمصطلحات العلمية مثل النيوكليوفيل والاستقطاب والوسيط. في الجزئية ب، تأكد من توضيح زوج الإلكترونات الذي يأتي من الأيون السالب.

## تابع

٧. يوضح الشكل أدناه كيف يمكن تحضير 1- كلوروبيوتان عن طريق ثلاثة تفاعلات مختلفة **X** و **Y** و **Z**.




أ. ١– أعط مادتَين متفاعلتَين مختلفتَين يمكن إضافتهما إلى 1- بيوتانول لإنتاج 1- كلوروبيوتان في التفاعل **X**.

٢– حدد المادة الناتجة العضوية الذي ستنتج بدلًا من 1- كلورو بيوتان إذا تمت إضافة مخلوط من حمض الكبريتيك وبروميد البوتاسيوم إلى 1- بيوتانول.

٣– لا ينتج التفاعل **X** المركب 2- كلوروبيوتان. سمِّ الكحول الذي يجب استخدامه لإنتاج 2- كلوروبيوتان.

ب. في التفاعل **Y**، ينتج 1- كلورو بيوتان عند إضافة الكلور إلى المركب **A** وتعريضه لأشعة الشمس.

١– سمِّ المركب **A**.

٢– المادة الناتجة الرئيسية الأخرى التي تنتج من التفاعل **Y** هي جزيء غير عضوي. حدّد هذا الجزيء.

٣– سينتج التفاعل **Y** أيضًا 2- كلوروبيوتان بدلًا من 1- كلوروبيوتان. صف كيف يكون ذلك ممكنًا بالرجوع إلى آلية حدوث التفاعل.

**تابع**

ج. ١- حدّد المادة المتفاعلة التي يجب إضافتها إلى 1- بيوتين في التفاعل **Z**.

٢- سينتج التفاعل **Z** المركب 2- كلوروبيوتان بكميات أكبر من 1-كلورو بيوتان. صف كيف يكون ذلك ممكنًا بالرجوع إلى آلية حدوث التفاعل.

د. اذكر المواد المتفاعلة والظروف التي قد تستخدمها لتحويل 1- كلورو بيوتان إلى:

١- 1- بيوتانول

٢- 1- بيوتين

رقم الإيداع : ٦٨٧٤ / ٢٠٢٣ م

طبع بالمطابع العالمية - سلطنة عُمان - ت : ٢٤٨١٥٧٧١

# الكيمياء – كتاب التجارب العملية والأنشطة

صمّم كتاب التجارب العملية والأنشطة هذا لدعم كتاب الطالب، إذ يتضمّن موضوعات تم اختيارها خصيصًا للاستفادة من المزيد من الفرص لتطبيق المهارات العملية، مثل التطبيق والتحليل والتقييم، إضافة إلى تطوير المعرفة والفهم. كما يتضمن هذا الكتاب أنشطة بنائية، وضعت لتدعم المواضيع والمفاهيم الدراسية في كل وحدة تضمّنها كتاب الطالب. كما أنه يحتوي على أفعال إجرائية في جميع أجزائه لمساعدتك على التعرف على كيفية استخدامها، وأسئلة للتركيز على المهارات التي تمنحك فرصًا لرسم التمثيلات البيانية أو تقديمها.

توفّر الأنشطة والاستقصاءات العملية الموجهة خطوةً خطوة، فرصًا لتطوير المهارات العملية، مثل: التخطيط، وتحديد المواد، والأدوات، والأجهزة، ووضع الفرضيات، وتسجيل النتائج، وتحليل البيانات، وتقييم النتائج. كما تمنح الأسئلة فرصة لاختبار معرفتك والمساعدة في بناء ثقتك في التحضير للاختبارات.

- تحقّق لك الأسئلة ذات الأجزاء المتعددة الموجودة في نهاية كل وحدة تدريبًا مكثفًا ضمن تنسيق مألوف يراعي مكتسباتك.
- يرتفع مستوى الأنشطة بشكل تدريجي، إنّما مع وجود تلميحات ونصائح ضمن فقرة «مهم» في جميع أنحاء الكتاب تمنحك القدرة على بناء المهارات اللازمة.
- أسئلة نهاية الوحدة، والأسئلة الموجودة ضمن الأنشطة تساعدك على تتبع فهمك، كما تكون معينة لك على استخدام الأفعال الإجرائية بفاعلية تحضيرًا لعملية التقييم، حيث تتوافر إجابات هذه الأسئلة في دليل المعلم.

يشمل منهج الكيمياء للصف الحادي عشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب
- دليل المعلّم

www.moe.gov.om

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS