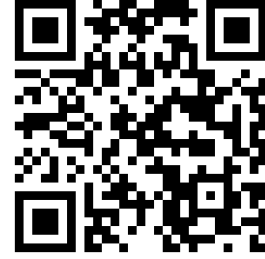


شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج العمانية



كتاب دليل المعلم

[موقع المناهج](#) ⇨ [المناهج العمانية](#) ⇨ [الصف الحادي عشر](#) ⇨ [كيمياء](#) ⇨ [الفصل الثاني](#) ⇨ [الملف](#)

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الحادي عشر



روابط مواد الصف الحادي عشر على تلغرام

[الرياضيات](#)

[اللغة الانجليزية](#)

[اللغة العربية](#)

[التربية الاسلامية](#)

المزيد من الملفات بحسب الصف الحادي عشر والمادة كيمياء في الفصل الثاني

نموذج إجابة الامتحان النهائي الرسمي	1
إجابة الاختبارات النهائية الجديدة بمحافظة ظفار	2
اختبارات نهائية جديدة بمحافظة ظفار	3
نموذج إجابة الامتحان التحريبي النهائي الجديد بمحافظة ظفار	4
امتحان تحريبي نهائي نموذج جديد بمحافظة ظفار	5



سَلْطَنَةُ عُومَانِ
وَزَارَةُ التَّرْبِيَةِ وَالتَّعْلِيمِ

الكيمياء

الصف الحادي عشر

دليل المعلم

الفصل الدراسي الثاني - الجزء الأول

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

تشكل مطبعة جامعة كامبريدج جزءاً من الجامعة.
وللمطبعة دور في تعزيز رسالة الجامعة من خلال نشر المعرفة، سعياً 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 قانوناً 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 ٢٠٢٢ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمّت مواءمتها من دليل المعلم - الكيمياء للصف الحادي عشر - من سلسلة كامبريدج للكيمياء
لمستوى الدبلوم العام والمستوى المتقدم AS & A Level للمؤلف مايك 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 دقتها، ولا تؤكد أن المحتوى الوارد على تلك المواقع دقيق
وملائم، أو أنه سيبقى كذلك.

تمت مواءمة الكتاب

بموجب القرار الوزاري رقم ٢٠٢٢/١٢١ واللجان المنبثقة عنه



جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم
ولا يجوز طبع الكتاب أو تصويره أو إعادة نسخه كاملاً أو مجزئاً أو ترجمته
أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال
إلا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حال الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.



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



المغفور له
السلطان قابوس بن سعيد
-طيب الله ثراه-

(المحافظات والولايات)





النشيد الوطني



يا رَبَّنَا احْفَظْ لَنَا
وَالشَّعْبَ فِي الْأَوْطَانِ
وَلْيَدُمُ مُؤَيَّدًا
جَلَالَةَ السُّلْطَانِ
بِالْعِزِّ وَالْأَمَانِ
عَاهِلًا مُمَجِّدًا

بِالنُّفُوسِ يُفْتَدَى

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبِيِّ
فَارْتَقِي هَامَ السَّمَاءِ
أَوْفِياءُ مِنْ كِرَامِ الْعَرَبِ
وَأَمْلئي الْكُونَ الضِّياءِ

وَاسْعِدِي وَانْعَمِي بِالرَّخَاءِ

تقديم

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

فقد حرصت وزارة التربية والتعليم على تطوير المنظومة التعليمية في جوانبها ومجالاتها المختلفة كافة؛ لتُلَبِّي مُتطلّبات المجتمع الحالية، وتطلّعاته المستقبلية، ولتتواكب مع المُستجّدات 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 مكوّنًا أساسيًا من مكوّنات المنظومة التعليمية، بمراجعة مستمرة وتطوير شامل في نواحيها المختلفة؛ بدءًا من المقرّرات الدراسية، وطرائق التدريس، وأساليب التقويم وغيرها؛ وذلك لتناسب 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 اتّجهت إلى الاستفادة من الخبرات الدولية؛ اتساقًا مع التطوّر المتسارع في هذا المجال، من خلال تبني مشروع السلاسل العالمية في تدريس هاتين المادّتين وفق المعايير الدولية؛ من أجل تنمية مهارات البحث والتقصّي والاستنتاج لدى الطلبة، وتعميق فهمهم للظواهر العلمية المختلفة، وتطوير قدراتهم التنافسية في المسابقات العلمية والمعرفية، وتحقيق نتائج أفضل في الدراسات الدولية.

إن هذا الكتاب، بما يحويه من معارف ومهارات وقيم واتجاهات، جاء مُحَقَّقًا لأهداف التعليم في السلطنة، وموائمًا للبيئة العمانية، والخصوصية الثقافية للبلد، بما يتضمّن من أنشطة وصور ورسوم. وهو أحد مصادر المعرفة الداعمة لتعلّم الطالب، بالإضافة إلى غيره من المصادر المختلفة. نتمنّى لأبنائنا الطلبة النجاح، ولزملائنا المعلّمين التوفيق فيما يبذلونه من جهود مُخلصة، لتحقيق أهداف الرسالة التربوية السامية؛ خدمة لهذا الوطن العزيز، تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق المعظم، حفظه الله ورعاه.

والله ولي التوفيق

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التربية والتعليم

المحتويات

الوحدة السابعة: التغيرات في المحتوى الحراري

العلوم ضمن سياقها: الطاقة في عالمنا	
(وقود المستقبل)	٨١
نظرة عامة	٨٢
مخطط التدريس	٨٢
الموضوع ٧-١: التغير في المحتوى	
الحراري (ΔH)	٨٣
الموضوع ٧-٢: التغيرات في المحتوى	
الحراري القياسي	٨٨
الموضوع ٧-٣: قياس التغيرات في	
المحتوى الحراري	٩٤
الموضوع ٧-٤: قانون هس	١٠١
الموضوع ٧-٥: طاقات الروابط	
والتغيرات في المحتوى الحراري	١٠٩
إجابات أسئلة كتاب الطالب	١٢٠
إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة	١٢٤

المقدمة	xii
كيف تستخدم هذه السلسلة	xiv
كيف تستخدم هذا الدليل	xvi
طرائق للتدريس والتعلم	xvii
التعلم النشط	xviii
التقويم من أجل التعلم	xix
استخدام الأسئلة لتحسين التعلم	xxi
التفكير ما وراء المعرفة	
(توسيع التفكير)	xxiv
التعليم المتمايز (تفريد التعليم)	xxvi
مهارات من أجل الحياة	xxix
تقنيات التدريس	xxxii
احتياطات الأمان والسلامة	xxxix
الأهداف التعليمية	xli

الوحدة السادسة: الدورية في خصائص العناصر

العلوم ضمن سياقها: اكتشاف وترتيب العناصر ..	٤٧
نظرة عامة	٤٨
مخطط التدريس	٤٨
الموضوع ٦-١: دورية الخصائص الفيزيائية	٤٩
الموضوع ٦-٢: دورية الخصائص الكيميائية	٥٣
الموضوع ٦-٣: أكاسيد عناصر الدورة الثالثة	٥٧
الموضوع ٦-٤: كلوريدات عناصر الدورة الثالثة .	٦١
الموضوع ٦-٥: التنبؤ بخصائص العناصر	
موقع عنصر ما في الجدول الدوري	٦٦
إجابات أسئلة كتاب الطالب	٧٠
إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة	٧٢

الوحدة الثامنة: مبادئ الكيمياء العضوية

الموضوع ٢-٩: الألكينات وتفاعلاتها	٢٢٢
الموضوع ٣-٩: الهالوجينوألكانات - تصنيف	
الهالوجينوألكانات	٢٣٤
الموضوع ٣-٩: الهالوجينوألكانات - تحضير	
الهالوجينوألكانات	٢٣٩
الموضوع ٣-٩: تفاعلات وآلية الاستبدال	
النيوكليوفيلي	٢٤٥
الموضوع ٣-٩: الهالوجينوألكانات - تفاعلات الإزالة (الحذف)	٢٥٣
إجابات أسئلة كتاب الطالب	٢٦٠
إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة	٢٦٦

العلوم ضمن سياقها: جزيئات الحياة	١٤١
نظرة عامة	١٤٢
مخطط التدريس	١٤٢
الموضوع ٨-١: تمثيل الجزيئات العضوية	١٤٣
الموضوع ٨-٢: تسمية المركبات العضوية	١٤٧
الموضوع ٨-٣: الترابط في الجزيئات العضوية	١٥١
الموضوع ٨-٤: التشاكل في المركبات العضوية	
أ. التشاكل البنائي	١٦٠
الموضوع ٨-٤: التشاكل في المركبات العضوية	
ب. التشاكل الفراغي	١٦٧
الموضوع ٨-٥: أنواع تفاعلات المركبات العضوية وآلية حدوثها	١٧٧
إجابات أسئلة كتاب الطالب	١٨٦
إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة	١٩٣

الوحدة التاسعة: الهيدروكربونات والهالوجينوألكانات

العلوم ضمن سياقها: الهيدروكربونات والهالوجينوألكانات المستخدمة	٢٠٨
نظرة عامة	٢٠٩
مخطط التدريس	٢١٠
الموضوع ٩-١: الألكانات وتفاعلاتها - الاحتراق	٢١٠
الموضوع ٩-١: الألكانات وتفاعلاتها - الاستبدال بالجذر الحر	٢١٥

المقدمة

مرحباً بك في كتاب الكيمياء للصف الحادي عشر.

يأتي دليل المعلم لكتاب الكيمياء للصف الحادي عشر هذا ليحقق أفضل الممارسات في التدريس، إذ يتضمن ميزات مثل أسئلة وأنشطة «قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة»، لتذكير الطلبة بما تعلموه سابقاً، ولمساعدتك أنت المعلم في تقييم عملية التعلم؛ كما يتضمن «أسئلة نهاية الوحدة» لقياس مدى استفادة الطلبة من دراسة الوحدة، وتقييم تطوير تعلمهم.

تم إعداد هذا الدليل ليكون مفيداً ولمساعدتك ما أمكن في إيجاد احتياجاتك اليومية في التدريس، من خلال الأنشطة والتقويم والتكامل مع المناهج، والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم في كل موضوع، والدعم بالاستقصاءات العملية، آملي أن يلهمك ويدعمك، ويختصر وقتاً أنت في أمس الحاجة إليه.

نرجو أن تستمتع بهذا الدليل، وأن يؤمن لك مورداً تنهل منه ما يساعدك على الاستمرار في إلهام طلبتك وتشويقهم إلى دراسة هذا الموضوع الحيوي.

مقدمة إلى الاستقصاءات العملية

النشاط العملي جزء أساسي من كتاب الكيمياء للصف الحادي عشر.

وقد أختيرت الاستقصاءات العملية بدقة في هذا الكتاب بهدف:

- تحقيق متطلبات جميع الأهداف التعليمية التي تستلزم من الطلبة إجراء أنشطة عملية معيَّنة.
 - توفير توجيه وممارسة متدرّجين في المهارات العملية.
- ✎ يتوفر دعم إضافي في قسم التعليم المتميز (تفريد التعليم) للطلبة الذي يواجهون صعوبة في إجراء الاستقصاء.

تم اختيار المواد الكيميائية المطلوبة لإجراء الاستقصاءات الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة بحيث تكون متاحة قدر الإمكان، كما أن جميع الأدوات والأجهزة المطلوبة هي تلك المدرجة في الإرشادات العملية. ومع ذلك، فقد قدمنا مجموعة من عينات النتائج لكل استقصاء عملي، والتي تستطيع تقديمها للطلبة الذين لم يتمكنوا من الحصول على مجموعة كاملة من النتائج بأنفسهم، حتى يتمكنوا من الاستمرار في الإجابة على جميع أسئلة التحليل والاستنتاج والتقييم المطروحة في الاستقصاء.

يستغرق النشاط العملي وقتاً طويلاً، لكنه جزء أساسي من دراسة الطلبة العلميّة. فالطلبة يستفيدون من الممارسة العمليّة أكثر بكثير مما يستفيدونه من التعلم النظري فقط. لهذا السبب يكون اكتساب التفاصيل في التعلم النظري أسهل. فخبرات التعلم المهمة عند تنفيذ الأنشطة العمليّة هي مجموعة المهارات التي يجري استخدامها أو تطويرها في إطار عمليات التخطيط، والتنفيذ، والملاحظة، والتسجيل، والتحليل، وما إلى ذلك. ويوفر كتاب التجارب العملية والأنشطة التجارب اللازمة لتطوير هذه المهارات.

توفر فقرات التوسع والتحدي التي ترد في قسم التعليم المتمايز (تفريد التعليم) مهارات إضافية لتعزيز قدرات الطلبة.

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 معاً لمساعدة الطلبة على تطوير المعرفة والمهارات العلمية اللازمة لهذه المادة. كما تقدّم الدعم للمعلمين لإيصال هذه المعارف للطلبة وتمكينهم من مهارات الاستقصاء العلمي.

يقدم «كتاب الطالب» دعماً شاملاً لمنهج الكيمياء للصف الحادي عشر في سلطنة عمان، ويقدم شرحاً 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 مزيداً 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 يحقق 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. ويتضمن هذا الدليل أفكاراً تفصيلية للتدريس وإجابات عن كل سؤال ونشاط وارد في «كتاب الطالب» وفي «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، فضلاً عن الإرشادات التعليمية لكل موضوع، بما في ذلك خطة التدريس المقترحة، وأفكار للتعلم النشط والتقييم التكويني، والمصادر المرتبطة بالموضوع، والأنشطة التمهيدية، والتعليم المتمايز (تفريد التعليم) والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم. كما يتضمن أيضاً دعماً مفصلاً 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 الدليل

يحتوي دليل المعلم هذا على إرشادات عامة وملاحظات تعليمية تساعدك في عملية تدريس محتوى هذا الكتاب. توجد أفكار للتدريس لكل وحدة من وحدات «كتاب الطالب». وتحتوي كل مجموعة من أفكار التدريس على الميزات الآتية لتساعدك في كيفية تدريس الوحدة.

توجد في بداية كل وحدة فقرة نظرة عامة، تقدم مخططاً موجزاً للمحتوى والمهارات العملية والفرص، لتغطي أهداف التقويم التي يعرضها الموضوع. كما تتوافر روابط مع الموضوعات ذات الصلة في موضوعات أخرى من الوحدة.

يتبع النظرة العامة مخطط التدريس، والتي تلخص الموضوعات الواردة في الوحدة، بما في ذلك عدد الحصص، والمصادر في «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة» التي يمكن استخدامها لتدريس الوحدة.

توجد غالباً مفاهيم خاطئة وسوء فهم مرتبطة بموضوعات تعليمية معينة. وهي ترد مع اقتراحات لاستنباط أدلة عليها مع الطلبة واقتراحات لتنفيذها.

توجد مجموعة مختارة من أنشطة تمهيدية، والأنشطة الرئيسية، وتلخيص الأفكار والتأمل فيها، لكل موضوع. يمكنك اختيار ما يناسبك منها وملاءمتها بما يناسب احتياجات الطلبة والواقع. تشمل الأنشطة اقتراحات حول كيفية تمايزها حسب مستويات التحصيل لدى الطلبة، واستخدامها في توفير فرص للتقويم والتفكير.

ترد فقرة سؤال مفصلي لمساعدتك على تقييم مدى استعداد الطلبة للانتقال إلى المرحلة التالية من التعلم، تم تصميم السؤال المفصلي لطرحه على الطلبة أثناء الدرس، لتقرر في ضوء إجابات الطلبة على هذا السؤال ما إذا كانوا قد فهموا المفهوم أو النظرية جيداً أم يحتاجون إلى مزيد من الوقت قبل متابعة شرح الدرس.

توجد أفكار للتعليم المتمايز (تفريد التعليم) في تدريس كل موضوع، مع أفكار وأنشطة «التوسع والتحدى» لتوسع فرص التعلم، وأنشطة «الدعم»، وأفكار وتعديلات للطلبة الذين يحتاجون إلى ممارسة إضافية أو مساعدة.

توفر التكامل مع المناهج اقتراحات للربط بين مجالات مختلفة في المنهج.

تتوافر إجابات لأسئلة «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة» في نهاية كل وحدة من دليل المعلم هذا.

طرائق للتدريس والتعلم

في ما يلي موجز لطرائق التدريس الرئيسية التي تشكل جزءاً من أساس كتاب الكيمياء، وتعريفها واستخدامها في دليل المعلم هذا، وسيتم لاحقاً شرح هذه الطرائق بتوسع. تؤمّن أفكار الأنشطة الواردة في كتاب الطالب ودليل المعلم إمكانية الاستفادة من هذه الطرائق وتضمينها في مخطط الدرس.

التعلم النشط

التعلم النشط ممارسة تربويّة تركز على الطالب، حيث تشدّد على كميّة تعلمه وليس على ما يتعلمه فقط. يجب حثّ الطلبة على «التفكير» بدل تلقي المعلومات بشكل سلبي. وبالتالي، فإن التعلم النشط يحفز الطلبة على تحمل مسؤوليّة تعلمهم، ويوفر الدعم لهم ليكونوا متعلمين مستقلين وواثقين بأنفسهم داخل المدرسة وخارجها.

التقويم من أجل التعلم

التقويم من أجل التعلم نهج تعليمي يؤمّن تغذية راجعة يمكن الاستفادة منها في تحسين تعلم الطلبة. ومن خلاله، يصبح الطلبة أكثر اندماجاً في عمليّة التعلم، فيكتسبون بالتالي الثقة في ما يتوقع منهم تعلمه وبأي معيار. وهو يفيد المعلم في تكوين صورة عن مستوى الطلبة في فهم مصطلح أو موضوع معيّن، الأمر الذي يساعده في تحديد الدعم الذي سيقدمه لهم.

التفكير ما وراء المعرفة (توسيع التفكير)

يصف التفكير ما وراء المعرفة أو توسيع التفكير ما يقوم به الطلبة من تخطيط ومراقبة وتغيير ذات صلة بأنماط سلوك تعلمهم، بما يساعدهم على التفكير في تعلمهم بشكل أكثر وضوحاً، والتأكد من قدرتهم على تحقيق هدف التعلم الذي حدّدوه بأنفسهم، أو حدّده المعلم لهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

يتطلع المعلم إلى توفير أقصى فائدة ممكنة للطلبة وتنظيم تعلمهم، بحيث يعيش كل منهم تجربة تعلم تحقق المشاركة والنجاح. يجب المزج بين ما ندرّسه وكيف ندرّسه، وبين ما يحتاج إليه الطالب وما هو قادر على تعلمه. لا يكفي التأكد من حصول الطالب على التعلم المستهدف، بل التأكد أيضاً من تلقي كل طالب للدعم والاهتمام المناسبين له، بما يعطي معنى للتعلم.

مهارات الحياة

كيف نُعدّ الطلبة للنجاح في عالم سريع التغيّر، وللتعاون مع الآخرين من جميع أنحاء العالم، وفي استخدام مهارات تفكير متطورة للتعامل مع تحديات أكثر تعقيداً؟ يساعد هذا الدليل المعلمين على فهم كميّة دمج هذه الطرائق المرتبطة بالمهارات الحياتيّة وتطوير القدرات في طرائق تدريسهم. ترد هذه المهارات في الدليل في ستة مجالات متخصصة يمكن دمجها في عمليّة التعليم والتعلم، وبما يناسب كل مرحلة فيها.

التعلم النشط

ما هو التعلم النشط؟

التعلم النشط ممارسة تربويّة تهدف إلى تعلم الطلبة، إذ تركز على كَيْفِيَّة تعلمهم وليس فقط على ما يتعلمونه. من المهم تشجيع الطلبة على «التفكير الجيد» بدلاً من تلقي المعلومات بشكل سلبي. يحفز التعلم النشط الطلبة على تحمل مسؤولية تعلمهم، ويدعمهم ليكونوا متعلمين مستقلين وواثقين بأنفسهم في المدرسة وخارجها.

تشير الدراسات إلى أنه من غير الممكن نقل الفهم إلى الطلبة بمجرد إخبارهم بما يحتاجون إلى معرفته. بدلاً من ذلك، من المهم العمل على تحدي تفكير الطلبة ودعمهم لتكوين فهمهم الخاص. يشجع التعلم النشط على عمليات التفكير الأكثر تعقيداً، مثل التقييم والتحليل والتركيب، بما يعزز تكوين عدد أكبر من التشابكات العصبية بين خلايا الدماغ. وعلى الرغم من قدرة بعض الطلبة على تكوين معانيهم الخاصة من المعلومات التي يتلقونها بشكل سلبي، فإن الطلبة الآخرين لا يستطيعون ذلك. إلا أن التعلم النشط يمكن جميع الطلبة من تكوين المعرفة والفهم استجابة للفرص التي تتوافر لهم.

لماذا نتبنى نهج التعلم النشط؟

يمكن إثراء جميع مجالات المنهاج، في جميع المراحل، من خلال تبني نهج التعلم النشط.

يجري في التعلم النشط التفكير في عملية التعلم وليس في المحتوى فقط. إذ يؤمن هذا التعلم للطلبة مزيداً من المشاركة في تعلمهم والتحكم فيه، بما يشجع جميع الطلبة على الاستمرار في التركيز على تعلمهم، ويجعلهم في معظم الأحيان أكثر اهتماماً به. فالتعلم النشط محفز فكري، ويشجع تبنيّه على الاهتمام أكثر بالمناقشة الأكاديمية مع الطلبة، بما يحقق المتعة للمعلم أيضاً. وتعني المناقشة الصحية تشارك الطلبة مع المعلم في عملية تعلمهم.

سيكون الطلبة أكثر قدرة على القيام بالمراجعة للاختبار، أي ستكون المراجعة أشبه بـ «إعادة رؤية» للأفكار التي يفهمونها فعلاً.

يطوّر التعلم النشط مهارات التحليل لدى الطلبة، ويدعم قدرتهم على حل المشكلات بشكل أفضل، وعلى تطبيق المعرفة بشكل أكثر فاعليّة. وسيكون الطلبة على استعداد لمواجهة التحديات والتعامل مع المواقف غير المتوقعة. ونتيجة لذلك، سيكونون أكثر ثقة بقدرتهم على مواصلة تعلمهم بعد التخرج في المدرسة، وسيكونون مستعدين بشكل أفضل للانتقال إلى مرحلة التعليم العالي، وسوق العمل.

ما هي تحديات التعلم النشط؟

عندما يبدأ المعلم بالتفكير في ممارسة التعلم النشط، فإنه غالباً ما يخطئ عندما يميل نحو الأنشطة التي يريد تصميمها أكثر من التفكير في التعلم بحد ذاته. أهم ما عليه الاهتمام به هو وجود الطالب والتعليم في مركز التخطيط. يمكن أن تكون المهمة بسيطة جداً، لكنها لا تزال تحفز الطلبة على التفكير بشكل ناقد ومستقل. لا تساعد المهمة المعقدة في بعض الأحيان على تطوير التفكير والفهم لدى الطلبة مطلقاً. ولذلك يحتاج المعلم إلى التفكير بعناية في ما يريد أن يعلمه أو يفهمه للطلبة، ليكمل بالتالي المهمة التي تحقق المرتجى.

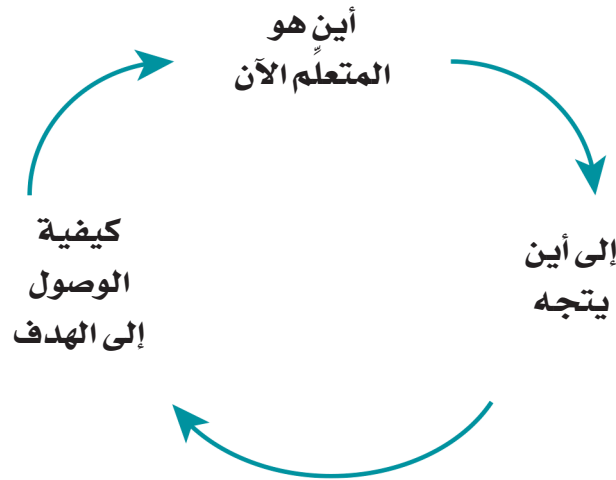
التقويم من أجل التعلّم

ما هو التقويم من أجل التعلّم؟

التقويم من أجل التعلّم نهج تعليمي يؤمّن تغذية راجعة يمكن الاستفادة منها في تحسين تعلّم الطلبة. ومن خلاله، يصبح الطلبة أكثر اندماجاً في عمليّة التعلّم، فيكتسبون بالتالي الثقة في ما يتوقع منهم تعلّمه على كافة المستويات. وهو يفيد المعلم في تكوين صورة عن مستوى الطلبة في فهم مفهوم أو موضوع معيّن، الأمر الذي يساعده على تحديد الدعم الذي سيقدمه لهم. يحتاج المعلم إلى فهم معنى الملاحظات وطريقة إعطائها بشكل يهدف إلى تحسين عملية التعلّم. يمكن أن تكون التغذية الراجعة غير رسميّة كالملاحظات الشفويّة لمساعدة الطلبة على التفكير في المسائل، أو رسميّة كاستخدام سلالمة التقدير للمساعدة في توضيح أهداف التعلّم والتقويم.

لماذا نستخدم التقويم من أجل التعلّم؟

إن اتّباع نهج جيدة التصميم للتقويم من أجل التعلّم قد يحقق فهماً أفضل لكيفيّة تعلّم الطلبة، بما يفيد في التخطيط للتعليم على مستوى الصف ككل أو على مستوى كل طالب بشكل منفرد (انظر الرسم التخطيطي الآتي). ومساعدة الطلبة لمعرفة ما يهدفون إليه، وفهم ما عليهم عمله لتحقيق ذلك أمر مشروع. فالتقويم من أجل التعلّم يجعل التعلّم أكثر وضوحاً، بما يساعد الطلبة على فهم طبيعة المادة التي يتعلّمونها، بشكل أكثر دقة، وفهم أنفسهم كمتعلّمين. كما تصبح جودة التفاعلات والتغذية الراجعة بين الطلبة والمعلّمين بالغة الأهميّة لدعم عمليّة التعلّم.



يمكن استخدام التقويم من أجل التعلم لمساعدة الطلبة على التركيز على جوانب محددة في تعلمهم، وتحمل المزيد من المسؤولية عن كميّة متابعة التعلم. إذ يكوّن التقويم من أجل التعلم ارتباطاً قيمياً بين التقويم وأنشطة التعلم، حيث سيكون لتوضيح الأهداف تأثير مباشر على كميّة تصميم استراتيجيات التعليم والتعلم. ويمكن أن تدعم تقنيات التقويم من أجل التعلم الطلبة ليصبحوا أكثر ثقة بما يتعلمونه، وللتفكير في الطريقة التي يتعلمون بها. ومن المرجح أن يجربوا نهجاً جديدة، ويكونوا أكثر انخراطاً بما يطلب إليهم تعلمه.

ما صعوبات استخدام التقويم من أجل التعلم؟

لا يعني استخدام التقويم من أجل التعلم الحاجة إلى اختبار الطلبة بشكل متكرر. سيكون من السهل فقط زيادة مقدار التقويم النهائي، واستخدام هذا التقويم كطريقة منظمة للمساعدة في تحديد ما يجب عمله في عمليّة التعليم. يمكن الحكم على مقدار ما تحقق من تعلم بوسائل أخرى غير الاختبار، بما في ذلك، وقبل كل شيء، التواصل مع الطلبة بطرائق متنوعة، ومعرفتهم بشكل أفضل كأفراد.

استخدام الأسئلة لتحسين التعلم

لا يتطور التفكير من خلال الإجابات بل بالأسئلة. ويحقق الطلبة تعلمًا أفضل عندما تتوافر لهم الفرص الكافية للتعامل مع الأسئلة وإجاباتها. يمكن استخدام الأسئلة بفاعلية في غرفة الصف لما يأتي:

- مراجعة التعلم.
- حفز تفكير الطلبة.
- حفز اهتمام الطلبة ودافعيتهم للمشاركة بنشاط في الدرس.
- تنمية مهارات التفكير الناقد.
- حفز الطلبة على طرح الأسئلة.

تتوافر عدة طرائق يمكن من خلالها تحقيق ذلك.

ومن المحتمل أنك، اعتمادًا على محتوى الدرس وأهدافه، ستستخدم أنواعًا مختلفة من الأسئلة. في ما يأتي ثلاثة أنواع من الأسئلة مع الأمثلة.

مساعدة

يجب أن تعدّ الأسئلة مسبقًا لضمان مناسبتها لجميع الطلبة. سيكون هذا مهمًا بشكل خاص في السياقات التي لا تكون فيها لغة التدريس هي اللغة السائدة للطلبة في صفك.

أسئلة المناقشة

وهي أسئلة سابرة تسهّل المناقشة وتؤمّن فهمًا أفضل لتفكير الطلبة (وفي بعض المواقف قدرتهم على التخيل).

مثال: لماذا تعتقد ذلك؟

نشاط: يمكن تطبيقه على مستوى مجموعات من اثنين، أو مجموعات صغيرة، أو على مستوى الصف ككل. لا تتطلب أسئلة المناقشة «إجابة صحيحة»، إذ تكمن أهميتها في مساعدة الطلبة على التفكير، والمشاركة والمناقشة.

أسئلة تشخيصية

تؤمّن هذه الأسئلة نظرة ثاقبة سريعة عن مدى تعلم الطلبة لما درّسه إياهم. قد تحدّد الإجابات أجزاء من المحتوى تتطلب إعادة التدريس لتوضيح المفاهيم الخاطئة أو ملء الثغرات. ويمكنها تحديد ثغرات معينة في فهم الطلبة من دون التأثير على سير الحصة.

مثال: صح أم خطأ.

نشاط: يمكن أن يكون في بداية الدرس (باستخدام ألواح الكتابة الصغيرة أو أوراق الملاحظات اللاصقة)، أو كجزء من اختبار قصير، أو أي شكل آخر للتقويم.

يجب أن يكون لجميع أسئلة التشخيص هدف محدد. يجب استخدام المعلومات المجمّعة للمساعدة في توجيه التدريس. في ما يأتي اقتراحات حول كيفية استخدام نتائج التشخيص في التغذية الراجعة.

الأسئلة المفصلية

«المفصل» هو النقطة التي تنتقل عندها من فكرة أو نشاط أو نقطة مفتاحية إلى أخرى. والأسئلة المفصلية نوع معين من الأسئلة التشخيصية التي قد تكون مفيدة بعد التعلم، للمساعدة في اتخاذ قرار للاستمرار في التدريس أو التلخيص أو إعادة التدريس. عادة ما يكون فهم المحتوى قبل نقطة المفصل شرطاً أساسياً للجزء التالي من التعلم. وهذا أمر مهم، لأن الانتقال هنا أمر خطير إذا لم تكن المفاهيم المفتاحية مكتسبة تماماً. بالمقابل، إذا أخطأت وأعدت التدريس بدون جدوى، ستكون المشاركة معدومة

مثال: ماذا تعلمنا اليوم؟ وما أهميته؟

نشاط: قائمة بالأفكار (محددة الوقت)، في إطار عمل فردي أو ضمن ثنائيات، ويمكن كتابتها على ورق لاصق أو تشاركها شفويًا.

لكي تكون الأسئلة المفصلية مفيدة، يجب أن تكون قادرًا على استنباط المعلومات من الطلبة بشكل فوري، وأن تكون قادرًا على فهمها، والتصرف بناء عليها بسرعة. ويفترض أحد المقترحات أنه يجب على الطلبة الإجابة في غضون دقيقة واحدة، وأن يكون المعلم قادرًا على عرض الإجابات وتفسيرها في غضون ١٥ ثانية. تهدف الأسئلة المفصلية للحصول على إجابة على شكل لقطة سريعة وليس مقالة.

يفترض استخدام مجموعة متنوعة من الأسئلة في ضوء الممارسات المهنية، وبما يتناسب مع الصف والموضوع ومستوى الطلبة.

استخدام التغذية الراجعة لتحسين التدريس والتعلم

تعمل الأسئلة على تطوير فهم الطلبة لموضوع معين وتساعد في استكشاف أهدافه، كما تساعد في تحديد المجالات التي لا يكونون واثقين من فهمها، بما يمثل جزءًا مهمًا في عملية التعلم. فالتغذية الراجعة تدعم الطلبة في تجاوز حالة عدم الثقة هذه، وتعزز من كفاءتهم.

يجب أن تكون التغذية الراجعة:

- شفوية أو كتابة.
- مناسبة للطلبة.

- تتضمن معلومات توجه الطالب إلى المصدر الذي يفيد (على سبيل المثال، صفحات في كتاب الطالب).

بمجرد أن يتضح لهم ما عليهم عمله لتجاوز حدود تعلمهم الحالية، فإنهم سيكونون قادرين على تحقيق تقدم أكبر، يمكنك تسهيل هذا التقدم من خلال التغذية الراجعة والمساعدة في إغلاق ثغرة التعلم.

التغذية الراجعة فعالة: لتحسين التدريس والتعلم يجب تأمين بيئة تحفز الطلبة على التفكير في خبرات تعلمهم وتحديد مسيرتهم التعليمية. قد تأخذ هذه الخطوات شكل أسئلة إضافية عن الموضوع يرغب الطلبة في البحث عن إجابات لها، أو تكون مرتبطة بمعرفتهم من كتاب الطالب (لمزيد من المعلومات حول التفكير ما وراء المعرفة، ارجع إلى النصوص ذات العلاقة في هذه المقدمة).

التقييم الذاتي/ تقييم الأقران

يمكن للطلبة تقييم مدى تقدمهم أو تقدم زملائهم في المجموعة، بثقة، بدلاً من الاعتماد دائماً على تقييم المعلم. يمكن للطلبة الذين تتاح لهم إمكانية الإطلاع على عملهم، وعلى سلم العلامات الذي يعكس أهدافاً ومعايير واضحة، تقييم مدى جودة عملهم. سيساعدهم ذلك في المشاركة في عملية تعلمهم ويحسن من استقلاليتهم ودافعيتهم.

مراجع إضافية

Gaunt, A. and Stott, A. (2019) Transform teaching and learning through talk: the oracy imperative, Rowman and Littlefield Education, Lanham, MD.

Gershon, M. (2013) How to use questioning in the classroom: the complete guide, Amazon Media.

Paul, R.W. and Elder, L. (2000), Critical thinking: basic theory and instructional structures handbook, Foundation for Critical Thinking, Tomales, CA.

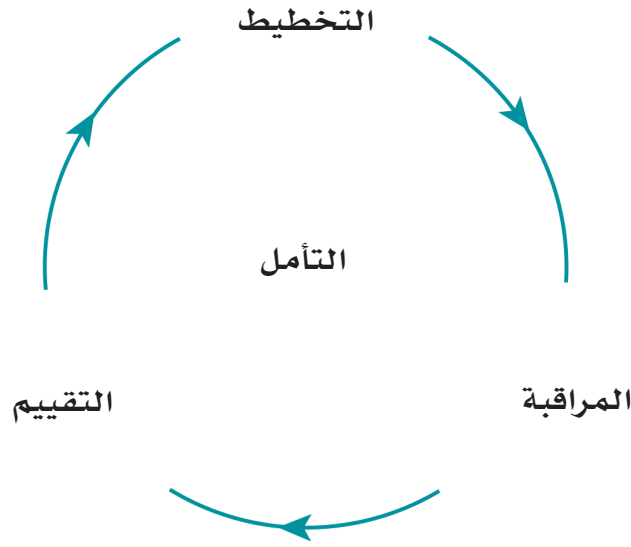
Wiliam, D. (2011), Embedded Formative Assessment, Solution Tree Press, Bloomington, IN.

التفكير ما وراء المعرفة (توسيع التفكير)

ما هو التفكير ما وراء المعرفة أو توسيع التفكير؟

يصف مصطلح التفكير ما وراء المعرفة العمليات التي يقوم بها الطلبة المتمثلة بالتخطيط والتتبع والتقييم وتغيير سلوكيات التعلم. وهي تجعل تفكير الطلبة في تعلمهم أكثر وضوحًا، كما تجعلهم متأكدين من قدرتهم على تحقيق هدف التعلم الذي حدّدوه لأنفسهم وحدّد المعلم لهم.

يتعرّف الطلبة في التفكير ما وراء المعرفة على الموضوعات التي يجدونها سهلة أو صعبة. ويدركون متطلبات المهمات التعليمية المختلفة، ويكونون قادرين على تحديد النهج المختلفة التي يمكنهم استخدامها للتعامل مع المشكلات. كما يمكنهم إجراء تعديلات على تعلمهم، وهم يتابعون تقدمهم نحو تحقيق هدف معيّن. يوضح الرسم التخطيطي التالي طريقة مفيدة للتفكير في المراحل المتضمنة في التفكير ما وراء المعرفة.



يفكر الطلبة أثناء مرحلة التخطيط في هدف التعلم الواضح المحدّد لهم، ومتطلبات تنفيذه. ومن المهم التوضيح للطلبة كيف تكون المهمة ناجحة قبل القيام بها. ويبني الطلبة على معارفهم السابقة، ويفكرون في الاستراتيجيات التي استخدموها سابقًا، وكيف سيتعاملون مع المهمة الجديدة.

يتابع الطلبة باستمرار أثناء تنفيذ خططهم مدى تقدمهم تجاه تحقيق هدف التعلم. وفي حالة عدم نجاح الاستراتيجيات المستخدمة، يمكنهم تجربة استراتيجيات أخرى.

يحدّد الطلبة مدى نجاح الاستراتيجية المستخدمة لتحقيق هدف التعلم بمجرد الانتهاء من المهمة. ويفكرون أثناء تقييمهم في الأمور التي سارت بشكل جيد وتلك التي لم تحقق المطلوب، بما يساعدهم في العمل بشكل مختلف في المرة القادمة. قد يفكرون أيضًا في أنواع المشكلات الأخرى التي يمكن حلها باستخدام الاستراتيجية نفسها.

التفكير جزء أساسي في عملية التخطيط - تتبع التقييم، وتوجد عدة طرائق لدعم تفكير الطلبة في عملية تعلمهم. والطلبة في تطبيق نهج التفكير ما وراء المعرفة يحتاجون إلى تعرّف مجموعة من الاستراتيجيات التي يمكنهم استخدامها، وتعرّف بيئة الصف التي تحفزهم على استكشاف مهارات التفكير ما وراء المعرفة وتطويرها.

لماذا نعلم مهارات التفكير ما وراء المعرفة؟

تشير الأبحاث أن استخدام مهارات التفكير ما وراء المعرفة يؤدي دوراً مهماً في التعلم الناجح. تساعد مهارات التفكير ما وراء المعرفة الطلبة على تتبع تقدمهم والتحكم في تعلمهم. ويفكر الطلبة الذين يمارسون هذه المهارات في أخطائهم، ويتعلمون منها، ويعدلون استراتيجيات تعلمهم تبعاً لذلك. يجد الطلبة الذين يستخدمون مهارات التفكير ما وراء المعرفة أنها تحسّن من تحصيلهم في الموضوعات المختلفة، حيث تساعدهم على نقل ما تعلموه من سياق إلى سياق آخر، أو من مهمة سابقة إلى مهمة جديدة.

ما الصعوبات التي تواجه تطوير مهارات التفكير ما وراء المعرفة؟

من المهم حفز الطلبة على تخصيص وقت للتفكير في مهارات التفكير ما وراء المعرفة والتعلم من أخطائهم، لتكون هذه المهارات شائعة في غرفة الصف. يخشى العديد من الطلبة ارتكاب الأخطاء، بما يعني أنهم أقل احتمالاً للتعرّض للمخاطر واستكشاف طرائق جديدة في التفكير أو معالجة مشكلات غير مألوفة. وحيث إن المعلم يسهم في تشكيل ثقافة التعلم في غرفة الصف، ولكي تنشط ممارسات التفكير ما وراء المعرفة، يحتاج الطلبة إلى الشعور بالثقة الكافية أثناء ارتكاب الأخطاء، ومناقشتها، وعرضها في النهاية كونها فرصاً تعليمية قيمة، وفي كثير من الأحيان ضرورية. التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

ما هو التعليم المتمايز؟

يقدم التعليم المتمايز عادة كممارسة تعليمية ينظر فيها المعلم إلى الطلبة كأفراد، وإلى التعلم كعملية شخصية. وعلى الرغم من أن التعريفات الدقيقة يمكن أن تختلف، إلا أنه ينظر عادة إلى الهدف الرئيسي للتعليم المتمايز باعتباره ضمان إحراز جميع الطلبة، بغض النظر عن قدراتهم واهتماماتهم، تقدماً نحو تحقيق نتائج التعلم.

يتعلق الأمر باتباع نهج مختلفة وإدراك الاختلافات بين الطلبة لمساعدتهم على تحقيق التقدم. لذا يحتاج المعلم إلى أن يكون مستجيباً وراعياً وقادراً على تكييف تدريسه بما يلبي متطلبات الطلبة.

لا يوجد نهج واحد على المعلم اتباعه، ولا يفترض بالمعلم مراعاة ما يميز كل طالب كل يوم. لكن عليه تحديد اللحظات المناسبة أثناء الدرس لتعرف ما يميز الطالب. بكلمات أخرى، تمثل مراعاة التعليم المتمايز الفاعل جزءاً من خطة الدرس اليومية للمعلم المتمرس. من المهم أن يكون المعلم قادراً على الاستجابة لمتطلبات الطلبة، واستخدام التقنيات التي يراها أكثر مناسبة.

قد يصعب تنفيذ جميع محتوى المنهاج ودعم جميع الطلبة وضمان مشاركتهم المستمرة في عملية التعلم، وهو ما يمثل تحدياً يواجهه جميع المعلمين في العالم.

وعلى الرغم من عدم وجود صيغة واحدة لتفريد التعليم بين جميع الطلبة، إلا أن محاولة مراعاته ستؤمّن فرصاً للابتكار والتفكير تعزز التعليم والتعلم بما لا يمكن تحقيقه في درس يكون فيه الطلبة «على مقاس واحد».

من الواضح مدى التداخل بين مراعاة تفريد التعليم ونهج التقويم من أجل التعلم. فكلاهما يهدف إلى تحسين التعلم باستخدام تقنيات متماثلة مثل طرح الأسئلة وتوفير التغذية الراجعة والتركيز على الطالب. التقويم المستمر في الصف أساسي في مراعاة الفروق الفردية. إذ يحتاج المعلم إلى معرفة ما يعرفه الطالب حالياً، وما يمكنه معرفته، ليصبح قادراً على تحديد ما يحتاج إليه وعلى كيفية تحقيق ذلك. إنه نهج يتضمن مجموعة من الاستراتيجيات، ويعتمد كثيراً على ثقافة المدرسة والصف لتوجيه النشاط العملي بما يحقق النتائج.

تعتمد المراعاة الفاعلة للتعليم المتمايز بشكل كبير على مقدرة المعلم على الاستجابة لكل طالب، وعلى الفهم التام لاحتياجاته، لتوفير الدعم اللازم له على أفضل وجه ممكن. ويعتمد كل ذلك على قدرات المعلم، ودافعيته، والصعوبات التي يجب التغلب عليها، والتدريب.

دور الطالب

من المهم لنجاح مراعاة التعليم المتمايز التعرف إلى كل طالب على حدة. ولتكون هذا الأمر فاعلاً، يجب معرفة ما يعرفه الطالب وما يمكنه القيام به.

ومع ذلك، فإن التعرف إلى الطالب، يعني أكثر من مجرد استكشاف ما يعرفه، فهو يعني فهماً أوسع لما يجعله مختلفاً عن غيره. يمكن أن يرجع اختلاف الطلبة واختلاف تعلمهم عن غيرهم إلى عدة أسباب: قد يختلف مستوى اهتمامهم بالموضوع، وقد يختلف مستوى تحفيزهم، وتختلف قدرتهم على تذكر المعلومات، وتختلف ثقتهم بأنفسهم، ويختلفون في دقة كتابتهم وتعبيرهم، وفي المفردات التي يمتلكونها.

إن تعرّف المعلم إلى الطالب سيساعده على التخطيط للتعليم بدلاً من التخطيط للتدريس، ويضمن أن يدعم دائماً تقدم الطلبة. يتصف الصف الدراسي الذي تراعي فيه تفريد التعليم بتعاون المعلم مع الطلبة في عملية التعلم، وامتلاك الطلبة للشعور بالملكية والمسؤولية. ويمكن لتوفير حرية الاختيار أن تشجع حق الملكية في العمل الفردي والتعلم، وإيجاد بيئة تعليمية «لا يخشى فيها» الطالب، بل يبذل جهداً لتحقيق الهدف. مهارات من أجل الحياة.

التقنيات

نواتج التعلم

نظراً لأن مراعاة الفروق الفردية تهدف إلى دعم جميع الطلبة باتجاه تحقيق نتائج تعلم معينة، فمن المهم التفكير جيداً في ماهية نتائج التعلم والتركيز باستمرار على الهدف العام للتعلم وعلى معايير النجاح. يمكن للمعلم بعد ذلك إجراء تقييم تكويني واكتشاف احتياجات الطالب.

يُعدّ مفهوم الجودة المشترك بين الطالب والمعلم عاملاً حيوياً في تقدم الطالب. وهذا يشمل وضوح نتائج التعلم واستخدام أمثلة العمل الجيد. سيكون الطلبة أكثر قدرة على التقييم الذاتي وتقييم الأقران إذا كانوا يدركون ماهية العمل الجيد.

دعم التعلم

يهدف دعم التعلم إلى تمكين الطلبة من تجاوز ما هم قادرون على القيام به، ويمكن أن يكون بالتالي عنصراً رئيسياً في عملية مراعاة تفريد التعلم الناجحة.

تتضمن هذه الاقتراحات نمذجة العمل والمهمات، واستخدام إطارات الاستماع والكتابة، وتأمين كلمات أو جمل استهلاكية، وموجز للمحتوى، والاستخدام الداعم للأسئلة، وتشجيع العمل في مجموعات أو ثنائيات.

التغذية الراجعة

وهي أداة أساسية في مساعدة جميع الطلبة لإحراز تقدم في تعلمهم. يمكن أن تساعد التغذية الراجعة الجيدة الطلبة في تحقيق نتائج تعلم خاصة بهم، شرط أن يفهموها ويعملوا وفقاً لمقتضياتها ويتعلموا منها. يجب أن تعالج التغذية الراجعة أية مفاهيم خاطئة تكشف عنها أنشطة الطالب.

العمل في مجموعات (العمل الجماعي)

يجب أن يستخدم المعلم أساليب متنوعة في غرفة الصف، وذلك باستخدام مزيج من تعليم الصف بأكمله، والعمل الفردي، والعمل في مجموعات صغيرة، وتعليم الأقران. يمكن أن يكون العمل في مجموعات وسيلة جيدة لمراعاة الفروق الفردية، إذ يؤمن للطلبة المعرفة من زملائهم، ويساعدهم على التعلم بعضهم من بعض، ويستخدم المناقشة، ويؤمن توزيعاً للمهمات اعتماداً على قدرات الطلبة المختلفة.

يجب تحقيق التوازن بين تقنية العمل في مجموعات وتعليم المعلم. ويرى بعض الباحثين أن تعليم المعلم المباشر بالشكل الصحيح له تأثير أكبر على التعلم ضمن مجموعات يتم فيها العمل بشكل غير صحيح أو غير مناسب.

دعم التعليم المتمايز (تفريد التعليم) في موارد التعلم

تحتوي موارد التعلم على فرص كثيرة للتقييم المستمر في غرفة الصف بهدف مساعدة المعلم على معرفة ما يفهمه الطلبة، أو ما يمكنهم عمله حالياً للتوصل إلى ما يحتاجون إلى معرفته أو عمله. سيساعد ذلك في تحديد المفاهيم الخاطئة أو سوء الفهم وتوجيه الإجراءات.

من خلال مسار الأنشطة في موارد التعلم هذه، ستتم مراعاة تفريد التعليم بالدرجة الأولى بالطرائق الآتية:

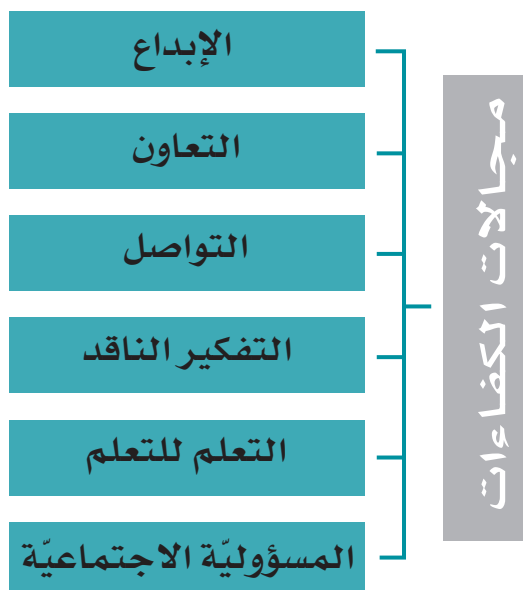
- مراعاة تفريد التعليم من خلال طرح الأسئلة (تضمنين استراتيجيات طرح الأسئلة لتحقيق الأفضل لاحقاً).
- مراعاة تفريد التعليم من خلال المجموعات (استخدام مجموعات القدرات المختلفة).
- مراعاة تفريد التعليم حسب النتائج (أنماط متعددة من نتائج التعلم أو كيف يظهر الطلبة تعلمهم).
- مراعاة تفريد التعليم حسب المهمات (أوراق عمل إضافية).

لا توجد طريقة واحدة مثلى لتعليم يراعي تفريد التعليم، ومع ذلك يمكن تقديم مجموعة مختارة من الاستراتيجيات لمساعدة المعلم على أن يكون أكثر ثقة بممارساته التدريسية.

مهارات من أجل الحياة

كيف نُعدّ الطالب للنجاح في عالم سريع التغيّر؟ وللتعاون مع الآخرين في مختلف أنحاء العالم؟ وللابتكار مع تزايد الاعتماد على التكنولوجيا في الأعمال الروتينية؟ وللاستخدام التكنولوجي في مواجهة تحديات أكثر تعقيداً؟ وللقدرة على التكيف مع التغيرات المستمرة؟ سيحاول هذا الدليل تسليط الضوء على الإجابة عن هذه الإشكاليات.

إطار كامبريدج للمهارات الحياتية



توجد عدة أطر تهدف إلى التعامل مع المهارات والكفاءات التي يحتاج إليها الطلبة في مستويات الدراسة المختلفة لدخول عالم العمل في القرن الحادي والعشرين.

يؤمن هذا الدليل ما يحتاج إليه المعلم لفهم الطرائق المختلفة لمهارات الحياة والكفاءة المرتبطة بتعليم الطلبة في مختلف المستويات، ودعم تطوير سمات الطالب الدارس لهذا المنهاج، وكيف يمكن ترسيخ مهارات الطلبة من خلال تعلمهم.

يؤمن الدليل تحليلاً للمكوّنات الأساسية لهذه الكفاءات العالمية، وتفسيراً للطرائق والمبادرات المختلفة لتكوين إطار مشترك لمهارات الحياة وكفاءاتها التي يمكن للطلبة في جميع المستويات من دارسي هذا المنهاج تعلمها وامتلاكها.

تأتي هذه المهارات في ستة مجالات رئيسية من الكفاءات، يمكن دمجها في عملية التدريس، والتعامل معها في مراحل التعليم المختلفة، بأشكالها المتنوعة والمرتبطة بكل مرحلة. وفي كل مجال من هذه المجالات، تأتي مهارات الجانب العملي مصنفة بشكل يساعد على فهم ما تتضمنه كل كفاءة.

مجالات الكفاءات الستة الرئيسية

في ما يأتي توضيح لمجالات المهارات الستة الرئيسية التي تؤمنها موارد المعلم وكتاب الطالب في هذا المنهج.

١. الإبداع

القدرة على توليد أفكار أو بدائل أصلية ومبتكرة ذات قيمة وجدوى. ومن صفات الإبداع: التفكير الحر (المتشعب)، التخيل، المرونة المعرفية، رحابة الصدر تجاه الغموض أو التقلب والدوافع الذاتية. وفي ما يأتي ثلاث كفاءات رئيسية في مجال الإبداع ترد في السياق التعليمي:

- المهارات اللازمة للمشاركة في الأنشطة الإبداعية.
- إنشاء محتوى جديد من الأفكار أو الموارد.
- اكتشاف الهوية الشخصية والمشاعر والتعبير عنها من خلال الأنشطة الإبداعية.

٢. التعاون

يوصف التعاون غالباً بأنه مهارة أساسية في تعليم القرن ٢١. ويمتاز التعاون إضافة إلى حل المشكلات على المستوى الفردي، بالتقسيم الفعال للعمل، وباستخدام المعلومات من مصادر ووجهات نظر وخبرات متنوعة، وبمستوى عال من الإبداع وجودة الحلول. عندما يتشارك الناس في التفاعل اللفظي، فإنهم لا يتشاركون المعلومات ببساطة، وإنما يدعمون بعضهم بعضاً في التفكير الجماعي. ويتيح هذا النهج التعاوني للمشاركين تحقيق أهدافهم أكثر مما يستطيعونه بمفردهم. وفي ما يأتي ثلاث كفاءات رئيسية في مجال التعاون:

- تحمل المسؤولية الشخصية عن مساهمة الفرد في مهمة جماعية.
- الاستماع باحترام والاستجابة البناءة لإسهامات الآخرين.
- إدارة توزيع المهام في المشروع.

٣. التواصل

التواصل مهارة مهنية ومهارة حياتية تتضمن تشارك الناس للمعلومات والأفكار والمعرفة. وهي عملية نشطة تتضمن عناصر مثل السلوك غير اللفظي، والتأثير الكبير للأنماط الشخصية في تفسير الأحداث وإسنادها إلى الأحداث. إن إتقان التواصل الفعال مهارة يحتاجها الطلبة للتشارك الفعال والمجدي للمعلومات أو الأفكار أو المعرفة في البيئات التعليمية وبيئة العمل، والتي يمكن تطويرها وشحذها على جميع المستويات والمراحل. في ما يأتي سبع كفاءات رئيسية في مجال التواصل:

- استخدام اللغة المناسبة للسياق.
- إدارة المحادثات.
- التغلب على المعوقات الشخصية في اللغة.
- المشاركة بثقة ووضوح مناسبين.
- دعم الآخرين للتواصل بنجاح.
- تنظيم المحتوى.
- استخدام اللغة للتأثير.

٤. التفكير الناقد

المستويات العليا من التفكير التي يحتاج الطلبة إلى تطويرها تمكنهم من التفكير بشكل فعال وعقلاني (منطقي) حول ما يريدون عمله وما يعتقدون أنه أفضل عمل. وهو يتكوّن من روابط محددة بين الأفكار وتحليل وجهات النظر وتقييم الحجج والأدلة الداعمة والاستدلال والاستنتاجات. في ما يأتي ست كفاءات للتفكير الناقد:

- التحليل لفهم النقاط المفتاحية والروابط بين الأفكار.
- تقويم النصوص والأفكار والحجج.
- توليف الأفكار والمعلومات.
- تحديد المشكلات وترتيبها بحسب أهميتها.
- تقييم الخيارات.
- طرح أسئلة فعالة.

٥. التعلم للتعلم

من الضروري الاستمرار في تعلم مهارات ومعارف جديدة طوال الحياة العملية. يتمثل هدف التعلم في التركيز على مهارات التعلم بقدر التركيز على مخرجات التعلم. في ما يأتي ست كفاءات رئيسية في مجال التعلم للتعلم:

- تنمية مهارات التشارك في التعلم.
- اتخاذ القرار بشأن التعلم الشخصي.
- التفكير في التعلم الشخصي وتقييمه.
- تحديد تقنيات التعلم الفعال واستراتيجياته واستخدامها.
- تدوين الملاحظات وحفظها واسترجاعها.
- إدارة الاستعداد للامتحان.

٦. المسؤوليات الاجتماعية

يؤمن العالم «المعولم» سريع التغيّر ومتعدّد الثقافات فرصًا واضحة للشباب للتفاعل مع الآخرين وللوصول إلى المعلومات عبر الزمان والمكان. لكنه مع ذلك يجلب تحديات لم يواجهها أي جيل آخر. فالتغيّر المناخي، والحروب والنزاعات، واللاجئون، والفقر، والجنس، وعدم المساواة، تتطلب إجراءات عالمية وممارسات وخطابات جديدة في تعلم الشباب. تشير المسؤولية الاجتماعية إلى الحقوق والواجبات التي ترتبط بكون الفرد مواطنًا في بلد معين، وبكونه كيانًا على المستوى العالمي. في ما يأتي ست كفاءات رئيسية في مجال المسؤولية الاجتماعية:

- فهم المسؤوليات الشخصية والاجتماعية للفرد كمواطن عالمي.
- التصرف بشكل متنسق مع المسؤوليات الشخصية والاجتماعية للفرد.
- إظهار مهارات القيادة.
- فهم الثقافة الشخصية وثقافات الآخرين.
- فهم القضايا العالمية ومناقشتها.
- فهم خيارات التطور الوظيفي وتقنياته وإدارة هذه الخيارات.

تقنيات التدريس

تصف هذه المقدمة التمهيدية الموجزة بعض استراتيجيات التدريس المفيدة وطرائقها في تطوير الأنشطة، والتي عُرض العديد منها في دليل المعلم هذا. وهي ترتبط بالتقويم، والعمل ضمن مجموعات، واستراتيجيات مثل الخرائط المفاهيمية والخرائط الذهنية وإعداد أسئلة الاختبار وأنشطة تشخيصية مثل «إشارات المرور».

التقويم

يستغرق التقويم في موضوع العلوم الكثير من وقت المعلم، بما في ذلك تصحيح الواجبات. ويصعب معرفة الوقت الذي يستغرقه الطلبة في قراءة ما يكتبه المعلم على أوراق إجاباتهم من ملاحظات ذات صلة بالإجابات الخاطئة، على الرغم من أن الدلائل تشير إلى أنهم نادرًا ما يقرأونها، ويكتفون بملاحظة العلامة فقط. يتضمن «دليل المعلم» هذا طرائق مختلفة للتقويم يمكن أن تؤمن الوقت للمعلم وتكون أكثر فاعلية من الطرائق المستخدمة حاليًا. قد يكون الطلبة مع بدء هذا الفصل الدراسي، على دراية بطرائق التقويم المختلفة والعمل في مجموعات، فإن لم يكونوا كذلك، فهذا هو الوقت المناسب في حياتهم الأكاديمية لتعرف طرائق جديدة في التعلم لأنهم يتوقعون شيئًا مختلفًا.

تقييم الأقران

تقييم الأقران فاعل جدًا، ويمكن إجراؤه بطرائق مختلفة: على سبيل المثال ضمن مجموعات، على أساس تقييم الطالب لزميله، أو من خلال تقييم طلبة الصف ككل عندما تقدم المجموعة عرضًا تقديميًا.

يمكن إجراء التقويم نفسه وفقًا لسلم الدرجات المحدد، أو باستخدام مقياس عام جدًا للمستوى المنخفض ← المرتفع. في حال سلم الدرجات يمكن للطلبة المشاركة باقتراح ما يمكن تضمينه، وتخصيص بعض الوقت لتفسير محتوى السلم. ربّما لا يتوافر وقت كاف في بعض الأحيان لوضع معايير للدرجات، لذا يمكن الطلب إلى الطلبة تقييم جزء من العمل، وتحديد نقاط قوته، واقتراح تحسينات عليه. على سبيل المثال، قد يُطلب إليهم تكوين خريطة ذهنية ترتبط بالمفاهيم التي تم تعلمها في الوحدة وتصفها. ويمكن تقسيم الطلبة إلى مجموعتين، تحدّد المجموعة الأولى نقاط القوة في الخريطة الذهنية، وتقرّح الأخرى التحسينات. يمكن أيضا استخدام أوراق الملاحظات اللاصقة لكتابة عبارات/ اقتراحات موجزة يمكن أن تلصق على الخريطة الذهنية من دون الإضرار بها.

التقييم الذاتي

يمكن أن يعتمد التقييم الذاتي على سلم الدرجات، ويكون أكثر فائدة للطلاب من إرشاد المعلم أو علامة يدونها على الورقة. عندما يضع الطالب علامة على إجابته، فإنه يقيّم مدى تقدمه منذ آخر مرة أجرى فيها تقييمًا، كما يمكنه تعرف مدى فهمه للموضوع. وبالطبع، يمكن للمعلم التحقق من أن الطالب كان صادقًا مع نفسه ومع المعلم.

التقييم النهائي أو الختامي

التقييم النهائي الوارد في نهاية الوحدة يمكن أن يشرك الطلبة أيضًا في عملية التقييم. على سبيل المثال، يمكن توزيع أوراق الاختبار بعد تسليمها، ليصحح كل طالب ورقة طالب آخر. كما يمكن توزيع سلم العلامات أو عرضه على شاشة بحيث يعمد

جميع الطلبة إلى تصحيح السؤال. الطريقة الأخيرة جيدة، لأنها تمكّن المعلم من معرفة ما إذا كانت بعض الإجابات مقبولة أم لا. ويمكن أن يصحح الطلبة الأوراق من دون كشف أسمائهم بما يسمح بذكر الملاحظات.

العمل ضمن مجموعات (العمل الجماعي)

يمكن أن يكون للعمل ضمن مجموعات قيمة كبيرة في مناقشة الموضوعات المختلفة. إذ في مجموعات الطلبة ذوي القدرات المختلفة، تمكّن الطلبة ذوي القدرات العالية من توضيح ما يفهمونه للطلبة ذوي القدرات المحدودة. من أهم جوانب العمل ضمن مجموعات تشجيع الطلبة على شرح ما يفهمونه، وتعلم الأسباب الكامنة وراء فهمهم، إضافة إلى قدرتهم على إدراك متى لا يفهمون.

التعاون في النشاط العملي ضروري لبعض التجارب. توجد عدة فرص عمليّة في «دليل المعلم»، والكثير منها يمكن تحسينها عند تجربتها إذا سبقها مناقشة لما يجب عمله، أو الترتيب الذي يجب القيام به، ومن سيقوم بذلك.

العمل ضمن مجموعات يساعد الطلبة على التفكير في النشاط الذي يقومون بتنفيذه. وللفرق المكوّنة من طالبين (ثنائيات) حرية اختبار أحدهما الآخر، أو التعاون عن طريق تدوين نقاط الدرس/ الدروس الرئيسيّة، وتقييم مدى تقدمهم. من الطبيعي أن تكون بعض المجموعات أكثر ثقة وتعاوناً من مجموعات أخرى، الأمر الذي يولّد قناعة لدى بعض الطلبة بأنهم نفذوا العمل أفضل ممّا كانوا يعتقدون، وذلك من خلال سرد نقاط القوة.

مهام القدرات المختلفة

يمكن مراعاة الفروق الفردية في القدرات من خلال العمل ضمن مجموعات. تعمل هذه الاستراتيجية بشكل عام على النحو الآتي:

- يقسّم الصف في مجموعات من ثلاثة أو أربعة طلبة بقدرات مختلفة، اعتماداً على حجم الصف.
 - يُخصّص لكل طالب في المجموعة رقم من 1 إلى 4 (أو 3) اعتماداً على قدراته.
 - 1 (الأقل قدرة) ← 4 (الأكثر قدرة).
 - يتم تكوين مجموعة من الطلبة الأقل قدرة الذين يحملون الرقم 1، وتخصّص لها 3 إلى 4 مهام بسيطة. ويكرر الأمر نفسه مع الطلبة الذين يحملون الرقم 2، ليكلفوا بمهام أكثر صعوبة، وهكذا مع المجموعتين 3 و 4.
 - تعطى في نهاية الوقت المخصّص إجابات الأسئلة المختلفة إلى الطلبة الآخرين. يجب عند الضرورة الطلب إلى الطلبة شرح الإجابات لفظياً لزملائهم في المجموعة.
- قد يجد المعلم صعوبة في إعداد هذا النشاط، وقد يتمثل البديل بالطلب إلى الطلبة تدوين ملاحظاتهم عن 3- 4 أسئلة أو مراجعتها مع زملائهم. وقد يجد بعض الطلبة صعوبة أيضاً في تدوين الملاحظات، وقد يجدون الأمر مملاً. يمكن تخفيف العبء، لكن مع محاولة منح الطلبة ميزة تعلمهم بأنفسهم.

تخمين الكلمة

زود كل طالب بورقة A4 واطلب إليه طيها طولياً أربع مرات بحيث تتكون أربعة مستطيلات على الورقة، ثم اطلب إليه الضغط على الحواف لتصبح حادة يسهل قطعها. كلّف كل طالب كتابة ١٦ كلمة أو عبارة ذات صلة بالموضوع الذي يدرسه، مع الحرص أن لا يرى أي من الطلبة الآخرين ما كتبه. اطلب إلى الطلبة قطع أوراقهم على امتداد حواف الطيات ليحصلوا على ١٦ قطعة من الورق، على كل منها كلمة أو عبارة واحدة، ثم طي الأوراق لإخفاء ما كتب عليها من كلمات. اطلب إليهم وضع الأوراق في قبعة أو طبق أو أي وعاء مناسب، ليصار إلى خلطها جيداً. واطلب إلى كل مجموعة اختيار طالب ليلتقط ورقة ويصف الكلمة المكتوبة عليها من دون ذكرها. على سبيل المثال، قد يكون الموضوع عن الجدول الدوري، والكلمة المكتوبة هي «أرغون». فعلى الطالب عندها وصف الكلمة بما يناسب ما درسه عن الجدول الدوري. وإذا قال إن الكلمة تصف غازاً، فإن ما يقوله ربما لا يكون كافياً لأن تخمين المجموعة الكلمة المقصودة. وعندها، عليه اقتراح وصف آخر يساعد المجموعة على التخمين. قد يقول مثلاً إنها تعبر عن غاز في مجموعة الغازات النبيلة يبدأ اسمه بحرف «أ». فإذا خمنت المجموعة الكلمة، توضع الورقة ضمن «مجموعة التخمين»، وإذا لم تخمنها، توضع الورقة ضمن مجموعة أخرى. والفرق بين عدد الأوراق في المجموعتين بعد دقيقة أو دقيقتين يمثل علامة المجموعة. والمجموعة التي تحقق فرقاً أكبر تكون الرابحة.

تمارين تشخيصية

اختبار الإجابات السريعة

تحتوي هذه الأسئلة على جملة واحدة تتطلب إجابة قصيرة.

على سبيل المثال، قد يحتاج المعلم إلى تكوين فكرة عن مدى إنجاز الطلبة «واجب القراءة المنزلي»، وهي مهمة قد تكون أساسية لفهم الدرس التالي. للأسف، يرى الطلبة غالباً أن واجب القراءة المنزلي غير ضروري، لأنه لا يمكن التحقق منه. يمكن الاستفادة هنا من اختبار الإجابات السريعة للتحقق ما إذا كانوا قد نفذوا الواجب فعلاً أم لا. إنه ليس اختبار «إتقان»، لكنه يمثل بأسئلة قصيرة ذات صلة مباشرة بالقراءة.

يمكن استخدام اختبار الإجابات السريعة في أي وقت من الدرس، لكن بداية الدرس ونهايته هما الوقتان المناسبان.

استخدام سبورة المسح الجاف

يمكن شراء سبورة المسح الجاف، إلا أن ورقة الرقائق (المغلقة) قد يفيد أيضاً. قد تستخدم هذه السبورة لاختبارات الإجابة السريعة في بداية الدرس أو نهايته. وقد تعتمد الاختبار «كبوابة خروج» حيث تسمح الإجابة الصحيحة للطلاب بمغادرة الحصة مبكراً عن غيره. يتمثل السبب الرئيسي في استخدام هذه السبورة أنه يمكن للطلاب كتابة إجابته عليها وتقديمها للمعلم، وتبقى إجابته مخفية عن الآخرين. ويمكن عند الانتهاء من التمرين، مسح سبورة الطلبة بسهولة باستخدام قطعة قماش جافة، وإعادة استخدامها.

إشارات المرور

إشارات المرور طريقة يمكن بها للمعلم تقييم مدى فاعليّة تدريسه وتزويده بفكرة عما يجب عليه تعزيزه أو مراجعته أو إعادة النظر فيه مستقبلاً. في هذه الطريقة، يعطى الطلبة مجموعة من الأسئلة ذات صلة بموضوع يمكن كتابته على ورقة أو عرضه أمامهم. ويعطى كل طالب سبورة مسح جاف أو ثلاث قطع ورقية عليها بقعة حمراء أو صفراء أو خضراء. يقرأ المعلم الأسئلة أو العبارات، ويجب الطلبة برفع الورقة ذات البقعة الخضراء دلالة على الفهم التام، أو الصفراء دلالة على الفهم الناقص، أو الحمراء دلالة على عدم الفهم. يمكن للمعلم تصنيف الأسئلة أو العبارات التي أعطيت البقعة الخضراء باعتبارها مفهومة جيداً من الصف. وإذا وُجدت أوراق ذات بقع صفراء أو حمراء كثيرة، فهذا يعني حاجة المفهوم أو الموضوع إلى التوضيح لاحقاً.

طريقة الإكمال (CLOZE)

تتمثل طريقة الإكمال بفقرة ينقصها كلمات ذات صلة بالموضوع، يمكن تطبيقها في غرفة الصف بعدة أشكال. ويمكن للطلبة مثلاً العثور على الكلمات الناقصة من خلال البحث، أو الاختيار من قائمة كلمات تعرض في أعلى الفقرة لا يكون لبعضها صلة بالموضوع، أو الاختيار من بدائل تكتب داخل الفراغات في الفقرة. طريقة الإكمال من الطرائق الجيدة جداً لبدء تدريس الموضوع أو لمعرفة مستوى معرفة الطلبة عنه. وتشمل طريقة الإكمال تمرينات فهم أو تذكر. فيما يلي مثال بسيط على التركيب الذري:

يوجد في مركز الذرة (١) ذات شحنة (٢). وتتكون نواة الذرة من نوعين من الجسيمات هي (٤/٣) و (٣/٤) و (٣). جسيمات ذات شحنة موجبة، أما جسيمات (٤) فلا تحمل شحنة. تتحرك (٥) حول نواة الذرة في مدارات، وهي جسيمات ذات شحنة (٦).

إجابات ممكنة: نواة (١)، موجبة (٢)، البروتونات (٣)، النيوترونات (٤)، الإلكترونات (٥)، سالبة (٦).

اجعل الأسطر الفارغة متساوية القياس حتى لا يستخدمها الطالب لتخمين الإجابة التي سيملاً بها الفراغ.

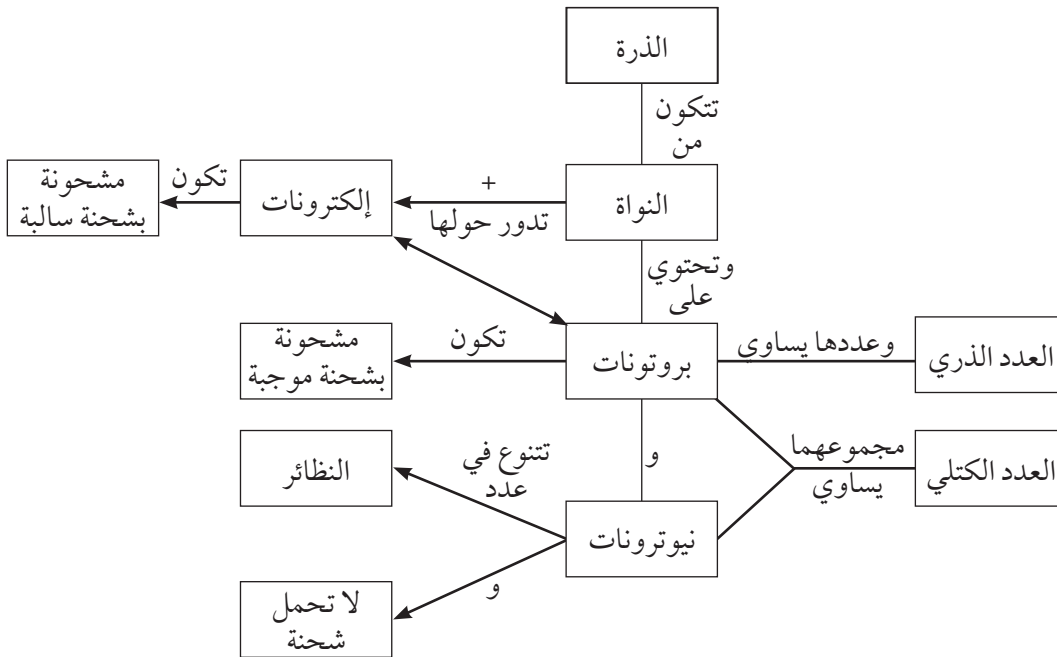
الخريطة المفاهيمية

يفيد هذا النشاط في تنشيط فهم الطلبة للمفاهيم والمفردات من طريق تكوين روابط ذات معنى بين المفاهيم باستخدام كلمات/ عبارات بسيطة. وهي تعطي المعلم فكرة عن مدى جودة فهم الطلبة لمجموعة من المفاهيم.

- تُعطى كل مجموعة من الطلبة ورقة A3 ومستطيلات صغيرة مكتوب عليها الكلمات المستخدمة في الدرس/ الدروس (لعمل مستطيلات صغيرة يمكن للطلبة طي ورقة A4 مرة واحدة طويلاً ثم مرتين أو ثلاث مرات عرضياً، وقص المستطيلات الناتجة).

- يُعطى الطلبة أيضاً مقصّات وأقلام تعليم وبعض الصمغ.
- يمكن عرض الكلمات المطلوبة على الشاشة أو يقترح طلبة الصف الكلمات في مناقشة قبل النشاط.
- يمكن للطلبة، إن رغبوا، إضافة المزيد من الكلمات، لكن لا يفترض بالمعلم كتابتها.
- تكون الكلمات مرتبة على ورقة كبيرة، ويربط الطلبة بينها بعبارات أو كلمات.

تتعلق خريطة المفاهيم هذه بالتركيب الذري، وذلك باستخدام أسماء الجسيمات دون الذرية، والمفاهيم المرتبطة بها مثل العدد الذري، والشحنة الموجبة والسالبة، والعدد الكتلي. ويوضح الشكل ١ خريطة مفاهيم محتملة باستخدام هذه المصطلحات، وبعض المصطلحات الأخرى.



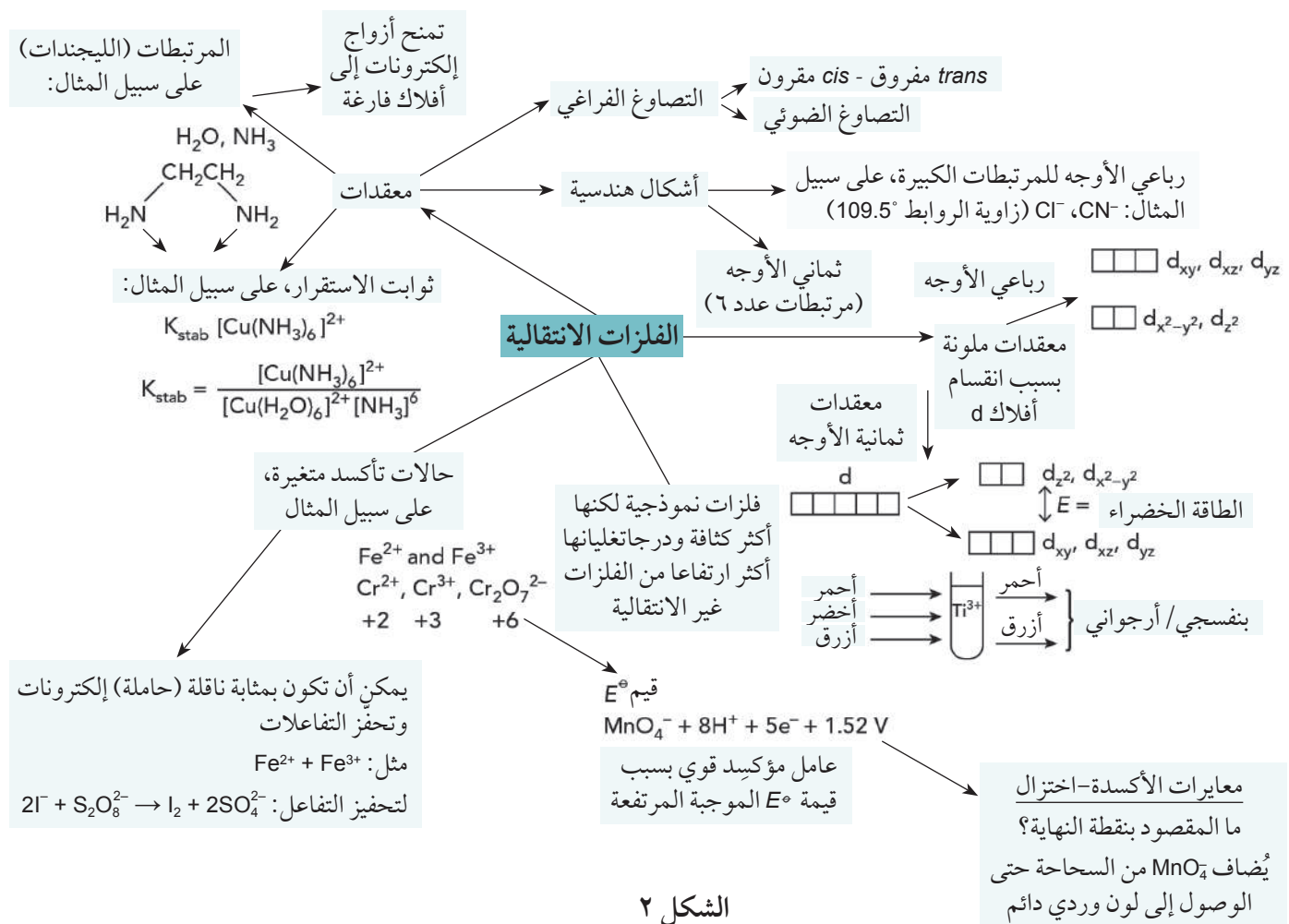
الشكل ١

الخرائط الذهنية

تختلف الخريطة الذهنية عن المخطط العنكبوتي. فكلاهما مثال على التفكير الإشعاعي، لكن المخطط العنكبوتي أكثر فائدة عند إجراء جلسة عصف ذهني للتأكد من مستوى معرفة الطلبة بالمصطلحات وفهمهم لها.

شاعت الخريطة الذهنية على يد طوني بوزان (Tony Buzan)، وكانت جزءاً من الممارسة التعليمية المقبولة لبضع سنوات. وقد ثبت أنها تساعد الطلبة على تنظيم معرفتهم وفهمهم في تركيب بصري يكونه الطالب، بما يكسبه ميزة تعلّمه بنفسه. والشيء الجيد في الخرائط المفاهيمية والخرائط الذهنية عدم وجود إجابة صحيحة أو إجابة خاطئة أو طريقة مثالية أو غير كاملة في إعدادها. يمثل تجميع المعلومات في أشكال كبيرة طريقة جيدة لمعالجة تلك المعلومات. لا توجد قيود عند رسم خريطة ذهنية أو توضيحها، وبالتالي فهي تحفز الإبداع. وهي توفر أيضاً وقتاً مناسباً للحديث أو لتدوين الملاحظات، وتمثل طريقة ممتازة للتخطيط للمهام ولتحضيرها.

يجب التأكيد هنا على أنه من الأفضل إعداد الخرائط المفاهيمية والخرائط الذهنية بالتعاون بين الطلبة. من الضروري تكوين مجموعات تضم الواحدة منها ثلاثة طلبة على الأقل لبناء هذه الخرائط بغرض تحقيق الاستفادة القصوى من التمرين.

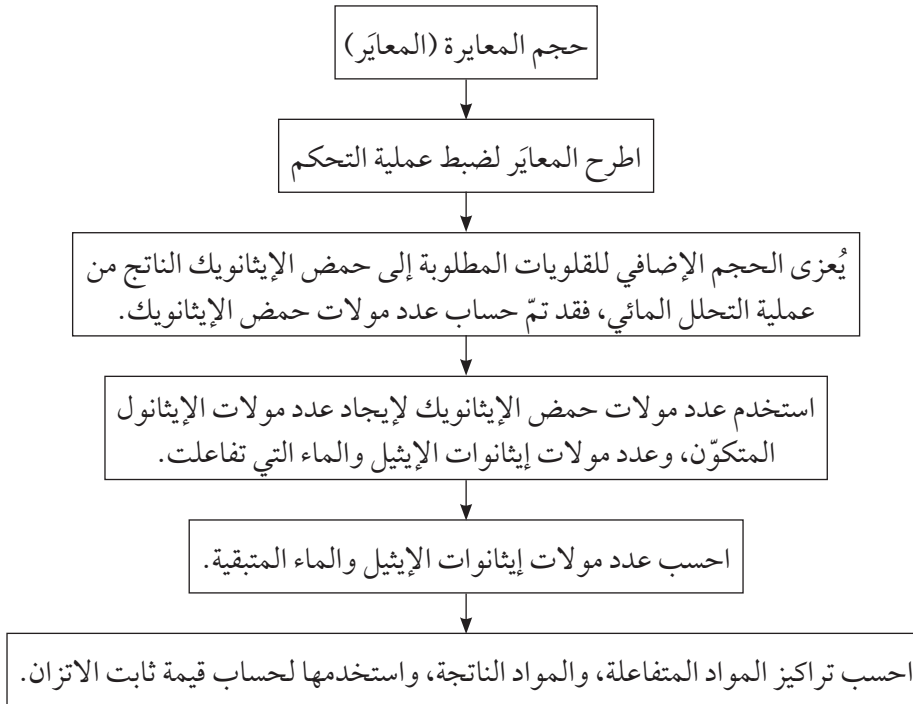


الشكل ٢

مفتاح الخريطة والمخططات الانسيابية

أحد المجالات المهمة في المنهاج هو مفتاح الخريطة، والذي يُعدّ أداة حيوية لمساعدة الطلبة على تنظيم معارفهم وهيكلتها من حيث اختبار المركبات العضوية والتمييز في ما بينها. وكما هي الحال في الخرائط المفاهيمية والذهنية، لا توجد طريقة صحيحة أو غير صحيحة لإنشاء مفتاح لها. ما القصد بالضمير هنا؟ المركبات العضوية؟ إذاً يجب أن نقول «مفتاح للمركبات العضوية»، فلا يجوز أن يعود للخرائط!!!

من المحتمل أن تكون المخططات الانسيابية الطريقة الوحيدة لفهم العلاقات بين السلاسل المتجانسة في الكيمياء العضوية. فكما المفاتيح، تُعدّ المخططات الانسيابية أدوات مرئية يمكن للطلبة استخدامها عند الإجابة عن الأسئلة التي تتعلق بالمسارات التركيبية، إضافة إلى أنها تمكّنهم من رؤية الكيمياء العضوية على هيئة سلسلة من المفاهيم العلمية المترابطة عوضاً من حلقات مفككة ليس من علاقة فيما بينها. لذا، نقترح أن يُطلب إلى الطلبة إنشاء «قائمة» بأسماء السلاسل المتجانسة، وسلسلة من الأسهم المعنونة، بحيث يمكنهم العودة إليها في أي وقت، وربطها معاً من دون الحاجة إلى إنشاء رسم، أو كتابة أي شيء. تُعدّ المخططات الانسيابية مفيدة أيضاً في تلخيص المراحل المختلفة التي تشتمل على تدريبات عملية، أو أي تدريب رياضي يتضمن عمليات حسابية. ثم إن التحديد العملي لثابت الاتزان للتحليل المائي المحفّز بالحمض لإيثانوات الإيثيل يتطلب الكثير من عمليات معالجة البيانات. وتتم عملية المعايرة بالتحكم بالحمض فقط، وبمخاليط الاتزان، كما يمكن أن يساعد المخطط الانسيابي، كما في الشكل ٣ الطلبة على فهم هذا الأمر.



الشكل ٣

كتابة أسئلة نهاية الوحدة

تُعدّ عملية كتابة سؤال لنهاية الوحدة طريقة أخرى للطلبة لإثبات معرفتهم وفهمهم للمفاهيم والأفكار المرتبطة بالموضوع بشكل عملي. فالطلبة سيواجهون أوراق الامتحان في هذه المرحلة، وقد أدركوا ما يتطلبه حل السؤال. إن عملية كتابة سؤال لنهاية الوحدة تتطلب إنشاء مخطط للعلامات، وطرح سؤال كهذا يُعدّ أمراً ممتعاً للطلبة، خصوصاً في نهاية الموضوع، بحيث يمكنهم تعلم الكثير من هذا التدريب.

احتياطات الأمان والسلامة

تمثل سلامة الطلبة والمعلمين والفنيين أمرًا بالغ الأهمية عند تخطيط استقصاءات الكيمياء وتنفيذها. تحتوي معظم هذه الاستقصاءات على مستوى مخاطر منخفض نسبيًا، لكن مع ذلك، لا يمكن تجاهل أي مستوى من المخاطر المحتملة. تقع على عاتق معلم الكيمياء مسؤولية إجراء تقييم شامل للمخاطر قبل كل استقصاء. ويجب أن يفي الاستقصاء بالمعايير التي تضعها وزارة التربية والتعليم، لضمان عدم تعرض الطلبة والفنيين لأية مخاطر يمكن تفاديها. يلخص الجدول الوارد في قسم احتياطات الأمان والسلامة في كتاب التجارب العملية والأنشطة الأنواع الرئيسية من المخاطر المرتبطة باستقصاءات الكيمياء.

يوصى بشدة بالرجوع إلى موقع الإنترنت <http://science.cleapss.org.uk> للحصول على معلومات حول المخاطر المرتبطة بكل مادة كيميائية تستخدم في المختبر، ونسخ من CLEAPSS Hazcards لكل منها. تتضمن هذه أنواع المخاطر المرتبطة بكل مادة كيميائية، وإرشادات حول التعامل مع المادة الكيميائية والانسكابات والتلوث. يجب أن تتاح هذه المعلومات للطلبة أثناء عملهم في المختبر، بحيث يكون الجميع على علم بالمخاطر وكيفية التعامل معها. قد ترغب أيضًا بتنزيل أوراق سلامة الطالب المجانية من موقع CLEAPSS، والتي يمكن طباعتها وتزويد الطلبة بها. تتوفر إصدارات وورد يمكن تعديلها بما يناسب واقع المختبر.

يؤمن موقع Cambridge Assessment International Education إرشادات ممتازة حول جميع جوانب تصميم مختبرات العلوم واستخدامها، بما في ذلك السلامة، ضمن وثيقة دليل التخطيط العملي للعلوم Guide to Planning Practical Science. يمكنك العثور على هذا المستند كمستند pdf قابل للتنزيل على موقع الإنترنت [Cambridgeinternational.org website](http://Cambridgeinternational.org).

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 العينين عند التعامل مع المواد المهيجة.
 Corrosive	هذه المادة أكالة، وسوف تلحق الضرر ببشرتك وأنسجتك إذا حدث تلامس مباشر معها.	عند استخدام المواد الأكالة ضع النظارات الواقية دائماً، وارتدِ القفازات أن أمكنك.
 Toxic	هذه المادة سامة ويمكن أن تؤدي إلى الموت إذا تم ابتلاعها أو تنشقها أو امتصتها بشرتك.	ارتدِ القفازات، وواقيات العينين 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 بعيداً 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 حافزة.	احتفظ بالعوامل المؤكسدة بعيدة بشكل كاف عن المواد القابلة للاشتعال.
 Environmentally damaging	هذه المادة ضارة بالبيئة. سوف تعرض النباتات والحيوانات للخطر إذا لامستهم.	تخلص من هذه المادة حسب إرشادات معلمك. لا تسكبها في الحوض.
 Health hazard	هذه المادة تشكل خطراً على الصحة. قد تضر بصحتك إذا تم ابتلاعها أو استنشاقها أو لامست جلدك.	ارتدِ القفازات، وواقيات العينين عند التعامل مع المواد التي تشكل خطراً على الصحة. لا تستنشق أي أبخرة. اغسل يديك بعد استخدام مواد خطيرة على الصحة.

الجدول ١: رموز الأمان والسلامة

الأهداف التعليمية

الأهداف التعليمية	
الوحدة السادسة: الدورية في خصائص العناصر	
١-٦ دورية الخصائص الفيزيائية	
١-٦	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.
٢-٦	يشرح التغير في درجة الانصهار، والتوصيل الكهربائي في ضوء البنى (التراكيب) والروابط الكيميائية للعناصر الموجودة في الدورة الثالثة.
٢-٦ دورية الخصائص الكيميائية	
٣-٦	يصف تفاعلات بعض العناصر مع الأكسجين لتكوين: Na_2O ، MgO ، Al_2O_3 ، P_4O_{10} ، SO_2 ، ومع الكلور لتكوين: NaCl ، MgCl_2 ، AlCl_3 ، SiCl_4 ، PCl_5 ، ومع الماء لتكوين: NaOH ، $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ، ويكتب معادلاتها.
٣-٦ أكاسيد عناصر الدورة الثالثة	
٤-٦	يذكر التغيرات في أعداد التأكسد لكل من العناصر المكونة للأكاسيد الآتية: Na_2O ، MgO ، Al_2O_3 ، P_4O_{10} ، SO_2 ، SO_3 ، والكلوريدات NaCl ، MgCl_2 ، AlCl_3 ، SiCl_4 ، PCl_5 من حيث إلكترونات المستوى الخارجي لها (مستوى إلكترونات التكافؤ) ويشرحها.
٥-٦	يصف تفاعلات الأكاسيد: Na_2O ، MgO ، Al_2O_3 ، 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 ، $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ، $\text{Al}(\text{OH})_3$ ، موضحا السلوك المتذبذب (المتردد) في تفاعلاتها مع الأحماض والقواعد (هيدروكسيد الصوديوم فقط) ويشرحه ويكتب معادلاته.
٨-٦	يشرح التغيرات وأنماط التدرج في كل من ٥-٦ و ٦-٦ و ٧-٦ في ضوء التركيب، والروابط الكيميائية والسالبية الكهربائية.
٩-٦	يقترح أنواع الروابط الكيميائية الموجودة في الكلوريدات والأكاسيد، من خلال ملاحظة خصائصها الكيميائية والفيزيائية.

الأهداف التعليمية

٤-٦ كلوريدات عناصر الدورة الثالثة

٤-٦	يذكر التغيرات في أعداد التأكسد لكل من العناصر المكونة للأكاسيد الآتية: Na_2O ، MgO ، Al_2O_3 ، P_4O_{10} ، SO_2 ، SO_3 ، والكلوريدات NaCl ، MgCl_2 ، AlCl_3 ، SiCl_4 ، PCl_5 من حيث إلكترونات المستوى الخارجي لها (مستوى إلكترونات التكافؤ) ويشرحها.
٧-٦	يصف تفاعلات الكلوريدات: NaCl ، MgCl_2 ، AlCl_3 ، SiCl_4 ، PCl_5 مع الماء، متضمنة قيم pH التقريبية للمحاليل التي يتم الحصول عليها ويكتب معادلاتها.
٨-٦	يشرح التغيرات وأنماط التدرج في كل من ٥-٦ و ٦-٦ و ٧-٦ في ضوء التركيب، والروابط الكيميائية والسالبية الكهربائية.
٩-٦	يقترح أنواع الروابط الكيميائية الموجودة في الكلوريدات والأكاسيد، من خلال ملاحظة خصائصها الكيميائية والفيزيائية.

٥-٦ التنبؤ بخصائص العناصر واستنتاج موقع عنصر ما في الجدول الدوري

١٠-٦	يتنبأ بالخصائص الكيميائية والفيزيائية لعنصر ما بمعلومية موقعه في الجدول الدوري وبناءً على معرفته بدورية خصائص العناصر.
١١-٦	يتنبأ بطبيعة عناصر غير معروفة وموقعها المحتمل في الجدول الدوري وهويتها بناءً على الخصائص الكيميائية والفيزيائية المعطاة.

الوحدة السابعة: التغيرات في المحتوى الحراري

١-٧ التغير في المحتوى الحراري (ΔH)

١-٧	يُعرّف مصطلح التغير في المحتوى الحراري (ΔH) ويطبقه على التفاعلات الكيميائية الطاردة للحرارة (ΔH سالبة)، والتفاعلات الكيميائية الماصة للحرارة (ΔH موجبة).
٢-٧	يرسم مخططات لمسار التفاعل، ويفسرهما من حيث التغيرات في المحتوى الحراري وطاقة التنشيط.

٢-٧ التغيرات في المحتوى الحراري القياسي

٣-٧	يُعرّف مصطلح الظروف القياسية الموضحة بالرمز $^\circ$ ، ويستخدمها. (الظروف القياسية هي 298 K و 100 kPa).
٤-٧	يُعرّف مصطلح التغير في المحتوى الحراري للتفاعل (ΔH_{rxn})، وللتكوين (ΔH_f)، وللاحتراق (ΔH_c)، وللتعادل (ΔH_{neut}).

الأهداف التعليمية

٣-٧ قياس التغيرات في المحتوى الحراري

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

$$q = mc\Delta T$$

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

٥-٧

٤-٧ قانون هس

يستخدم قانون هس لرسم دورات الطاقة البسيطة، ويحدد التغيرات في المحتوى الحراري التي لا يمكن إيجادها بالتجربة المباشرة.

٦-٧

٥-٧ طاقات الروابط والتغيرات في المحتوى الحراري

يجري عمليات حسابية باستخدام بيانات متوسط طاقات الروابط.

٧-٧

الوحدة الثامنة: مبادئ الكيمياء العضوية

١-٨ تمثيل الجزيئات العضوية

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

١-٨

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

٢-٨

٢-٨ تسمية المركبات العضوية

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

٣-٨

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

٤-٨

٣-٨ الترابط في الجزيئات العضوية

يصف زوايا الروابط وأشكال الجزيئات العضوية من حيث أفلاكها الذرية المهجنة sp، و sp²، و sp³ وروابط سيغما (σ) وروابط باي (π) التي توجد بين ذراتها ويشرحها.

٥-٨

الأهداف التعليمية

٨-٤ التشاكل في المركبات العضوية - التشاكل البنائي

٦-٨	يصف التشاكل (التساوغ) البنائي وتقسيماته إلى: <ul style="list-style-type: none"> تشاكل موقع المجموعة الوظيفية. تشاكل نوع المجموعة الوظيفية. تشاكل السلسلة الكربونية.
-----	--

٨-٤ التشاكل في المركبات العضوية - التشاكل الفراغي

٧-٨	يصف التشاكل (التساوغ) الفراغي stereoisomerism وتقسيماته إلى: <ul style="list-style-type: none"> تشاكل هندسي: <ul style="list-style-type: none"> (سيس cis) و(ترانس trans)، (E) و (Z) للمركبات غير المشبعة. التشاكل الضوئي (البصري) enantiomers للمركبات التي تحتوي على مركز كيرالي (chiral) (غير متناظر).
-----	--

٨-٥ أنواع تفاعلات المركبات العضوية وآلية حدوثها

٨-٨	يعرّف المصطلحات الآتية المرتبطة في التفاعلات العضوية وآلياتها ويستخدمها: <ul style="list-style-type: none"> الانشطار (التكسر أو التفكك) المتجانس وغير المتجانس. الجدور 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.
-----	--

الوحدة التاسعة: الهيدروكربونات والهالوجينوألكانات

٩-١ الألكانات وتفاعلاتها

١-٩	يشرح ضعف النشاط الكيميائي للألكانات، من حيث قطبيتها، ويصف احتراقها الكامل وغير الكامل.
٢-٩	يصف الآثار البيئية لأحادي أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، والهيدروكربونات غير المحترقة الناتجة من احتراق الألكانات في محركات المركبات، وكيفية تحويل هذه الملوثات بوساطة محولات مجهزة بعوامل حفّازة.
٣-٩	يشرح تفاعل الاستبدال (الإحلال) بوساطة الجذور الحرة في الألكانات مع الكلور (Cl ₂) والبروم (Br ₂) بوجود أشعة فوق بنفسجية، موضحاً آلية التفاعل في خطواته الثلاث (استخدام الأسهم المنحنية غير مطلوب).

الأهداف التعليمية

٢-٩ الألكينات وتفاعلاتها

٤-٩	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 .
٥-٩	يشرح آلية تفاعلات الإضافة الإلكتروفيلية التي تحدث للألكينات مع الهالوجينات وهاليدات الهيدروجين، متضمنة التأثيرات الحثية لمجموعات الألكيل على استقرار الكاتيونات الكربونية المتكونة.
٦-٩	يصف عملية أكسدة الألكينات باستخدام محلول حمضي مخفف وبارد من $KMnO_4$ لتكوين الدايل (مركب عضوي يحتوي على مجموعتي OH).

٣-٩ الهالوجينوألكانات - تحضير الهالوجينوألكانات

٧-٩	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 . (ج) تفاعل الاستبدال للكحولات مع: (١) HX (٢) H_2SO_4 و KBr (٣) $SOCl_2$ أو PCl_5
٨-٩	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.
١٠-٩	يصف تفاعل الإزالة للهالوجينوألكانات مع $NaOH$ في الإيثانول بالتسخين لإنتاج الألكين كما هو موضح مع البروموايثان.
١١-٩	يشرح آلية الاستبدال النيوكليوفيلي للهالوجينوألكانات (هاليدات الألكيل) الأولية مع كل من محلول $NaOH$ المائي، والماء.
١٢-٩	يصف النشاط الكيميائي للهالوجينوألكانات (هاليدات الألكيل) ويشرحها.

الدورية في خصائص العناصر

- **العلوم ضمن سياقها: اكتشاف وترتيب العناصر**
يوضح هذا النشاط كيف تطورت فكرة دورية الخصائص الكيميائية على مدى فترة من الزمن، وكيف يبني العلماء عملهم على أفكار علماء آخرين. يرد أدناه موجز للتسلسل الزمني:
- 1810-1801 م: طور جون دالتون (John Dalton) نظرية ذرية. وهي تستند إلى الأفكار الآتية:
 - تتكوّن العناصر من جسيمات صغيرة جداً تسمى الذرات.
 - تمتلك ذرات العنصر الواحد الحجم والكتلة والخصائص نفسها.
 - الذرات غير قابلة للانقسام إلى جسيمات أصغر حجماً.
 - تتحد ذرات العناصر المختلفة بنسب عددية صحيحة وبسيطة لتكوين مركبات.
- تحدث عملية إعادة ترتيب للذرات خلال التفاعلات الكيميائية.
- 1829-1817 م: يُعدّ يوهان دوبرينر (Johann Döbereiner) أول من جمع العناصر المتشابهة معاً وربطها بالأوزان الذرية (الكتل الذرية). فعلى سبيل المثال: يمتلك الكالسيوم والسترونشيوم والباريوم خصائص متشابهة، ويمتلك السترونشيوم وزناً ذرياً يساوي متوسط الوزن الذري لكل من الكالسيوم والباريوم.
- 1860 م: طور كانيزارو (Cannizzaro) وستاس (Stas) طرائق دقيقة لتحديد الأوزان الذرية.
- وفي ستينيات القرن التاسع عشر حاول دي تشانكورتوا (de Chancourtois) ربط الخصائص الكيميائية بـ الأوزان الذرية. لقد رسم أوزاناً ذرية على لولب بزاوية 45° على سطح أسطوانة عمودية. وكانت الدورة الواحدة حول الأسطوانة تمثل 16 وحدة وزن ذري. وكذلك رسم لوثر ماير (Lothar Meyer) الحجم الذري مقابل العدد الذري ووجد تغييراً دورياً في خصائص العناصر.
- 1866-1863 م: رتب جون نيولاندز (John Newlands) العناصر ضمن مجموعات ثمانية (أوكتافات) ولاحظ أن العناصر ذات الخصائص المتشابهة تفصل فيما بينها 8 عناصر.
- 1869 م: نشر مندليف (Mendeleev) جدولته الدوري الأولى على شكل قائمة من 6 أعمدة، يحتوي العمود الأول على H و Li، والعمود الثاني على Be و B و C و N و O و F و Na والثالث من Mg إلى In؛ أمّا بقية الأعمدة فكان محتواها غير واضح تماماً.
- 1872 م: نشر مندليف جدولته الدوري المنقح في 7 مجموعات والذي يمتلك أوجه تشابه مع الجدول الدوري الحديث.
- ينتهي النص بسؤال حول العنصر ذي العدد الذري 117. التينيسين هو عنصر ينتمي إلى المجموعة 17. ينتهي اسم هذا العنصر باللاحقة ine باللغة الإنجليزية ليتوافق مع أسماء الهالوجينات الأخرى. لم يُلاحظ سوى عدد قليل من ذرات هذا العنصر المشع وهي تضمحل بسرعة كبيرة.

نظرة عامة

تتناول هذه الوحدة جميع المواضيع التي تمت دراستها في الوحدة السادسة من كتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة.

- تغطي هذه الوحدة الخصائص الدورية الآتية: نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني ودرجة الانصهار والتوصيل الكهربائي وأسباب تكرّر الأنماط الموضحة. ويؤخذ في الاعتبار أيضاً الدورية في الخصائص الكيميائية للعناصر، وبشكل خاص تفاعلاتها مع الأكسجين والكلور. سيكون هناك أيضاً استقصاء لخصائص أكاسيد وكلوريدات عناصر الدورة الثالثة وكيف تشير هذه الخصائص إلى بُنى هذه المركبات.
- يوفر هذا الموضوع فرص تقويم موضوعية لاختبار المعرفة والفهم، ولمعالجة المعلومات وتطبيقها وتقييمها. في هذا الموضوع تتوافر بعض الفرص المحدودة لتقويم مهارات تجريبية وأنشطة استقصائية.
- يمكن استخدام بعض المهارات الحسابية الواردة في المنهج الدراسي في جميع أقسام الوحدة، حيث يُطلب إلى الطلبة حساب أعداد التأكسد وتفسير التمثيلات والمخططات البيانية للخصائص المختلفة.
- تعدّ هذه الوحدة ذات طابع شامل لأنها تتناول نواحي مختلفة للإلكترونات في الذرات (الوحدة الأولى: التركيب الذري) والترابط والتراكيب الكيميائية (الوحدة الثالثة: الترابط الكيميائي). وتتناول أيضاً جوانب أخرى تمت تغطيتها كمفهوم عدد التأكسد الذي تمّ تناوله في الوحدة الرابعة والسلوك الحمضي أو القاعدي الذي تمّ تناوله في الوحدة الخامسة عند استقصاء خصائص أكاسيد وكلوريدات عناصر الدورة الثالثة.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
١-٦، ٢-٦	١-٦ دورية الخصائص الفيزيائية	٢	السؤالان ١، ٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ١، ٢	نشاط ١-٦ تدرّج الأنماط الدورية في الخصائص الفيزيائية والبنى نشاط ٢-٦ القيام بالتنبؤات (٣) أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢ (أ)، ٣ (أ)
٣-٦	٢-٦ دورية الخصائص الكيميائية	٣	مهارات عملية ١-٦ تفاعلات عناصر الدورة الثالثة مع الأكسجين مهارات عملية ٢-٦ تفاعلات الصوديوم والماغنيسيوم مع الماء السؤال ٣ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (ب)	نشاط ٢-٦ عناصر وأكاسيد وكلوريدات الدورة الثالثة (٤) هـ، ح، ط)) أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٢ (ب)، ٣ (ب) ((١)، ٣ (ب) ((٢)

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٤-٦، ٥-٦، ٦-٦، ٨-٦ و ٩-٦	٣-٦ أكاسيد عناصر الدورة الثالثة	٣	السؤال ٤ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (أ)، (٢، ٣)	نشاط ٦-٢ عناصر وأكاسيد وكلوريدات الدورة الثالثة (١)، (٤) ب، ج، د، و)، (٥)، (٦) استقصاء عملي ٦-١ خصائص أكاسيد الفلزات وكلوريدات الفلزات عبر الدورة الثالثة الجزء ١ أسئلة نهاية الوحدة: ١، ٢ ب (٢، ٣)، ٢ ج
٤-٦، ٧-٦، ٨-٦ و ٩-٦	٤-٦ كلوريدات عناصر الدورة الثالثة	٣	السؤال ٥ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (أ)، (١، ٤)، ٣ ج	نشاط ٦-٢ عناصر وأكاسيد وكلوريدات الدورة الثالثة (٢)، (٣)، (٤) أ، ز) استقصاء عملي ٦-١ خصائص أكاسيد الفلزات وكلوريدات الفلزات عبر الدورة الثالثة الجزء ٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ ب (١، ٢)، ٣ ج
١١-٦، ١٠-٦	٥-٦ التنبؤ بخصائص العناصر واستنتاج موقع عنصر ما في الجدول الدوري	٢	السؤال ٦	نشاط ٦-٣ القيام بالتنبؤات (١)، (٢)، (٤) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢ ج

الموضوع ١-٦ دورية الخصائص الفيزيائية

الأهداف التعليمية

- ١-٦ 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.
- ٢-٦ يشرح التغير في درجة الانصهار، والتوصيل الكهربائي في ضوء البنى (التراكيب) والروابط الكيميائية للعناصر الموجودة في الدورة الثالثة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٦-١ دورية الخصائص الفيزيائية - الأنماط الدورية لأنصاف الأقطار الذرية - الأنماط الدورية لأنصاف الأقطار الأيونية - الأنماط الدورية لدرجات الانصهار، والتوصيل الكهربائي السؤالان ١، ٢ أُسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ١، ٢	<ul style="list-style-type: none"> يراجع مفاهيم الدورات والمجموعات في الجدول الدوري نصف القطر الذري والأيوني كخصائص دورية أنواع التراكيب المختلفة وخصائصها درجة الانصهار والتوصيل الكهربائي كخصائص دورية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٦-١ تدرّج الأنماط الدورية في الخصائص الفيزيائية والبنى نشاط ٦-٢ القيام بالتنبؤات (٣) أُسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(أ)، ٣(أ)	<ul style="list-style-type: none"> نصف القطر الذري والأيوني كخصائص دورية أنواع التراكيب المختلفة وخصائصها درجة الانصهار والتوصيل الكهربائي كخصائص دورية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

غالبًا ما ينسى الطلبة أنه عندما تفقد ذرة عنصر فلزي إلكتروناتها الخارجية، فإن الكاتيون المتكوّن يكون أصغر من ذرته الأصلية، لأنه يمتلك عددًا أقل من إلكترونات الحجب.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان. سيعتمد اختيار النشاط على الموارد المتاحة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (٢٠ دقيقة)

وزّع الطلبة في مجموعات وكلفهم البحث عن مندليف وجدوله الدوري في مقاطع الفيديو المتوفرة عبر الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت).

أفكار للتقويم: كلف الطلبة كتابة ملخص حول كيفية بناء مندليف نسخته من الجدول الدوري. يجب أن يذكروا الجوانب الآتية:

- تمّ ترتيب العناصر وفقًا لكتلتها الذرية النسبية.
- تمّ ترتيب العناصر ذات الخصائص المتشابهة في مجموعات.
- ترك مندليف فجوات في جدوله لعناصر اعتُبر أنها لم تكتشف بعد.
- تنبأ مندليف بخصائص هذه العناصر.

٢ فكرة ب (٢٠ دقيقة)

ترد العديد من أسئلة المناقشة في فقرة قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة الواردة في كتاب الطالب، يمكنك الاختيار منها، ولكن يمكنك تخطي موضوع نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني حيث سيتم البحث فيه بمزيد من التفاصيل لاحقاً خلال الدرس.

الأنشطة الرئيسية

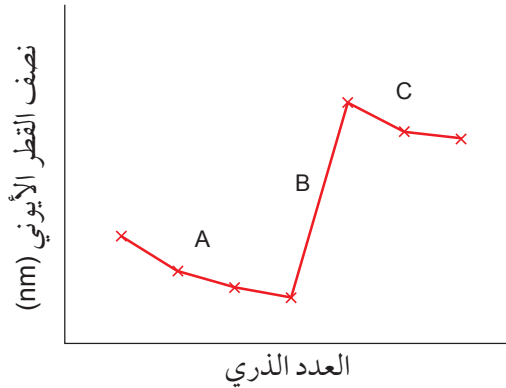
في ما يلي، يرد نوعان من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسبك منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني كخصائص دورية (٣٠ دقيقة)

- يعرف الخاصية الدورية.
- يوضح التمثيلات البيانية لتغير نصف القطر الذري مع العدد الذري لعناصر الدورتين الثانية والثالثة.

< أفكار للتقويم:

- كلف الطلبة شرح سبب اعتبار نصف القطر الذري خاصية دورية، وشرح سبب تغيره عبر الدورة.
- قدم للمجموعات تمثيلاً بيانياً يوضح تغير نصف القطر الأيوني مقابل العدد الذري لعناصر الدورة الثالثة (الشكل ١-٦).



الشكل ١-٦

- كلف الطلبة كتابة صيغ الأيونات المناسبة لكل نقطة (x) على التمثيل البياني السابق.
- حفز الطلبة على شرح أجزاء التمثيل البياني A و B و C.
- وبعد ذلك كلفهم الإجابة عن السؤال ١ الوارد في كتاب الطالب.

٢ درجات الانصهار والتوصيل الكهربائي كخصائص دورية (٣٥ دقيقة)

حفز الطلبة أن يكتبوا ضمن مجموعات أنواع التراكيب الثلاثة الممكنة للعناصر جميعها (الفلزية الضخمة والجزيئية الضخمة والجزيئية البسيطة). ثم كتابة ملاحظات موجزة عن درجات الانصهار (مرتفعة أو منخفضة) والتوصيل الكهربائي المرتبط بكل نوع من هذه التراكيب. يجب أن تتضمن ملاحظاتهم شرحاً لكل خاصية.

< أفكار للتقويم:

- على الطلبة نسخ الشكل (٥-٦) من كتاب الطالب، ثم كتابة نوع التركيب لعناصر الدورة الثالثة الواردة في التمثيل البياني. كما عليهم أن يشرحوا سبب ارتفاع درجة الانصهار عند الانتقال من الصوديوم إلى الألومنيوم؛ والسبب الذي

- يجعل درجة انصهار السيليكون أعلى بكثير من العناصر الأخرى؛ والانخفاض الكبير في درجة الانصهار عند الانتقال من السيليكون إلى الفوسفور.
- عليهم أيضاً إعطاء أمثلة لصيغ جزيئات الفوسفور والكبريت والكلور، وشرح سبب انخفاض درجات انصهار هذه العناصر مقارنةً بالعناصر السابقة.
- يمكنك الاستعانة بالسؤال ٢(أ) من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة: قيم التوصيل الكهربائي للعناصر من الصوديوم إلى السيليكون والكبريت.
- بالاعتماد على معلوماتهم حول الرابطة الفلزية، كلّف الطلبة شرح سبب ارتفاع قيم التوصيل الكهربائي عند الانتقال من الصوديوم إلى الألومنيوم، ثم شرح سبب الانخفاض الهائل وصولاً إلى قيم التوصيل الكهربائي المنخفضة للسيليكون والكبريت، واقتراح قيمة تقديرية للتوصيل الكهربائي للفوسفور.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدّي

وجّه الطلبة إلى قراءة مقالة العلوم ضمن سياقها «اكتشاف وترتيب العناصر» ومناقشتها مع طلبة آخرين.

الدعم

بشكل عام، تكون قيم درجات انصهار العناصر ذات التراكيب الجزيئية (التساهمية) الضخمة أعلى من العناصر ذات التراكيب الفلزية الضخمة، والتي بدورها تكون أعلى بكثير من درجات انصهار العناصر الجزيئية البسيطة.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

ينبغي حثّ الطلبة على ترتيب مستويات ثقتهم لمدى فهمهم للطبيعة الدورية للخصائص الفيزيائية التي تمّ تناولها في الدرس. هل أدت العودة إلى هذه المفاهيم إلى تحسن فهمهم للموضوع؟

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

- يحتاج الطلبة إلى مراجعة المفاهيم التي تمت دراستها سابقاً، إلى جانب المصطلحات التقنية والمفردات والصياغة المرتبطة بهذه المفاهيم. فعلى سبيل المثال، يُعدّ مفهوم الحجب بالأهمية نفسها لمصطلح الشحنة النووية.

المهارة الحسابية

- يجب أن يكون الطلبة قادرين على تحليل وتفسير المعلومات الرقمية التي تتضمنها التمثيلات البيانية والجداول.

الموضوع ٢-٦ دورية الخصائص الكيميائية

الأهداف التعليمية

٣-٦ يصف تفاعلات بعض العناصر مع الأكسجين لتكوين: Na_2O ، MgO ، Al_2O_3 ، P_4O_{10} ، SO_2 ، ومع الكلور لتكوين: NaCl ، MgCl_2 ، AlCl_3 ، SiCl_4 ، PCl_5 ، ومع الماء لتكوين : $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ، NaOH ، ويكتب معادلاتها .

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٢-٦ دورية الخصائص الكيميائية مهارات عملية ١-٦ تفاعلات عناصر الدورة الثالثة مع الأكسجين - تفاعلات عناصر الدورة الثالثة مع الكلور - تفاعلات الصوديوم والماغنيسيوم مع الماء مهارات عملية ٢-٦ تفاعلات الصوديوم والماغنيسيوم مع الماء السؤال ٣ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(ب)	<ul style="list-style-type: none"> تفاعلات عناصر الدورة الثالثة مع الأكسجين والكلور والماء تقديم عرض توضيحي لهذه التفاعلات والأخذ في الاعتبار التغيرات التي تتضمنها
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٢-٦ عناصر وأكاسيد وكلوريدات الدورة الثالثة (٤(هـ، ح، ط)) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢(ب (١))، ٣(ب (٣))	<ul style="list-style-type: none"> تفاعلات عناصر الدورة الثالثة مع الأكسجين والكلور والماء

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يشير عدم نشاط ثنائي أكسيد السيليكون مع الماء إلى أن هذا الأكسيد قد يكون متعادلاً، ولكن السبب في ذلك هو أنه لا يذوب في الماء.
- يمتلك حمض الفوسفوروز (حمض الفوسفوريك (III)) الصيغة H_3PO_3 وحمض الفوسفوريك (V) الصيغة H_3PO_4 . تعد هاتان الصيغتان مضللّتين إلى حد ما، إذ إن بعض الطلبة قد يعتقدون أنه يوجد ثلاث ذرات هيدروجين مرتبطة مباشرة بالفوسفور (ربما يفكرون في حمض الهيدروكلوريك كنموذج). أكد على أن هذه الأحماض هي أحماض هيدروكسي، hydroxy-acids، أي أن ذرة الفوسفور مرتبطة بمجموعات هيدروكسيل، وأن فقد الهيدروجين من هذه المجموعات هو الذي يمنح هذين المركبين خصائصهما الحمضية في الماء.
- إن نمط التدرج في النشاط الكيميائي لفلزات الدورة الثالثة قد يوحي للطلبة بأنه يجب أن تظهر اللافلزات سلوكاً مماثلاً، ولكن توجد بعض الخصائص كالتركيب وطاقة الروابط والحالة الفيزيائية التي تجعل ذلك السلوك مختلفاً.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان. سيعتمد اختيار النشاط على الموارد المتاحة، وعلى الوقت المتاح، وعلى مدى تقدّم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

ناقش الطلبة حول النشاط الكيميائي للفلزات مع الأكسجين والماء والأحماض، مع التركيز على الفلزات الثلاثة في الدورة الثالثة. هل يوجد نمط تدرج معيّن عند الانتقال من الصوديوم إلى الألومنيوم؟ وما الذي يفسر هذا التدرج في النشاط الكيميائي؟ هل من المتوقع أن يستمرّ هذا التدرج عبر هذه الدورة؟ هل من المتوقع وجود تدرج مختلف بالنسبة إلى لافلزات الدورة الثالثة؟

٢ فكرة ب (١٠ دقائق)

يُعطى الطلبة عنصراً من عناصر الدورة الثالثة مع الأكسجين أو الكلور أو الماء، ويطلب إليهم التنبؤ بصيغة المركب أو كتابة معادلة كيميائية للتفاعل الذي يحدث.

الأنشطة الرئيسية

في ما يلي، يرد العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الصف.

١ تفاعلات عناصر الدورة الثالثة مع الأكسجين (٣٠ دقيقة)

يمكن تقديم عرض عملي توضيحي حول تفاعلات أكبر عدد ممكن من عناصر الدورة الثالثة مع الأكسجين (كما هو موضح في المهارة العملية ٦-١). يجب أن يتم تنفيذ هذه التفاعلات في خزانة طرد الأبخرة لأن المواد الناتجة ستكون في شكل مسحوق وغاز سام يجب عدم استنشاقه. تُملاً أنابيب الغاز بالأكسجين من أسطوانة غاز. يتم وضع كمية من كل عنصر بدوره في ملعقة إحراق، ثم تسخينه بلطف في شعلة موقد بنزن ومن ثم إدخاله في أنبوبة غاز خاصة به تحتوي على الأكسجين. يجب تشجيع الطلبة على تسجيل ملاحظاتهم حول المظهر الخارجي للعنصر، وحول ما تتم ملاحظته أثناء التفاعل والمظهر الخارجي للأكسيد الناتج. وإذا لم يتم تقديم عرض عملي توضيحي لأي من التفاعلات، فيمكن عرض مقاطع فيديو أو يمكن للطلبة البحث على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) عن مقاطع فيديو لتفاعل عناصر متنوعة في الدورة الثالثة مع الأكسجين، ثم عرض النتائج التي حصلوا عليها أمام زملائهم في الصف.

أفكار للتقويم:

- يكتب الطلبة ملاحظاتهم حول التفاعلات، سواء أتى ذلك من عرض توضيحي لهذه التفاعلات أو من عرض مقاطع فيديو عنها أو كجزء من عرض لعمل مجموعة.
- تعد بعض التفاعلات شديدة مقارنة بغيرها، كلف الطلبة تحديد أنماط التدرج بالاستفادة من معرفتهم السابقة حول النشاط الكيميائي ونوع الروابط الكيميائية لهذه العناصر.
- يناقش الطلبة في المظهر الخارجي لعناصر الدورة الثالثة وأكاسيدها لتحديد رموز الحالة الفيزيائية، ثم يكلفون كتابة المعادلات الكيميائية الموزونة لتلك التفاعلات.

تقديم عرض توضيحي: تفاعلات عناصر الدورة الثالثة مع الكلور (٣٠ دقيقة)

يمكنك إجراء تفاعلات عناصر الدورة الثالثة مع الكلور بالطريقة نفسها كما في المهارة العملية (٦-١)، ولكنها بشكل عام تكون أقل شدة وأبطأ مقارنةً بالتفاعلات مع الأكسجين. يجب تحضير عبوات غاز الكلور في خزانة الأبخرة. يمكن تحضير الكلور عن طريق إضافة حمض الهيدروكلوريك المركز بوساطة قمع تنقيط إلى محلول منجنات (VII) البوتاسيوم (برمنجنات البوتاسيوم) موجود في دورق مخروطي، حيث يتصاعد غاز الكلور عبر أنبوبة توصيل. ويتم وضع كمية من كل عنصر في ملعقة إحراق، وتسخينه بلطف في شعلة موقد بنزن ومن ثم إدخاله في أنبوبة غاز خاصة به تحتوي على الكلور. يجب تشجيع الطلبة على تسجيل ملاحظاتهم حول مظهر العنصر، وحول ما تتم ملاحظته أثناء التفاعل ومظهر الكلوريد الناتج. وإذا لم يتم تقديم عرض توضيحي لأي من التفاعلات، فيمكن عرض مقاطع فيديو أو يمكن للطلبة البحث على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) عن مقاطع فيديو لتفاعل عناصر متنوعة في الدورة الثالثة مع الكلور، ثم عرض النتائج التي حصلوا عليها أمام زملائهم في الصف.

أفكار للتقويم:

- يكتب الطلبة ملاحظاتهم حول التفاعلات، سواء أتى ذلك من عرض توضيحي لهذه التفاعلات أو من عرض مقاطع فيديو عنها أو كجزء من عرض لعمل مجموعة.
- يناقش الطلبة في المظهر الخارجي لعناصر الدورة الثالثة وأكاسيدها لتحديد رموز الحالة الفيزيائية، ثم يكلفون كتابة المعادلات الكيميائية الموزونة لتلك التفاعلات.

تفاعلات الصوديوم والماغنيسيوم مع الماء (٣٠ دقيقة)

يمكن تقديم عرض عملي توضيحي عن تفاعلات الصوديوم والماغنيسيوم مع الماء أو عرض مقاطع فيديو تعرض هذه التفاعلات. إذا اخترت تقديم العرض العملي التوضيحي فإن بعض التخطيط المسبق يكون مطلوباً في حالة تفاعل الماغنيسيوم. ونظراً إلى كونه بطيئاً جداً، يجب إعداد هذا التفاعل مسبقاً والبدء به قبل ثلاثة أيام على الأقل، بحيث يكون هناك ما يكفي من الهيدروجين الذي تم جمعه لاختباره، ولكي يكون المحلول قلوياً بشكل كافٍ ليعطي اللون الأزرق عند إضافة الكاشف العام.

ومن الخيارات المتاحة تقديم عرض لتفاعل الماغنيسيوم مع بخار الماء لتوضيح أن الماغنيسيوم يتفاعل بقوة مع الماء إذا ارتفعت درجة الحرارة. وقد يتم إجراء هذا العرض عن طريق وضع صوف معدني في قاع أنبوبة تسخين، وإضافة كمية صغيرة من الماء، بعد ذلك تثبت أنبوبة التسخين أفقياً مع وضع قطعة من الماغنيسيوم عند منتصف الأنبوبة، ثم يتم تسخين الماغنيسيوم بوساطة موقد بنزن، ومن حين إلى آخر يسخن الصوف لتوليد بخار الماء. لا تتفاعل باقي العناصر في الدورة الثالثة مع الماء؛ وسيتم لاحقاً توضيح الأمر بإضافة ما يتوافر من هذه العناصر إلى الماء.

أفكار للتقويم:

- يكتب الطلبة ملاحظاتهم حول كلا التفاعلين، مع التركيز على السرعة النسبية لكل منهما، وتصاعد الهيدروجين وقلوية المحلول الناتج.
- لماذا يُعدّ كلٌّ من التفاعلين تفاعل أكسدة-اختزال؟
- الإجابة: قبل التفاعل، يمتلك كل من عنصري الماغنيسيوم والصوديوم عدد تأكسد يساوي صفراً. بعد التفاعل، يتأكسد كلٌّ من الصوديوم والماغنيسيوم، فيصبح عدد التأكسد لهما: $Na (+1)$ و $Mg (+2)$.
- اشرح البطء النسبي لتفاعل الماغنيسيوم مع الماء مقارنة بتفاعل الصوديوم.

الإجابة: تفقد ذرة الصوديوم إلكترونًا واحدًا فقط؛ وهذا الإلكترون يكون أقل ارتباطًا (قوة جذب النواة) بنواة ذرة الصوديوم من ارتباط (قوة جذب النواة) إلكترون ذرة الماغنيسيوم بنواته. لذا، يفقد الصوديوم إلكترونه بسهولة أكثر ويتفاعل بشكل أسرع.

- يقترب الرقم الهيدروجيني pH لهيدروكسيد الصوديوم من 14 لأن تركيز أيونات الهيدروكسيد يكون مرتفعًا بسبب الذوبانية العالية لهيدروكسيد الصوديوم في الماء. يذوب هيدروكسيد الماغنيسيوم في الماء بشكل محدود جدًا، وبالتالي يكون تركيز أيونات الهيدروكسيد قليلًا جدًا في المحلول وتكون قيمة pH له بين 10 و 11.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

- تتبأ كيف ستفاعل عناصر الدورة الثانية مع الأكسجين والكلور والماء بالمقارنة مع تفاعل عناصر الدورة الثالثة بالمواد نفسها. اكتب معادلات كيميائية موزونة للتفاعلات التي ستحدث.
- بالإضافة إلى العناصر التي تنتمي إلى المجموعة نفسها والتي تمتلك خصائص كيميائية متشابهة، هناك أيضًا تشابه قطري diagonal بين عنصر ما والعنصر الموجود في الدورة والمجموعة السابقتين له (على سبيل المثال Al و Be). قم بإجراء بحث لإيجاد أية أمثلة حول هذه العلاقة.

الدعم

يُعطى الطلبة القاعدة العامة الآتية: تميل فلزات الدورة الثالثة إلى تكوين مركبات أيونية بيضاء صلبة خلال تفاعلاتها، بينما تكوّن العناصر اللافلزية في هذه الدورة مركبات تساهمية ذات درجات انصهار أو غليان منخفضة. يمثل السيليكون نقطة الانتقال بين الفلزات واللافلزات ويظهر النشاط الكيميائي الأقل بين الفئتين.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يجيب الطلبة عن الأسئلة التالية:

السؤال ٣ و أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(ب) الواردة في كتاب الطالب.

نشاط ٦-٢ (هـ، ح، ط) وأسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٢(ب (١))، ٣(ب (٣)) الواردان في كتاب التجارب العملية والأنشطة. أعط الطلبة مخططات توزيع الدرجات حتى يتمكنوا من إجراء تقويم ذاتي لعملهم أثناء تنقلك بينهم، مع تقديم الدعم لهم عند الضرورة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تتطلب هذه الأنشطة من الطلبة وصف ملاحظاتهم وتبرير استنتاجاتهم كتابةً.

المهارة الحسابية

يجب أن يكون الطلبة قادرين على حساب أعداد تأكسد العناصر الموجودة في الأكاسيد ووزن معادلات تفاعلات عناصر الدورة الثالثة مع الأكسجين والكلور والماء.

الموضوع ٦-٣ أكاسيد عناصر الدورة الثالثة

الأهداف التعليمية

- ٦-٤ يذكر التغيرات في أعداد التأكسد لكل من العناصر المكونة للأكاسيد الآتية: Na_2O ، MgO ، Al_2O_3 ، P_4O_{10} ، SO_2 ، SO_3 ، والكلوريدات NaCl ، MgCl_2 ، AlCl_3 ، SiCl_4 ، PCl_5 من حيث إلكترونات المستوى الخارجي لها (مستوى إلكترونات التكافؤ) ويشرحها.
- ٦-٥ يصف تفاعلات الأكاسيد: Na_2O ، MgO ، Al_2O_3 ، SiO_2 ، P_4O_{10} ، SO_2 ، SO_3 مع الماء، إن وجدت، 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 ، $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ، $\text{Al}(\text{OH})_3$ ، موضحاً السلوك المتذبذب (المتردد) في تفاعلاتها مع الأحماض والقواعد (هيدروكسيد الصوديوم فقط) ويشرحه ويكتب معادلاته.
- ٦-٨ يشرح التغيرات وأنماط التدرج في كل من ٦-٥ و ٦-٦ و ٦-٧ في ضوء التركيب، والروابط الكيميائية والسالبية الكهربائية.
- ٦-٩ يقترح أنواع الروابط الكيميائية الموجودة في الكلوريدات والأكاسيد، من خلال ملاحظة خصائصها الكيميائية والفيزيائية.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٦-٣ أكاسيد عناصر الدورة الثالثة - أعداد التأكسد - تأثير الماء على أكاسيد وهيدروكسيدات عناصر الدورة الثالثة - تأثير السالبية الكهربائية على الترابط والسلوك الحمضي أو القاعدي للأكاسيد عناصر الدورة الثالثة السؤال ٤ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (أ)، (٢، ٣)	<ul style="list-style-type: none"> • صيغ أكاسيد الدورة الثالثة وأعداد تأكسدها • تفاعلات الأكاسيد والهيدروكسيدات مع الماء • تقديم عرض عملي توضيحي لهذه التفاعلات والنظر في التغيرات التي تنطوي عليها • خصائص الأكاسيد وبُناها، والعلاقة بين التركيب والسلوك الحمضي أو القاعدي للأكاسيد
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٦-٢ عناصر وأكاسيد وكلوريدات الدورة الثالثة (١)، (٤، ب، ج، د، و)، (٥، ٦) استقصاء عملي ٦-١ خصائص أكاسيد الفلزات وكلوريدات الفلزات عبر الدورة الثالثة الجزء ١ أسئلة نهاية الوحدة: ١، (٢، ب)، (٢، ٣)، (ج)	<ul style="list-style-type: none"> • الاستقصاء العملي لتفاعلات الأكاسيد مع الماء وسلوكها الحمضي أو القاعدي • تفاعلات Na_2O و MgO مع الماء • خصائص الأكاسيد وتراكيبها

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان، سيعتمد اختيار النشاط على الموارد والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

وزّع الطلبة ضمن مجموعات، وكلف كل مجموعة كتابة صيغ أكاسيد عناصر الدورة الثالثة، ثم كتابة عدد تأكسد العنصر الموجود في الأكسيد وتحديد نمط التدرج الذي يتوضح لديهم.

٢ فكرة ب (١٠ دقائق)

أعط الطلبة صيغ الأكاسيد Cl_2O_7 ، SO_3 ، P_4O_{10} ، SiO_2 ، Al_2O_3 ، MgO ، Na_2O ، واطلب إليهم كتابة أعداد تأكسد العنصر الموجود في الأكسيد ويحددون نمط التدرج الذي يتوضح لديهم. أعطهم صيغاً أخرى مثل Cl_2O ، SO_2 ، P_4O_6 للتوسع في العمل واطلب إليهم شرح وجود هذه الأكاسيد الأخرى.

الأنشطة الرئيسية

في ما يلي، يرد عدة أنشطة تعليمية يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

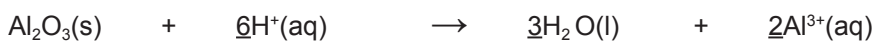
١ استقصاء عملي ٦-١: خصائص أكاسيد الفلزات وكلوريدات الفلزات عبر الدورة الثالثة. (٢ × ٣٥ دقيقة)

- وزّع الطلبة ضمن مجموعات لإجراء الاستقصاء العملي. تم وصف التفاصيل العملية لأكاسيد الفلزات في دليل المعلم في هذا المصدر تحت عنوان استقصاء عملي ٦-١. وبالإضافة إلى استقصاء الخصائص الكيميائية للأكاسيد، ينبغي للطلبة تحديد عدد تأكسد العنصر الموجود في الأكسيد. يستخدم الكاشف العام للحصول على قيمة تقريبية للرقم الهيدروجيني pH لمخاليط التفاعل، ولكن إذا توافرت مقاييس pH (pH meters)، فيفضل استخدامها. قدّم عرضاً توضيحياً لتفاعل كل من أكسيد الفوسفور (V) وثنائي أكسيد الكبريت. يُعدّ ثنائي أكسيد السيليكون متعادلاً لأنه لا يذوب في الماء.

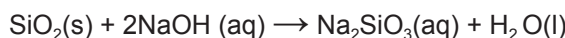
- يوفر المصدر احتياطات الأمان والسلامة التي يجب الالتزام بها أثناء الاستقصاء.

- يمكن أن تشكل أيونات أكسيد وهيدروكسيد الألومنيوم أساساً لاستقصاء عملي منفصل بسبب طبيعتها المتذبذبة. يمكنك تقديم عرض توضيحي يبيّن أن Al_2O_3 يتفاعل مع حمض الكبريتيك المخفف (2 mol/L) ومع هيدروكسيد الصوديوم المركز الساخن. تُعدّ معادلات التفاعل الرمزية والأيونية مع الحمض بسيطة وواضحة جداً، في حين أن معادلات التفاعل مع المادة القلوية تكون أكثر تعقيداً. يكون نمط التدرج من اليسار إلى اليمين عبر الدورة الثالثة: قلوياً ← متذبذباً ← حمضياً.

- أعط الطلبة الصيغ الصحيحة لمركبات الألومنيوم ذات الصلة، وكلفهم كتابة المعادلات الكيميائية الموزونة لتفاعلات أكسيد الألومنيوم مع الحمض ومع القاعدة.



يتم إعطاء معادلة تفاعل ثنائي أكسيد السيليكون مع هيدروكسيد الصوديوم:



﴿ أفكار للتقويم ﴾: زوّد الطلبة بالإجراءات المناسبة لإرشادهم خلال قيامهم بعملهم؛ على سبيل المثال:

- يجب وضع درجات لتقييم دقة ملاحظاتهم واستنتاجاتهم فيما يتعلق بطبيعة الأكاسيد وقيامهم بوزن المعادلات.
 - يجب أن يحصلوا على درجات إضافية عند كتابتهم المعادلات الكيميائية الموزونة.
 - عليهم بناء جداول النتائج الخاصة بهم وكتابة صيغ الأكاسيد.
 - عليهم تسجيل نتائجهم والتوصل إلى تحديد التدرج عند الانتقال عبر الدورة من اليسار إلى اليمين.
- بعد أن ينتهوا من إجاباتهم، على كل مجموعة أن تجتمع مع مجموعة أخرى لمناقشة ما يعتقدون أنه أفضل أو أسوأ السمات الموجودة في عملهم. تنظر المجموعة الأولى في هذه الأمور وتعلق على الأحكام المطروحة، ثم تقوم المجموعة الأخرى بالمثل عبر مناقشة أفضل أو أسوأ أجزاء من عملها، ثم يتم إصدار أحكام مماثلة من قبل المجموعة الأولى. يمكن أن يشكل هذا نشاطاً قيماً لأنه يجعل الطلبة يقومون بعملهم ويمكنهم من رؤية عمل الآخرين وتقييم ذلك أيضاً.

٢ تراكيب الأكاسيد وربطها بسلوكها الحمضي أو القاعدي (٣٥ دقيقة)

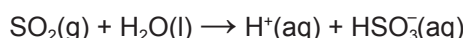
يعمل الطلبة ضمن مجموعات خلال هذا النشاط. أعطهم الجدول (٦-٨) الوارد في كتاب الطالب.

﴿ أفكار للتقويم ﴾: حفّز كل مجموعة على استنتاج نوع التركيب لكل من الأكاسيد. تبلغ قيمة السالبية الكهربائية للأكسجين 3.44. ترد قيم السالبية الكهربائية لعناصر الدورة الثالثة في الجدول (٦-٧) الوارد في كتاب الطالب. ويجب على الطلبة استخدام هذه القيم لاستنتاج نوع التركيب لكل أكسيد. قد يحتاج الطلبة إلى تذكيرهم بأن الاختلافات الكبيرة في قيم السالبية الكهربائية تؤدي إلى تكوين مركبات أيونية، أما إذا كان الفرق بسيطاً فيكون التركيب تساهمياً. يبلغ الفرق بين قيم السالبية الكهربائية للألمنيوم والأكسجين (3.44 - 1.5 = 1.94)، الأمر الذي يضع أكسيد الألمنيوم عند الحد الفاصل؛ فهو يحتوي على أيونات ولكنه يظهر بعضاً من الطابع التساهمي.

بالنسبة إلى التراكيب الأيونية الضخمة، على الطلبة ذكر الأيونات الموجودة؛ وبالنسبة إلى أكاسيد السيليكون والكبريت، عليهم أن يرسموا تراكيب الجزيئات (الضخمة والبسيطة)؛ أمّا بالنسبة إلى الجزيئات البسيطة SO₂ و SO₃، فيجب أيضاً إعطاء قيم زوايا الروابط.

ثم عليهم إعطاء نمط التدرج من حيث التركيب عند الانتقال عبر الدورة من اليسار إلى اليمين. تُعدّ الأكاسيد الفلزية الأيونية أكاسيد قاعدية وقلوية لأن أيونات الأكسيد تتفاعل مع الماء وفق الآتي: O₂⁻(s) + H₂O(l) → 2OH⁻(aq).

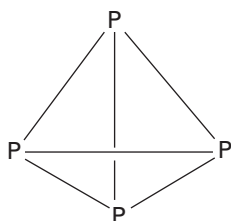
ويتفاعل أكسيد الألمنيوم المتعادل مع الأحماض والقلويات لأنه متذبذب؛ وهو يمتلك بعضاً من الطابع التساهمي. وتُعدّ كل من أكاسيد الفوسفور وأكاسيد الكبريت أكاسيد جزيئية بسيطة تسلك سلوكاً حمضياً، يمكن كتابة معادلات تفاعلاتهما مع الماء. على سبيل المثال، يتفاعل SO₂ على النحو الآتي:



التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

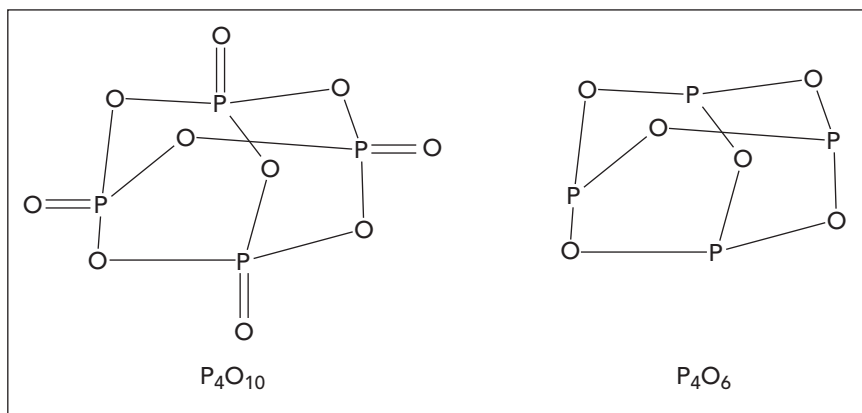
التوسّع والتحدّي

يوجد الفوسفور كجزيء P₄، كما هو موضح في الشكل ٦-٢.



الشكل ٦-٢

اشرح كيف يمكن أن تتكوّن الجزيئات P_4O_6 و P_4O_{10} من هذا الجزيء. يتكوّن P_4O_6 بعد كسر الرابطة $P-P$ ومن ثم بناء جسر بوساطة ذرات الأكسجين. توجد ستّ روابط $P-P$ ، الأمر الذي يتطلب ستّ ذرات أكسجين لبناء الجسور. يتكوّن P_4O_{10} عندما تكوّن ذرات الفوسفور روابط ثنائية مع أربع ذرات أكسجين إضافية. يوضح الشكل (٦-٣) هاتين البنيتين الجزيئيتين.



الشكل ٦-٣

الدعم

القاعدة البسيطة تتمثل في أن تعطي الأكاسيد الأيونية محاليل قلوية وتعطي الأكاسيد الجزيئية (التساهمية) محاليل حمضية. فأكسيد الألومنيوم يمتلك قدرًا معيّنًا من الطابع التساهمي، وهو ما يفسر طابعه المتذبذب.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- يجيب الطلبة عن الأسئلة الآتية:
- السؤال ٤ وأسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (أ) (٢، ٣) الواردة في كتاب الطالب.
 - نشاط ٦-٢ (١)، (٤) (ب، ج، د، و)، (٥)، (٦) وأسئلة نهاية الوحدة: ١، ٢ (ب) (٢، ٣)، ٢ (ج) الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة.
- أعط الطلبة مخططات توزيع الدرجات حتى يتمكنوا من إجراء تقييم ذاتي لعملهم أثناء تنقلك بينهم، وقدم الدعم لهم عند الضرورة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تتطلب هذه الأنشطة من الطلبة وصف ملاحظاتهم وتبرير استنتاجاتهم كتابةً.

المهارة الحسابية

يجب أن يكون الطلبة قادرين على حساب أعداد تأكسد العناصر الموجودة في الأكاسيد ووزن معادلات تفاعلات الأكاسيد مع الماء.

الموضوع ٤-٦ كلوريدات عناصر الدورة الثالثة

الأهداف التعليمية

- ٤-٦ يذكر التغيرات في أعداد التأكسد لكل من العناصر المكونة للأكاسيد الآتية: SO_3 ، SO_2 ، P_4O_{10} ، Al_2O_3 ، MgO ، Na_2O ، والكلوريدات NaCl ، MgCl_2 ، AlCl_3 ، SiCl_4 ، PCl_5 من حيث إلكترونات المستوى الخارجي لها (مستوى إلكترونات التكافؤ) ويشرحها.
- ٧-٦ يصف تفاعلات الكلوريدات: NaCl ، MgCl_2 ، AlCl_3 ، SiCl_4 ، PCl_5 مع الماء، متضمنة قيم pH التقريبية للمحاليل التي يتم الحصول عليها ويكتب معادلاتها.
- ٨-٦ يشرح التغيرات وأنماط التدرج في كل من ٥-٦ و ٦-٦ و ٧-٦ في ضوء التركيب، والروابط الكيميائية والسالبية الكهربائية.
- ٩-٦ يقترح أنواع الروابط الكيميائية الموجودة في الكلوريدات والأكاسيد، من خلال ملاحظة خصائصها الكيميائية والفيزيائية.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٤-٦ كلوريدات عناصر الدورة الثالثة - أعداد التأكسد - تأثير الماء على كلوريدات عناصر الدورة الثالثة السؤال ٥ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (أ) (٤، ١)، (ج) ٣	<ul style="list-style-type: none"> • صيغ كلوريدات عناصر الدورة الثالثة وأعداد تأكسدها • تفاعل الكلوريدات مع الماء
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٢-٦ عناصر وأكاسيد وكلوريدات الدورة الثالثة (٢)، (٣)، (٤، أ، ز) استقصاء عملي ١-٦ خصائص أكاسيد الفلزات وكلوريدات الفلزات عبر الدورة الثالثة الجزء ٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (ب) (٢، ١)، (ج) ٣	<ul style="list-style-type: none"> • تفاعل الكلوريدات مع الماء • استقصاء تفاعلات NaCl، MgCl_2، AlCl_3 مع الماء • تركيب وروابط كلوريدات عناصر الدورة الثالثة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يتوقع الطلبة أن كلوريد الألومنيوم مركب أيوني، ويُعد ذلك صحيحاً فقط عندما يكون في حالته المميّهة. أكد على أن كلوريد الألومنيوم يمتلك طابعاً تساهمياً من حيث خصائصه الفيزيائية والكيميائية، معطياً أمثلة على ذلك.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان؛ سيعتمد اختيار أحدهما على الموارد والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

وزّع الطلبة ضمن مجموعات، وكلف كل مجموعة كتابة صيغ كلوريدات عناصر الدورة الثالثة، ثم كتابة أعداد تأكسد العنصر الموجود في الكلوريد وتحديد نمط التدرج الذي يتوضح لديهم.

٢ فكرة ب (١٠ دقائق)

أعط الطلبة صيغ الكلوريدات $NaCl$ ، $MgCl_2$ ، $AlCl_3$ ، (Al_2Cl_6) ، $SiCl_4$ ، PCl_5 ، واطلب إليهم كتابة أعداد تأكسد العنصر الموجود في الكلوريد وتحديد نمط التدرج الذي يتوضح لديهم. أعط صيغ كلوريدات أخرى مثل PCl_3 ، SCl_2 ، S_2Cl_2 ، للتوسع في العمل، واطلب إلى الطلبة شرح وجود هذه الكلوريدات الأخرى.

الأنشطة الرئيسية

فيما يلي، يرد العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ تفاعلات الكلوريدات مع الماء (٢ × ٣٥ دقيقة)

• وزّع الطلبة ضمن مجموعات لإجراء الاستقصاء العملي. تمّ وصف التفاصيل العملية لكلوريدات الفلزات في دليل المعلم في هذا المصدر تحت عنوان استقصاء عملي (٦-١). وبالإضافة إلى استقصاء الخصائص الكيميائية لكلوريدات، ينبغي للطلبة تحديد عدد تأكسد العنصر الموجود في الكلوريد. في جزأي الاستقصاء، يستخدم الكاشف العام للحصول على قيمة تقريبية للرقم الهيدروجيني pH لمخاليط التفاعل، ولكن إذا توافرت مقاييس pH، فيفضل استخدامها.

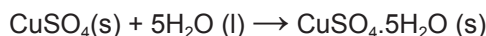
- يوفر المصدر احتياطات الأمان والسلامة التي يجب الالتزام بها أثناء الاستقصاء.
- قدم عرضاً عملياً توضيحياً لتفاعلات كل من الكلوريدات اللامائية الجافة للعناصر اللافلزية في الدورة الثالثة مع الماء. يفضل القيام بذلك في خزنة طرد الأبخرة. ويمكنك اختبار أي أبخرة باستخدام ورق الكاشف العام الرطب.
- بدلاً من ذلك، توجد مقاطع فيديو متاحة على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) توضح التحلل المائي لجزيئات PCl_5 و $SiCl_4$ ، في حال لم تكن المواد الكيميائية متاحة لتقديم العرض العملي التوضيحي.
- ينشئ الطلبة جدول نتائج ويسجلون ملاحظاتهم.
- يمكن للطلبة استخدام الجدول (٦-١١) الوارد في كتاب الطالب للتحقق من نتائجهم.

أفكار للتقويم: زوّد الطلبة بالمعايير المناسبة لإرشادهم خلال قيامهم بعملهم. على سبيل المثال:

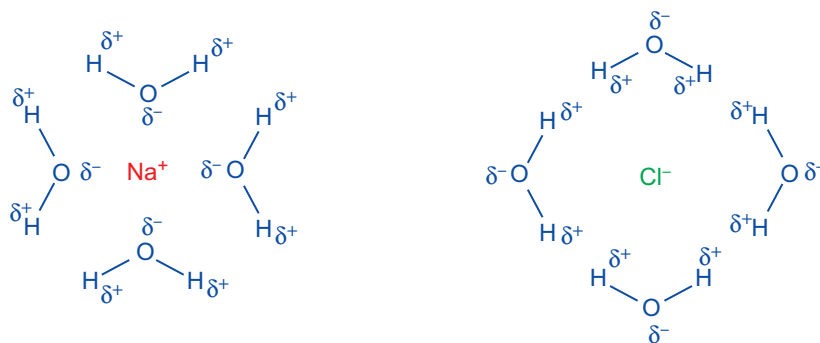
- يجب وضع درجات لتقييم دقة ملاحظاتهم واستنتاجاتهم فيما يتعلق بطبيعة الأكاسيد وقيامهم بوزن المعادلات.
- يجب أن يحصلوا على درجات إضافية عند كتابتهم المعادلات الأيونية الصحيحة.
- عليهم إنشاء جداول النتائج الخاصة بهم وكتابة صيغ الأكاسيد.
- عليهم تسجيل نتائجهم والتوصل إلى تحديد التدرج عند الانتقال عبر الدورة من اليسار إلى اليمين.

٢ تراكيب الكلوريدات وربطها بتفاعلها مع الماء (٣٥ دقيقة).

- اشرح المصطلحات العلمية التميّه والتحلل المائي.
- درس الطلبة في الصف العاشر، أن التميّه هو المصطلح الذي يطلق على العملية التي تحدث عند إضافة الماء إلى مركب أيوني بحيث يصبح جزءاً من تركيبه. وكمثال على ذلك، التفاعل الموضح في المعادلة الآتية:

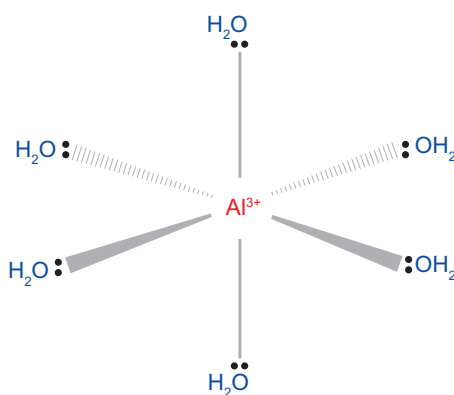


وعلى الرغم من أن جزيئات الماء قد ارتبطت بالأيونات الموجودة في التركيب، إلا أنها لم تتفاعل معها. في هذه المرحلة، تم التوسع في هذا التعريف للإشارة إلى كيفية إحاطة جزيئات الماء بالأيونات وانجذابها إليها عند إذابة مركب أيوني في محلول مائي. ومن الأمثلة التي تمت دراستها في الوحدة السادسة نذكر إذابة كلوريد الصوديوم الصلب (NaCl) في الماء لتكوين الأيونات المميّهة $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$. يوضح الشكل (٦-٤) كيف تترتب جزيئات الماء حول الأيونات. فإذا كان الأيون موجباً، ينجذب إليه الطرف السالب في جزيء الماء؛ أي ذرة الأكسجين δ^- ، وإذا كان الأيون سالباً، ينجذب إليه الطرف الموجب في جزيء الماء؛ أي ذرة الهيدروجين δ^+ .



الشكل ٦-٤ تميّه أيوني Na^+ و Cl^- .

يُكتب أيون الألومنيوم المميّه، $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ ، أحياناً على الشكل $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}(\text{aq})$ ، وذلك لأن التجاذب بين الأيون وجزيئات الماء قوي جداً بحيث تتكوّن روابط تساهمية تناسقية (dative)، فيؤدّي إلى تكوين أيون معقد (الشكل ٦-٥). مرة أخرى، لا يوجد تفاعل بين الأيونات والماء.



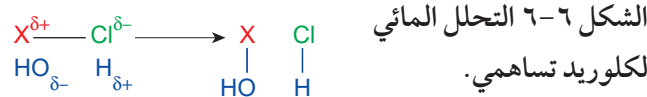
الشكل ٦-٥ تميّه أيون Al^{3+} .

يختلف التحلل المائي عن التميّه في أن الماء في هذه الحالة يتفاعل مع الجزيئات أو الأيونات التي يتجاذب معها. فعندما يتفاعل كلوريد تساهمي لعنصر في الدورة الثالثة مع الماء، تتكسر الروابط في كلا الجزيئين. على سبيل المثال، يتفاعل رباعي كلوريد السيليكون مع الماء وفقاً للمعادلة الآتية:



يكون المحلول المتكوّن حمضيّاً، لأنه عندما تكسّر جزيئات الماء الجزيئات SiCl_4 ، يتكوّن غاز HCl الذي يذوب بعضه في المحلول.

- يوضح الشكل (٦-٦) ما يحدث عندما يتفاعل الماء مع كلوريد تساهمي لإنتاج كلوريد الهيدروجين. إذ يتحد الهيدروجين الموجود في جزيء الماء مع الكلور الموجود في رابطة X-Cl لإنتاج غاز كلوريد الهيدروجين، بينما تتحد مجموعة الهيدروكسيل مع ذرة العنصر. بهذه الطريقة يتحلل (ينقسم) جزيء الماء. فعلى سبيل المثال، يتفاعل PCl_3 لإنتاج HCl و H_3PO_3 (والذي يمكن كتابته أيضاً كـ $P(OH)_3$).



- وزّع الطلبة ضمن ثنائيات أو مجموعات صغيرة لمناقشة تراكيب كلوريدات عناصر الدورة الثالثة والروابط الموجودة فيها، على ضوء النتائج التي حصلوا عليها خلال الاستقصاء حول تأثير الماء على هذه الكلوريدات.

< أفكار للتقويم: حفّز ثنائيات الطلبة على استنتاج نوع التركيب لكل كلوريد في ضوء الملاحظات التي تمّ تسجيلها خلال تفاعله مع الماء، وبالاستعانة بقيم السالبية الكهربائية لعناصر الدورة الثالثة في الجدول (٦-٧) الوارد في كتاب الطالب. على الطلبة استخدام هذه القيم لاستنتاج نوع التركيب لكل كلوريد. قد يحتاج الطلبة إلى تذكيرهم بأن الاختلافات الكبيرة (> 2.0) في قيم السالبية الكهربائية تؤدي إلى تكوين مركبات أيونية؛ أمّا إذا كان الفرق أقل من ذلك فإنه يعني ازدياد الطابع التساهمي. يبلغ الفرق بين قيم السالبية الكهربائية للألومنيوم والكلور $3.00 - 1.50 = 1.50$ ، الأمر الذي يضعه أسفل الحد الفاصل. وهذا يظهر تبايناً قوياً مع الألومنيوم والأكسجين اللذين كانا على الحد الفاصل.

بالنسبة إلى التراكيب الأيونية الضخمة، يجب على الطلبة ذكر الأيونات الموجودة؛ وبالنسبة إلى كلوريدات الألومنيوم والسيليكون والفوسفور والكبريت، يجب أن يرسّموا تراكيب الجزيئات (الضخمة والبسيطة)؛ أمّا بالنسبة إلى الجزيئات البسيطة، فيجب عليهم أيضاً إعطاء قيم زوايا الروابط واستخدام قيم السالبية الكهربائية لإضافة ثنائيات الأقطاب إلى الروابط.

ثم يُطلب إليهم تحديد نمط تدرج التركيب عبر الدورة من اليسار إلى اليمين. فكلوريد الصوديوم مركب أيوني وهو يذوب في الماء ليعطي أيونات مميّهة ومحلولاً متعادلاً. هذه هي الحال أيضاً بالنسبة إلى كلوريد الماغنيسيوم، على الرغم من احتمال ملاحظة أن محلوله حمضي بشكل ضعيف جداً. ونظراً لأن الطابع التساهمي بين الألومنيوم والكلور أكبر، فهذا يؤدي إلى تفاعله مع الماء وإنتاج محلول أكثر حمضية بكثير. تُعدّ الكلوريدات اللافلزية جميعها تساهمية وتتحلل بالماء، فتنتج محاليل حمضية قوية وتطلق غاز كلوريد الهيدروجين.

يتم إعطاء الطلبة المواد الناتجة الأخرى من تفاعلات التحلل المائي الرئيسية لكلوريدات الألومنيوم والسيليكون والفوسفور (أي $Al(OH)_3$ و SiO_2 و H_3PO_4) فيكتبون المعادلات الكيميائية الموزونة للتفاعلات.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدّي

اقترح معادلات كيميائية للتحلل المائي لـ $BeCl_2$ و BCl_3 لإنتاج كلوريد الهيدروجين ومادة ناتجة أخرى. لا يتحلل رباعي كلورو ميثان (CCl_4) عند إضافة الماء إليه، بينما يتفاعل رباعي كلوريد السيليكون $SiCl_4$ ، على الفور لإنتاج SiO_2 و HCl . يمكن للطلبة البحث عن سبب ذلك. تلميح (مساعدة): قارن مدى توافر أفلاك d في السيليكون بتلك الموجودة في الكربون. اقترح معادلة كيميائية للتحليل المائي لـ SCl_2 لإنتاج كلوريد الهيدروجين والكبريت ومادة ناتجة أخرى. اشرح سبب إمكانية تصنيف هذا التفاعل أيضاً كتفاعل أكسدة-اختزال.

الدعم

وضّح للطلبة السبب في الحصول على H_3PO_4 وليس $P(OH)_5$ ؟ الجواب هو أن $P(OH)_5$ مركب غير مستقر ويفقد جزيء ماء ليعطي $(HO)_3P=O$ ، وهو حمض الفوسفوريك.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يجد بعض الطلبة صعوبة في فهم وربط الموضوعات التي تمّت دراستها. لذا يجب تحديد نوع الروابط والتركيب وتأثير التغير في السالبية الكهربائية بوضوح للطلبة، وعلى الطلبة التفكير في هذه الروابط ورسم مخططات للتعبير عنها.

السؤال ٥

يرد في الجدول ٦-٢ إجابات ممكنة وتعليقات.

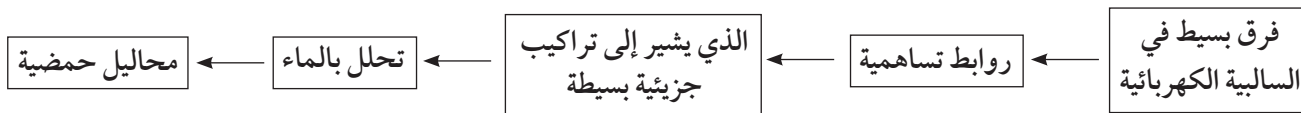
الإجابة	التعليق
أ	غير صحيحة. يعتقد بعض الطلبة أن أكاسيد الفلزات جميعها تتفاعل لتكوين محلول قلوي قيمة pH له تساوي 13 - 14.
ب	غير صحيحة. كلوريد الصوديوم مادة صلبة أيونية تذوب في الماء وتنتج محلولاً متعادلاً بدلاً من محلول حمضي.
ج	صحيحة. خماسي كلوريد الفوسفور هو كلوريد تساهمي وبالتالي يتحلل في الماء ليعطي كلوريد الهيدروجين ومحلولاً ذا pH منخفض (محلول حمضي).
د	غير صحيحة. يعتقد بعض الطلبة أن التفاعل تام، وبالتالي فإن المحلول يكون قلويًا جدًا. في الواقع، هيدروكسيد الماغنيسيوم المتكوّن على سطح الفلز لا يذوب عملياً في الماء (ذوبانية هيدروكسيد الماغنيسيوم في الماء ضعيفة جداً)، الأمر الذي يمنع التفاعل من الاستمرار، وبالتالي فإن pH يساوي 9 - 11. ومن جهة أخرى، تؤدي الذوبانية الضعيفة لهيدروكسيد الماغنيسيوم، إلى تركيز منخفض من أيونات الهيدروكسيد، وبالتالي إلى محلول منخفض القلوية.

الجدول ٦-٢

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تتوافر العديد من الأمثلة في هذا الدرس حيث يتعين على الطلبة ربط النتائج والاستنتاجات بالنظرية، على سبيل المثال:



المهارة الحسابية

- يوجد في هذا الدرس عدة معادلات صعبة تحتاج إلى وزنها.
- أيضاً، تتطلب الاختلافات في السالبية الكهربائية بين العناصر والكلور تقييماً، وكذلك الاختلافات المستخدمة لشرح الروابط وتراكيب الكلوريدات.

الموضوع ٦-٥ التنبؤ بخصائص العناصر واستنتاج موقع عنصر ما في الجدول الدوري

الأهداف التعليمية

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.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٥-٦ التنبؤ بخصائص العناصر واستنتاج موقع عنصر ما في الجدول الدوري السؤال ٦	<ul style="list-style-type: none"> يتنبأ بخصائص عنصر باستخدام موقعه في الجدول الدوري يستنتج موقع عنصر في الجدول الدوري باستخدام خصائصه
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٦-٣ القيام بالتنبؤات (١)، (٢)، (٤) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢ (ج)	<ul style="list-style-type: none"> يتنبأ بخصائص عنصر باستخدام موقعه في الجدول الدوري يستنتج موقع عنصر في الجدول الدوري باستخدام خصائصه

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يتوقع الطلبة أن جميع التمثيلات البيانية لعناصر دورات الجدول الدوري تمتلك نمط التكرار. لكن ذلك غير صحيح، إذ يوجد بعض الاستثناءات في الكيمياء غير العضوية، حيث لا تكون التمثيلات البيانية جميعها قابلة للتكرار تمامًا. على سبيل المثال، تمتلك العناصر في الدورة الثانية خصائص شاذة، ولكنها قابلة للشرح.
- قد يعتقد بعض الطلبة أن الأكاسيد التي لا تذوب في الماء يكون وسطها المتعادل ناتجًا من الأكسيد نفسه، ولكنه في الحقيقة هو ناتج من الماء.
- قد يعتقد بعض الطلبة أن مركبات الكلوريد الذائبة في الماء تعطي وسطًا حمضيًا دائمًا، وهذا ليس صحيحًا حيث إن بعضها يكون محاليل متعادلة.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان؛ وسيعتمد اختيار أحدهما على الموارد والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (٢٠ دقيقة)

عد إلى عمل مندليف لمراجعة تنبؤاته حول الجيرمانيوم والجالسيوم. كيف توصل إلى هذه التنبؤات؟ حفّز الطلبة على أن يناقشوا ضمن مجموعات ما سيفعلونه إذا اكتشفوا عنصرًا جديدًا. كيف سيساعدكم ذلك في العمل الذي أنجزتم سابقًا حول الدورية؟

﴿ فكرة للتقويم: تقوم المجموعات بتدوين التجارب والقياسات التي قد يقومون بها لتحديد موقع العنصر الجديد في الجدول الدوري. على سبيل المثال، بالنسبة إلى الجاليوم، ماذا سيتوقعون في تجاربهم؟

٢ فكرة ب (٢٠ دقيقة)

ابحث على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) عن اكتشاف الغازات النبيلة. اكتشف السير وليام رامزي Sir William Ramsay الأرغون لكنه واصل اكتشاف المزيد من الغازات النبيلة. ما الذي دفعه إلى الاستمرار في البحث عن غازات جديدة بعد اكتشاف الغاز الأول؟

﴿ فكرة للتقويم: يبحث الطلبة ضمن مجموعات على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) حول هذا الموضوع. يجب أن يشرحوا التفاعلات التي استخدمها رامزي لإزالة الأكسجين (النحاس الساخن) والنيروجين (الماغنيسيوم الساخن) وأن يكتبوا معادلات هذه التفاعلات. ما الذي دفعه إلى الاستمرار في البحث عن غازات جديدة بعد اكتشاف الغاز الأول؟

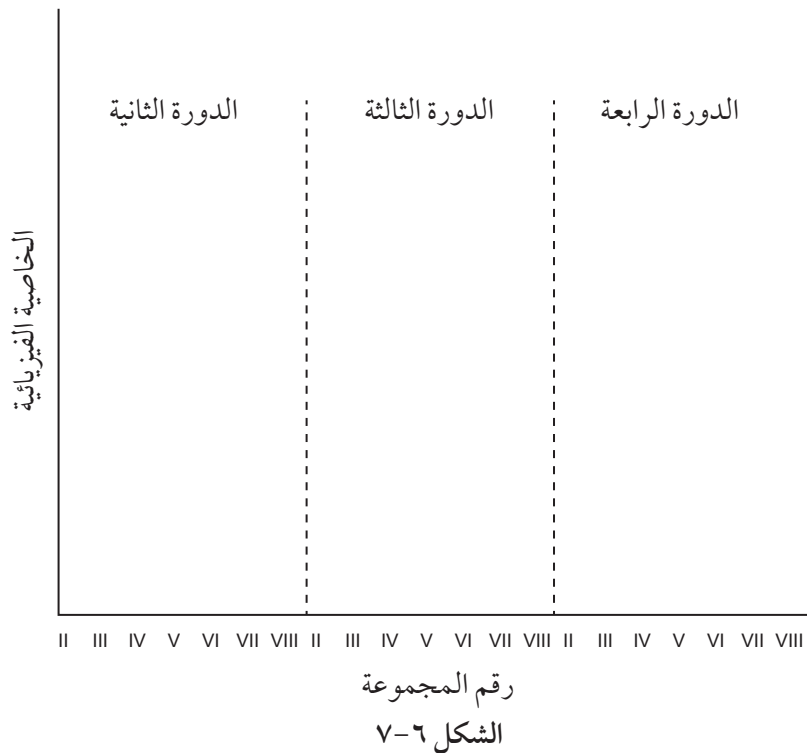
الإجابة: بمجرد أن اكتشف الأرغون، طبق رامزي مفاهيم مندليف حول المجموعات في الجدول الدوري والدورية. وبما أن الأرغون كان مختلفاً جداً عن باقي العناصر المعروفة، يجب إذاً أن يكون ضمن مجموعة جديدة من الجدول الدوري، ما يعني أيضاً وجود عناصر أخرى تنتمي إلى هذه المجموعة.

الأنشطة الرئيسية

في ما يلي، يرد العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ التنبؤ بخصائص العناصر في دورات أخرى (٢٥ دقيقة)

- أعط المجموعات ورقة رسم عليها محور أفقي وكتبت عليها أرقام المجموعات II، III، IV، V، VI، VII، VIII، III، IV، V، VI، VII، VIII. يجب أن تتوافر مساحة لثلاث دورات (الثانية والثالثة والرابعة). يمكنهم بعد ذلك رسم التغير الحاصل في خاصية فيزيائية ما للدورات الثلاث جميعها.



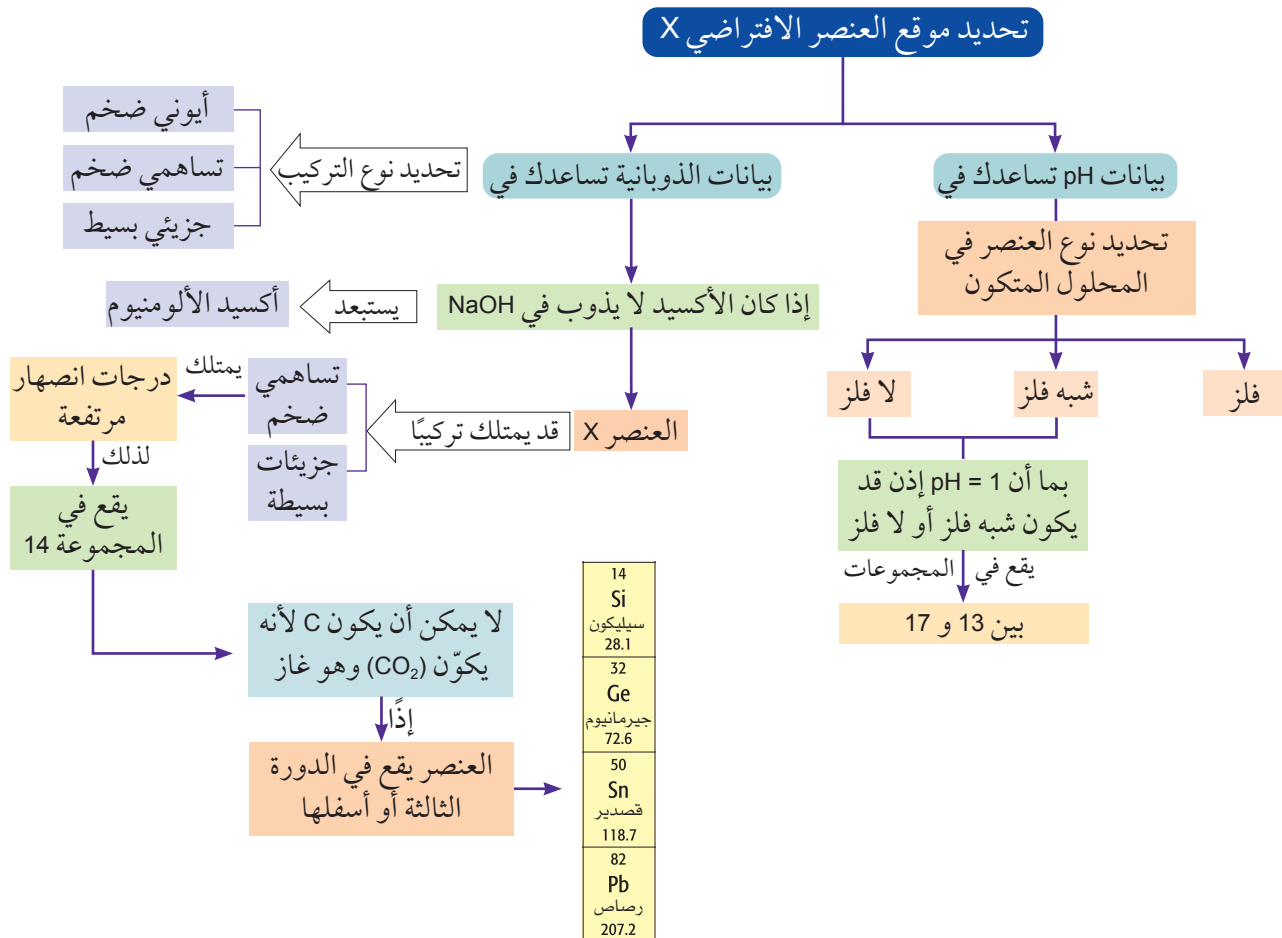
- يجب تقاسم العمل مع مجموعات مختلفة للقيام برسم تغير نصف القطر الذري، ونصف القطر الأيوني، ودرجات الانصهار. يحتمل أن يكون رسم تغير نصف القطر الأيوني هو الأصعب، لذا يجب إعطاؤه للمجموعة الأكثر تمكناً. وفي حال كانت المجموعات ذات قدرات مختلفة، يمكنك الاختيار عبر السحب بالقرعة.

﴿ فكرة للتقويم: عند نهاية مدة العشر دقائق، تقدم كل مجموعة مخططاتها، وإذا وافق الفصل بأكمله على توقعات المجموعات، يمكن للطلبة نسخ النتائج. ﴾

٢ أسئلة عن التنبؤ بالخصائص وتحديد مواقع العناصر (١٠ دقائق).

استخدم أمثلة من الأمثلة الواردة في كتاب الطالب والتي سبق العمل عليها مع الطلبة، واطلب استنتاجاتهم من المعلومات. يمكن استخدام خريطة المفاهيم الآتية لمساعدة الطلبة على تفسير المعلومات الواردة في المثال ١.

﴿ فكرة للتقويم: يمكن للطلبة الإجابة عن السؤال ٦ الوارد في كتاب الطالب. ﴾



التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

تظهر عناصر الدورة الثانية بعض الاستثناءات في الخصائص. كلف الطلبة كتابة هذه الخصائص على سبيل المثال، تتفكك كربونات الليثيوم عند التسخين على عكس كربونات عناصر المجموعة الأولى. أيضاً، تكون الذرات N و O و F روابط هيدروجينية بين الجزيئات. لا تحتوي عناصر الدورة الثانية على أفلاك d، الأمر الذي يعني أنها لا تظهر حالات تأكسد متعددة وأن كلوريداتها لا تتحلل بالماء (راجع التوسع والتحدّي من الموضوع السابق).

الدعم

عند رسم خصائص الدورتين الثانية والرابعة، هل تزداد قيم الخصائص أم تنقص؟ يمكنك حثهم عن طريق سؤالهم عن تأثير الشحنة النووية والحجب على هذه القيم.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

دوّن جميع الموضوعات الرئيسية والموضوعات الفرعية التي تمّت تغطيتها في هذا القسم. وبناءً على ذلك، اكتب ثلاث مهارات / معلومات مهمة استخلصها الطلبة أو مفاهيم لم يكونوا متأكدين من فهمها وقد تم توضيحها. على سبيل المثال، الاختلافات في الخصائص الفيزيائية، وأعداد تأكسد العناصر في المركبات، والسالبية الكهربائية ونوع الروابط، وتراكيب العناصر ومركباتها، وتفاعلات العناصر مع الماء والأكسجين، وتراكيب أكاسيد وكلوريدات عناصر الدورة الثالثة وتفاعلاتها مع الماء.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يحتاج الطلبة إلى أن يكونوا قادرين على تنظيم أفكارهم حول مفهوم الدورية وتدوين هذه الأفكار.

المهارة الحسابية

يجب أن يكونوا قادرين على توضيح الأنماط الدورية من خلال رسم التمثيلات البيانية.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. نصف قطر ذرة الليثيوم أكبر من نصف قطر ذرة الفلور. تحتوي ذرة الفلور على ستة إلكترونات أكثر من ذرة الليثيوم، وهي تشغل مستوى الطاقة الرئيسي نفسه مثل الإلكترون الخارجي الوحيد لليثيوم. وهذا يعني أن تأثير الحجب يكون متقارباً في كلتا الذرتين، لكن الشحنة النووية لذرة الفلور (+9) أكبر من تلك الموجودة في ذرة الليثيوم (+3)، وهي بالتالي تجذب إلكترونات الفلور الخارجية لتكون أقرب إلى نواتها من الليثيوم.

ب. حجم ذرة الليثيوم أكبر من حجم أيون Li^+ . لقد تكوّن الأيون Li^+ ذو الشحنة الموجبة عندما فقدت ذرة Li الإلكترون الموجود في مستوى الطاقة الخارجي (ما يعني فعلياً فقد مستوى الطاقة الرئيسي الثاني) من ذرة Li، لذلك تكون أيونات Li^+ أصغر بكثير من ذرات Li.

ج. حجم ذرة الأكسجين أصغر من حجم أيون O^{2-} . يكتسب أيون O^{2-} إلكترونين إضافيين في مستوى الطاقة الرئيسي الثاني مع الاحتفاظ بالشحنة النووية نفسها. يحتوي مستوى الطاقة الثاني في ذرة الأكسجين على ستة إلكترونات وهي تتنافر فيما بينها. في الأيون O^{2-} ، يحتوي مستوى الطاقة الثاني على ثمانية إلكترونات، ما يعني ازدياد التنافر، الذي يؤدي إلى ازدياد نصف القطر. لذلك فإن حجم أيونات O^{2-} تكون أكبر من حجم ذرات O.

د. حجم أيون النيتريد N^{3-} ، أكبر من حجم أيون الفلوريد F^- . يمتلك الأيون N^{3-} شحنة نووية موجبة (+7) أصغر من شحنة الأيون F^- والتي تساوي (+9). ونظراً إلى وجود الإلكترونات الخارجية (العدد نفسه من الإلكترونات، 10) في مستوى الطاقة الرئيسي نفسه في كلا الأنيونين،

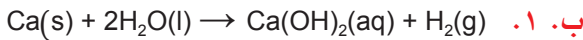
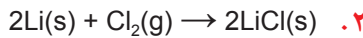
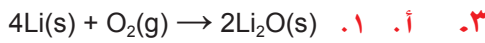
فإن هذه الإلكترونات لا تجذبها النواة بالقوة نفسها في حالة الأيون N^{3-} ، ما يجعل هذا الأخير أكبر من الأيون F^- .

٢. أ. يمتلك الكبريت تركيباً جزيئياً بسيطاً مع قوى فان دير فال ضعيفة نسبياً بين جزيئات S_8 ، بينما يمتلك السيليكون تركيباً جزيئياً ضخماً مع شبكة ضخمة من ذرات السيليكون المترابطة فيما بينها عبر كامل هذا التركيب بروابط تساهمية قوية. لذلك فإن التغلب على قوى فان دير فال بين جزيئات الكبريت يتطلب طاقة أقل بكثير مما يتطلبه كسر الروابط التساهمية بين ذرات السيليكون.

ب. تحتوي جزيئات S_8 على إلكترونات أكثر من جزيئات Cl_2 ، لذلك فإن قوى فان دير فال الموجودة بين جزيئات S_8 تكون أكبر من تلك الموجودة بين جزيئات Cl_2 .

ج. يمتلك الماغنيسيوم إلكترونات غير متمركزة حرة الحركة، يمكنها نقل شحنة كهربائية عبر بنيتها الفلزية الضخمة. ويمتلك الفوسفور تركيباً جزيئياً بسيطاً؛ ولا يمتلك أي جزيء شحنة كهربائية إجمالية (لا يمتلك إلكترونات حرة الحركة) فلا تستطيع الإلكترونات بالتالي الانتقال من جزيء إلى آخر.

تمنح كل ذرة ماغنيسيوم إلكترونين لبحر الإلكترونات غير المتمركزة، في حين تمنح كل ذرة صوديوم إلكترونًا واحدًا فقط، ما يوفر عدد إلكترونات أكبر لنقل الشحنة عبر الفلز في الماغنيسيوم.



٢. يُعد هيدروكسيد الكالسيوم أكثر ذوبانية في الماء من هيدروكسيد الماغنيسيوم، لذلك

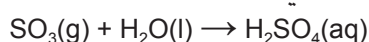
١. أ. ٢. ينقص عبر الدورة من اليسار إلى اليمين.
٢. عند الانتقال عبر الدورة من اليسار إلى اليمين، يمتلئ مستوى الطاقة الخارجي تدريجياً، وتشغل الإلكترونات مستوى الطاقة نفسه فلا تنتقل إلى مستوى طاقة جديد؛ وفي الوقت نفسه، تزداد الشحنة النووية، فتزداد قوة الجذب النووية على كل إلكترون موجود في مستوى الطاقة الخارجي؛ وتجذب الإلكترونات أكثر نحو النواة، فيصبح نصف القطر الذري أصغر.

ب. يزداد التوصيل الكهربائي عبر الفلزات في الدورة الثالثة من اليسار إلى اليمين، من الصوديوم (المجموعة 1) إلى الألومنيوم (المجموعة 13) لأنها تمتلك إلكترونات حرة الحركة. ثم ينخفض التوصيل الكهربائي بشكل حاد عند الوصول إلى عنصر السيليكون، الذي يوصف بأنه شبه فلز (شبه موصل)، ثم ينخفض بشكل حاد أكثر عند الوصول إلى المواد اللافلزية العازلة مثل الفوسفور والكبريت التي لا تمتلك إلكترونات حرة الحركة.

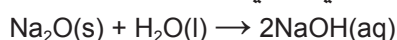
٣. أ. ١. متعادل



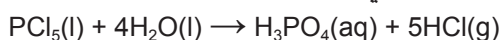
٢. حمضي



٣. قاعدي/قلوي



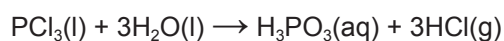
٤. حمضي



٢. 11-10

قلوي ضعيف، لأن ذوبانية هيدروكسيد الماغنيسيوم في الماء ضئيلة جداً.

ج. ١.



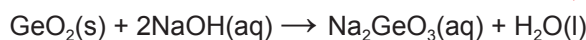
٢. 2-1

٣. انبعاث أبخرة بيضاء من HCl

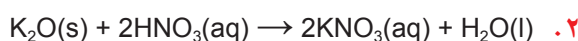
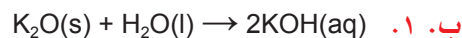
يوجد عدد أكبر من أيونات الهيدروكسيد لكل وحدة حجم من المحلول المتكون من تفاعل الكالسيوم مع الماء.

٤. أ. ١. روابط تساهمية وتركيب جزيئي (تساهمي) ضخم.

٢.



٣. لا يحدث أي تفاعل/لا يحدث أي تغير / لا يذوب



٣. الروابط أيونية والتركيب أيوني ضخم

٥. ج

٦. أ. ١. المجموعة 15 (V)

٢. غاز كلوريد الهيدروجين

ب. المجموعة 1

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. أي أنها تظهر نمطاً متكرراً عبر كل دورة.

ب. ١. يمتلك السيليكون تركيباً تساهمياً ضخماً.

والروابط جميعها روابط تساهمية قوية.

يمتلك الفوسفور تركيباً جزيئياً بسيطاً.

والجزيئات مترابطة فيما بينها بواسطة قوى

بين-جزيئية ضعيفة (قوى فان دير فال).

٢. التركيب والروابط في الصوديوم والألمنيوم

فلزية ضخمة؛ وشحنة الأيونات الفلزية في

الألمنيوم أكبر منها في الصوديوم.

تمنح كل ذرة ألومنيوم ثلاثة إلكترونات لـ

بحر الإلكترونات غير المتمركزة، بينما

تمنح كل ذرة صوديوم إلكترونًا واحدًا فقط؛

لذلك، يوجد في الألومنيوم قوة جذب أكبر

بين الأيونات الموجبة والإلكترونات غير

المتمركزة؛ وبالتالي، تكون هنالك حاجة إلى

طاقة أكبر لفصل الأيونات وصهر الألومنيوم.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٦-١

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

٢. عند الانتقال من الصوديوم إلى السيليكون، تقل قيم نصف القطر الأيوني لأسباب مماثلة لتلك المفصلة في حالة نصف القطر الذري (الجزئية ١). إذ توجد الإلكترونات الخارجية في مستوى الطاقة الرئيسي الثاني لأن الأيونات تكونت عبر فقدان الإلكترونات الخارجية من مستوى الطاقة الرئيسي الثالث، وبالتالي فإن نصف القطر الأيوني لكل عنصر يكون أصغر من نصف القطر الذري له. وتكون قيم نصف القطر الأيوني من الفوسفيد إلى الكلوريد أكبر بكثير لأن الإلكترونات الخارجية موجودة في مستوى الطاقة الثالث. أي أن هذه الإلكترونات الخارجية تكون أبعد عن النواة وتكون قوة جذب النواة لها أضعف بكثير. تنخفض هذه القيم من الفوسفيد إلى الكلوريد لأسباب مماثلة لتلك المفصلة في حالة نصف القطر الذري (الجزئية ١).

٣. أ. تزداد لتبلغ الحد الأقصى (عند Si) ثم تقل لتبلغ قيمًا منخفضة جدًا.

ب. يمكن لكل ذرة ألومنيوم أن تمنح ثلاثة إلكترونات لبحر الإلكترونات غير المتمركزة في بنيته الفلزية. بينما يمكن لذرة الصوديوم أن توفر إلكترونًا واحدًا فقط. إن وجود عدد أكبر من الإلكترونات غير المتمركزة وشحنة أيونية أكبر ($+3$ لـ Al) يعني أنه توجد قوى جذب أكبر بين الأيونات والإلكترونات، ما يجعل التغلب عليها (كسرها) أكثر صعوبة.

ج. يمتلك السيليكون تركيبًا تساهميًا ضخمًا (تركيب جزيئي ضخم)، لذا يتطلب طاقة حرارية مرتفعة جدًا لكسر الروابط جميعها الموجودة في الشبكة.

د. تمتلك هذه العناصر تراكيب جزيئية بسيطة مع قوى جذب ضعيفة فقط (قوى فان دير فال) بين الجزيئات.

هـ. عنصر النيون Ne: يقع هذا العنصر قبل Na وفوق الأرغون مباشرة (في مجموعته نفسها؛ المجموعة 18). تقبل القيمة بين: 5-100 K (القيمة الفعلية 25 K).

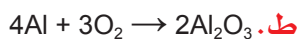
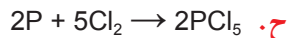
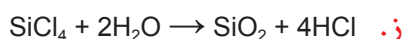
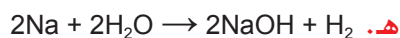
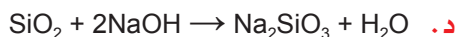
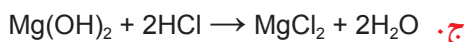
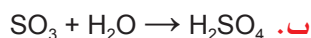
عنصر البوتاسيوم K: هو العنصر التالي بعد Ar يجب أن تكون القيمة أقرب إلى Na ولكن أقل قليلًا.

تقبل القيمة بين: 250 - 400 K (القيمة الفعلية 336 K)

عنصر الكالسيوم Ca: العنصر التالي بعد K لذلك يجب أن تكون القيمة أعلى من البوتاسيوم.

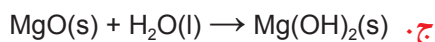
صغير نسبياً (على الرغم من وجود بعض الطابع الأيوني في PCl_5).

ب. تكون أيونات الماغنيسيوم والكلوريد مستقرة بفضل جزيئات الماء التي تحيط بها (قوة جذب أيون-ثنائي القطب) في المحلول فلا تتفاعل. في PCl_5 ، ذرة Cl أكثر سالبية كهربائية من ذرة P فتكون الرابطة قطبية وتكتب: $\text{P}^{\delta+} - \text{Cl}^{\delta-}$. لذا يمكن لجزيء الماء عالي القطبية ($\text{O}^{\delta-}$) أن يهاجم $\text{P}^{\delta+}$ فيتحلل الجزيء.



٥. أ. أكسيد الصوديوم pH 13-14؛ أكسيد الماغنيسيوم pH 11-10.

ب. يتفاعل أكسيد الصوديوم مع الماء لتكوين هيدروكسيد الصوديوم ذي الذوبانية المرتفعة، لذا يكون تركيز أيونات OH^- مرتفعاً في المحلول. ويتفاعل أكسيد الماغنيسيوم مع الماء لتكوين هيدروكسيد الماغنيسيوم ذي الذوبانية المنخفضة جداً (يكاد لا يذوب في الماء) لذا يكون تركيز أيونات OH^- أقل.



٦. أ. يمتلك ثنائي أكسيد السيليكون تركيباً جزيئياً ضخماً وروابط تساهمية. ويحتاج إلى طاقة عالية لكسر جميع الروابط في الشبكة ليذوب في الماء (أو ليتفاعل معه).

تقبل القيمة بين: 900 - 1300 K (القيمة الفعلية 1112 K).

و. هي فلزات لذلك تحتوي على إلكترونات غير متمركزة مسؤولة عن نقل الشحنة عبر كامل التركيب.

ز. يمكن لكل ذرة ألومنيوم أن تمنح ثلاثة إلكترونات لبحر الإلكترونات غير المتمركزة في التركيب الفلزي. بينما يمكن لذرة الصوديوم أن توفر إلكترونًا واحدًا فقط.

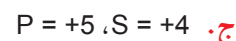
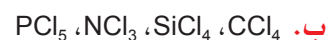
ح. يمتلك تركيباً جزيئياً (تساهمياً) بسيطاً لذلك لا توجد إلكترونات غير متمركزة (أو أيونات متحركة).

نشاط ٦-٢

١.

ج	1
و	2
أ	3
د	4
ب	5
هـ	6

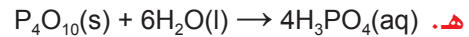
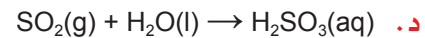
٢. أ. تزداد نسبة الكلور في كل من العناصر الأخرى لتبلغ الحد الأقصى في المجموعة 14 أو المجموعة 15 ثم تنخفض بعد ذلك.



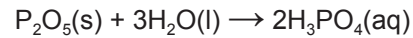
٣. أ. إذا كان الفرق في السالبية الكهربائية بين الذرات كبيراً نسبياً، على سبيل المثال 2.0، يكون التركيب أيونياً وهذا ينطبق على كلوريد الماغنيسيوم. وإذا كان الفرق في السالبية الكهربائية بين الذرات صغيراً نسبياً، على سبيل المثال 1.0، فإن التركيب يكون تساهمياً وهذا ينطبق على كلوريد الفوسفور حيث إن الفرق في السالبية

ب. ٢. أ. ثنائي أكسيد الكبريت pH 1-2؛ أكسيد الفوسفور (V) درجة 2 pH. تقبل القيمة بين: 500 و 1200°C (القيمة الفعلية 931°C)

ج. ١. ب. يتفاعل ثنائي أكسيد الكبريت مع الماء لتكوين H_2SO_3 وهو حمض ويطلق أيونات H^+ في محلوله المائي. يتفاعل أكسيد الفوسفور (V) مع الماء لتكوين H_3PO_4 وهو أيضًا حمض ويطلق أيونات H^+ في محلوله المائي.



أو



د. ٢. ب. حمضي (بشكل ضعيف). سوف تزداد الخاصية الفلزية الأمر الذي يعني أن التوصيل الكهربائي سيزداد وأن أكاسيد هذه العناصر ستصبح أقل حمضية.

أ. ٣. ج. تزداد قيمة طاقة التأين من اليسار (الصوديوم) إلى اليمين (الأرغون).

ب. ١. د. يمتلك شحنة نووية أكبر من ذرات العناصر التي تسبقه. لذلك يتطلب طاقة عالية لإزالة الإلكترون من مستوى الطاقة الإلكتروني الخارجي نفسه.

ج. ٢. ب. كلما اتجهنا إلى أسفل المجموعة تصبح إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي أبعد عن النواة، لذا فإن قوى الجذب بين الشحنة النووية الموجبة وإلكترونات مستوى الطاقة الإلكتروني الخارجي تكون أضعف.

د. ٣. ج. درجة انصهار مرتفعة ← تركيب ضخم. أكسيد قلوي ← المجموعة 1 أو 2. محلول متعادل من الكلوريد → المجموعة 1 أو 2. كلوريد XCl_2 ← المجموعة 2.

ثالث أعلى طاقة تأين في المجموعة ← الدورة 4 (بما أن العنصر الأول في المجموعة ينتمي إلى الدورة الثانية وبما أن طاقات التأين الأولى تقل عند الانتقال من أعلى إلى أسفل في المجموعة). لذا فإن X هو Ca.

نشاط ٦-٣

أ. ١. أ. يوجد نمط تدرج منتظم في درجات الانصهار، على سبيل المثال: بالنسبة إلى عناصر الفئة d، ترتفع درجات الانصهار لتصل إلى قيم عالية ثم تنخفض مرة أخرى، ويوجد ذروة لعناصر المجموعة 14.

ب. ٢. ب. يمتلك العنصران تراكيب جزيئية (تساهمية) ضخمة وروابط تساهمية. يتطلب الأمر طاقة حرارية عالية لكسر جميع هذه الروابط.

ج. ٣. ج. العنصر ذو العدد الذري 15 موجود في المجموعة 15 ويمتلك تركيبًا جزيئيًا بسيطًا. ولا يوجد سوى قوى جذب ضعيفة بين الجزيئات (فان دير فال)، لذا فهي لا تتطلب طاقة عالية (تحتاج فقط إلى درجة حرارة منخفضة نسبيًا) للتغلب على هذه القوى.

د. ٤. د. مع ازدياد العدد الذري نلاحظ تذبذبًا في القيم بين ازدياد كبير وانخفاض.

هـ. ٥. هـ. هما من الغازات النبيلة / المجموعة 18. لا يوجد سوى قوى جذب ضعيفة جدًا بين ذراتها (قوى فان دير فال فقط بين ذرات منفردة). لذلك لا تحتاج إلى طاقة عالية للتغلب على هذه القوى.

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي 1-6 : خصائص أكاسيد الفلزات وكلوريدات الفلزات عبر الدورة الثالثة

المقدمة

تمّ تصميم هذا الاستقصاء العملي لدعم العمل النظري فيما يتعلق بالدورية. يمكن التوسع في هذا المفهوم ليشمل الدورة بأكملها، واستقصاء أكاسيد وكلوريدات اللافلزات.

المدة

ينقسم هذا الاستقصاء العملي إلى جزأين وسيستغرق كل جزء ٣٠ دقيقة لتنفيذه.

التحضير للاستقصاء

- سيكون مثاليًا إجراء هذا الاستقصاء بالتزامن مع تغطية موضوع الدورية، بحيث تكون المفاهيم الواردة فيها حاضرة جدًا في أذهانهم.
- يجب أن يدرك الطلبة المقصود بالتحليل المائي، وأن الروابط التساهمية القطبية يمكن أن تتأثر به.
- نظرًا إلى خطورة استخدام أكسيد الصوديوم، فإن استخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم يُعدّ مقبولًا، أو بديلًا مناسبًا.

المواد والأدوات	
<ul style="list-style-type: none"> • 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 (يمكن استخدام أوراق الكاشف العام أو مجس pH) 	<ul style="list-style-type: none"> • محلول من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 mol/L • أكسيد الماغنيسيوم • أكسيد الألومنيوم • كلوريد الماغنيسيوم المميّه • كلوريد الألومنيوم المميّه • كلوريد الصوديوم

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب عليك ارتداء نظارات واقية للعينين في جميع الأوقات.
- خلال بعض التفاعلات قد تنتج كمية معينة من الحرارة. يجب أن يؤخذ هذا في الاعتبار.
- يعد محلول هيدروكسيد الصوديوم مادة أكالة.
- يعد كلوريد الألومنيوم المميّه مادة مهيجة.
- يجب التخلص من المواد الصلبة والسوائل المتبقية جميعها في الحوض مع سكب الكثير من الماء.
- الكاشف العام ذائب في الإيثانول وهو قابل للاشتعال.

توجيهات حول الاستقصاء

- يمكن أن تعرض للطلبة تفاعل أكاسيد عناصر الدورة الثالثة اللافلزية مع الماء لتوسيع الاستقصاء. أكاسيد الكبريت عبارة عن غازات حمضية ولا يمكن عرضها إلا في خزانة طاردة للدخان، تتفاعل أكاسيد الفوسفور والكبريت بشدة مع الماء لتكوين محاليل حمضية شديدة لذلك يجب الالتزام باحتياطات الأمان والسلامة.
- يمكن أن يكون التفاعل بين كلوريد الألومنيوم اللامائي أو الكلوريدات اللافلزية والماء عنيفاً جداً وبالتالي يجب توخي الحذر عند إجراء هذا النوع من التفاعل.
- المخططات الخاصة بالروابط فلز-كلور ذات الشحنات الجزئية وعمليات جذب شقيّ جزيء الماء للطرفين المتقابلين للرابطة ستساعد في معرفة ما يحدث عندما تنقسم الرابطة H-OH.
- حفّز الطلبة على تطبيق ما تعلموه في هذا النشاط على الدورة الرابعة والتنبؤ بما يحدث عند إضافة الماء إلى أكاسيد وكلوريدات البوتاسيوم والكالسيوم والجاليوم. وبدلاً من ذلك، يمكنهم التنبؤ بخصائص الأكاسيد والكلوريدات اللافلزية لباقي العناصر في الدورة الثالثة. ويمكن بعد ذلك اختبار تنبؤاتهم.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يجد العديد من الطلبة صعوبة في فهم فكرة التحليل المائي. قد يطبق الطلبة القاعدة (أن مجموعة OH- ترتبط بذرة عندها نقص في الإلكترونات والهيدروجين يرتبط بذرة ذات سالبية كهربية عالية) على كل كلوريدات الفلز. لذلك، وعلى سبيل المثال، يتفاعل كلوريد الصوديوم مع الماء ليعطي هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الهيدروجين. وعليه ينبغي تذكيرهم بأن التحليل المائي يحدث فقط عندما يوجد بعض الطابع التساهمي في الرابطة فلز-كلور.

تقويم المخاطر

من المتوقع أن تكون تدابير الوقاية من المخاطر التي اقترحها الطلبة كالاتي:

المادة الخطرة	المخاطر	تدابير الوقاية
محلول هيدروكسيد الصوديوم	• مادة مهيجة قد تسبب الضرر إذا انسكبت على الجلد أو لامست العين.	تجنّب الاحتكاك المباشر مع المواد المهيجة واحرص على عدم ملامستها، واغسل أي انسكاب منها بالماء جيّداً. استخدم القفازات وواقيات العينين.
كلوريد الألومنيوم المائي		تجنّب الاحتكاك المباشر مع المواد المهيجة واحرص على عدم ملامستها، واغسل أي انسكاب منها بالماء جيّداً. استخدم القفازات وواقيات العينين.
حمض الهيدروكلوريك (مادة ناتجة)		تجنّب الاحتكاك المباشر مع المواد المهيجة واحرص على عدم ملامستها، واغسل أي انسكاب منها بالماء جيّداً. استخدم القفازات وواقيات العينين.
الكاشف العام	• سريعة الاشتعال.	احرص على إطفاء اللهب في مكان إجراء الاختبار. احتفظ بسدادة الزجاجية.

النتائج

الجزء ١ : اختبار أكاسيد الفلزات

ارجع إلى الجدول ١-٦

أنبوبة الاختبار	الملاحظات	الاستنتاجات
Na ₂ O	يتحول لون الكاشف العام إلى الأرجواني (البنفسجي).	أكسيد الصوديوم مادة مرتفعة القلوية (قاعدة قوية)
MgO	يتحول لون الكاشف العام إلى الأزرق.	أكسيد المغنيسيوم أقل قلوية من Na ₂ O
Al ₂ O ₃	لا تغيير	لا ينتج أكسيد الألومنيوم أيونات OH ⁻ في الماء

الجدول ١-٦

الجزء ٢ : اختبار كلوريدات الفلزات

ارجع إلى الجدول ٢-٦

أنبوبة الاختبار	الملاحظات	الاستنتاجات
NaCl	يتحول لون الكاشف العام إلى الأخضر، ويمكن أن يصبح المحلول دافئاً (ساخناً).	NaCl هو كلوريد متعادل ويزوب في الماء فقط ليعطي محلولاً متعادلاً.
MgCl ₂	<ul style="list-style-type: none"> يتحول لون الكاشف العام إلى الأخضر، ويمكن أن يصبح المحلول دافئاً. بدلاً من ذلك، إذا كان MgCl₂ جافاً فعلياً، يحدث ارتفاع ملحوظ في درجة حرارة المحلول المتكون، ويتحول لون الكاشف العام إلى أخضر مصفر. 	<ul style="list-style-type: none"> يزوب MgCl₂ في الماء ليعطي محلولاً متعادلاً. يرجع تغير الحرارة إلى تميه الأيون Mg²⁺. بدلاً من ذلك، يحدث تحليل مائي جزئي ويتكون HCl لينتج محلولاً حمضياً مخففاً جداً.
AlCl ₃	يتحول الكاشف العام إلى اللون الأحمر ويحدث ارتفاع ملحوظ في درجة حرارة المحلول المتكون.	يكون المحلول حمضياً بسبب تكون حمض الهيدروكلوريك. سبب ارتفاع الحرارة هو التحليل المائي لكلوريد الألومنيوم وتميه أيونات Al ³⁺ .

الجدول ٢-٦

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام النتائج)

الجزء ١

١. تصبح أكاسيد الفلزات أقل قلوية عند الانتقال عبر الدورة من اليسار إلى اليمين، إذ تبدأ كقلويات قوية ثم تصبح أضعف بشكل مطرد.

٢. أ. أكسيد الصوديوم: $\text{Na}_2\text{O(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{NaOH(aq)}$

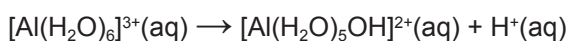
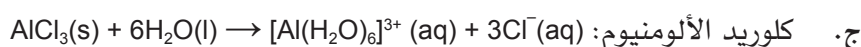
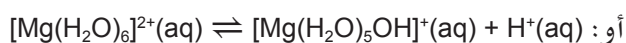
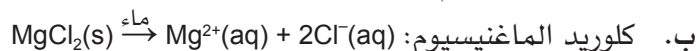
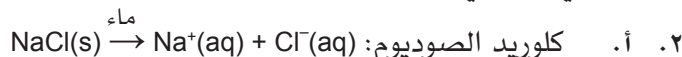
أو باختصار المعادلة إلى: $\text{O}^{2-}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{OH}^-(\text{aq})$

ب. أكسيد المغنيسيوم: $\text{MgO(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2(\text{s})$

ج. أكسيد الألومنيوم: لا يحدث أي تفاعل

الجزء ٢

١. عندما تنتقل من اليسار إلى اليمين عبر الجدول الدوري، تتغير الروابط في الكلوريدات من أيونية إلى تساهمية. يتضح هذا من خلال تفاعلات الكلوريدات مع الماء، إذ تذوب الكلوريدات الأيونية مثل NaCl في الماء، بينما يمتلك كلوريد الماغنيسيوم طابعاً تساهمياً جزئياً بسبب الكثافة المرتفعة لشحنة الأيون Mg^{2+} . يؤدي هذا إلى حدوث بعض التحليل المائي ويتم إطلاق أيونات H^+ من جزيئات الماء. يمتلك $AlCl_3$ طابعاً تساهمياً كبيراً، بالإضافة إلى أن الأيون Al^{3+} يمتلك كثافة أكبر للشحنة الموجبة. فيتميه الأيون بقوة أكبر، فيؤدي إلى المزيد من التحليل المائي وبالتالي إلى تركيز أكبر من أيونات H^+ الموجودة في المحلول.

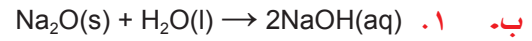


إجابات أسئلة نهاية الوحدة

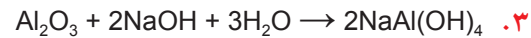
السؤال ١

أ. أي إجابة مما يلي تعتبر صحيحة:

- درجات انصهار أكاسيد الصوديوم والمغنيسيوم والألومنيوم مرتفعة لأنها تمتلك تركيباً أيونياً ضخماً. هناك ارتفاع في درجة الانصهار من الصوديوم إلى الألومنيوم الأمر الذي يعكس ازدياد القوى الكهروستاتيكية بين الأيونات بسبب ازدياد الشحنات التي تحملها الأيونات.
- يمتلك ثنائي أكسيد السيليكون درجة انصهار مرتفعة لأنه يمتلك تركيباً تساهمياً ضخماً. يحتاج الكثير من الطاقة/درجات حرارة مرتفعة لكسر القوى الكهروستاتيكية أو الروابط التساهمية الموجودة في التركيب الضخم.
- تمتلك أكاسيد الفوسفور والكبريت درجات انصهار منخفضة لأنها مكونة من جزيئات بسيطة. تمتلك قوى بين-الجزيئات ضعيفة/قوى فان دير فال. وتحتاج إلى طاقة حرارية بسيطة للتغلب على قوى الجذب هذه.



٢. متذبذب



ج. ١. في الدورة الثانية، يزداد عدد مولات ذرات الأكسجين تدريجياً مع ازدياد العدد الذري حتى المجموعة 15 ثم ينخفض عند أكسيد الفلور.

في الدورة الثالثة، يزداد عدد مولات ذرات الأكسجين تدريجياً من المجموعة 1 إلى المجموعة 17.

٢. النيتروجين: N_2O_5

السيليكون: SiO_2

الكلور: Cl_2O_7

٣. يزداد عدد التأكسد الأقصى عبر الدورة من اليسار إلى اليمين.

عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي/عدد إلكترونات التكافؤ التي تكوّن روابط يساوي عدد التأكسد (الأقصى).

على سبيل المثال: Al^{3+} عدد تأكسد، $\text{Al} = +3$
 SO_3 عدد تأكسد $+6 = \text{S}$.

السؤال ٢

أ. ١. أربع نقاط رئيسية:

الصوديوم والمغنيسيوم والألومنيوم هي فلزات وبالتالي تمتلك إلكترونات غير متمركزة تتدفق عبر التركيب عند تطبيق فرق جهد كهربائي. تزداد قيم التوصيل الكهربائي من الصوديوم إلى الألومنيوم بسبب وجود عدد أكبر من الإلكترونات التي توصل التيار الكهربائي. لا يوصل السليكون بشكل جيد جداً/يُعدّ شبه موصل لأنه يمتلك تركيباً تساهمياً ضخماً ولا يحتوي على إلكترونات غير متمركزة/يمكن لبعض الإلكترونات أن تنتقل (تتحرك) من مكان إلى آخر.

الفوسفور والكبريت لا يوصلان الكهرباء لأنهما مكونان من جزيئات ولا يحتويان على إلكترونات غير متمركزة.

٢. تقبل أيّة قيمة بين 10^{-11} و 10^{-22} (القيمة الفعلية هي $10^{-17} \text{ S.m}^{-1}$)



٢. الفرق في السالبية الكهربائية كبير بين Mg و O، لذلك يكون تركيب MgO أيونياً.

الفرق في السالبية الكهربائية صغير بين S و O، لذلك يكون تركيب SO_2 تساهمياً بسيطاً.

٣. خمس نقاط رئيسية:

يتفاعل MgO مع الماء ليكون $Mg(OH)_2$

يسلك الأيون O^{2-} كقاعدة (O^{2-} أيون يستقبل أيون H^+ من جزيء الماء).

يتفاعل SO_3 مع الماء لتكوين H_2SO_4

في SO_3 ، يمتلك الأكسجين سالبية كهربائية أكبر من الكبريت، لذا فإن S يحمل شحنة جزئية موجبة $\delta+$.

يتحلل SO_3 /يهاجم جزيء الماء القطبي (حيث توجد ذرة O^{6-} ذرة S^{6+} في SO_3).

ج. ١. رابطة تساهمية.

٢. As_4O_{10} وتقبل الصيغة: As_2O_5

٣. يتحلل بالماء (يكون حمض الزرنيخيك).

السؤال ٣

أ. ١. تزداد الشحنة النووية عبر الدورة من اليسار إلى اليمين.

يشغل كل إلكترون مضاف إلى ذرات العناصر المتتالية مستوى الطاقة الرئيسي (الخارجي) نفسه.

لذا فإن حجب مستوى الطاقة الخارجي بواسطة إلكترونات مستويات الطاقة الداخلية لا يزداد بشكل ملحوظ.

وعبر الدورة، كلما كانت قوة الجذب بين النواة والإلكترونات الخارجية أكبر اقتربت هذه الإلكترونات أكثر نحو النواة، وبالتالي يقل نصف القطر الذري.

٢. توجد الإلكترونات الخارجية في أيونات الماغنيسيوم في مستوى الطاقة الرئيسي الثاني (بسبب فقدان الإلكترونين الخارجيين لذرة الماغنيسيوم).

يمتلك أيون الكبريتيد نصف قطر أيوني أكبر لأن الإلكترونات الخارجية موجودة في مستوى الطاقة الرئيسي الثالث.

لذا تكون قوة جذب النواة للإلكترونات الخارجية أقل بكثير مقارنةً بالماغنيسيوم.

ب. ١. تزداد سهولة التحلل المائي للكlorيدات عبر الدورة الثالثة من اليسار إلى اليمين.

٢. $SiCl_4(l) + 2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s) + 4HCl(g)$

٣. $2Al + 3Cl_2 \rightarrow Al_2Cl_6$

ج. ١. خمس نقاط رئيسية:

• درجة انصهار كل من كلوريد الصوديوم وكلوريد الماغنيسيوم مرتفعة لأنهما يمتلكان تراكيب أيونية ضخمة.

• تحتاج هذه التراكيب إلى درجات حرارة مرتفعة (الكثير من الطاقة لكسر قوى الجذب القوية).

• يعكس الانخفاض في درجات الانصهار عند الانتقال من كلوريد الصوديوم إلى كلوريد الألومنيوم انخفاضاً في الطابع الأيوني للروابط (ازدياد نسبة الطابع التساهمي في كلوريد الألومنيوم) كلوريد الألومنيوم اللامائي يمتلك روابط تساهمية.

• درجات انصهار كلوريدات السيليكون والفسفور والكبريت منخفضة لأنها مكوّنة من جزيئات بسيطة مع قوى بين-جزيئية ضعيفة (قوى فان دير فال).

• لا تحتاج إلى الكثير من الطاقة (تحتاج فقط إلى درجات حرارة منخفضة) للتغلب على قوى الجذب بينها.

٢. تكون بعض درجات الانصهار أقل من درجة حرارة الغرفة، وبالتالي لا يتم تحديد الظروف التي تقاس فيها درجات الانصهار هذه.

٣. كلوريد الصوديوم يذوب في الماء ولا يتحلل، لذا فإن pH لمحلول كلوريد الصوديوم يساوي pH للماء.

يتحلل كلوريد الماغنيسيوم بنسبة بسيطة في الماء، لذلك تتكوّن كمية صغيرة من أيونات الهيدروجين H^+ تكفي لخفض قيمة pH المحلول.

الوحدة السابعة

التغيرات في المحتوى الحراري

العلوم ضمن سياقها: الطاقة في عالمنا (وقود المستقبل)

تتضمن الطرائق التي يمكن من خلالها استخدام المواد الكيميائية لامتصاص الطاقة وتخزينها ما يلي:

- الأقطاب الكهربائية الفلزية والإلكترونيات في البطاريات.
- الخلايا الضوئية الشمسية التي تستخدم أشباه الموصلات.
- يعد الهيدروجين والهيدروكربونات الغازية خزانات طاقة كيميائية في خلايا الوقود.
- تعد مياه السدود خزان الطاقة الكامنة لتأمين الطاقة الكهرومائية.
- الأملاح المتبلورة من المحاليل المشبعة في الكمادات الحرارية يمكن أن تنتج طاقة حرارية.
- التفاعلات بين الفلزات المسحوقة بشكل ناعم أو أكاسيد الفلزات والماء في الكمادات الحرارية يمكن أن تنتج طاقة حرارية.

يعد الطلب العالمي على الطاقة من أكبر المشكلات التي تواجه البشرية. وقد شكل الوقود الأحفوري الحل لسنوات عديدة، ولكن هذا المورد غير متجدد ويتسبب بعواقب بيئية. سيكون الكيميائيون في الطليعة في مجال التطورات المبتكرة في مجال إنتاج الطاقة في القرن الحادي والعشرين. إن الاعتبارات الرئيسية في استخدام المواد الكيميائية كوقود هي:

- ما مقدار الطاقة التي يتم الحصول عليها من هذه المواد عند الاحتراق لكل وحدة كتلة أو وحدة حجم؟
 - ما هي كلفة الوقود لكل وحدة كتلة أو وحدة حجم؟
 - هل يعد هذا الوقود متوافراً بكميات كبيرة فنحصل عليه بسهولة؟ (على سبيل المثال، هل هو متجدد أم غير متجدد؟)
 - هل يسبب الوقود ضرراً للإنسان أو الحيوان أو النبات أو البيئة؟
 - هل يطلق الوقود أي مواد سامة أو ضارة عند احتراقه؟
- يمكن تحسين فاعلية أنواع الوقود الحالية من خلال:
- ضمان خلط فائض من الهواء أو الأكسجين مع الوقود.
 - تأمين احتراق المواد الناتجة من الاحتراق غير الكامل للوقود.
 - ضمان تحويل الطاقة الناتجة بشكل مفيد يقترب من 100% الطاقة الناتجة لا تضيع.
 - استخدام العوامل الحفازة لخفض طاقة التنشيط.
 - ضمان الحفاظ على نقاوة الأكسجين.

نظرة عامة

- تغطي هذه الوحدة جميع الموضوعات التي تم تناولها في الوحدة السابعة من كتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة.
- تعد هذه الوحدة مهمة لأن المفاهيم والمهارات والتقنيات التي يتم تعلمها هنا قد استُخدمت وستستخدم في دراسة وحدات أخرى وفي فهم المفاهيم الجديدة الواردة في هذه الوحدات. على سبيل المثال، تعتمد وحدتان الثالثة (الترباط الكيميائي) والتاسعة (الهيدروكربونات والهالوجينوألكانات) على الفهم الجيد للتغيرات في المحتوى الحراري.
- توفر هذه الوحدة من المنهج الدراسي للطلبة الفرصة لمراجعة العمل المنجز في الكيمياء الحرارية واستخدام المولات لحساب الكميات. سيتعلم الطلبة استخدام مصطلح المحتوى الحراري لوصف التغيرات في الطاقة ولتمييز بين التغيرات الطاردة وتلك الماصة للحرارة، ومعرفة المقصود بالظروف القياسية. سيمثلون أيضًا هذه التغيرات بوساطة مخططات الطاقة (المحتوى الحراري) ومخططات مسار التفاعل.
- سيتعلم الطلبة تعريفات أنواع التغير في المحتوى الحراري للتفاعلات والمعادلات الرمزية لهذه التفاعلات التي تمثل هذه التغيرات.
- سيتوفر لهم فرص عملية لاستخدام المسعري لتحديد التغيرات في المحتوى الحراري واستخدام تقنيات لتقليل الأخطاء غير المنهجية في هذه المحددات.
- سوف يأخذ الطلبة في الاعتبار قانون هس ويتعلمون كيفية استخدامه لتحديد التغيرات في المحتوى الحراري التي لا يمكن إيجادها مباشرةً بوساطة المسعري. سوف يتعلمون العلاقات بين التغيرات في المحتوى الحراري للتفاعلات باستخدام التغيرات في المحتوى الحراري القياسي للتكوين والاحتراق. كما سيتم استخدام طاقات الروابط لتحديد التغيرات في المحتوى الحراري القياسي للتفاعلات، وسيتعلم الطلبة التمييز بين متوسط طاقات الروابط وطاقات الروابط.
- يوفر هذا الموضوع فرصًا موضوعية للتقويم لاختبار المعرفة والفهم والتعامل مع المعلومات وتطبيقها وتقييمها. يتوفر أيضًا العديد من الفرص لتقويم المهارات التجريبية والأنشطة الاستقصائية.
- يمكن استخدام بعض المهارات الرياضية والحسابية المدرجة في المنهج الدراسي في مختلف أقسام الوحدة حيث يُطلب إلى الطلبة حساب التغيرات في المحتوى الحراري باستخدام كمية الحرارة ($q = m \times c \times \Delta T$) وحساب الكميات من حيث عدد المولات؛ واستخدام الكميات التجريبية والنظرية في العمليات الحسابية التي تتضمن قانون هس.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
١-٧، ٢-٧	١-٧ التغير في المحتوى الحراري (ΔH)	٢	السؤالان ١ و ٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١ (أ)	نشاط ٧-١ التغير في المحتوى الحراري ومخططات مسار التفاعل أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (أ، ب، هـ) (٢)
٣-٧، ٤-٧	٢-٧ التغيرات في المحتوى الحراري القياسي	٢	السؤال ٣ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢ (ج)، ٤ (أ)، ٥ (أ)	نشاط ٧-٢ التغير في المحتوى الحراري أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (أ)

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٥-٧	٣-٧ قياس التغيرات في المحتوى الحراري	٦	الأسئلة من ٤ إلى ٧ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١(د)، ٣(أ)، ب، ج، هـ)، ٨	نشاط ٣-٧ حساب التغير في المحتوى الحراري في تجربة استقصاء عملي ١-٧ حساب التغير في المحتوى الحراري لتفاعل التعادل بالتجربة استقصاء عملي ٢-٧ التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٣(ب، ج)
٦-٧	٤-٧ قانون هس	٤	الأسئلة من ٨ إلى ١٠ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١(ب، ج)، ٣(د)، ٤(ب)، ٥(ب)، ٧	نشاط ٤-٧ استخدام قانون هس استقصاء عملي ٣-٧ التغير في المحتوى الحراري للتفكك الحراري أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١(ج، د، هـ)، ٣(د)
٧-٧	٥-٧ طاقات الروابط والتغيرات في المحتوى الحراري	٣	الأسئلة من ١١ إلى ١٣ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(أ)، ب، ٥(ج)، ٦	نشاط ٥-٧ طاقة الرابطة والتغير في المحتوى الحراري أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢

الموضوع ٧-١ التغير في المحتوى الحراري (ΔH)

الأهداف التعليمية

- ٧-١ يُعرّف مصطلح التغير في المحتوى الحراري (ΔH) ويطبقه على التفاعلات الكيميائية الطاردة للحرارة (ΔH سالبة)، والتفاعلات الكيميائية الماصة للحرارة (ΔH موجبة).
- ٧-٢ يرسم مخططات لمسار التفاعل، ويفسرها من حيث التغيرات في المحتوى الحراري وطاقة التنشيط.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة العلوم ضمن سياقها الطاقة في عالمنا (وقود المستقبل) ١-٧ التغير في المحتوى الحراري (ΔH) - التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة - التغيرات في المحتوى الحراري، ومخططات مسار التفاعل السؤال ١ و ٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١ (أ)	<ul style="list-style-type: none"> مراجعة الكيمياء الحرارية تغيرات الطاقة المرافقة للتفاعلات الطاردة والماصة للحرارة لماذا تكون بعض أنواع التفاعلات دائماً طاردة للحرارة، وبعضها الآخر ماصاً للحرارة؟ مخططات مسار التفاعل للتفاعلات الطاردة للحرارة والتفاعلات الماصة للحرارة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ١-٧ التغير في المحتوى الحراري ومخططات مسار التفاعل أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (أ، ب، هـ (٢))	<ul style="list-style-type: none"> التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة. مخططات مسار التفاعل.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- تشكل الإشارة غير الصحيحة الواردة قبل قيمة التغير في المحتوى الحراري مشكلة في بداية دراسة هذا الموضوع.
- غالباً ما ترسم أسهم ΔH في التمثيل البياني للتغير في المحتوى الحراري خلال سير التفاعل بطريقة خاطئة. يجب أن تشير الأسهم إلى اتجاه التغير في المحتوى الحراري الصحيح.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان. سيعتمد اختيار النشاط المستخدم على الموارد والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

قدّم ملخصاً للطلبة عن الموضوعات التي سوف يتم التطرق إليها في هذه الوحدة ثم قم بعصف ذهني حول المحتوى الذي يمكنهم تذكره من الدروس السابقة.

٢ فكرة ب (١٠ دقائق)

كلف الطلبة الإجابة عن أول سؤالين من فقرة قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة الواردة في بداية الوحدة السابقة من كتاب الطالب. يمكنك القيام بذلك في شكل نقاش أو نشاط مكتوب، تتم مراجعته من قبل الصف بأكمله. عند مراجعتك لإجاباتهم، عالج أي مفاهيم خاطئة أو أي سهو قد يحدث.

٣ فكرة ج (١٠ دقائق)

أحضّر كمية بسيطة من البنزين أو الكحول واطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

- هل تُعدّ هذه المادة في وضعها الحالي مادة خطيرة؟
- متى يمكن أن تكون أكثر خطورة؟
- ماذا نسمي الطاقة الكامنة داخل هذه المادة؟

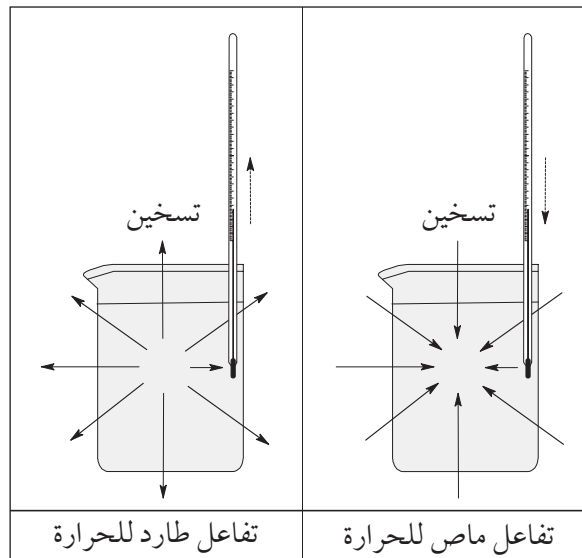
الأنشطة الرئيسية

في ما يلي، يرد العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ التغير في المحتوى الحراري والإشارات (+ أو -) المرتبطة بالتفاعلات الطاردة والماصة للحرارة (٢٠ دقيقة)

وضّح معنى التغير في المحتوى الحراري كتغير في الحرارة (الطاقة الحرارية) عند ضغط ثابت وشرح الرمز ΔH . اسأل الطلبة عما يعتقدون أنها وحدات قياس المحتوى الحراري.

فكرة للتقويم: قدّم للطلبة المخططين الواردين في الشكل (٧-١). اطلب إليهم شرح سبب ارتفاع درجة الحرارة خلال التفاعل الطارد للحرارة (أي يكون التغير في درجة الحرارة للتفاعل موجباً)، ومع ذلك فإن إشارة ΔH تكون سالبة. وبصورة مماثلة، اطلب إليهم شرح السبب في أن التغير في درجة الحرارة للتفاعل الماص للحرارة يكون سالباً بينما تكون إشارة ΔH موجبة.



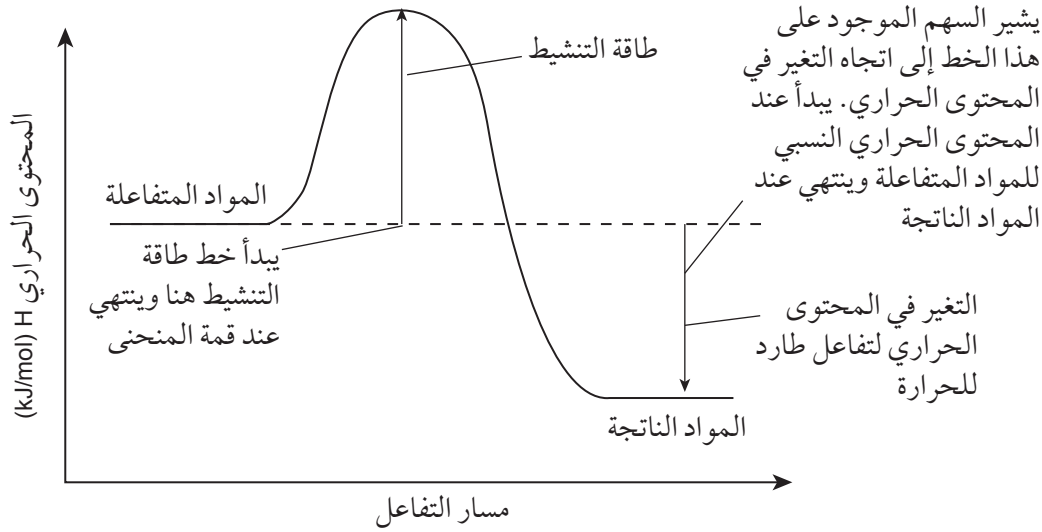
الشكل ٧-١

يجب أن يتحدث الطلبة عن التغير في المحتوى الحراري في ضوء ما يحدث في التفاعل وليس في محيطه. يمكن تقويم إجابات الطلبة بوساطة أقرانهم. يجب أن تكون معايير وضع الدرجات مختصرة جداً. على سبيل المثال، ينتج من التفاعل الطارد للحرارة طاقة، الأمر الذي يرفع من درجة حرارة محيط التفاعل. يقيس ميزان الحرارة درجة حرارة المحيط وليس التفاعل. يكون التغير في المحتوى الحراري ΔH سالباً لأن التفاعل قد فقد الطاقة أو أعطاه، لذلك ينقص المحتوى الحراري الخاص به. ويكون العكس صحيحاً بالنسبة إلى التفاعلات الماصة للحرارة. من الآن فصاعداً، يجب أن يدرك الطلبة هذه الحقيقة.

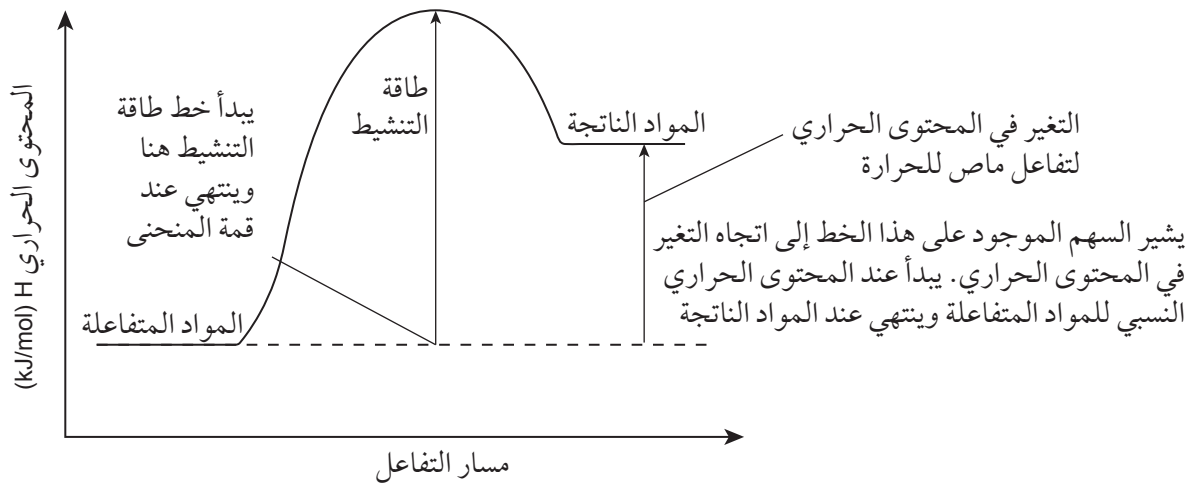
يجب أن يدركوا أيضاً أن بعض التفاعلات، مثل الاحتراق، تكون دائماً طاردة للحرارة، بينما تكون تفاعلات التفكك الحراري دائماً ماصة للحرارة. إذا ناقش الطلبة هذه الحقائق، فقد يحفظونها بسهولة أكثر لأنهم يكونون قد فكروا في سبب صحتها.

مخططات مسار التفاعل (٢٠ دقيقة)

اعرض الأشكال العامة والمعنونة لمسارات التفاعل للتفاعلات الطاردة والماصة للحرارة (الشكلان ٢-٧ و ٣-٧).



الشكل ٢-٧



الشكل ٣-٧

يمكن للطلبة العمل ضمن ثنائيات أو الاستمرار في العمل بشكل فردي. ولتوضيح ما يظهره المخطط، اجمع غاز الهيدروجين في أنبوبة. أدخل الآن عود ثقاب مشتعلًا في الأنبوبة ولاحظ النتائج (فرقعة). بعد ذلك، قدّم عرضًا توضيحيًا للتفكك الحراري لمادة مثل كربونات الصوديوم الهيدروجينية، التي تتفكك وفق المعادلة الآتية:



اطلب إلى الطلبة أن يرسموا مخطط مسار لهذا التفاعل.

فكرة للتقويم: يرسم الطلبة المخططات النوعية لمسار التفاعل لهذين التفاعلين.

يمكنك إعطاء الطلبة مخططات توزيع الدرجات أو مجموعات من المعايير لوضع درجات لعملهم أو عمل زملائهم. وعليهم اختيار البديل الصحيح، طارد للحرارة أو ماص للحرارة؛ يجب أن يكون الشكل دقيقاً؛ ويجب تسمية طاقة التنشيط E_a والتغير في المحتوى الحراري للتفاعل ΔH بشكل صحيح، إضافة إلى رسمهما بدقة مع توجيه أسهمهما في الاتجاهات الصحيحة.

يجب كتابة المواد المتفاعلة $(2\text{NaHCO}_3(\text{s}))$ والمواد الناتجة $(\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}))$ في موقعها المناسب. كما يجب تشجيع الطلبة على أن يكونوا دقيقين عند رسم مخططات مسار التفاعل.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

يُعدّ التفاعل $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ تفاعلاً منعكساً ويظهر تغيراً في المحتوى الحراري بمقدار $+92 \text{ kJ}$. تساوي طاقة التنشيط للتفاعل $+335 \text{ kJ/mol}$. ارسم مخطط مسار التفاعل واحسب طاقة التنشيط للتفاعل في الاتجاه الآخر: التفاعل العكسي.

الدعم

زوّد الطلبة بمخططات مسار تفاعل غير معنونة، على أن يعنونوها ويكملوها.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

إذا لم يتم شرح الأهداف في بداية الدرس، فاطلب إلى الطلبة أن يتوزّعوا في مجموعات ويناقشوا الدرس. على الطلبة أن يتوصلوا إلى ما يعتقدون أنه أهداف الدرس وما إذا كانت قد تحققت أم لا. إذا كانت الأهداف قد تحددت في البداية، عندها يمكن للطلبة مناقشة ما إذا كانت قد تحققت.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

- يتوجّب على الطلبة تقديم الشروح بأسلوبهم الخاص، على أن يستخدموا المفردات المطلوبة؛ على سبيل المثال: طارد للحرارة، محتوى حراري، (يُطلق ويَمْتَص).

المهارة الحسابية

- تُعدّ مخططات مسار التفاعل توضيحاً للتغيرات الموجبة والسالبة في المحتوى الحراري. لذا ينبغي للطلبة نقل معارفهم حول التغيرات إلى المخططات.

الموضوع ٧-٢ التغيرات في المحتوى الحراري القياسي

الأهداف التعليمية

- ٣-٧ يُعرّف مصطلح الظروف القياسية الموضحة بالرمز °، ويستخدمها. (الظروف القياسية هي 298 K و 100 kPa).
- ٤-٧ يُعرّف مصطلح التغير في المحتوى الحراري للتفاعل (ΔH_{rxn})، وللتكوين (ΔH_f)، وللاحتراق (ΔH_c)، وللتعاقد (ΔH_{neut}).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٢-٧ التغيرات في المحتوى الحراري القياسي - الظروف القياسية - التغيرات في المحتوى الحراري لأنواع التفاعلات الكيميائية السؤال ٣ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(ج)، ٤(أ)، ٥(أ)	<ul style="list-style-type: none"> يُعرّف الظروف القياسية وأهميتها استخدامها يُعرّف التغيرات في المحتوى الحراري القياسي ويستنتج المعادلات الرمزية المرتبطة بها
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٢-٧ التغير في المحتوى الحراري أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(أ)	<ul style="list-style-type: none"> يُعرّف الظروف القياسية وأهميتها استخدامها يُعرّف التغيرات في المحتوى الحراري القياسية ويستنتج المعادلات الرمزية المرتبطة بها

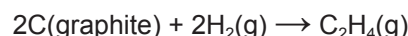
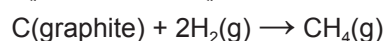
أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان. سيعتمد اختيار النشاط المستخدم على الموارد والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

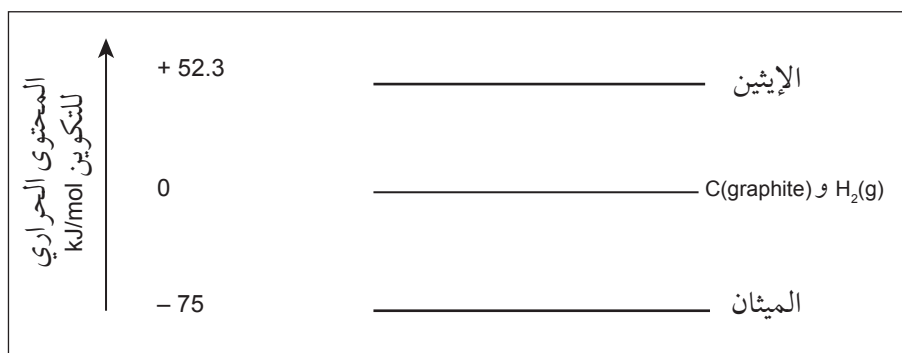
اطرح السؤال: «لماذا نحتاج إلى إيجاد التغير في المحتوى الحراري لتفاعل لا يحدث؟»

أعط الطلبة المعادلة التي تمثل التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين مركبين متشابهين، مثل الميثان والإيثين:



هذان التفاعلات لا يحدثان، إذ لا يتفاعل الكربون مع الهيدروجين لتكوين أي من هذين المركبين.

قيمة التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين الميثان تساوي -75 kJ/mol وقيمة التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين الإيثين +52.3 kJ/mol. يمكن توضيح هاتين الطاقيتين النسبيتين على مخطط مستوى المحتوى الحراري (الشكل ٧-٤).



الشكل ٧-٤

يوضح الشكل (٧-٤) أن الإيثين يمتلك طاقة كيميائية كامنة أكبر من تلك التي يمتلكها الميثان، وبالتالي فهو أكثر نشاطاً كيميائياً من الميثان.

٢ فكرة ب (١٠ دقائق)

ارجع إلى بعض التفاعلات التي تحدث. على سبيل المثال، قدّم عرضاً توضيحياً حول احتراق الماغنيسيوم وتفاعل الهيدروجين مع الأكسجين. هل يمكننا تحديد التغير في المحتوى الحراري للتفاعل؟ نعم! هذه هي التغيرات في المحتوى الحراري لاحتراق كل من الماغنيسيوم والهيدروجين.

وهي تُعدّ أيضاً التغير في المحتوى الحراري لتكوين أكسيد الماغنيسيوم والماء، على التوالي، وكذلك التغيرات في المحتوى الحراري للتفاعل بين الماغنيسيوم والأكسجين، وبين الهيدروجين والأكسجين. هذا يقودنا إلى حقيقة أن هنالك أنواعاً مختلفة من المحتويات الحرارية وهي جميعها تؤدي دوراً في الكيمياء.

الأنشطة الرئيسية

في ما يلي، يرد العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ الظروف القياسية (٢٥ دقيقة)

قُم بإدارة مناقشة مع الطلبة حول ما إذا كان قياس التغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما سيعطي دائماً القيمة نفسها بغض النظر عن تجري التجربة أو مكان إجراء التفاعل. هذا الأمر سوف يسلط الضوء على الحاجة إلى أن يكون كل من الضغط ودرجة الحرارة والكميات قابلة للمقارنة. وجّه الطلبة إلى اقتراح مجموعة ظروف قياسية يمكن تطبيقها خلال دراسة الكيمياء الحرارية حول العالم وتبرير ذلك.

الظروف القياسية هي:

- درجة حرارة تساوي 298 K (25 °C)
- ضغط يساوي 100 kPa (1 atm)

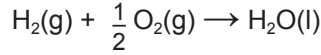
ويجب أن يكون ذلك بالنسبة إلى مول واحد من المادة المتفاعلة أو المادة الناتجة التي تتم دراستها.

أكد على أن استخدام الظروف القياسية يعني أن نظام التفاعل الذي تتم دراسته ينبغي أن يبدأ عند 298 K و 100 kPa، وينتهي عند هذه الظروف، لتحديد أن التغير في المحتوى الحراري يتم عند الظروف القياسية. ناقش ما يجب مراعاته من أجل الحفاظ على الظروف القياسية أثناء إجراء تجربة ما.

الإجابة: يجب أن يُحفظ النظام عند درجة حرارة 298 K، حيث يمكن التحكم حرارياً في درجة حرارة الغرفة أو يمكن استخدام حوض مائي. عندما يتم إطلاق الحرارة أو امتصاصها، يجب السماح لنظام التفاعل بالعودة إلى درجة الحرارة 298 K.

وسيحتاج النظام إلى أن يبقى عند الضغط 100 kPa وهو الضغط الجوي العادي، وما يمكن أن يشكل مصدر قلق هو حدوث امتصاص غاز أو إطلاقه، الأمر الذي قد يخفض أو يزيد الضغط. والحل هنا يكون بتزويد وعاء التفاعل بمحقنة بحيث لا يحدث تسرب أو دخول لأي مادة، ولكن يسمح للحجم بالتغير بحيث يبقى الضغط ثابتاً عند 100 kPa.

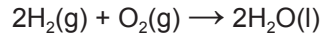
﴿ فكرة للتقويم: وجه الطلبة إلى كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية لتكوين الماء عند الظروف القياسية. يجب الحكم على الدقة في كتابة المعادلة في ضوء ذكر الصيغ ورموز الحالة الفيزيائية والتناسب الكيميائي.﴾



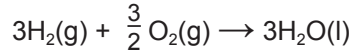
هل التفاعل ماص للحرارة أم طارد للحرارة؟ يجب على الطلبة شرح إجاباتهم وتبريرها كجزء من المناقشة.

قدم قيمة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل: $\Delta H_{\text{rxn}}^{\ominus} = -286 \text{ kJ/mol}$ وناقش في ضوء المعادلة المواد التي تعود إليها هذه القيمة من التغير في المحتوى الحراري.

اعرض مضاعفات المعادلة، مثل:

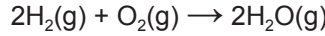


و



واسأل عن التغيرات في المحتوى الحراري.

ناقش ما إذا كان ممكناً إجراء التفاعل الآتي:

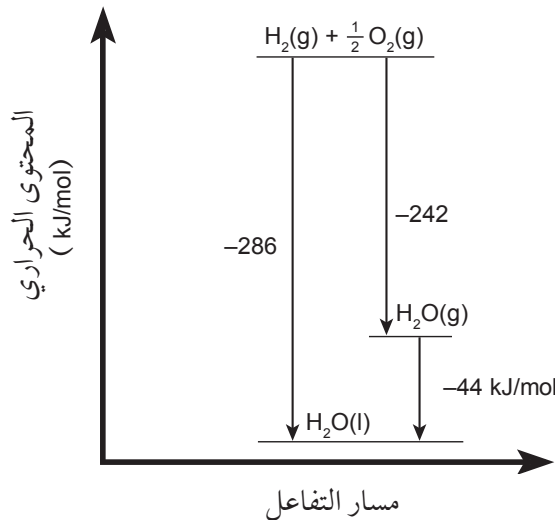
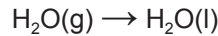


عند الظروف القياسية، بالنظر إلى أن الحالة الغازية لا تمثل حالة الماء القياسية عند 298 K و 100 kPa.

هل من المتوقع أن يكون التفاعل طارداً للحرارة أكثر أو أقل من تفاعل تكوين الماء السائل؟ لماذا؟

قدم قيمة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل: $\Delta H_{\text{rxn}}^{\ominus} = -242 \text{ kJ/mol}$.

كلف الطلبة رسم مخطط مسار التفاعل لتوضيح مستويات الطاقة لتكوين $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ و $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ على المحاور نفسها، ثم اطلب إليهم حساب التغير في المحتوى الحراري لتكثيف بخار الماء إلى ماء سائل:



أنواع مختلفة من التغير في المحتوى الحراري (٣٥ دقيقة)

زود الطلبة بتعريفات $\Delta H_{\text{rxn}}^\circ$, ΔH_f° , ΔH_c° و $\Delta H_{\text{neut}}^\circ$ من كتاب الطالب الموضوع ٧-٢. يُعدّ التغير في المحتوى الحراري القياسي للتكوين مثالاً جيداً ينطلق منه الطلبة لتوضيح أهمية هذه التعريفات.

التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين مركب ما هو التغير في المحتوى الحراري عند تكوّن 1 mol من المركب من عناصره الأولية عند الظروف القياسية.

شدد على أنه يشير إلى تكوين:

• 1 mol

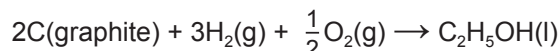
• لمركب وليس لمادة أو عنصر

• من عناصره الأولية عند الظروف القياسية (298 K و 100 kPa).

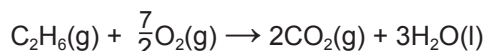
هذا التعريف يفيد الطلبة بالمعادلات المستخدمة لتمثيل المحتوى الحراري لتكوين المركبات.

يؤدي هذا التعريف إلى أن العناصر في حالاتها القياسية تمتلك $\Delta H_f^\circ = 0 \text{ kJ/mol}$

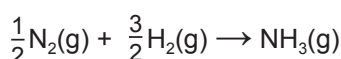
على سبيل المثال في معادلة تفاعل تكوين الميثانول، كما هو موضح فيما يلي:



يمكن التفكير بشكل مماثل لـ ΔH_c° . إذ يمكن تعريفه على أنه التغير في المحتوى الحراري عند احتراق 1 mol من مادة ما في فائض من الأكسجين عند الظروف القياسية، على سبيل المثال:



< فكرة للتقويم ١: اطلب إلى الطلبة أن يكتبوا المعادلات المناسبة التي تمثل التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين البنزين ($\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$) وشائي كبريتيد الكربون ($\text{CS}_2(\text{l})$) وغاز الأمونيا ($\text{NH}_3(\text{g})$) من العناصر المكونة لها في حالاتها القياسية. الأمونيا، وعلى الرغم من أنها الأبسط بين المركبات الثلاثة، إلا أنه من المحتمل أن تكون معادلتها هي الأكثر صعوبة. المفتاح هنا هو 1 mol ولكن يجب على الطلبة أيضاً الانتباه إلى رموز الحالة:

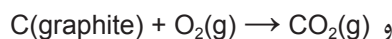
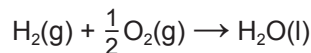


وجّه الطلبة إلى كتابة المعادلات المناسبة التي تمثل التغير في المحتوى الحراري القياسي لاحتراق الماغنيسيوم ($\text{Mg}(\text{s})$) والصوديوم ($\text{Na}(\text{s})$) والإيثان ($\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$). مرة أخرى، من المهم أن يدرك الطلبة أنه يجب أن يكون 1 mol من المادة المعطاة.

وجّه الطلبة إلى كتابة المعادلات المناسبة التي تمثل التغير في المحتوى الحراري القياسي لتعادل هيدروكسيد الصوديوم ($\text{NaOH}(\text{aq})$) مع كل من حمض النيتريك ($\text{HNO}_3(\text{aq})$) وحمض الكبريتيك ($\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$) وحمض الفوسفوريك ($\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$). قد يشكل هذا صعوبة أكبر لهم في تحديد المادة التي يجب أن تكون 1 mol، ولكن يجب تذكيرهم بأن المعادلة الأيونية $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ توضح تكوين 1 mol من الماء، لذلك يجب أن تكون المعادلات الكيميائية موزونة.

يمكنهم أيضاً إكمال السؤال ٣ من الوحدة السابعة في كتاب الطالب.

﴿ فكرة للتقويم ٢: أسأل الطلبة: لماذا توضح كل من المعادلتين الآتيتين:



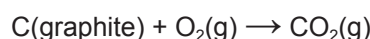
تفاعلاً يمكن أن يمثل في الوقت نفسه تغيّرين في المحتوى الحراري بالقيمة نفسها لكل منهما .

الإجابة: بالنسبة إلى تفاعل $\text{H}_2(\text{g})$ ، يمكن أن يكون التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الهيدروجين أو التغير في المحتوى الحراري لتكوين الماء؛ أما بالنسبة إلى تفاعل $\text{C}(\text{graphite})$ ، فيمكن أن يكون التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكربون أو التغير في المحتوى الحراري لتكوين ثاني أكسيد الكربون.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدّي

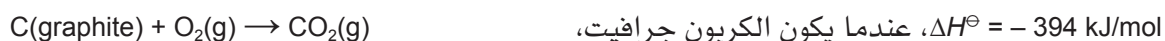
اطلب إلى الطلبة كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية لاحتراق الكربون عند الظروف القياسية. يجب الحكم على الدقة في كتابة المعادلة في ضوء ذكر الصيغ ورموز الحالة الفيزيائية والتناسب الكيميائي.



يوجد العديد من الأشكال المختلفة للكربون عند الظروف القياسية - ما الشكل الأكثر شيوعاً، الجرافيت أم الماس؟ يجب على الطلبة شرح الأسباب وتبرير إجاباتهم - يمكن أن تكون هذه الأسباب على غرار: وفرة الكربون في شكل الجرافيت ودرجات الحرارة والضغط المرتفعين اللازمين لتكوين الماس.

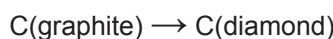
هل التفاعل ماص أم طارد للحرارة؟ يجب على الطلبة شرح الأسباب وتبرير إجاباتهم كجزء من المناقشة، ولكن يجب أن يدركوا أن الاحتراق دائماً يكون طارداً للحرارة.

قدم قيمة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل:

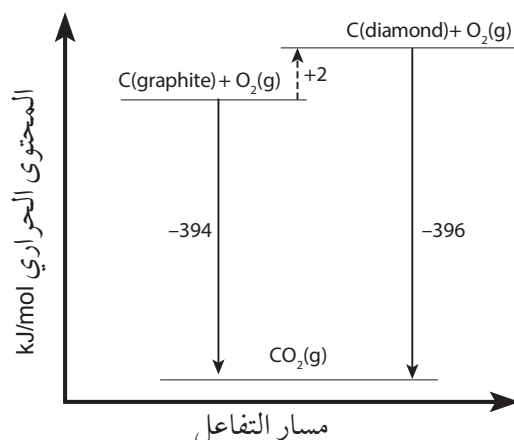


تُعَدُّ هذه القيم طاردةً للحرارة، لكن من الصعب حرق الماس مقارنةً بحرق الجرافيت - فما السبب؟ يمكن للشرح أن يتضمن الإشارة إلى الرابطة الإضافية لكل ذرة كربون وطاقة التنشيط المرتفعة.

اطلب إلى الطلبة رسم مخطط مسار التفاعل لاحتراق الجرافيت والماس على المحاور نفسها، ثم اطلب إليهم حساب التغير في المحتوى الحراري لتغير الجرافيت إلى الماس.



معلومة مهمة للطلبة وهي أن كلا مخططي مستوى الطاقة يجب أن ينتهي إلى المادة الناتجة نفسها $\text{CO}_2(\text{g})$.



الدعم

لقد تعود الطلبة على وزن المعادلات الكيميائية المتناسبة باستخدام أعداد صحيحة، لذلك سيحتاجون إلى بعض التوجيه (الإرشاد) حول آلية استخدام الكسور وكيفية التعرف على المادة التي يجب تثبيتها على مول واحد. يجب قراءة الأسئلة التي تتطلب كتابة معادلات كيميائية حرارية بعناية للتعرف على نوع التفاعل المطلوب كتابته.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

سيكون التعرف على التغيرات في المحتوى الحراري القياسي وتطبيقها، خصوصاً بالنسبة إلى التكوين والاحتراق، أمراً مهماً مع تقدم الطلبة أكثر في هذا الموضوع. قم بوزن المعادلات بحيث تكون كمية المادة المتفاعلة أو المادة الناتجة التي تتم دراستها تساوي 1 mol، ويجب أن يصبح الطلبة واثقين من قدرتهم على القيام بذلك.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

- سيحتاج الطلبة إلى تحديد التغيرات في المحتوى الحراري القياسي بوضوح ودقة، وإعطاء أسباب منطقية عند تصنيف التفاعلات.

المهارة الحسابية

- سيكتب الطلبة معادلات كيميائية حرارية وسيقومون بوزنها، وبحساب التغيرات في المحتوى الحراري في ضوء عدد المولات الموضحة في المعادلة.

الموضوع ٣-٧ قياس التغيرات في المحتوى الحراري

الأهداف التعليمية

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

$$q = mc\Delta T$$

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

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ست حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٣-٧ قياس التغيرات في المحتوى الحراري الأسئلة من ٤ إلى ٧ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (د)، ٣ (أ)، ب، ج، هـ، ٨	• يحسب التغير في المحتوى الحراري لكمية معروفة من المادة (المواد) المتفاعلة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٣-٧ حساب التغير في المحتوى الحراري في تجربة استقصاء عملي ١-٧ حساب التغير في المحتوى الحراري لتفاعل التعادل بالتجربة استقصاء عملي ٢-٧ التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٣ (ب، ج)	• التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات • يحسب التغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما باستخدام المسعرة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

ينسى بعض الطلبة تحويل ل إلى kJ عن طريق القسمة على 1000 (أو الضرب في 10^{-3}).

الأخطاء المنهجية هي أخطاء لا يمكن تغييرها عند استخدام جهاز القياس المتوافر. الأخطاء غير المنهجية أو العشوائية هي على سبيل المثال فقدان الحرارة ومستويات (درجات) الاحتراق غير الكامل. وبشكل عام تُجمع هذه التصنيفات معًا وتوصف كأخطاء.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان. سيعتمد اختيار النشاط المستخدم على الموارد والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (٥ دقائق)

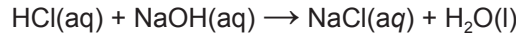
راجع ما يعرفه الطلبة بالفعل عن الاحتراق.

- ما المادة اللازمة دائمًا للاحتراق؟
- هل الاحتراق ماص أم طارد للحرارة (أو يمكن أن يكون كليهما)؟
- ما المواد الناتجة من الاحتراق إذا تم حرق هيدروكربون؟
- ما المعادلة الحرارية الكيميائية للتغير في المحتوى الحراري القياسي لاحتراق C_4H_{10} ؟

ناقش ما إذا كان احتراق الألكانات (مثل CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8) يصبح طارداً للحرارة بنسبة كبيرة أو قليلة مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

٢ فكرة ب (١٠ دقائق)

التفاعل الذي سيستقصيه الطلبة في الأنشطة الرئيسية هو التفاعل بين حمض الهيدروكلوريك ومحلول هيدروكسيد الصوديوم وفقاً للمعادلة الآتية:



أخبرهم أنهم سيستخدمون 50 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1.00 mol/L و 50 mL من حمض الهيدروكلوريك تركيزه نحو 2 mol/L

✎ **فكرة للتقويم:** وُزّع الطلبة ضمن ثنائيات لإنجاز الأنشطة العملية، واطلب إليهم كتابة ما يعرفونه حول المواد المتفاعلة المحددة والفائضة في التفاعل الكيميائي.

- ما ميزة استخدام فائض من مادة متفاعلة؟
- ما المادة المتفاعلة الفائضة؟ ولماذا؟

يمكنك عرض الإجابات عن هذه الأسئلة أمام الصف بأكمله عند نهاية الوقت المخصص للنشاط.

الأنشطة الرئيسية

في ما يلي، يرد العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ استقصاء عملي: حساب التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات (٣٥ دقيقة)

أعطِ الطلبة تعريف التغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق (راجع الموضوع ٧-٢ من كتاب الطالب) وأبلغهم أنهم سيجرون استقصاءً عملياً لتحديد ذلك لكحولات مختلفة.

يقوم الطلبة بإجراء الاستقصاء العملي ضمن مجموعات ثنائية، ولكن إذا لم يسمح الوقت بذلك، فيمكن تكليف كل مجموعة تنفيذ النشاط بنوع مختلف من الكحولات والتشارك في النتائج. يمكن الاطلاع على تفاصيل الاستقصاء العملي في كتاب التجارب العملية والأنشطة وقسم إجابات الاستقصاءات العملية الوارد في هذا الدليل (الاستقصاء العملي ٧-٢).

✎ **فكرة للتقويم:** يمكن تقويم الطلبة على ما يلي:

- الدقة في الوزن والقياسات
- التعامل الآمن مع المواد الكيميائية والالتزام باحتياطات الأمان والسلامة.
- تسجيلهم النتائج والمعالجة.

٢ مناقشة الاستقصاء العملي (٣٥ دقيقة)

ناقش كيف أجريت التجربة مع الإشارة إلى الأدوات والمواد والكميات.

يجب على الطلبة الآن حساب التغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق لكل كحول، والأخذ في الحسبان أخطاء هذا الاستقصاء الناتجة من أجهزة القياس ومن فقدان الحرارة والاحتراق غير الكامل للكحول.

✎ **فكرة للتقويم:** يجب أن يقوم الطلبة بحساب التغير في المحتوى الحراري القياسي لكل تفاعل باستخدام:

$$q = - [(m_{\text{الماء}} \times c_{\text{الماء}} \times \Delta T) + (m_{\text{المسعر}} \times c_{\text{المسعر}} \times \Delta T)]$$

في هذه المعادلة:

- q = الطاقة الحرارية (J)
 - $m_{\text{الماء}}$ = كتلة الماء (g)
 - $m_{\text{المسعر}}$ = كتلة المسعر (g)
 - $C_{\text{الماء}}$ السعة الحرارية النوعية للماء (4.18 J/g.°C)
 - $C_{\text{المسعر}}$ السعة الحرارية النوعية للمسعر (0.385 J/g.°C) إذا كان المسعر مصنوعاً من النحاس، 0.840 J/g.°C إذا كان مصنوعاً من الزجاج)
 - ΔT = التغير في درجة الحرارة.
- يجب أن يذكر الطلبة فرضياتهم خلال إجراء الحسابات.
- ثم يقومون بحساب التغير في المحتوى الحراري للاحتراق لكل 1 mol من كل كحول (ΔH_c°) عن طريق حساب عدد مولات الكحول المحترقة (n):

$$n \text{ (mol)} = \frac{\text{كتلة الكحول المحترقة (g)}}{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}$$

ثم يقومون بقسمة الطاقة الحرارية المنطلقة على عدد المولات:

$$\Delta H_c^\circ = -\frac{q}{n} \times 10^{-3} \text{ kJ/mol}$$

يمكن أن يُطلب إلى الطلبة تحديد أي تدرج أو نمط يظهر في التغير في المحتوى الحراري القياسي لكل كحول.

يمكن استخدام ورقة العمل الموجودة في الاستقصاء العملي ٧-٢ في كتاب التجارب العملية والأنشطة لجعل الطلبة يحسبون النسب المئوية للأخطاء في نتائجهم وفي الأجهزة التي استخدموها.

قبل أن يحسب الطلبة النسب المئوية للأخطاء، يمكنك أيضاً إعطاؤهم العمود الأيمن من الجدول (٧-١) طالباً إليهم إكمال العمود الأيسر لمناقشة الأخطاء المنهجية وغير المنهجية الموجودة في هذا الاستقصاء.

الأسئلة	الإجابات
ما هي العوامل التي يجب أن تبقى ثابتة إذا تم استقصاء أكثر من كحول واحد؟	يجب أن يكون التغير في درجة الحرارة هو نفسه للكحولات جميعها التي يتم اختبارها، لأن استخدام الجهاز نفسه يعني أن فقدان الحرارة سيكون بالمقدار نفسه. وكذلك يجب أن تكون كمية الماء هي نفسها. ويجب أن تكون المسافة من الشعلة إلى المسعر هي نفسها، وبالتالي تكون مستويات الاحتراق غير الكامل هي نفسها.
ما الأخطاء المنهجية في الاستقصاء العملي؟	تنتج هذه الأخطاء من الأدوات المستخدمة - قراءات درجة الحرارة باستخدام ميزان الحرارة، عمليات وزن كتلة المسعر وكتلة الموقد الكحولي (قبل الاستخدام وبعده).
أي من المعدات يسبب أكبر نسبة مئوية من الخطأ؟	سيكون ميزان الحرارة.
ما الأخطاء غير المنهجية في الاستقصاء العملي؟	فقدان الحرارة والاحتراق غير الكامل للكحول.
كيف يمكن التقليل (الحد) من الأخطاء غير المنهجية؟	حواجب عازلة للحرارة حول الجهاز، وعازل حول المسعر، وغطاء للمسعر.

الجدول ٧-١

تؤدي المناقشة المتعلقة بالأخطاء إلى تحسينات يمكن إجراؤها. المسعر المثالي هو وعاء الغازات المضغوطة الذي يمكن التعرف عليه في مقطع فيديو نعرض عليه عبر الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت).

٣ استقصاء عملي: حساب التغير في المحتوى الحراري لتفاعل التعادل بالتجربة (٣٥ دقيقة)

أعطِ الطلبة تعريف التغير في المحتوى الحراري القياسي للتعادل ΔH_{neut}° (الموضوع ٧-٢ من كتاب الطالب) وأخبرهم أنهم سيجرون استقصاءً عملياً لتحديد ذلك.

يقوم الطلبة بتنفيذ الاستقصاء العملي ضمن مجموعات ثنائية. يمكن الاطلاع على تفاصيل الاستقصاء العملي في كتاب التجارب العملية والأنشطة وقسم إجابات الاستقصاءات العملية الوارد في هذا الدليل (الاستقصاء العملي ٧-١).

﴿ فكرة للتقويم: يمكن تقويم الطلبة حول ما يلي:

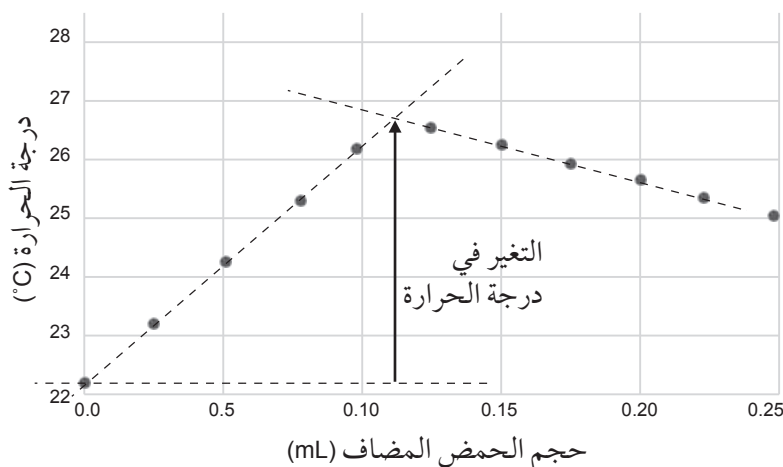
- القياسات الدقيقة للحجم ودرجة الحرارة.
- التعامل الآمن مع المواد الكيميائية والتزام احتياطات الأمان والسلامة.
- تسجيلهم النتائج والرسم الدقيق للتمثيل البياني.

ملاحظة: يجب أن يشغل التمثيل البياني للطلبة مساحة لا تقل عن ثلاثة أرباع ورقة التمثيل البياني A4 وأن يمتلك مقاييس منتظمة. يجب أن يكون المحور الصادي (درجة الحرارة / °C) أعلى من درجة الحرارة القصوى المسجلة بحيث يكون هناك مجال للاستقراء.

٤ مناقشة الاستقصاء العملي (٣٥ دقيقة)

ناقش كيف تم إجراء التجربة مع الإشارة إلى الأدوات وكميات المواد.

اعرض التمثيل البياني الذي تتوقع أن يرسمه الطلبة (انظر إلى الشكل (٧-٥)) ولكن لا تشرح شكل التمثيل البياني. يجب على الطلبة الآن رسم الخطّين الأفضل تلاؤماً في تمثيلاتهم البيانية (كما هو موضح في الشكل (٧-٥)) واستقراء كلا الخطّين بحيث يتقاطعان.



الشكل ٧-٥

﴿ فكرة للتقويم: اطلب إلى الطلبة شرح التمثيل البياني. يمكنك إعطاؤهم العمود الأيمن من الجدول (٧-٢) على أن يُترك لهم إتمام (إكمال) العمود الأيسر. ﴾

الأسئلة	الإجابات
صف الاتجاه السائد في النقاط المرسومة.	ترتفع درجة الحرارة لتصل إلى قيمة قصوى ثم تنخفض.
هل التفاعل ماص للحرارة أم طارد للحرارة؟ لماذا؟	طارد للحرارة، لأن درجة الحرارة ترتفع إلى أكثر من درجة الحرارة الابتدائية، الأمر الذي يشير إلى إطلاق طاقة حرارية.
لماذا يعد الخط الأول الأفضل توافقاً للنمط التصاعدي؟	يؤدي التفاعل بين الحمض والمادة القلوية إلى إطلاق حرارة لأنه تفاعل طارد للحرارة وبالتالي تزداد درجة الحرارة.
لماذا يعد الخط الثاني الأفضل توافقاً للنمط التنازلي؟	انتهى التفاعل حيث تم استهلاك المادة القلوية تماماً. تؤدي إضافة فائض من الحمض إلى تبريد المخلوط وفقدان الحرارة من خلال الحمل والتوصيل الحراريين.
لماذا يكون استقراء الخطّين الأفضل تلاؤماً فوق درجة الحرارة القصوى المسجلة تجريبياً؟	يعوض هذا الأمر فقدان الحرارة الذي يحدث أثناء التفاعل. وقد تكون تراكيز أو أحجام المحاليل المستخدمة غير دقيقة، لذلك، ربما لا نصل عملياً إلى درجة الحرارة القصوى عندما يتساوى حجم الحمض مع حجم المادة القلوية.

الجدول ٧-٢

تناقش المجموعات الأسئلة وتكتب الإجابات. وإذا سمح الوقت، يمكن فتح مناقشة مع الصف بأكمله. من المهم أن يكون الطلبة قد فهموا جيداً التجربة وكيف تعمل.

يجب أن يقوم الطلبة بحساب التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل باستخدام المعادلة:

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

في هذه المعادلة:

- q = الطاقة الحرارية (وبالتالي فإن إشارة ΔH ستكون سالبة لهذا التفاعل).
 - m = كتلة الماء (مع افتراض أن كثافة المحلول المتعادل، الذي يحتوي على كلوريد الصوديوم، تساوي كثافة الماء النقي (1 g/mL)).
 - c هي السعة الحرارية النوعية للمحلول المتعادل الذي يتبقى ويفترض أنها تساوي السعة الحرارية النوعية للماء النقي، أي $4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$.
 - ΔT = التغير في درجة حرارة المحلول ويستنتج من التمثيل البياني.
- يجب أن يحصلوا على قيمة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل ($\Delta H_{\text{neut}}^\circ$) لمول واحد من هيدروكسيد الصوديوم وذلك بقسمة قيمة q على 0.05 mol .
- يجب أن يذكروا الافتراضات التي اقترحوها خلال الحسابات.

٥ تخطيط للاستقصاء العملي لتحديد التغير في المحتوى الحراري (٣٥ دقيقة)

يتمتع الطلبة ببعض الخبرة في استخدام الأجهزة لجمع البيانات لحساب التغير في المحتوى الحراري القياسي، ويمكن تكليفهم التخطيط للاستقصاء العملي الخاص بهم.

﴿ فكرة للتقويم: باستطاعة الطلبة التخطيط لاستقصاء عملي لتحديد التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل لسلسلة من تفاعلات الإزاحة للماغنيسيوم والخاصين والحديد مع محلول كبريتات النحاس (II).

سوف يحتاجون إلى الأخذ في الحسبان وتبرير ما يلي:

- الأدوات والمواد التي سيحتاجون إليها (على سبيل المثال، أكواب البوليسترين مع أغطية للعزل، وميزان حرارة يقرأ حتى 100 °C).

- حجوم محلول كبريتات النحاس (II) وتركيزه (على سبيل المثال، 25 mL من محلول تركيزه 1 mol/L كمادة متفاعلة محددة).

- كميات الفلزات التي سيتم استخدامها (على سبيل المثال، 2 g من مسحوق الفلز، بحيث يكون فائضاً).

- القياسات التي سيقومون بها (على سبيل المثال، قراءة درجة حرارة المحلول كل دقيقة قبل وبعد إضافة كمية معلومة من مسحوق المعدن).

- كيف سيتم الحد من تسرب الحرارة وضمان دقة القراءات؟ (على سبيل المثال، تؤخذ درجة حرارة المحلول كل دقيقة قبل إضافة الفلز، وفي الدقيقة الثالثة يضاف الفلز، ثم يتم أخذ القراءات كل دقيقة في الدقائق الخمس التالية. يُرسم تمثيل بياني ويتم استقرار الخططين لتحديد أقصى تغير في درجة الحرارة من أجل الحد من تأثير فقدان الحرارة).

- كيف سيعالجون نتائجهم لتحديد التغير في المحتوى الحراري القياسي بوحدة kJ/mol لكل تفاعل؟ (على سبيل المثال، استخدام المعادلة: $\Delta H = -q = -\frac{mc\Delta T}{n}$ ، حيث m كتلة المحلول، $c = 4.18$ ، ΔT = التغير في درجة الحرارة n = عدد مولات كبريتات النحاس، والتحويل من J/mol إلى kJ/mol).

٦ التدريب على حساب التغيرات في المحتوى الحراري (٣٥ دقيقة)

بالإضافة إلى النشاط العملي، يجب أن يحصل الطلبة على وقت كاف (فرص كافية) لحساب مجموعة واسعة من التغيرات في المحتوى الحراري.

﴿ فكرة للتقويم: يمكن للطلبة إكمال المثال ١ في الموضوع ٧-٣ والأسئلة ٤ و ٥ و ٦ و ٧ الواردة في الوحدة السابعة من كتاب الطالب.

يمكنهم أيضاً إكمال النشاط (٧-٣) من كتاب التجارب العملية والأنشطة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدّي

استقصاء الاحتراق:

- أي من الكحولات الأربعة المستخدمة في الاستقصاء يحترق مخلفاً أكبر قدر من الدخان؟ اشرح هذه الملاحظة. (سوف يحترق 1-بنتانول مخلفاً أكبر قدر من الدخان، بسبب الاحتراق غير الكامل. وذلك لأنه يحتوي على النسبة المئوية الكتلية الأكبر من الكربون ويمتلك عدداً أكبر من الروابط كربون-كربون التي يجب كسرها).

- 2-بنتانول و 3-بنتانول يمتلكان أيضاً الصيغة الجزيئية $C_6H_{11}OH$. هل تتوقع أن يكون لهذه الأنواع قيم مختلفة للتغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق مقارنةً بـ 1-بنتانول؟ اشرح إجابتك.
- يمتلك هذان الكحولان عدد ذرات الكربون والهيدروجين ونوع الروابط التي ستكسر نفسها، بالإضافة إلى إنتاج الكميات نفسها من ثاني أكسيد الكربون والماء، لذلك من المتوقع أن تكون التغيرات في المحتوى الحراري متقاربة).

استقصاء التعادل:

- يوضح الجدول (٧-٣) بيانات من تجربة تعادل مماثلة حيث تمّ استخدام 50 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1.00 mol/L مع إضافة حمض الإيثانويك (تركيزه نحو 2 mol/L). اطلب إلى الطلبة رسم تمثيل بياني باستخدام البيانات المتوافرة واستقراء الخطّين لتحديد أقصى تغير في درجة الحرارة وحساب التغير في المحتوى الحراري القياسي للتعادل لهذا التفاعل.

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)	22.0	23.6	25.3	26.9	28.2	29.7	29.6	29.0	28.5	28.0	27.5

الجدول ٧-٣

- يجب أن يساوي التغير في المحتوى الحراري القياسي للتعادل -57.1 kJ/mol . اشرح سبب كون القيمة التي حُسبت من التمثيل البياني أقل من هذه القيمة، ولا تساوي القيمة التي حددتها عندما تمّت معادلة هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك.

الإجابة: كما حدث في النشاط العملي التي قام به الطلبة، سيكون هناك فقدان للحرارة عن طريق التوصيل والحمل الحراريين. ومع ذلك، فإن الاختلاف الرئيسي في هذه الحال هو أن التفاعل يحدث بين المادة القلوية نفسها وحمض ضعيف. سيحتاج الحمض الضعيف إلى بعض الطاقة ليتفكك إلى أيونات H^+ ، وبالتالي فإن الطاقة الحرارية الإجمالية المنطلقة تكون أقل من الطاقة الحرارية المنطلقة في حالة التفاعل بين الحمض القوي HCl و NaOH.

الدعم

بسبب ضرورة إجراء العديد من العمليات الحسابية، توجد حاجة إلى دعم بعض الطلبة وتوجيههم خلال العملية. ثمة وسيلة لحل هذه المشكلة وهي جمع الطلبة الأكثر قدرة مع أولئك الأقل قدرة ضمن ثنائيات والطلب إليهم شرح سبب استخدامهم لقراءات أو قياسات مختلفة أثناء إجراء الحسابات، بما في ذلك ما يتعين عليهم القيام به عند البدء والعملية الواجب اتباعها. بالنسبة إلى حسابات النسب المئوية للخطأ، قد يحتاج بعض الطلبة إلى إرشادات خاصة حول الطرائق المختلفة التي يمكن من خلالها حساب النسب المئوية للخطأ الناتجة من استخدام الأجهزة ومقارنتها مع القيم المتوافرة في الأدبيات الكيميائية (المرجعية)، وقد يحتاج الطلبة إلى المساعدة للقيام بالحسابات. يصل بعضهم إلى حد حساب التغير في المحتوى الحراري لـ 0.05 mol من هيدروكسيد الصوديوم ولكن لا يمكنهم القيام بالخطوة النهائية. يمكن للإستراتيجية الآتية أن تساعد في بعض الأحيان:

$$0.05 \text{ mol تطلق الطاقة الحرارية } \leftarrow q \text{ J}$$

اقسم طرفي العلاقة على 0.05:

$$\frac{0.05}{0.05} = 1 \text{ mol} \rightarrow \frac{q}{0.05} \text{ J/mol} = \frac{q}{0.05} \times 10^{-3} \text{ kJ/mol}$$

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يحتاج الطلبة إلى النظر في العمليات الحسابية التي قاموا بها وكتابة العملية التي استخدموها بأسلوبهم الخاص. يمكن أن يتحقق ذلك في شكل مخطط انسيابي أو ببساطة من خلال كتابة بعض الجمل. إذا شعرت أن الطلبة غير قادرين على القيام بذلك، يمكنك إعطائهم عبارات عن المراحل المختلفة التي يجب اتباعها بالترتيب غير الصحيح بالإضافة إلى بعض العمليات غير الصحيحة التي يحتاجون إلى تحديدها.

على سبيل المثال، يمكنهم كتابة عبارة مماثلة لما يلي:

نعرف قيم كتلة الماء والتغير في درجة الحرارة لذلك حسبنا التغير في المحتوى الحراري باستخدام

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

يمكن حساب عدد مولات الكحول باستخدام

$$n = \frac{\text{كتلة الكحول المحترقة}}{\text{الكتلة المولية}}$$

نأخذ هذه القيمة ونقوم بقسمة $-q$ على n لأن هذا يعطينا التغير في المحتوى الحراري لكل مول من الكحول. وجود الإشارة السالبة يدل على أن التفاعل طارد للحرارة.

ثم نقسم على 1000 قيمة الطاقة الحرارية التي حصلنا عليها بوحدة J/mol لنحصل على الإجابة بوحدة kJ/mol.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

الاهتمام بالتفاصيل الضرورية لتفسير التعاريف هي مهارات مطلوبة للقراءة الموجهة لكثير من النصوص العلمية. إن شرحهم للتمثيل البياني يحتاج إلى لغة مقتضبة وواضحة.

المهارة الحسابية

يوجد العديد من العمليات الحسابية التي يجب إجراؤها والعديد منها يتضمن مهارة استخدام الآلة الحاسبة واستخدام مفتاح PXE أو مفتاح 10x والشكل القياسي.

الموضوع ٧-٤ قانون هس

الأهداف التعليمية

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

عدد الحصص المقترحة للتدريس

أربع حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٧-٤ قانون هس - حفظ الطاقة - حلقات المحتوى الحراري (حلقات الطاقة) - حساب التغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما باستخدام التغيرات في المحتوى الحراري للتكوين - حساب التغير في المحتوى الحراري للتكوين باستخدام التغيرات في المحتوى الحراري للاحتراق الأسئلة من ٨ إلى ١٠ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (ب، ج)، ٣ (د)، ٤ (ب)، ٥ (ب)، ٧	<ul style="list-style-type: none"> يعرّف قانون هس لإنشاء حلقات الطاقة التي تتضمن التغيرات في المحتوى الحراري التي لا يمكن قياسها مباشرة يستخدم التغيرات في المحتوى الحراري للتكوين والاحتراق لإيجاد التغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما يحلل حلقات الطاقة ويستخدم الكميات الصحيحة في الحسابات ذات الصلة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٧-٤ استخدام قانون هس استقصاء عملي ٧-٣ التغير في المحتوى الحراري للتفكك الحراري أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (ج، د، هـ)، ٣ (د)	<ul style="list-style-type: none"> تجربة لإيجاد التغير في المحتوى الحراري للتفكك الحراري لكاربونات البوتاسيوم الهيدروجينية. استخدام المسعري لقياس التغيرات في المحتوى الحراري استخدام حلقة هس. يستخدم التغيرات في المحتوى الحراري للتكوين والاحتراق لإيجاد التغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

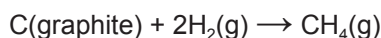
- يرسم بعض الطلبة الأسهم بطريقة تشير إلى الاتجاه الخاطئ عند إنشائهم حلقة هس. على سبيل المثال، المواد الناتجة من الاحتراق ← الهيدروكربون. يُعدّ هذا خطأً ويجب عدم التفاوضي عنه، ولكن طالما أنهم يجدون الإشارة الصحيحة للتغير في المحتوى الحراري، فسيحصلون دائماً على الإجابة الصحيحة.
- نظراً لوجود قيم سالبة في المعادلات المستخدمة لإيجاد التغير في المحتوى الحراري المطلوب، فسوف يحتاجون إلى تذكر قواعد مثل: $(- = + \times -)$ و $(+ = - \times -)$.
- في الاستقصاء العملي ٧-٣، يكون أحد التفاعلات (حمض + KHCO_3) ماصاً للحرارة ويكون التفاعل الآخر (حمض + K_2CO_3) طارداً للحرارة. وعلى الرغم من أنه ينبغي للطلبة أن يدركوا إشارة ΔH الصحيحة، فإنهم أحياناً يضعون الإشارات بشكل خاطئ. على سبيل المثال، تغير في درجة الحرارة مقداره 4°C يمكن أن يقود إلى النتيجة الخاطئة: $\Delta H = + x \text{ kJ/mol}$.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان. سيعتمد اختيار النشاط المستخدم على الموارد والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (١٥ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة التفكير في أنواع مختلفة من التفاعلات التي لا يمكن قياس تغيرات الحرارة فيها بشكل مباشر. على سبيل المثال، يتم تمثيل التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين الميثان بالمعادلة الآتية:

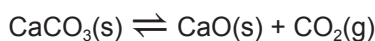


لماذا لا يحدث هذا؟

أولاً، لا يحدث هذا التفاعل لأنه يمتلك طاقة تنشيط مرتفعة جداً، وحتى الآن لم يتم اكتشاف أي عامل حفاز لتحقيق ذلك عند الظروف القياسية.

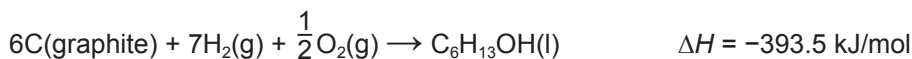
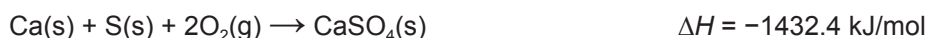
ثانياً، في حال حدث التفاعل بالفعل، فلا يمكن التحكم به لتكوين غاز الميثان فقط. إذ يمكن (نظرياً) أيضاً تكوين هيدروكربونات أخرى في هذا التفاعل.

يوجد نوع آخر من التفاعل وهو التفكك الحراري لمواد مختلفة. على سبيل المثال، التفكك الحراري لـ CaCO_3 ، الذي يتم وفق المعادلة الآتية:



يحتاج هذا التفكك الحراري إلى قدر كبير من الطاقة الحرارية، ومن المستحيل عملياً قياس الطاقة المطلوبة. بالإضافة إلى ذلك، يُعدّ التفاعل منعكساً، والتفاعل العكسي ممكناً أيضاً. وبالتالي، لن تتفكك كربونات الكالسيوم CaCO_3 تماماً.

فكرة للتقويم: يُطلب إلى الطلبة التفكير في سبب عدم إمكانية تحديد التغير في المحتوى الحراري للتفاعلات الآتية بشكل مباشر بوساطة المسعرة. يمكن القيام بذلك ضمن مجموعات أو بشكل فردي.



٢ فكرة ب (١٥ دقيقة)

تتوافر تفاصيل حول نشاط عملي لدعم قانون هس في الاستقصاء العملي ٧-٣ من كتاب التجارب العملية والأنشطة. يوضح هذا النشاط جهاز القياس للطلبة. ناقش دقة القياس. على سبيل المثال، بالنسبة إلى الميزان الرقمي الذي يقرأ حتى 0.01 g، تساوي الدقة نصف هذه القيمة، أي $\pm 0.005 \text{ g}$. عند وزن مادة صلبة، يتم تصفير الميزان ثم تُوَزن المادة الصلبة. وبما أن هناك قراءتين، تكون النسبة المئوية للخطأ في الميزان الرقمي $= \frac{0.005 \times 2}{100} \times 100$. يمكنك مناقشة الأخطاء الناتجة من كل جهاز مستخدم للقياس.

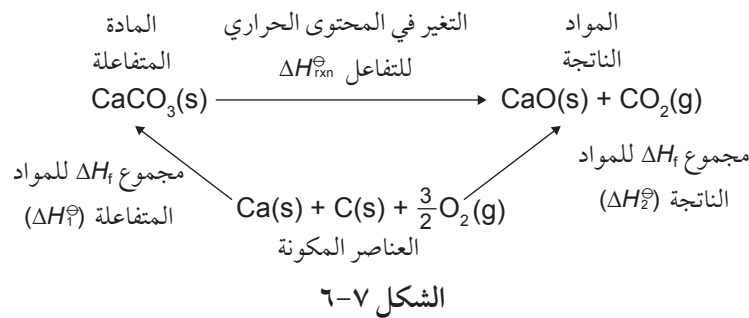
الأنشطة الرئيسية

يرد في ما يلي أنشطة تعليمية يمكنك اختيار ما يناسبك منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ قانون هس واستخداماته (٢ × ٣٥ دقيقة)

عرّف قانون هس.

- يمكن تخصيص حصتين حول نوعين رئيسيين من حلقات الطاقة:
١. يتضمن الأول استخدام التغيرات في المحتوى الحراري القياسي للتكوين والتي يمكن قياسها مباشرة لحساب التغير في المحتوى الحراري الذي لا يمكن قياسه مباشرة.
 ٢. يتضمن الثاني استخدام التغيرات في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق والتي يمكن قياسها مباشرة لحساب التغير في المحتوى الحراري الذي لا يمكن قياسه مباشرة.
- (يوجد نوع ثالث يتضمن استخدام حلقة تدمج تغيرات في المحتوى الحراري يمكن إيجادها مباشرة ولكنها لا تتناسب مع النوعين السابقين).
- ابدأ بحلقة طاقة بسيطة نسبياً لتفاعل يعرفه الطلبة جيداً، مثل التفكك الحراري لكربونات الكالسيوم. يوجد أكثر من طريقة واحدة لتوضيح هذه الحلقات.
- يمكن استخدام الحلقة في الشكل (٦-٧) لهذا التغير. تُكتب معادلة التغير في المحتوى الحراري الذي لا يمكن تحديده في الأعلى والعناصر في الأسفل.



فكرة للتقويم ١: وزّع الطلبة في مجموعات واطلب إليهم كتابة العلاقة بين التغيرات في المحتوى الحراري (ΔH_1 و ΔH_2 و ΔH_{rxn}) وبناء معادلة تدمج العلاقة بين جمع التغيرات في المحتوى الحراري لتكوين المواد الناتجة والمواد المتفاعلة والتغير في المحتوى الحراري للتفاعل، أي:

$$\Delta H_{\text{rxn}} = \sum \Delta H_f^{\circ} (\text{المواد الناتجة}) - \sum \Delta H_f^{\circ} (\text{المواد المتفاعلة})$$

[Σ يعني جمع].

ثم أعطهم قيم ΔH_f° ذات الصلة بوحدة (kJ/mol)

لـ CaCO_3 (-1207) و CaO (-636) و CO_2 (-394).

الإجابة = +177 kJ/mol

استناداً إلى الشكل (٦-٧) الوارد في كتاب الطالب، يُجري الطلبة نشاطاً مماثلاً حول التفكك الحراري لكربونات الصوديوم الهيدروجينية وتفاعلات أخرى، باستخدام التغيرات في المحتوى الحراري للتكوين في الموضوع ٧-٤، أمثلة من كتاب الطالب.

يوفر السؤال ٨ وأسئلة نهاية الوحدة ١ (ج) و ٣ (د) الواردة في كتاب الطالب تدريباً على استخدام التغيرات في المحتوى الحراري للتكوين لتحديد التغيرات في المحتوى الحراري للتفاعلات. يمكن للطلبة مناقشة إجاباتهم ضمن ثنائيات قبل إعطائهم الإجابات ومخطط توزيع الدرجات. ويمكنهم تسليم عملهم الذي تمّ تصحيحه مع تعليقاتهم التي كتبت إلى جانب الأسئلة حيث لم يحصلوا على الدرجات كاملة.

﴿ فكرة للتقويم ٢: ناقش مع الطلبة أنه على الرغم من أن التغيرات في المحتوى الحراري القياسي للتكوين تُعدّ مفيدة في تحديد التغير في المحتوى الحراري للتفاعلات التي لا يمكن إجراؤها، إلا أن قيم ΔH_f° لا يمكن قياسها غالباً بشكل مباشر. بالمقابل، يمكن حرق معظم المواد وبالتالي يسهل تحديد التغيرات في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق عن طريق التجربة المباشرة. يمكن للطلبة أن يجرّوا أنشطة لتحديد التغيرات في المحتوى الحراري للتكوين من التغيرات في المحتوى الحراري للاحتراق باستخدام أمثلة من الموضوع ٧-٤ الوارد في كتاب الطالب، والسؤال ٩ وأسئلة نهاية الوحدة ٤ (ب) و٥ (ب) الواردة في كتاب الطالب. يمكن للطلبة مناقشة إجاباتهم ضمن ثنائيات قبل إعطائهم الإجابات ومخطط توزيع الدرجات. ويمكنهم تسليم عملهم الذي تمّ تصحيحه مع تعليقاتهم التي كتبت إلى جانب الأسئلة حيث لم يحصلوا على الدرجات كاملة.

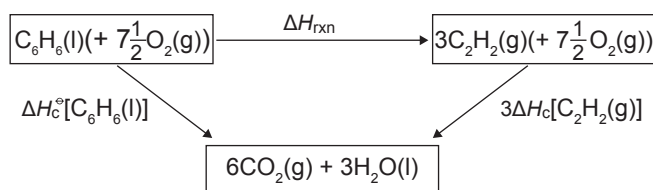
التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدّي

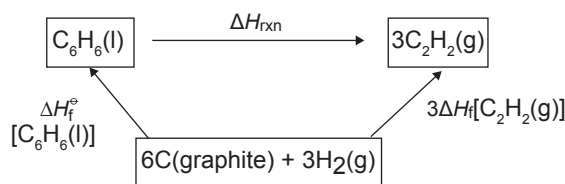
الانحلال الحراري (The pyrolysis)، التفكك بالتسخين في غياب الهواء) للبنزين (C_6H_6) لإنتاج الإيثاين (C_2H_2) يتم وفق المعادلة الآتية: $C_6H_6(l) \rightarrow 3C_2H_2(g)$. يمكن حساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل باستخدام التغيرات في المحتوى الحراري للتكوين والتغيرات في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق. ارسم حلقتي هس منفصلتين (مختلفتين) تستخدمان نوعي التغير في المحتوى الحراري أعلاه لحساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل.

الدعم

في هذا الموضوع، تتطوّر مهارات الطلبة كلما ازدادت الأمثلة المعطاة لهم. بالنسبة إلى الانحلال الحراري للبنزين، يمكن رسم حلقة طاقة ليستخدمها الطلبة أو يمكن البدء بحلقة غير مكتملة بحيث يعمل الطلبة على تحديد الجزء الناقص فيها (على سبيل المثال: تحديد العناصر في حال استخدام بيانات عن التغير في المحتوى الحراري القياسي للتكوين ΔH_f°). انظر أمثلة الانحلال الحراري للبنزين في الشكل (٧-٧) والشكل (٨-٧) أدناه.



الشكل ٧-٨ حلقة هس باستخدام التغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق



الشكل ٧-٧ حلقة هس باستخدام التغير في المحتوى الحراري القياسي للتكوين

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

السؤال ١٠ الوارد في الكتاب الطالب (ضمن فرق ثنائية)

لحساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل: $3\text{Mg(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow 2\text{Fe(s)} + 3\text{MgO(s)}$

يمكن للطلبة حل هذا السؤال بسرعة كبيرة، ولكن يجب أن يقرروا كيف يمكنهم إيجاد التغير في المحتوى الحراري للتفاعل وأي تغيرات في المحتوى الحراري يمكن اعتبارها تساوي صفراً، وأياً يجب مضاعفتها بعدد ما (في هذه الحالة ٣) وتبيان السبب.

يمكنك إعطاء الطلبة الإجابات (الواردة في الجدول (٧-٤)) بعد أن يتوصلوا إلى حلولهم الخاصة.

الإجابة	التعليق على الإجابة
أ	تطبيق غير صحيح لقانون هس: لقد استخدموا المواد المتفاعلة - المواد الناتجة بدلاً من المواد الناتجة - المواد المتفاعلة.
ب	غير صحيح، لأنهم لم يأخذوا في الاعتبار تكوين 3 mol من MgO.
ج	غير صحيح. لم يمثلوا العناصر في حالاتها القياسية. Fe و Mg مادتان صلبتان وليستا في الحالة الغازية.
د	صحيح. $3\Delta H_f^\circ[\text{MgO(s)}] - \Delta H_f^\circ[\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}]$ توضح الإجابة: المواد الناتجة - المواد المتفاعلة ووجود 3 mol من MgO كما في المعادلة.

الجدول ٧-٤

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

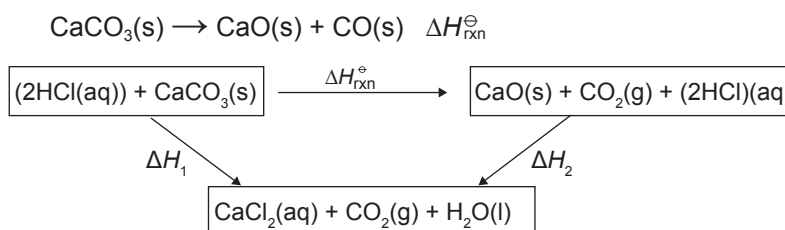
- تتطلب مناقشة الأسئلة مع الطلبة استخدام المصطلحات العلمية المرتبطة بالموضوع.

المهارة الحسابية

- من حيث المهارة الحسابية، تُعدّ الأسئلة حول حلقات هس أنشطة في الجبر والنسب، وعمليات حسابية مع أعداد سالبة.

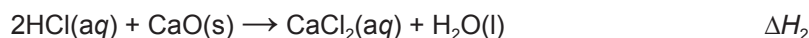
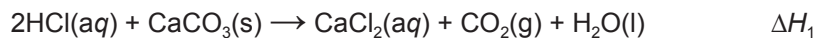
٢ استقصاء عملي: التغير في المحتوى الحراري لتفكك حراري (٢ × ٣٥ دقيقة)

أعط الطلبة مثلاً قبل إنشاء حلقة هس ذات الصلة بالاستقصاء العملي. يوضح الشكل (٧-٩) حلقة هس لتحديد التغير في المحتوى الحراري لتفكك حراري لكاربونات الكالسيوم:



الشكل ٧-٩

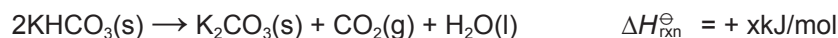
تتفاعل المادة المتفاعلة ومادة ناتجة مع حمض الهيدروكلوريك كما هو موضح فيما يلي:



يوجد مفهومان صعبان هنا: أولاً، فكرة أن HCl موجود في المعادلة ولكن لا يتم استخدامه؛ وثانياً، يتم إنتاج CO₂ ولكنه لا يشارك في التفاعل بين HCl و CaO.

ملاحظة: يعتمد المساران المختلفان على نقاط التقاء الأسهم ونقاط انطلاقها.

تطبيق قانون هس يعني أن: $\Delta H_1 = \Delta H_{\text{rxn}}^\circ + \Delta H_2$ ومن ثم $\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = \Delta H_1 - \Delta H_2$ التفاعل الذي تمت دراسته في الاستقصاء العملي:



وزّع الطلبة في ثنائيات للعمل معاً في هذا الجزء من الدرس وفي النشاط العملي لاحقاً.

تتوافر تفاصيل النشاط العملي في كتاب التجارب العملية والأنشطة وقسم إجابات الاستقصاءات العملية الوارد في هذا الدليل (الاستقصاء العملي ٧-٣). يُعدّ الاستقصاء سهل التنفيذ، ولكن يجب تخصيص وقت لوزن كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية وكربونات البوتاسيوم الصلبتين.

﴿ فكرة للتقويم ١: يمكن تقويم الطلبة على عملهم الآمن، والتسجيل ومعالجة نتائجهم بشكل دقيق لإيجاد التغيرات في درجات الحرارة.﴾

يمكن تخصيص حصة ثانية للطلبة لاستخدام التغيرات في درجات الحرارة التي حسبوها لحساب التغيرات في المحتوى الحراري ضمن قسم التحليل والاستنتاج والتقويم من ورقة عمل الاستقصاء العملي.

﴿ فكرة للتقويم ٢: اطلب إلى الطلبة حساب التغير في المحتوى الحراري للتفكك الحراري لكربونات البوتاسيوم الهيدروجينية (NaHCO₃) باستخدام قيم ΔH_f° . أثناء قيامك بالتنقل بين الطلبة، افت انتباههم إلى التناسب الكيميائي للمعادلة. يمكن للطلبة استخدام القيمة التي توصلوا إليها لمقارنتها مع القيمة التي حددها في نتائجهم خلال الاستقصاء العملي ٧-٣.﴾

اسأل الطلبة عن سبب عدم استطاعتهم تحديد التغير في المحتوى الحراري للتفاعل بشكل مباشر.

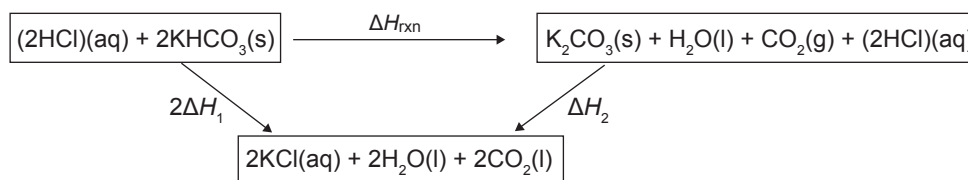
﴿ فكرة للتقويم ٣: أعط الطلبة المعادلتين الآتيتين لتفاعلين يتضمنهما الاستقصاء العملي ٧-٣.﴾

ملاحظة: يمكن تحديد التغيرات في المحتوى الحراري لهذين التفاعلين مباشرة باستخدام المسعرية.



اطلب إلى المجموعات إنشاء حلقة هس تتضمن هذين التفاعلين وتعطيهم المعادلة لإيجاد التغير في المحتوى الحراري للتفكك الحراري لكربونات البوتاسيوم الهيدروجينية.

يعد هذا صعباً، لكن المثال المعطى يوفر بعض المؤشرات للمساعدة على الحل. يجب أن تكون حلقة هس كما هو موضح في الشكل (٧-١٠).



الشكل ٧-١٠

النقطة المهمة هنا هي أنه في الحلقة، يتم ضرب التغير في المحتوى الحراري ΔH_1 في 2 ويعطى تطبيق قانون هس:

$$\Delta H_1 = 2\Delta H_1 - \Delta H_2 \text{ وبالتالي } \Delta H_{\text{rxn}} + \Delta H_2 = 2\Delta H_1$$

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

كيف يمكن تقليل مستوى الأخطاء المنهجية؟ على سبيل المثال، ماذا سيكون التأثير إذا تمّ تغيير الميزان الرقمي من القراءة حتى $\pm 0.01 \text{ g}$ إلى القراءة حتى $\pm 0.001 \text{ g}$ ، أو استخدام كمية أكبر من الحمض أو كتلة أكبر من المواد المتفاعلة الصلبة. اطلب إلى الطلبة رسم مخطط مسار لهذا التفاعل.

الدعم

بالنسبة إلى الأسهم في حلقة هس، يحتاج الطلبة إلى معرفة مكان انطلاق هذه الأسهم ومكان التقائها. يمكنهم بعد ذلك استخدام هذه الحقائق لتحديد التغيرات في المحتوى الحراري التي يجب جمعها بعضها مع بعض. أيضاً، قد يحتاج بعض الطلبة إلى توضيح سبب وجود حمض الهيدروكلوريك على طرفي المعادلة، عند رسم الحلقة. وقد يحتاجون أيضاً إلى المساعدة في حسابات المولات.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

لتقويم الطريقة، يقارن الطلبة نتائجهم حول التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل باستخدام المسعريّة مع القيمة التي قاموا بحسابها باستخدام قيم $\Delta H_{\text{rxn}}^\ominus$ (التي تسمى القيمة النظرية). لهذا يستخدمون المعادلة الآتية:

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{\left| \text{النتيجة التجريبية} - \text{القيمة النظرية} \right|}{\text{القيمة النظرية}} \times 100 \%$$

إذا كان الطلبة قادرين على حساب النسبة المئوية للخطأ المنهجي الناتج من الأجهزة، فيمكنهم مقارنة ذلك مع النسبة المئوية للخطأ الناتج من التجربة لتكوين فكرة عن دقة التجربة. إذا كانت النسبة المئوية للخطأ الناتج من التجربة أقل من الخطأ المنهجي، يكون هذا مؤشراً على كفاءة عمل الطريقة التجريبية ومدى نجاحها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

- على الطلبة اتباع التعليمات وفهم المصطلحات النظرية (ما يجب أن يحصلوا عليه) والتجريبية (ما حصلوا عليه بالفعل خلال التجربة).

المهارة الحسابية

- يوجد العديد من العمليات الحسابية التي تتضمن معالجة المعادلات: $q = mc\Delta T$ ، $n = \frac{m}{M}$ وتحويل J إلى kJ. ذكّرهم أيضًا أن إشارة q تكون + أو - وفقًا لما إذا كان التفاعل ماصًا للحرارة (إشارة +) أو طاردًا للحرارة (إشارة -).

الموضوع ٧-٥ طاقات الروابط والتغيرات في المحتوى الحراري

الأهداف التعليمية

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

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٧-٥ طاقات الروابط والتغيرات في المحتوى الحراري - كسر الروابط وتكوينها - طاقة الرابطة - متوسط طاقة الرابطة - حساب التغير في المحتوى الحراري باستخدام طاقات الروابط الأسئلة من ١١ إلى ١٣ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢ (أ، ب)، ٥ (ج)، ٦	<ul style="list-style-type: none"> • تعريف طاقة الرابطة ومتوسط طاقة الرابطة • التغيرات في المحتوى الحراري عند تكوين الروابط وعند كسرها • حساب التغيرات في المحتوى الحراري باستخدام طاقات الروابط
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٧-٥ طاقة الرابطة والتغير في المحتوى الحراري أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢	<ul style="list-style-type: none"> • حساب التغيرات في المحتوى الحراري باستخدام طاقات الروابط

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- تشير طاقات الروابط إلى الروابط التساهمية وليس إلى الروابط الأيونية، لذلك يجب تعزيز هذا المفهوم بشكل منتظم لتذكير الطلبة به لأنهم معرّضون لنسيانه.
- عدد الروابط الموجودة في جزيء متعدد الذرات مثل الماء يمثل مشكلة لبعض الطلبة. على سبيل المثال، غالباً ما يُنسب أن جزيئين من الماء يحتويان على رابطتي O—H فقط، في حين يوجد في الواقع أربع روابط. وبشكل مماثل، يمتلك ثاني أكسيد الكربون رابطتي C=O، لذا فإن جزيئين من ثاني أكسيد الكربون يمتلكان أربعاً من هذه الروابط.
- في حين أن معادلات طاقة تفكك الرابطة للجزيئات ثنائية الذرة، مثل الهيدروجين، تكتب على النحو الآتي:

$$\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}(\text{g}) \text{ أو } \text{H}-\text{H}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}(\text{g}),$$

$$\text{X}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{X}(\text{g}).$$
- يفشل الطلبة في بعض الأحيان في تقدير أن طاقة الرابطة تشير إلى الطاقة اللازمة لكسر مول واحد من الروابط بينما يشير التغير في المحتوى الحراري للتذير إلى تكوين مول واحد من الذرات.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراحان. سيعتمد اختيار النشاط المستخدم على الموارد والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (٥ دقائق)

يناقش الطلبة ما يعتقدون أنه طاقة الرابطة (التساهمية). ما الذي يحافظ على ترابط الذرات فيما بينها؟ وما هي العوامل التي تؤثر على قوة الرابطة؟ يهدف هذا فقط إلى جعل الطلبة يفكرون في الموضوع بشكل عام، وستتوافر فرص للتقويم في الجزء الرئيسي من الدرس.

٢ فكرة ب (٥ دقائق)

تتوافر على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) مقاطع فيديو عن استخدام الهيدرازين كوقود. يمتلك جزيء الهيدرازين ($\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$) رابطة أحادية مقارنة بالرابطة الثلاثية الموجودة في جزيء النيتروجين ($\text{N}\equiv\text{N}$) ما يوضح جزئياً سبب كون النيتروجين أقل نشاطاً كيميائياً من الهيدرازين.

الأنشطة الرئيسية

في ما يلي، يرد العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ طاقات الرابطة (٣٥ دقيقة)

اعرض على الطلبة معادلات تمثل التغيرات التي تتضمنها عملية كسر الروابط.

ذكر الطلبة بأن كسر الرابطة (أو تفكك الرابطة) يحتاج إلى طاقة، وبالتالي فهي عملية ماصة للحرارة. يجب مناقشة أسباب ذلك في ضوء التجاذب الكهروستاتيكي بين الأنوية والإلكترونات المشتركة في الرابطة التساهمية (لاحظ أنه عند النظر في الترابط الأيوني، يجب أن يوضح الطلبة أن التجاذب الكهروستاتيكي يحدث بين أيونات ذات شحنات متعاكسة).

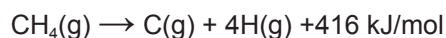
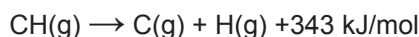
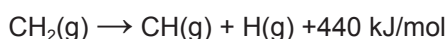
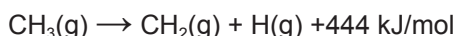
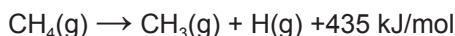
أعطِ الطلبة بعض قيم طاقات الروابط للمقارنة (انظر الجدول ٧-٥):

نوع الرابطة	متوسط طاقة الرابطة (kJ/ mol)
C-C	347
C=C	612
C-O	360
C=O	805
H-Cl	431
H-Br	366
H-I	299

الجدول ٧-٥

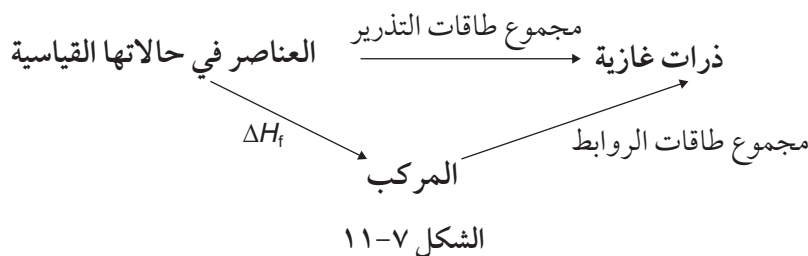
يمكن أن تكون بعض النقاط حافزاً للمناقشة:

- ما التدرج في طاقة الرابطة عند الانتقال ضمن المجموعة من أعلى إلى أسفل (على سبيل المثال المجموعة 7)؟ ولماذا؟
- لماذا لا تساوي طاقات الروابط للروابط الثنائية مثل C=C ضعف قيمة الرابطة الأحادية (على سبيل المثال C-C)؟ اسأل الطلبة عما يعتقدون أنه الفرق بين متوسط طاقة الرابطة (المحتوى الحراري للرابطة) وطاقة الرابطة. استخدم مثال الميثان لتوضيح الفرق. يمكن أن يُطلب إلى الطلبة إيجاد القيمة والمعادلة التي تمثل متوسط طاقة الرابطة (أي من المعادلة الأخيرة الموضحة أدناه).



يجب التأكيد على أن جميع المواد في المعادلات التي تظهر طاقة تفكك رابطة يجب أن تكون في الحالة الغازية. وكما هي الحال مع التغيرات الأخرى في المحتوى الحراري، يصعب قياس طاقات الروابط بشكل مباشر. يوضح السؤال ١١ من الوحدة السابعة الواردة في كتاب الطالب كيف يمكن استخدام طاقات التذير في حلقة هس لحساب المحتوى الحراري للروابط. قد يؤدي استخدام $\frac{1}{2}$ في معادلة تذير الهيدروجين إلى إرباك بعض الطلبة. علمًا أن هذا الاستخدام يرتبط بالتعريف الذي يشير إلى تكوين 1 mol واحد من الذرات، حيث يلزم $\frac{1}{2}$ H₂ لتكوينه.

يوضح الشكل (٧-١١) أدناه المخطط العام:



الشكل ٧-١١

< فكرة للتقويم ١: باستخدام القيم الواردة في السؤال ١١ حول الميثان في الوحدة السابعة من كتاب الطالب، اطلب إلى الطلبة حساب طاقة تدمير الهيدروجين.

الإجابة: باستخدام قانون هس:

$$\text{مجموع طاقات التدمير} = 1588.7 \text{ kJ/mol} = (218 \times 4) + 716.7$$

$$\Delta H_f[\text{CH}_4] = -74.8 \text{ kJ/mol} \text{ المحتوى الحراري للتكوين}$$

$$\text{مجموع طاقات التدمير} = \text{مجموع طاقات الروابط في } (\text{CH}_4) + \Delta H_f[\text{CH}_4]$$

$$\text{مجموع طاقات الروابط في } (\text{CH}_4) = \text{مجموع طاقات التدمير} - \Delta H_f[\text{CH}_4]$$

$$= 1588.7 - (-74.8) = 1663.5 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{فيكون متوسط طاقة الرابطة (C-H): } \frac{1663.5}{4} = 415.9 \text{ kJ/mol}$$

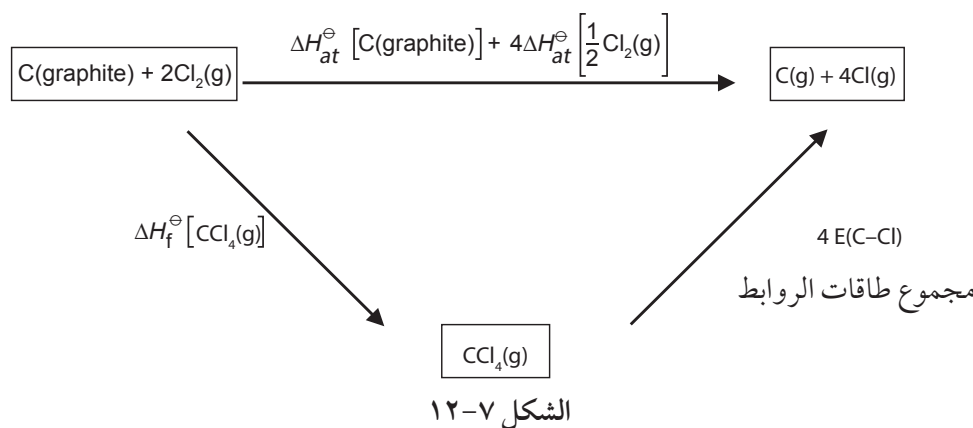
< فكرة للتقويم ٢: اطلب إلى الطلبة استخدام حلقة هس الواردة في الشكل (٧-١٠) لحساب قيمة طاقة التدمير للكلور باستخدام البيانات الآتية:

$$\text{متوسط طاقة الرابطة لـ C-Cl في } \text{CCl}_4(\text{g}) = 338 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{طاقة التدمير لـ C} = 716 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f[\text{CCl}_4] = -107 \text{ kJ/mol} : \text{CCl}_4(\text{g}) \text{ لتكوين}$$

الإجابة: يجب على الطلبة رسم حلقة الطاقة (الشكل ٧-١٢) واستخدام قانون هس.



بالنسبة إلى المعادلة: $\text{CCl}_4(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + 4\text{Cl}(\text{g})$ ، يكون مجموع طاقات الروابط

$$4E(\text{C-Cl}) = (4 \times 338) = 1352 \text{ kJ/mol}$$

باستخدام قانون هس:

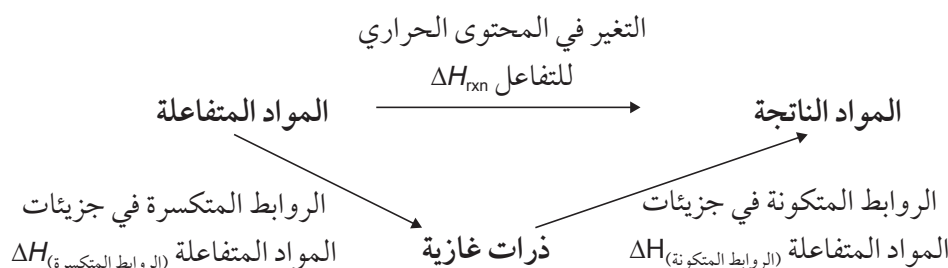
$$\begin{aligned} 4\Delta H_{\text{at}}^{\ominus} \left[\frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) \right] &= \Delta H_f^{\ominus} + 4E(\text{C-Cl}) - \Delta H_{\text{at}}^{\ominus} [\text{C}(\text{graphite})] \\ &= -107 + 1352 - 716.7 = 528.3 \end{aligned}$$

$$\Delta H_{\text{at}}^{\ominus} \left[\frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) \right] = \frac{528.3}{4} = 132.1 \text{ kJ/mol}$$

تساوي طاقة التذيرير الفعلية للكلور 121.7 kJ/mol. لماذا تختلف القيمة المحسوبة كثيراً عن القيمة الفعلية؟
الإجابة: قيم طاقة الرابطة التي تم استخدامها في الحساب هي متوسط لقيم عدد من الروابط المختلفة من النوع نفسه موجودة في مجموعة متنوعة من جزيئات مختلفة. ونظراً إلى أن هذه القيم ليست طاقات الروابط الموجودة في CCl_4 ، فمن المتوقع أن تكون القيمة المحسوبة لطاقة تذيرير الكلور مختلفة عن القيمة الفعلية.

٢ استخدام طاقات الروابط لحساب التغيرات في المحتوى الحراري للتفاعل (٣٥ دقيقة)

يوضح الشكل (٧-١٣) المخطط الذي يجب استخدامه هنا.



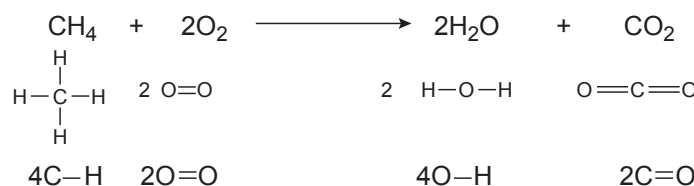
الشكل ٧-١٣

من المهم أن يتذكر الطلبة أن كسر الرابطة هو ماص للحرارة (ΔH موجب) حيث يتم امتصاص الطاقة؛ أما تكوين الروابط فهو طارد للحرارة (ΔH سالب) حيث يتم إطلاق الطاقة الحرارية.

اطلب إلى الطلبة استخدام قانون هس لإيجاد العلاقة بين الروابط المتكسرة ΔH و الروابط المتكونة ΔH_{rxn} .

يعدّ تكوين الأمونيا مثلاً جيداً (راجع الشكل (٧-١٣) من القسم ٧-٥ في كتاب الطالب).

فكرة للتقويم ١: يُعدّ السؤال ١٣ الوارد في كتاب الطالب مثلاً جيداً ليحاول الطلبة حله لأن عدد الروابط المتكسرة والمتكونة أكثر تعقيداً. يوضح الشكل (٧-١٤) عملية عد الروابط.



الشكل ٧-١٤

من هنا، يمكن للطلبة بعد ذلك الإجابة عن السؤال ١٣ ضمن مجموعات المناقشة التي يتواجدون فيها. يوضح الجدول (٧-٦) الإجابات.

الإجابة	التعليق
أ	غير صحيح. كسر الروابط ماص للحرارة وتكوين الروابط طارد للحرارة.
ب	صحيح.
ج	غير صحيح. الروابط في الأكسجين هي $\text{O}=\text{O}$ وفي CO_2 هي $\text{C}=\text{O}$.
د	غير صحيح. إما أن الطالب لم يأخذ في الحسبان وجود مولين من الماء أو وجود رابطتي $\text{O}-\text{H}$ في كل جزيء من الماء.

الجدول ٧-٦

يمكن للطلبة بعد ذلك حساب قيمة التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الميثان باستخدام بيانات متوسط طاقة الرابطة الآتية:

نوع الرابطة	متوسط طاقة الرابطة (kJ/ mol)
C-H	413
O=O	496
C=O	805
O-H	463

الجدول ٧-٧

يمكن للطلبة أيضًا رسم مخطط مسار لهذا التفاعل. يمكنهم حساب طاقة التنشيط E_a عن طريق جمع المحتوى الحراري للروابط التي تم كسرها.

✎ **فكرة للتقويم ٢:** يمكن للطلبة التوسع في الحسابات في السؤال ١١ أو السؤال ٢ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب.

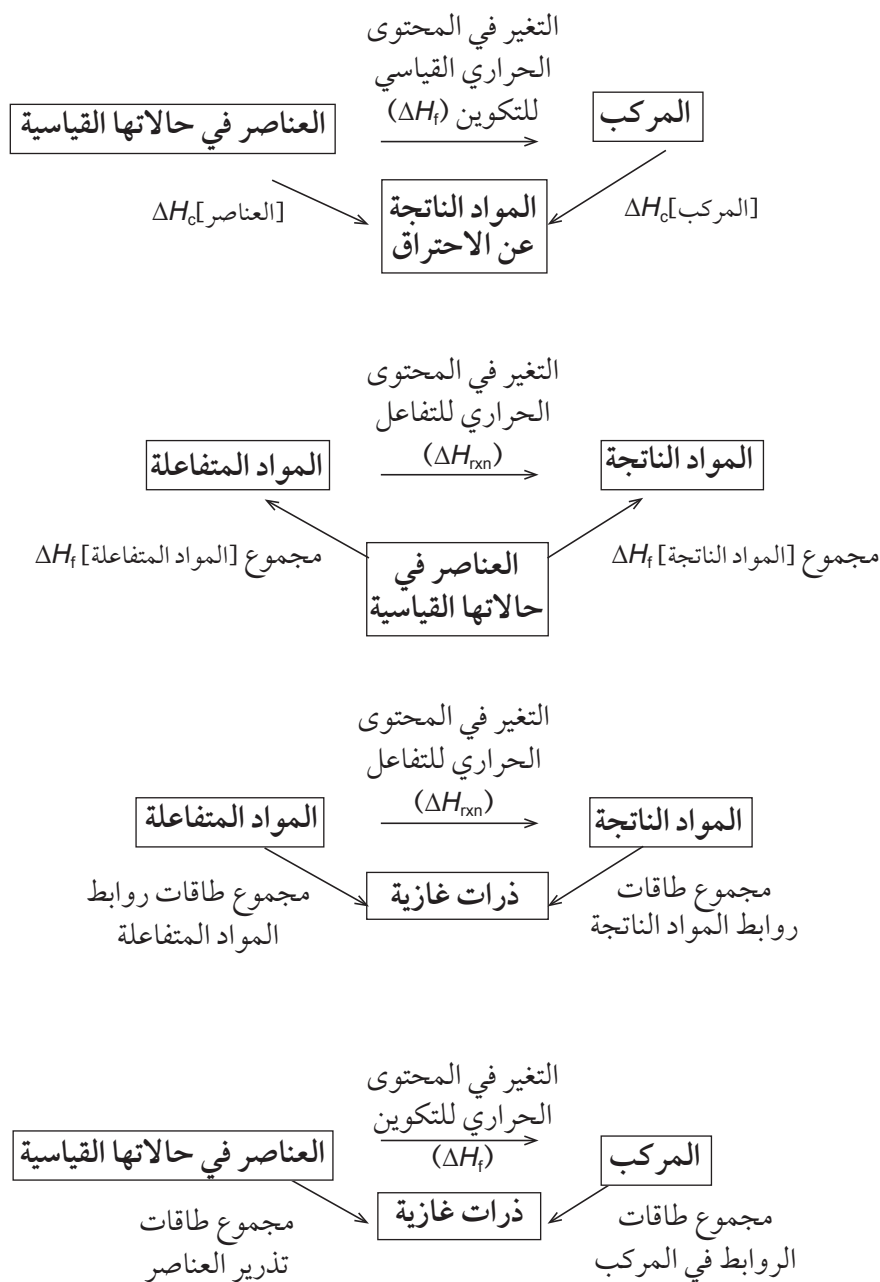
٣ ملخص في التغيرات في المحتوى الحراري (٣٥ دقيقة)

وزّع الطلبة في مجموعات من ثلاثة أو أربعة طلبة. تعطى كل مجموعة ورقة تتضمن الكلمات والتغيرات في المحتوى الحراري كما هو موضح في الجدول (٧-٨). اطلب إليهم قص الورقة وترتيب الكلمات لإنشاء أربع حلقات هس للطاقة كانوا قد استخدموها في مرحلة ما خلال دروس الوحدة السابعة. يرسم الطلبة أربع مجموعات من الأسهم ويضعون هذه الكلمات حول الأسهم لإنشاء حلقات هس للطاقة.

مكونات الحلقة (عند زوايا الحلقة)	التغير في المحتوى الحراري (توضع على الأسهم)
العناصر في حالاتها القياسية	مجموع التغيرات في المحتوى الحراري لتكوين المواد الناتجة ΔH_f [المواد الناتجة]
المركب	مجموع التغيرات في المحتوى الحراري لتكوين المواد المتفاعلة ΔH_f [المواد المتفاعلة]
المواد الناتجة من الاحتراق	مجموع التغيرات في المحتوى الحراري لاحتراق المواد الناتجة ΔH_c [المواد الناتجة]
المادة أو المواد المتفاعلة	مجموع التغيرات في المحتوى الحراري لاحتراق المواد المتفاعلة ΔH_c [المواد المتفاعلة]
طاقات الروابط لمركب	مجموع طاقات الروابط في المركب
المادة أو المواد الناتجة	مجموع طاقات تدمير العناصر
ذرات غازية	التغير في المحتوى الحراري للتفاعل (ΔH_{rxn})
	مجموع طاقات الروابط في المركب
	التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين المركب ΔH_f [المركب]

الجدول ٨-٧

بمجرد أن تقرر مجموعة من الطلبة الإجابات الصحيحة، يقوم الطلبة بتدوينها، وتعتمد مجموعات أخرى إلى تقييم الإجابات. يوضح الشكل (٧-١٥) المجموعات الصحيحة، ويمكنك عرضها أمام الصف.

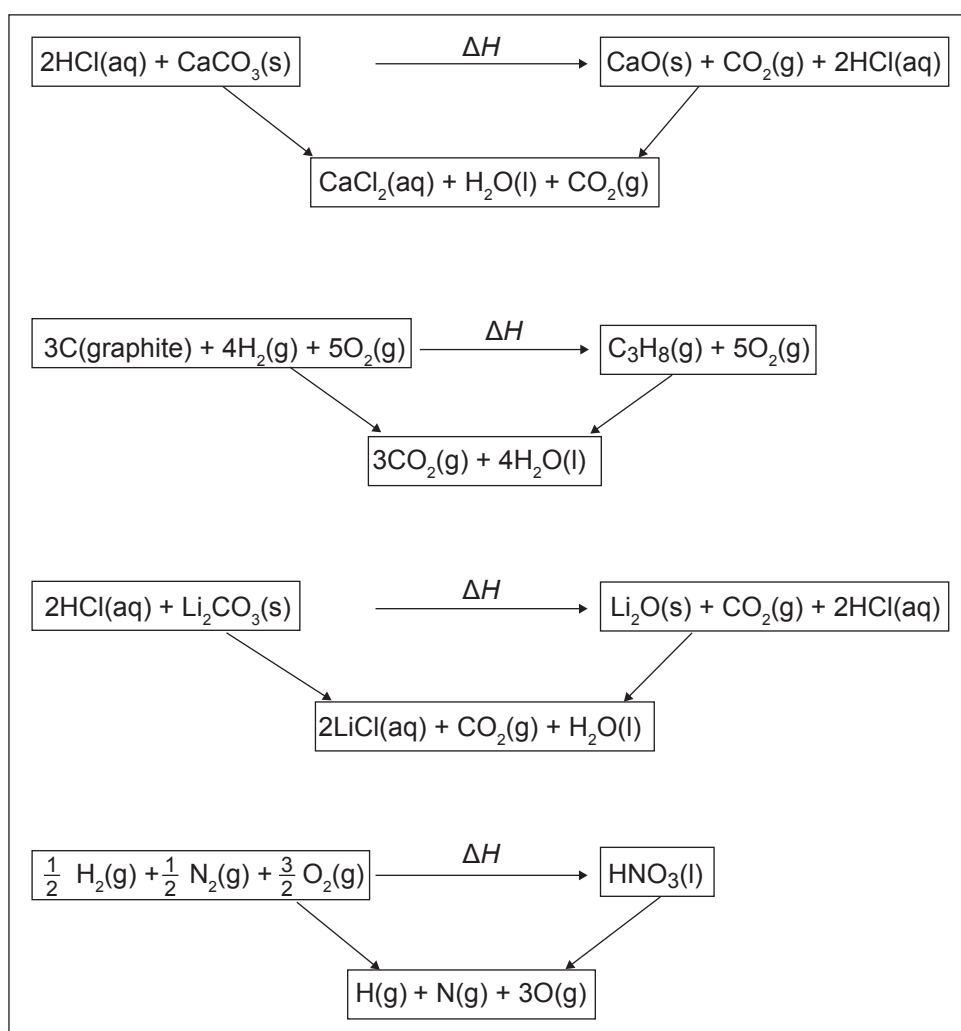


الشكل ٧-١٥

يأخذ الطلبة المجموعات التالية من المواد ويرتبونها ضمن حلقات هس للطاقة التي تحتوي على تغير واحد فقط في المحتوى الحراري (ΔH) لا يمكن تحديده مباشرة. يجب أن تكون المعادلات موزونة.

CaCO ₃ (s)	HCl(aq)	CaCl ₂ (aq)	H ₂ O(l)	CaO(s)	CO ₂ (g)	
C(graphite)	H ₂ (g)	C ₃ H ₈ (g)	CO ₂ (g)	H ₂ O(l)	O ₂ (g)	
Li ₂ CO ₃ (s)	LiCl(aq)	CO ₂ (g)	Li ₂ O(s)	HCl(aq)	H ₂ O(l)	
HNO ₃ (g)	H ₂ (g)	N ₂ (g)	O ₂ (g)	H(g)	N(g)	O(g)

الشكل ١٦-٧ أدناه يعطي الإجابات.

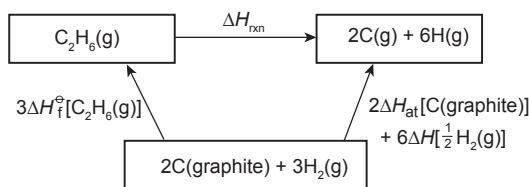


الشكل ١٦-٧

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدّي

حدد لهم السؤال لإيجاد المحتوى الحراري للرابطة C-C. للقيام بذلك، يمكن إعطاؤهم قيمة التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين الإيثان (-84 kJ/mol)، وقيم المحتوى الحراري للتذيرير (بوحدة kJ/mol) للكربون (+717) والهيدروجين (+218) ومتوسط طاقة الرابطة لـ C-H (413). يمكن إعطاء الطلبة ما يلي: $2C(g) + 6H(g) \rightarrow C_2H_6(g)$; $2C(graphite) + 3H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$. مع الطلب إليهم بترتيبها في حلقة هس. الإجابة:



$$\Delta H_{rxn} = -\Delta H_f [C_2H_6(g)] + 2\Delta H_{at} [C(graphite)] + 6\Delta H_{at} [\frac{1}{2}H_2(g)] = -(-84) + (2 \times 717) + (6 \times 218) = 2826 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{rxn} = E(C-C) + 6E(C-H)$$

$$E(C-C) = \Delta H_{rxn} - 6E(C-H) = 2826 - (6 \times 413) = 348 \text{ kJ/mol}$$

الدعم

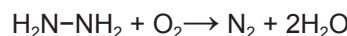
قد يحتاج الطلبة الذين واجهوا صعوبات في الدروس السابقة إلى بعض المساعدة عند إنشاء حلقات هس للطاقة. ستوفر لهم الأنشطة في هذا الدرس تدريباً على القيام بذلك.

يمكن حث الطلبة على استخدام حلقة هس للطاقة العامة المناسبة (من الأمثلة المعطاة سابقاً) عند حساب التغيرات في المحتوى الحراري باستخدام طاقات الروابط.

قد يحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في تحديد المضاعفات (multiples) المستخدمة عند الحاجة إلى أكثر من مول واحد من طاقات الروابط في حلقة هس للطاقة.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

تم ذكر مركب الهيدرازين في أحد الأنشطة التمهيديّة مسبقاً. توضح المعادلة الآتية احتراق الهيدرازين في الأكسجين:



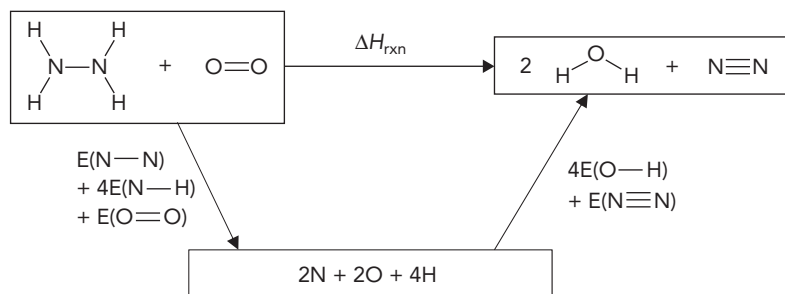
اطلب إلى الطلبة إنشاء حلقة هس التي تمكنهم من إيجاد التغير في المحتوى الحراري لهذا التفاعل باستخدام طاقات الروابط. طاقات الروابط المناسبة (بوحدة kJ/mol) هي:

نوع الرابطة	متوسط طاقة الرابطة (kJ/ mol)
N—N	163
N≡N	944
N—H	388
O=O	496
O—H	463

الجدول ٧-٩

عندما يحسبون قيمة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل، يقومون بعد ذلك برسم مخطط مسار التفاعل وإدراج قيم طاقة التنشيط والتغير في المحتوى الحراري للتفاعل.

إذا توافر متسع من الوقت، يمكن للطلبة شرح سبب اعتقادهم أن الهيدرازين يشكل وقوداً جيداً.



$$\Delta H_{\text{rxn}} = E(\text{N}-\text{N}) + 4E(\text{N}-\text{H}) + E(\text{O}=\text{O}) - [4E(\text{O}-\text{H}) + E(\text{N}\equiv\text{N})]$$

$$\Delta H_{\text{rxn}} = 163 + (4 \times 388) + 496 - [(4 \times 463) + 944] = -585 \text{ kJ/mol}$$

بعد أن يحسب الطلبة قيمة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل، يرسمون مخطط مسار التفاعل ويدخلون قيم طاقة التنشيط والتغير في المحتوى الحراري للتفاعل.

إذا توافر متسع من الوقت، يمكن للطلبة شرح سبب اعتقادهم أن الهيدرازين يُعدّ وقوداً جيداً.

هذا الدرس هو توليف لما تعلمه الطلبة عبر جمع محتويات المواضيع بعضها مع بعض ثم تحليلها. يمكنهم مقارنة ما ذكروه في النشاط التمهيدي حول نقاط ضعفهم أو ردودهم "الحمراء" في نشاط إشارات المرور وما يشعرون به الآن بعد نشاط المراجعة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

- المصطلحات المستخدمة في هذه الوحدة، مثل التذير (أو التفكيك)، وطارد للحرارة، وماص للحرارة، وحلقة الطاقة، والمحتوى الحراري تم استخدامها في وحدات أخرى، على سبيل المثال، الوحدة الخامسة (الاتزان الكيميائي)، وقد تم توضيح استخدامها ومعناها. على الرغم من أن الجزء الرئيسي من الدرس يتضمن مهارات عديدة، إلا أن الاستخدام الصحيح للبيانات يفرض على الطلبة أن يفهموا هذه البيانات، على سبيل المثال، endo بادئة لكلمة endothermic تعني داخل، ونظرًا إلى أن الطاقة يتم امتصاصها لكسر الروابط، يكون التغير ماصًا للحرارة وبالتالي يكون ΔH موجبًا.

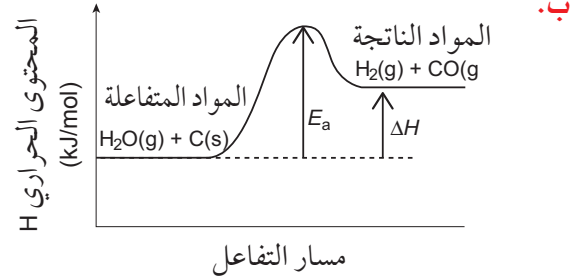
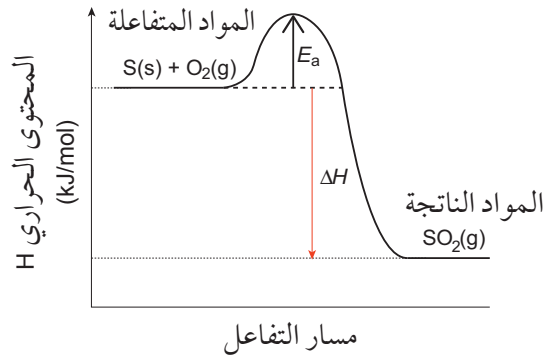
المهارة الحسابية

- يجب على الطلبة أن يتذكروا استخدام الإشارة الصحيحة (+ أو -) لكسر الروابط وتكوينها. ويجب عليهم أيضًا الرجوع إلى المعادلات التي تمثل التغيرات الكيميائية وإحصاء عدد الروابط المنكسرة والمتكوّنة.
- تتطلب العلاقة بين التغيرات المتنوعة في الطاقة مهارات جبرية أساسية، مثل سالب \times سالب = موجب.
- ترتبط الأسهم الموجودة في الحلقات بتغيرات مختلفة في المحتوى الحراري وسيحتاج الطلبة إلى تقييم ما إذا كانت هذه التغيرات موجبة أم سالبة.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. طارد للحرارة.
- ب. طارد للحرارة.
- ج. ماص للحرارة.
- د. طارد للحرارة.
- هـ. ماص للحرارة.
٢. أ.



٣. أ. ΔH_{rxn}°

ب. $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})]$ or $\Delta H_c^\circ [\text{C}(\text{graphite})]$

ج. ΔH_{rxn}°

د. $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})]$ or $\Delta H_c^\circ [\text{H}_2(\text{g})]$

هـ. ΔH_{neut}°

٤. أ. $q = mc\Delta T$

$$q = 75 \times 4.18 \times (54 - 23)$$

$$q = 75 \times 4.18 \times 31 = 9718.5 \text{ J}$$

(9720 J حتى 3 أرقام معنوية).

ب. كتلة المحلول يجب أن تكون 48 g.

$$q = 48 \times 4.18 \times 1.5 = 300.96 \text{ J}$$

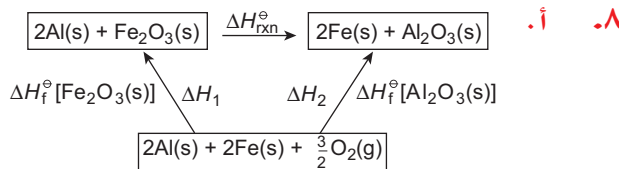
(301 J حتى 3 أرقام معنوية)

$$q = 100 \times 4.18 \times 15 = 6270 \text{ J} \quad \text{ج.}$$

٥. يتفاعل مول واحد من حمض الكبريتيك مع مولين من هيدروكسيد الصوديوم لتكوين مولين من الماء. يتحدد التغير في المحتوى الحراري القياسي للتعاادل بتكون مول واحد فقط من الماء. لذا فإن التغير في المحتوى الحراري لتعاادل حمض الكبريتيك يساوي ضعف التغير في المحتوى الحراري القياسي للتعاادل.

٦. الوقت الذي يستغرقه هيدروكسيد الصوديوم في الذوبان / تسرب (فقدان) الطاقة المنطلقة نحو ميزان الحرارة أو الهواء أو المسعر الحراري؛ افترض أن السعة الحرارية النوعية للمحلول هي نفسها السعة الحرارية النوعية للماء.

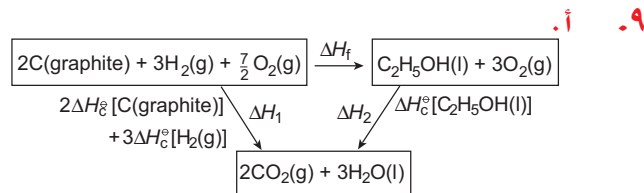
٧. في التجربة قد يكون هناك: تسرب الحرارة المنطلقة نحو محيط التفاعل؛ من الشعلة وفي المسعر الحراري وميزان الحرارة والهواء؛ الاحتراق غير الكامل للإيثانول؛ تبخر الإيثانول بحيث لا يكون فقدان وزن (كتلة) الإيثانول كله بسبب الاحتراق.



$$\Delta H_{rxn}^\circ + \Delta H_1^\circ = \Delta H_2^\circ \quad \text{ب.}$$

$$\Delta H_{rxn}^\circ + (-824.2) = -1675.7$$

$$\Delta H_{rxn}^\circ = -851.5 \text{ kJ}$$

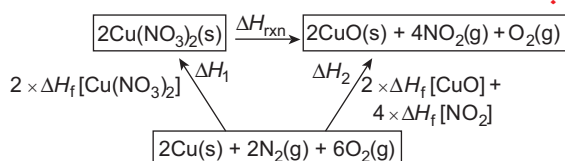


$$\Delta H_f^\circ + \Delta H_2^\circ = \Delta H_1^\circ \quad \text{ب.}$$

$$\Delta H_f^\circ + (-1367.3) = 2(-393.5) + 3(-285.8)$$

$$\Delta H_f^\circ = -277.1 \text{ kJ/mol}$$

ب.



ج. $\Delta H_{\text{rxn}} + \Delta H_1 = \Delta H_2$

$$\Delta H_{\text{rxn}} + 2(-302.9) = 2(-157.3) + 4(+33.2)$$

$$\Delta H_{\text{rxn}} + (-605.8) = -181.8$$

$$\Delta H_{\text{rxn}} = +424 \text{ kJ}$$

د. ١. الطاقة الممتصة (تفاعل ماص للحرارة؛

انخفاض في الحرارة)

$$q = 125 \times 4.18 \times (-2.9)$$

$$= -1515.25 \text{ J}$$

(كتلة المحلول هي 125 g)

1515.25 J لكل 25 g من كبريتات النحاس

(II) المميّه، لذا 1 mol

$$\Delta H_{\text{rxn}} = -(-1515.25) \times \frac{249.6}{25.0}$$

$$= 15128.256 \text{ J/mol أو } 15.1 \text{ kJ/mol}$$

(حتى 3 أرقام معنوية)

٢. الوقت الذي تستغرقه إذابة كبريتات

النحاس.

• امتصاص الطاقة من المحيط وليس فقط

من المحلول (ميزان الحرارة أو الهواء أو

المسعر الحراري).

• عدم أخذ كتلة كبريتات النحاس بالاعتبار.

وبالتالي فإن كمية الحرارة التي حُسبت هي

أقل من الكمية التي تمّ امتصاصها فعليًا.

أو

• افتراض أن السعة الحرارية النوعية

للمحلول تساوي السعة الحرارية النوعية

للماء (يمكن أن تكون السعة الحرارية

أكبر أو أصغر).

• عدم حساب الطاقة التي تمّ امتصاصها

من المسعر والمكوّنات الأخرى، لذا فإن

القيمة التي تمّ حسابها للطاقة الممتصة

تكون منخفضة جدًا.

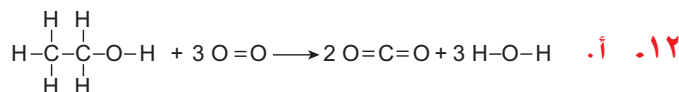
١٠. د $\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = 3\Delta H_f^\circ [\text{MgO}(\text{s})] - \Delta H_f^\circ [\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})]$

١١. $\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = +1663.5 \text{ kJ}$

توجد 4 روابط C-H في الميثان لذا فإن متوسط

طاقة الرابطة لـ C-H هو:

$$\frac{1663.5}{4} = +415.9 \text{ kJ/mol}$$



ب. $(\text{C}-\text{C}) + 5(\text{C}-\text{H}) + (\text{C}-\text{O}) + (\text{O}-\text{H})$

$$+ 3(\text{O}=\text{O}) \xrightarrow{\Delta H_c^\circ} 4(\text{C}=\text{O}) + 6(\text{O}-\text{H})$$

$$347 + 5(413) + (336) + (463) +$$

$$3(496) \longrightarrow 4(805) + 6(463)$$

$$4699 \text{ kJ} \longrightarrow -5998 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_c^\circ = -1299 \text{ kJ}$$

ج. طاقات الروابط المستخدمة هي متوسط

طاقات الروابط. تُحدد طاقات الروابط على

بيانات للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة تكون

جميعها في الحالة الغازية، في حين أن نتائج

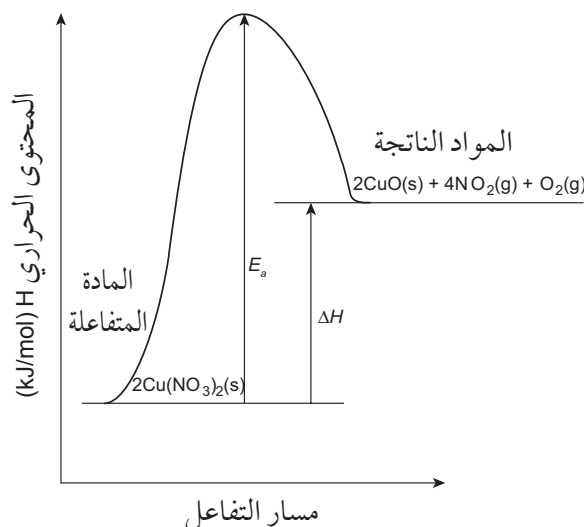
الاحتراق التجريبي تكون للإيثانول السائل

فقط.

١٣. ب

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ.



$$\Delta H_c^\circ [\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})] =$$

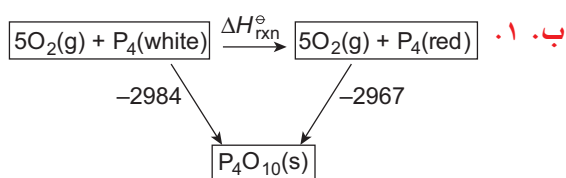
$$2\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})] + 3\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H_f^\circ [\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})]$$

$$\Delta H_c^\circ = 2(-394) + 3(-286) - (-85)$$

$$= -1561 \text{ kJ/mol}$$

- هـ. احتراق غير كامل
- تسرب الحرارة من جوانب المسعر الحراري، إلخ.

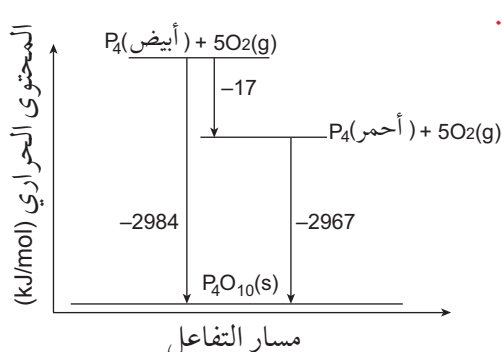
٤. أ. كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق 1 mol من مادة ما بشكل كامل وفقاً للتناسب الكيميائي في المعادلة عند الظروف القياسية.



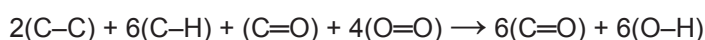
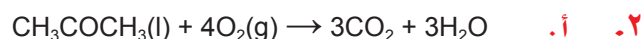
وباستخدام قانون هس،

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ - 2967 = -2984$$

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = -2984 + 2967 = -17 \text{ kJ/mol}$$



٥. أ. كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من مادة ما في الظروف القياسية.



$$2(347) + 6(413) + (805) + 4(496)$$

$$\rightarrow 6(805) + 6(463)$$

5961 kJ لكسر الروابط؛ -7608 kJ لتكوين

الروابط ؛ وبما أن كسر الروابط هو + وتكوين

الروابط هو -؛

$$\text{الإجابة} = -1647 \text{ kJ}$$

ب. أي اثنين مما يلي:

متوسط طاقات الروابط يمثل طاقات الروابط

بشكل عام / يتم الحصول عليها من:

- عدد من الروابط من النوع نفسه والموجودة في مركبات مختلفة.

- نوع الروابط نفسه في مركبات مختلفة؛

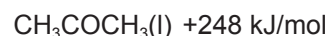
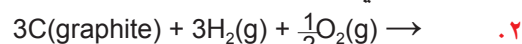
على سبيل المثال روابط C=O في ثاني

أكسيد الكربون والبروبانول.

ج. ١. هو التغير في المحتوى الحراري عندما

يتكوّن مول واحد من مركب ما من عناصره

الأولية في الظروف القياسية.



٣. لا يتفاعل الكربون بشكل مباشر مع

الهيدروجين والأكسجين عند الظروف

القياسية.

٣. أ.
$$\frac{240}{24\,000} = 0.01 \text{ mol}$$

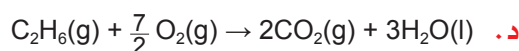
ب.
$$q = 100 \times 4.18 \times 33.5$$

$$= 14\,003 \text{ J} = 14.0 \text{ kJ}$$

(حتى 3 أرقام معنوية)

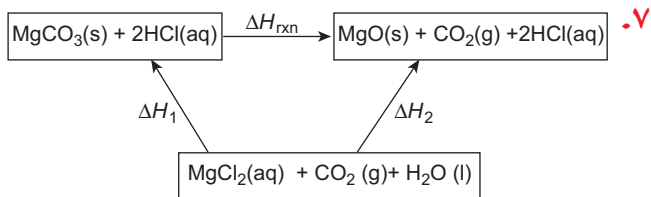
ج.
$$\Delta H_c = \frac{-14.0}{0.01}$$

$$= -1400 \text{ kJ/mol}$$



هذه هي المعادلة لـ $\Delta H_c^\circ [\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})]$

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ [\text{المواد الناتجة}] - \sum n \Delta H_f^\circ [\text{المواد المتفاعلة}]$$



أ. $q = mc\Delta T$

$q = 250 \times 4.18 \times 23.0$

$q = 24000 \text{ J} = 24.0 \text{ kJ}$ (حتى 3 أرقام معنوية)

ب. $M_r = 32.0$; كتلة الميثانول المحترق = 2.9 g

$\frac{2.9}{32.0} = 0.0906 \text{ mol}$

ج. $\frac{-24.0}{0.0906} = -265 \text{ kJ/mol}$

د. تسرب الحرارة؛

احتراق غير كامل؛

ظروف غير قياسية.

ب. $\Delta H_f^\circ[\text{CH}_4(\text{g})] =$

$\sum \Delta H_c^\circ [\text{المواد المتفاعلة}] - \sum \Delta H_c^\circ [\text{المواد الناتجة}]$

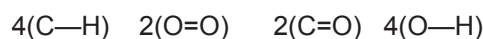
$\Delta H_c^\circ [\text{C}(\text{graphite})] + 2\Delta H_c^\circ [\text{H}_2(\text{g})] - \Delta H_c^\circ [\text{CH}_4(\text{g})]$

$\Delta H_f^\circ[\text{CH}_4(\text{g})] =$

$= 2(-286) - 394 - (-891)$

$= -572 - 394 + 891$

$= -75 \text{ kJ/mol}$



$4 \times 413 \quad 2 \times 496 \quad 2 \times 805 \quad 4 \times 463$

$\Delta H_c^\circ = 1652 + 992 - 1610 - 1852$

$= -818 \text{ kJ/mol}$

أ. ٦. المحتوى الحراري للروابط في $\text{H}_2 + \text{I}_2$

$= 436 + 151$

$= +587 \text{ KJ/mol}$

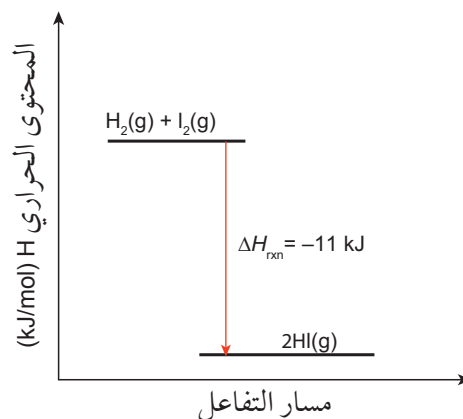
المحتوى الحراري للروابط في 2HI

$= 2 \times -299$

$= -598 \text{ KJ/mol}$

$\Delta H_{\text{rxn}} = 587 + (-598) = -11 \text{ kJ}$

ب.

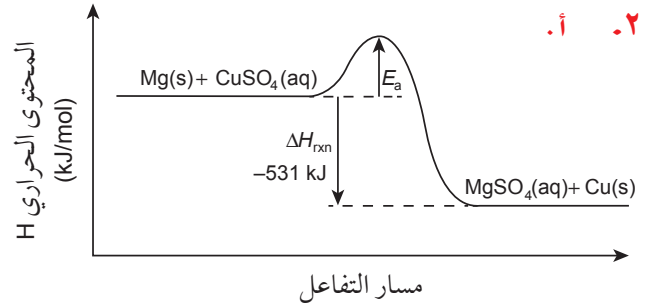


إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة

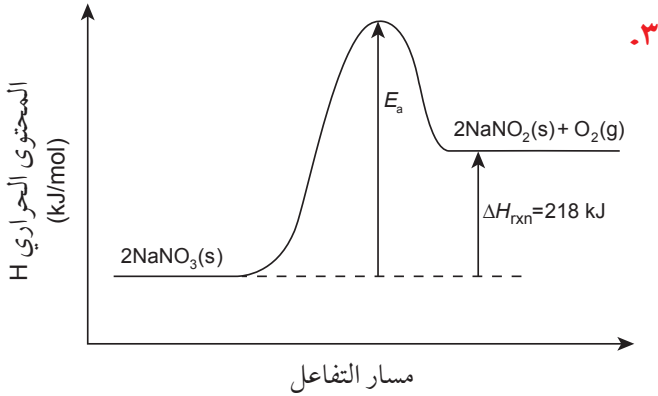
إجابات الأنشطة

نشاط ٧-١

١. التغير في المحتوى الحراري هو تبادل الطاقة الحرارية بين مخلوط التفاعل الكيميائي ومحيطه عند ضغط ثابت. والرمز المستخدم للتغير في المحتوى الحراري هو ΔH . فإذا تم امتصاص الحرارة من محيط التفاعل يكون التفاعل ماصاً للحرارة. وإذا انطلقت الحرارة نحو محيط التفاعل يكون التفاعل طارداً للحرارة. عند إجراء مقارنة بين التغيرات في المحتوى الحراري نستخدم الظروف القياسية وهذه الظروف تحدد على النحو الآتي: ضغط قيمته 100 كيلو باسكال ودرجة حرارة مقدارها 298 كلفن وحيث تكون المواد المتفاعلة والنواتج جميعها في حالتها الفيزيائية العادية عند هذه الظروف.



ب. طارد للحرارة لأن المواد المتفاعلة تملك طاقة أكبر من المواد الناتجة / التغير في المحتوى الحراري بإشارة سالبة.



نشاط ٧-٢

١. أ. التغير في المحتوى الحراري القياسي للتكوين هو التغير في المحتوى الحراري عندما يتكون مول واحد من المركب من عناصره الأولية عند الظروف القياسية.

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

ج. التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل هو التغير في المحتوى الحراري عندما تتفاعل كميات المواد المتفاعلة وفقاً للتناسب الكيميائي الموضح في المعادلة الكيميائية لتكوين المواد الناتجة عند الظروف القياسية.

٢. ١ مع د، ٢ مع ب، ٣ مع أ، ٤ مع ج

٣. أ. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$
 $\Delta H_c^\circ [(C_3H_8(g))]$

ب. $OH^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow H_2O(l)$ $\Delta H_{neut}^\circ [OH^-(aq)]$

ج. $MgCO_3(s) \rightarrow MgO(s) + CO_2(g)$
 $\Delta H_{rxn}^\circ [MgCO_3(s)]$

د. $2Na(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow Na_2O(s)$ $\Delta H_f^\circ [Na_2O(s)]$

٤. التفاعل ٣. ج. : تفكك كربونات الماغنيسيوم

٥.

التفاعل ٣.أ.: احتراق البروبان

التفاعل ٣.ب.: تفاعل التعادل بين (NaOH) و (H₂SO₄)

التفاعل ٣.د.: تفاعل تكوين أكسيد الصوديوم

نشاط ٧-٣

١.

أ. التغير في درجة حرارة الماء والمسرور الفلزي

$$(\Delta T) = 35.2 - 20.5 = 14.7^{\circ}\text{C}$$

ب.

الطاقة التي امتصها الماء = كتلة الماء × السعة الحرارية النوعية للماء × الارتفاع في درجة الحرارة

$$q_1 = m \times c \times \Delta T = 70 \times 4.18 \times 14.7 = 4301 \text{ J}$$

الطاقة التي امتصها المسرور = كتلة المسرور × السعة الحرارية النوعية للمسرور النحاسي × الارتفاع في درجة الحرارة

$$q_2 = m \times c \times \Delta T = 200 \times 0.385 \times 14.7 = 1132 \text{ J}$$

الطاقة الحرارية الكلية الممتصة:

$$4301 + 1132 = 5433 \text{ J}$$

ج.

كتلة الكحول المحترقة: 92.33 - 92.19 = 0.14 g

$$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH} = (6 \times 12) + (14 \times 1) + 16 = 102 \text{ g/mol}$$

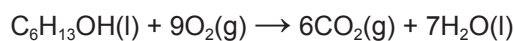
د.

$$-5433 \times \frac{102}{0.14} = -3958328.6 \text{ J} \\ -3958 \text{ kJ/mol}$$

٢.

تسرب الحرارة من جدران الكوب / من سطح الماء / من الشعلة / العمل في ظروف غير قياسية

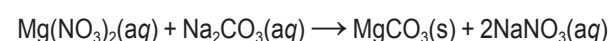
٣.



$$\Delta H_c^{\circ} [\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH(l)}] = -3958 \text{ kJ/mol}$$

٤.

أ.



ب.

قم بعزل الكأس / ضع غطاء على الكأس / قلب (حرك) المخلوط بميزان الحرارة (بحيث لا توجد «نقاط ساخنة» ويحدث التفاعل بأسرع ما يمكن).

ج.

$$20 \text{ mL} + 20 \text{ mL} = 40 \text{ mL} = \text{حجم المحلول}$$

$$23.2 - 18.9 = 4.3^{\circ}\text{C} = \text{الارتفاع في درجة الحرارة}$$

$$\text{الحرارة} = \text{كتلة المحلول} \times \text{السعة الحرارية}$$

$$\text{النوعية} \times \text{الارتفاع في درجة الحرارة}$$

$$q = 40 \times 4.18 \times 4.3 = 718.96 \text{ J}$$

د. السعة الحرارية النوعية للمحلول تساوي السعة

الحرارية النوعية للماء.

هـ. عدد مولات نترات الماغنيسيوم.

$$n = M.V$$

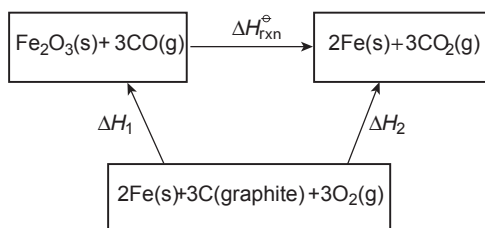
$$1.0 \times \frac{20.0}{1000} = 0.02 \text{ mol}$$

$$\Delta H = -q = -\frac{718.96}{0.02}$$

$$= -35948 \text{ J} = -36.0 \text{ kJ/mol}$$

نشاط ٧-٤

١. أ.



$$\Delta H_f^{\circ} = \Delta H_f^{\circ} [\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})] + 3 \times \Delta H_f^{\circ} [\text{CO}(\text{g})]$$

$$= (-824.2) + 3 \times (-110.5)$$

$$= -1155.7 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^{\circ} = 3 \times \Delta H_f^{\circ} [\text{CO}_2(\text{g})] = 3 \times (-393.5)$$

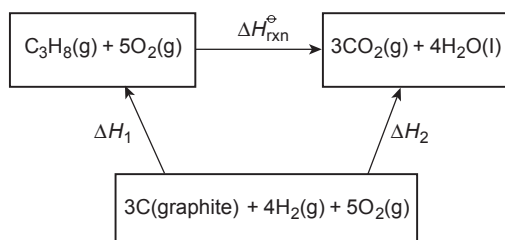
$$= -1180.5 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^{\circ} + \Delta H_{\text{rxn}}^{\circ} = \Delta H_f^{\circ}$$

$$\Delta H_{\text{rxn}}^{\circ} = \Delta H_f^{\circ} - \Delta H_f^{\circ}$$

$$= (-1180.5) - (-1155.7) = -24.8 \text{ kJ}$$

٢.



إلى أنه يتم كسرها واحدة تلو الأخرى، فهي يتم كسرها فعلياً في جزيئات (جسيمات) مختلفة).

ويكون متوسط طاقة الرابطة C-H في الميثان هو:

$$\frac{\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4}{4}$$

٢. أ. تكون الطاقة المنطلقة عند تكوين الروابط في المواد الناتجة أكبر من الطاقة الممتصة عندما تتكسر الروابط في المواد المتفاعلة.

ب.

الروابط المتكسرة (kJ)	الروابط المتكونة (kJ)
$4 \times (C-H) = 4 \times 413 = 1652 \text{ kJ}$	$2 \times (C=O) = 2 \times 805 = 1610 \text{ kJ}$
$2 \times (O=O) = 2 \times 496 = 992 \text{ kJ}$	$4 \times (O-H) = 4 \times 463 = 1852 \text{ kJ}$
المجموع = 2644 kJ	المجموع = -3462 kJ

التغير في المحتوى الحراري =
 $+2644 + (-3462) = -818 \text{ kJ/mol}$

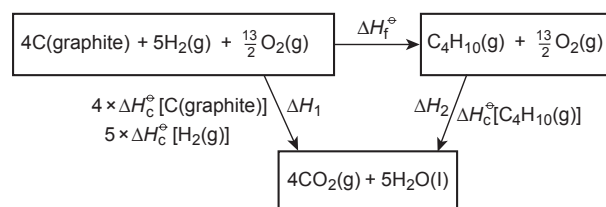
ج.

الروابط المتكسرة	الروابط المتكونة
$1 \times (C=C) = 1 \times 612 = 612 \text{ kJ}$	$4 \times (C=O) = 4 \times 805 = 3220 \text{ kJ}$
$4 \times (C-H) = 4 \times 413 = 1652 \text{ kJ}$	$4 \times (O-H) = 4 \times 463 = 1852 \text{ kJ}$
$3 \times (O=O) = 2 \times 496 = 1488 \text{ kJ}$	
المجموع = 3752 kJ	المجموع = -5072 kJ

التغير في المحتوى الحراري =
 $+3752 + (-5072) = -1320 \text{ kJ/mol}$

$$\begin{aligned}\Delta H_f^\circ &= \Delta H_f^\circ [\text{C}_3\text{H}_2(\text{g})] = -104.5 \text{ kJ} \\ \Delta H_2^\circ &= 3 \times \Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})] + 4 \times \Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] \\ &= (3 \times -393.5) + (4 \times -285.84) = -2323.7 \text{ kJ} \\ \Delta H_f^\circ + \Delta H_{rxn}^\circ &= \Delta H_2^\circ \\ \Delta H_{rxn}^\circ &= \Delta H_2^\circ - \Delta H_f^\circ \\ &= (-2323.7) - (-104.5) = -2219.2 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

٣. أ.



ب.

$$\begin{aligned}\Delta H_1 &= 4 \times \Delta H_c^\circ [\text{C}(\text{graphite})] + 5 \times \Delta H_c^\circ [\text{H}_2(\text{g})] \\ &= (4 \times -393.5) + (5 \times -285.8) = -3003.0 \text{ kJ} \\ \Delta H_2 &= \Delta H_c^\circ [\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})] = -2876.5 \text{ kJ} \\ \Delta H_1 &= \Delta H_f^\circ [\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})] + \Delta H_2 \\ \Delta H_f^\circ [\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})] &= \Delta H_1 - \Delta H_2 \\ &= -3003.0 - (-2876.5) = -126.5 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

ج. إنه التفاعل نفسه، حيث إن كمية الكربون المحترق هي نفسها كمية ثاني أكسيد الكربون المتكونة.

نشاط ٧-٥

١. طاقة الرابطة هي كمية الطاقة اللازمة لكسر رابطة معينة، في حين أن متوسط طاقة الرابطة هو كمية الطاقة اللازمة لكسر نوع معين من الروابط، وهي تُحسب كمتوسط للعديد من الروابط من هذا النوع الموجودة في جزيئات مختلفة.

في المثال حول طاقة تفكك الروابط في الميثان، تكون طاقات الروابط على التوالي ΔH_1 و ΔH_2 و ΔH_3 و ΔH_4 لكل رابطة من الروابط C-H الأربع (تنتمي هذه الروابط إلى النوع نفسه ولكن نظراً

إجابات الاستقصاءات العملية

فهرس الدرس

في هذه الوحدة سيكمل الطلبة استقصاءات عملية حول:
استقصاء عملي ١-٧: حساب التغير في المحتوى الحراري لتفاعل تعادل بالتجربة
استقصاء عملي ٢-٧: التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات
استقصاء عملي ٣-٧: التغير في المحتوى الحراري لتفكك حراري

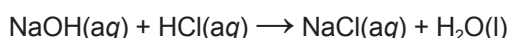
التحضير للاستقصاء

- يجب أن يعرف الطلبة مصطلحات مثل المحتوى الحراري والتعريفات المختلفة المرتبطة بهذا الموضوع. يحتاج الطلبة إلى فهم هذه التعريفات وكيف تؤثر على معالجة البيانات. على سبيل المثال، دائماً ما يتم التعبير عن التغيرات في المحتوى الحراري القياسية بوحدة kJ/mol .
- يجب أن يتحلى الطلبة بالثقة عند التحويل من J إلى kJ وأن يدركوا أن حساباتهم الأولية للحرارة يتم التعبير عنها بوحدة J .
- تعد الاستقصاءات حول قانون هس سهلة التنفيذ ولكن في كثير من الأحيان لا يفهم الطلبة النظرية الكامنة وراء ما يقومون بتنفيذه.

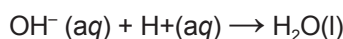
استقصاء عملي ١-٧: حساب التغير في المحتوى الحراري لتفاعل التعادل بالتجربة

المقدمة

يتطلب هذا الاستقصاء من الطلبة رسم تمثيل بياني لدرجة الحرارة مقابل الحجم واستخدامه لتحديد التغيرات في درجة الحرارة في التفاعل. يستخدم هذا الاستقصاء محلولاً من هيدروكسيد الصوديوم كمادة متفاعلة محددة للتفاعل، في حين تتم إضافة الحمض تدريجياً حتى يصبح فائضاً. التفاعل يحدث وفق المعادلة الآتية:



أو بشكل أكثر دقة:



المدة

- سيستغرق النشاط العملي والتجهيز نحو نصف ساعة لإكماله.
- ينبغي تخصيص نصف ساعة أخرى لرسم التمثيل البياني وإجراء الحسابات ومناقشة النتائج وحساب النسب المئوية للأخطاء.

التحضير للاستقصاء

يجب أن يعرف الطلبة تعريف التغير في المحتوى الحراري للتعادل.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- أكواب من البوليسترين عدد 2
- 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)
- سداة من الفلين مع ثقب واحد، يتناسب مع ميزان الحرارة أو مجس الحرارة (اختياري)
- حمض الهيدروكلوريك تركيزه نحو 2 mol/L
- محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1.00 mol/L

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

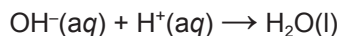
- ارتد نظارات واقية للعينين في جميع مراحل الاستقصاء.
- يعد حمض الهيدروكلوريك مادة مهيجة عند هذا التركيز.
- يعد محلول هيدروكسيد الصوديوم مادة أكالة عند هذا التركيز.

توجيهات حول الاستقصاء

- على الرغم من أن الطلبة سوف يستخدمون سحاحة لتوصيل حجم دقيقة خلال المعايرة، إلا أن الأمر يكون معقدًا عند استخدام ميزان حرارة لجمع قراءات درجة الحرارة، لذلك ربما لا يتقنون الأمر مباشرة (على الفور).
- لاحظ أن تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم يساوي 1.00 mol/L، بينما يساوي تركيز الحمض 2 mol/L. يجب تذكير الطلبة بذلك حتى لا يفترضوا أن قمة التمثيل البياني يجب أن تكون عند 25.0 mL. إن عدم تزويد الطلبة بـ حمض تركيزه 2.00 mol/L، سيمنحهم من التدريب على رسم الخطوط الأفضل تمثيلًا والاستقراء بشكل أكثر فعالية.
- ستعطي التجربة فقط تغيرات طفيفة في درجة الحرارة عند بعض النقاط، ولكن من المهم تحريك الكوب بشكل دائري لخلط المحلول للحصول على القراءات الأكثر دقة. يجب القيام بذلك بعناية، وإلا فقد يعلق بعض المحلول على جوانب الكأس أو ينسكب خارجه.
- في البداية، لا يفهم بعض الطلبة أسباب تنفيذ التجربة باستخدام التمثيل البياني لدرجة الحرارة مقابل الحجم. ومع ذلك، عند إتمامهم التجربة، وشرح النتائج لهم، يمكنهم فهم هذه الأسباب.
- قد يحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة عند إجراء الحسابات، ولكن يُفترض فيهم إكمال إنجاز النشاط العملي ورسم التمثيل البياني الخاص بهم قبل البدء بالحسابات.

سيتمكن الطلبة الأكثر قدرة من حساب قيم التغير في المحتوى الحراري للتفاعل بشكل مستقل وإيجاد النسبة المئوية للخطأ باستخدام النتائج النظرية أعلاه مع النتائج التجريبية.

يمكن للطلبة الأكثر قدرة أن يجربوا أحماضاً مختلفة، مثل حمض الإيثانويك (تركيزه نحو 2 mol/L) أو حمض الكبريتيك (تركيزه نحو 1 mol/L) لمعرفة ما إذا كانوا سيجدون قيمة للتغير في المحتوى الحراري الفعلي للتفاعل. يمكن تلخيص التفاعل بالمعادلة الأيونية:



والقيمة المقبولة للتغير في المحتوى الحراري القياسي للتعاقل هي: $\Delta H_{\text{neut}} = -57.1 \text{ kJ/mol}$

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يجب أن يكون الطلبة قادرين على تحويل قيم الحرارة/التغير في المحتوى الحراري من ل إلى kJ. يفشل الطلبة من حين لآخر في القيام بذلك.

متغيرات الاستقصاء

يوضح الجدول الآتي أنواع المتغيرات ويعطي أمثلة عليها.

نوع المتغير	أمثلة
المتغير المستقل	حجم الحمض
المتغير التابع	التغير في درجة الحرارة
المتغيرات الضابطة	حجم المادة القلوية تركيز المادة القلوية تركيز الحمض

النتائج

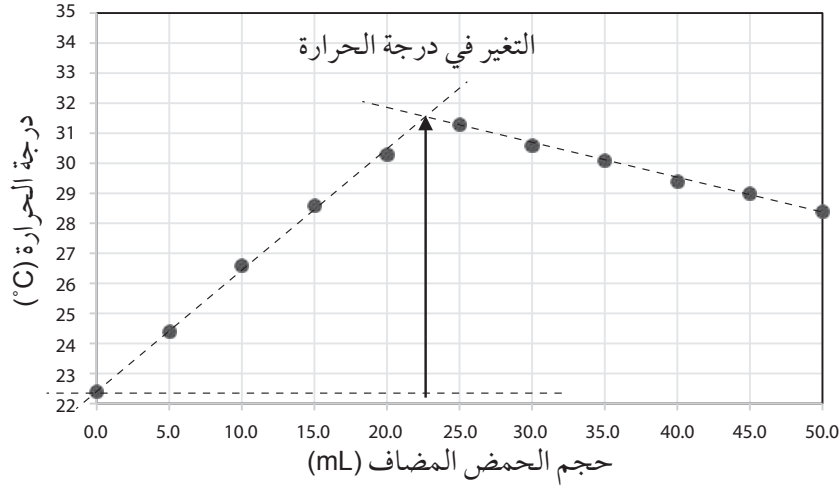
يعطي الجدول (٧-١) فكرة عن النتائج التي يجب على الطلبة الحصول عليها عند إتمام الاستقصاء.

50.0	45.0	40.0	35.0	30.0	25.0	20.0	15.0	10.0	5.0	0.0	حجم الحمض (mL)
28.4	29.0	29.4	30.1	30.6	31.3	30.3	28.6	26.6	24.4	22.4	درجة الحرارة (°C)

الجدول ٧-١

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام النتائج)

١. انظر إلى الشكل ١-٧.



الشكل ١-٧.

عندما يتم رسم التمثيل البياني باستخدام البيانات الواردة في الجدول (١-٧)، تكون درجة الحرارة الابتدائية 22.4°C ودرجة الحرارة القصوى التي تم قياسها بالاستقراء 31.6°C .

٢. التغير الأقصى في درجة الحرارة ΔT :

$$31.6 - 22.4 = 9.2^{\circ}\text{C}$$

٣. بلغ حجم هيدروكسيد الصوديوم المستخدم 50.0 mL.

عند درجة الحرارة القصوى التي تم الوصول إليها من خلال التمثيل البياني في الشكل ١-٧، بلغ حجم الحمض المضاف 22.5 mL.

$$m = 50.0 + 22.5 = 72.5 \text{ g}$$

$$q = mc\Delta T = 72.5 \times 4.18 \times 9.2 = 2788 \text{ J}$$

٤. عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم المستخدمة

$$(n) = \text{التركيز} \times \text{الحجم} = 1.00 \text{ (mol/L)} \times 0.05 \text{ (L)} = 0.05 \text{ mol}$$

$$\Delta H = -\frac{q}{n} = -\frac{2788.0}{0.05} = -55760 \text{ J/mol} = -55.8 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{|\text{القيمة الفعلية} - \text{القيمة التجريبية}|}{\text{القيمة الفعلية}} \times 100\% = \frac{|-55.8 + -57.1|}{-57.1} \times 100\% = 2.28\%$$

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{\text{الخطأ الأقصى}}{\text{قيمة القياس}} \times 100\%$$

انظر الجدول (٧-٢) أدناه.

التعليقات	النسبة المئوية للخطأ	القراءة التي سجلت	خطأ القراءة	الجهاز/القراءة
يستخدم التغير في درجة الحرارة قراءتين لدرجة الحرارة، لذا فإن الخطأ يساوي: $\pm 0.1^{\circ}\text{C} \times 2 = \pm 0.2^{\circ}\text{C}$	2.17%	9.2 °C	0.2 °C	يقرأ ميزان الحرارة المستخدم لتسجيل درجات الحرارة حتى 0.2 °C، وبالتالي فإن له عدم دقة من $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
تستخدم الحجم التي يتم قياسها بالسحاحة قراءتين، لذا فإن الخطأ يساوي: $\pm 0.05 \text{ mL} \times 2 = \pm 0.1 \text{ mL}$	0.44%	22.5 mL	0.1 mL	للسحاحة المستخدمة في قياس حجم الحمض عدم دقة من $\pm 0.05 \text{ mL}$
الحجم الذي يتم قياسه بالماصة يتم بقراءة واحدة فقط، لذا فإن الخطأ يساوي: $\pm 0.1 \text{ mL}$	0.20%	50.0 mL	0.1 mL	للماصة التي سعتها 50.0 mL والمستخدم في قياس حجم هيدروكسيد الصوديوم عدم دقة من $\pm 0.1 \text{ mL}$
	2.81%	المجموع		

الجدول ٧-٢

هذا يعني أن الخطأ الفعلي للتجربة (2.28%) ينتج من أجهزة القياس (2.81%)، ولكن قد يكون بعض الخطأ ناتجاً من تسرب الحرارة بسبب التوصيل الحراري (على سبيل المثال من خلال الجزء العلوي المفتوح من الجهاز) أو من طريقة الاستقراء المستخدمة في التمثيل البياني.

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

المقدمة

يتعلق هذا الاستقصاء العملي بما هو خطأ فيه بالقدر نفسه بما هو جيد فيه. من الناحية المثالية، يمكن استخدام وعاء الغازات المضغوطة كمسعر لإيجاد التغير في المحتوى الحراري لاحتراق الكحولات. ومع ذلك، في هذه العملية، يتم استخدام موافد كحولية.

بالنسبة إلى الكحولات الأربعة جميعها يتم رفع درجة حرارة الماء بالمقدار نفسه في كل مرة. هذا يعني أن التغير في المحتوى الحراري سيكون هو نفسه في كل مرة لأن الجهاز المستخدم يكون هو نفسه. يعد تركيب الجهاز بسيطاً جداً؛ ويمكن استخدام حصيرة مقاومة (عازلة) للحرارة لعزل الجهاز عن التيار الهوائي من خلال وضعها حول الموقد الكحولي والمسعر. في حال استخدام مسعرات زجاجية، يجب تغيير السعة الحرارية النوعية أما الحسابات فتبقى هي نفسها.

المدة

- سيستغرق النشاط العملي نحو نصف الساعة لإتمامه.

- يمكن تخصيص موافد كحولية لكحولات معينة ويمكن التشارك فيها بين مجموعات الطلبة. تعد المجموعات المكونة من شخصين مثالية.
- ينبغي تخصيص نصف ساعة إضافية للتجهيز وإجراء الحسابات ومناقشة النتائج وحساب النسب المئوية للأخطاء.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- موافد 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 (ثرموتر) أو مجس حرارة متصل بحاسوب (اختياري)
- مخبر مدرج سعة 100 mL
- أعواد ثقاب
- ميزان إلكتروني يقرأ حتى منزلتين عشريتين على الأقل
- مصدر للماء
- موقد بنزن

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- ارتد نظارات واقية للعينين في جميع مراحل الاستقصاء.
- تعدّ جميع الكحولات قابلة للاشتعال.
- يجب التعامل مع أنواع الكحولات على أنها مواد ضارة.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يدرك الطلبة أن الحرارة اللازمة لتسخين المسعر يجب أن تؤخذ في الحسبان.
- يجب أن يدرك الطلبة أن الموقد الكحولي سستم مشاركته فيما بينهم، وبالتالي يمكن أن يعطلوا المجموعات الأخرى إذا لم ينجزوا قياساتهم في مدة زمنية معقولة.
- تتمثل المشكلة الأكبر بوضع الشعلة عند الارتفاع نفسه لكل موقد وتعديل موضع المسعر بحيث يكون قاعه عند المسافة نفسها من الشعلة في كل مرة.
- ارتفاع درجة الحرارة الموصى به في كتاب الأنشطة هو 20°C ، والتي يمكن الوصول إليها في وقت قصير جداً - نحو دقيقة واحدة. سيكون ضرورياً في هذه الحال القيام بتقليب متواصل وسريع في كل تجربة.
- من المفترض أن الطلبة رأوا سابقاً كيفية حساب الأخطاء التي تسببها الأجهزة التي يستخدمونها. في هذا الاستقصاء العملي، يجب أن يكونوا قادرين على الأقل على حساب النسبة المئوية للخطأ في نتائجهم بالمقارنة مع القيم المتوفرة في

المراجع العلمية. بعد أن يقوموا بحساب الأخطاء الناتجة من الأجهزة التي يستخدمونها، ستبقى نسبة معينة من الخطأ غير مرتبطة بالأجهزة.

- مصدر الخطأ الأكثر وضوحاً هو تسرب (فقدان) الحرارة عبر الجهاز. كما أن احتراق الكحولات، خصوصاً تلك التي تمتلك كتلة جزيئية نسبية أكبر، لا يكون كاملاً، ويجب تذكير الطلبة بتعريف التغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق.
- يمكن التحقق من أن الاحتراق غير كامل من خلال فحص الجانب السفلي من المسعر، حيث يعد وجود رواسب الكربون إشارة جيدة إلى أن الاحتراق غير كامل.

- تتمثل إحدى طرائق التعزيز للطلبة في تشجيعهم على استخدام جداول بيانات من أجل «أتمتة» عملياتهم الحسابية وتوفير وقتهم. وقد يظن بعضهم أن ذلك يوفر عليهم القيام بالحسابات. ومع ذلك، فعند إنشاء جداول البيانات الخاصة بهم وتفعيلها، فهم في الواقع يقومون بالحسابات ويستخدمون المعادلات التي يحتاجون إلى فهمها.
- ويمكن التوسع (التعزيز) مع الطلبة الأكثر قدرة، بأن يأخذوا قيم التغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق التي وجدوها أو القيم المتوافرة في المراجع ورسمها مقابل الكتلة الجزيئية النسبية. ومن تمثيلاتهم البيانية يمكنهم إيجاد التغير في المحتوى الحراري عند حرق كل مجموعة CH_2 - إضافية، ويمكنهم بالتالي حساب المحتوى الحراري للرابطة C-H .

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

ينسى الطلبة أحياناً أنهم يقومون بتسخين المسعر الحراري في الوقت نفسه مع الماء. لهذا السبب يجب أن يتذكروا أن المسعر يمتلك سعة حرارية نوعية مختلفة عن الماء. تبلغ السعة الحرارية النوعية للنحاس 0.385 J/g.K أو 0.840 J/g.K وللزجاج 0.840 J/g.K أو 0.385 J/g.K .

تنبؤ

تنبؤ محتمل لطالب ما حول الاستقصاء يمكن أن يكون كما يلي: كلما ازدادت الصيغة الجزيئية بمجموعة CH_2 ، يصبح التغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق طارداً أكثر للحرارة بمقدار 654 kJ/mol .

$$\Delta H_c^\circ [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH(l)}] - (-654) = -1367 - (-654) = -713 \text{ kJ/mol} : (\text{CH}_3\text{OH(l)})$$

$$\Delta H_c^\circ [\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH(l)}] + (-654) = -3330 + (-654) = -3984 \text{ kJ/mol} : (\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH(l)})$$

$$\Delta H_c^\circ [\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH(l)}] + (5 \times -654) = -3330 + (5 \times -654) = -6600 \text{ kJ/mol} : (\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH(l)})$$

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام النتائج)

١. التغيرات في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق للكحولات الأربعة:

$$\text{كتلة المسعر النحاسي} = 198.00 \text{ g}$$

كمية الحرارة الكلية الممتصة نتيجة احتراق كل كحول

$$q = (19800 \times 0.385 \times 20) + (100 \times 4.18 \times 20)$$

$$= 1524.6 + 8360 = 9884.6 \text{ J}$$

يكون هذا التغير في المحتوى الحراري هو نفسه الذي للكحولات الأربعة. بالنسبة إلى النتائج الواردة في الجدول (٧-٢)، لم تكن المواعيد الكحولية متوافرة، لذلك تم استخدام مواعيد صغيرة. وكانت المدة الزمنية المستغرقة لكل تجربة تتراوح من دقيقة إلى دقيقتين.

ترد في الجدول (٧-٣) نتائج الكحولات الأربعة جميعها وهي مأخوذة من جدول بيانات.

الكحول	كتلة الموقد + الكحول قبل الاحتراق	كتلة الموقد + الكحول بعد الاحتراق	الكتلة المحترقة	الكتلة المولية	عدد المولات المحترقة	الحرارة المنطلقة من كل كحول (J)	القيمة التجريبية للتغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق (kJ/mol)
إيثانول	6.05	5.57	0.48	46	0.010435	9884.6	-947.3
1-بروبانول	6.20	5.79	0.41	60	0.006833	9884.6	-1446.5
1-بيوتانول	6.27	5.87	0.40	74	0.005405	9884.6	-1828.7
1-بنتانول	6.90	6.52	0.38	88	0.004318	9884.6	-2289.1

الجدول ٧-٣

٢. (أ - د) ترد النسبة المئوية للخطأ لكل من الكحولات في الجدول (٧-٤).

الكحول	القيمة التجريبية للتغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق (kJ/mol)	القيمة الفعلية المقبولة (المرجعية) للتغير في المحتوى الحراري القياسي للاحتراق (kJ/mol)	النسبة المئوية للخطأ
إيثانول	-947	-1367	30.7
1-بروبانول	-1447	-2021	28.4
1-بيوتانول	-1829	-2676	31.7
1-بنتانول	-2289	-3330	31.3

الجدول ٧-٤

٣. (أ و ب) يرد الحد الأقصى لنسبة الخطأ الناتج من الأدوات المستخدمة في الجدول (٧-٥).

الجهاز/ القراءة	خطأ القراءة	القراءة التي سجلت	النسبة المئوية للخطأ	التعليقات
قراءة ميزان الحرارة حتى 0.5	1.0	20.0	5.0	يتم أخذ قراءتين لميزان الحرارة - كلاهما يعطي خطأ أقصى $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ وبالتالي فإن الخطأ الكلي يساوي 1.0°C
قراءة المخبر المدرج حتى 2 mL	1	100	1.0	الحجم الذي يعطيه المخبر المدرج يمتلك قراءة واحدة، وبالتالي فإن الخطأ يبلغ فقط $\pm 1\text{ mL}$
		النسبة المئوية الكلية %	6.0	

الجدول ٧-٥

٤. النسبة المئوية للخطأ المرتبطة بقياس الكتلة المحترقة لكل من الكحولات.

$$\text{إيثانول} \quad \text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{0.01}{0.48} \times 100\% = 2.08\%$$

$$1\text{-بروبانول} \quad \text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{0.01}{0.41} \times 100\% = 2.44\%$$

$$1\text{-بيوتانول} \quad \text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{0.01}{0.40} \times 100\% = 2.50\%$$

$$1\text{-بنتانول} \quad \text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{0.01}{0.38} \times 100\% = 2.63\%$$

٥. النسبة المئوية القصوى للخطأ لكحول واحد

المثال = 1-بنتانول

إجمالي الخطأ الناتج من جهاز القياس = 8.63%

٦. بالنسبة لـ 1-بنتانول، فإن الفرق بين نسبة الخطأ الإجمالية والخطأ الناتج من الجهاز هو:

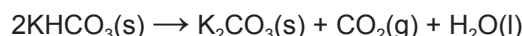
$$31.3 - 8.63 = 22.67\%$$

ربما يرجع هذا الاختلاف الكبير إلى الاحتراق غير الكامل للكحول وفقدان (تسرب) الحرارة من خلال التوصيل الحراري (عبر جوانب المسعر) والحمل (الانتقال) الحراري (لا تسخن المخلفات الغازية الساخنة المسعر).

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

المقدمة

يعد من المستحيل قياس التغير في المحتوى الحراري لبعض التفاعلات. ولأن التفكك الحراري تفاعل ماص للحرارة، فمن المستحيل قياس التغير في المحتوى الحراري له مباشرة. والطريقة الوحيدة لإيجاد هذه التغيرات هي باستخدام قانون هس. سندرس في هذا الاستقصاء التفكك الحراري لكاربونات البوتاسيوم الهيدروجينية، التي تتم وفق المعادلة الآتية:



المدة

- يمكن إتمام هذا الاستقصاء العملي بسهولة في غضون نصف ساعة، على الرغم من أنه ينبغي قضاء بعض الوقت قبل البدء به وذلك لشرح النظرية الكامنة وراء الطريقة وكيف سيقوم الطلبة بحساب التغيرات.
- يمكن للطلبة العمل بشكل فردي.
- ينبغي تخصيص نصف ساعة إضافية للتجهيز والقيام بالحسابات ومناقشة النتائج وحساب النسب المئوية للأخطاء.

التحضير للاستقصاء

- يحتاج الطلبة إلى معرفة النظرية الكامنة وراء قانون هس وكيف يمكن استخدامه لتحديد التغيرات في المحتوى الحراري التي يستحيل تحديدها بطرائق أخرى.
- يحتاج الطلبة إلى مراجعة التفاعلات بين الأحماض والكربونات أو الكربونات الهيدروجينية.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

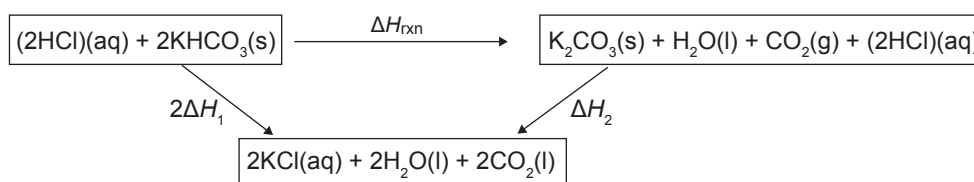
- كوب من البوليسترين مع الغطاء
- كأس زجاجية لحمل كوب البوليسترين
- ميزان حرارة (من 10°C إلى 50°C ويفضل أن يقرأ حتى المنزلة 0.2°C) (أو مجس حرارة متصل بحاسوب)
- ملعقة كيماويات
- أوراق بلاستيكية للوزن
- مخبر مدرج سعة 50 mL
- صوف قطني لتوفير عزل إضافي
- ميزان رقمي يقرأ حتى منزلتين عشريتين على الأقل
- كربونات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

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- ارتد نظارات واقية للعينين في جميع مراحل الاستقصاء.
- يُعد حمض الهيدروكلوريك مادة مهيجة عند هذا التركيز.
- يحدث الكثير من الفوران خلال التفاعلات ولذلك يجب توخي الحذر وذلك بإعادة وضع الغطاء بمجرد إضافة المواد الصلبة إلى الحمض لتقليل التعرض لرداذ الحمض.

توجيهات حول الاستقصاء

- لا يستخدم العديد من الطلبة ضعفي قيمة التغير في المحتوى الحراري ΔH_1 في حساباتهم. يجب أن يدركوا أيضاً أن الإشارة المعطاة للتغير في المحتوى الحراري (زائد أو ناقص) مهمة جداً للنتيجة النهائية.
- يواجه عدد من الطلبة صعوبات فيما يتعلق بقانون هس، وبالتالي فإن التدريب على القيام بهذه الحسابات سيساعدهم كثيراً في التغلب على هذه الصعوبات.



الشكل ٧-٢

شجع الطلبة على استخدام جداول البيانات من أجل «أتمتة» حساباتهم وتوفير وقتهم. إذا كنت تخشى من أن هذا سيمنعهم من إجراء الحسابات بأنفسهم، فتذكر أنه عند إنشاء جداول البيانات الخاصة بهم وتفعيلها، إنما هم في الواقع يقومون بالحسابات ويستخدمون المعادلات التي يحتاجون إلى فهمها.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

قد يخلط الطلبة بين تفاعلات KHCO_3 و K_2CO_3 و HCl عند بناء حلقة هس.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام النتائج)

٥-١ النتائج الموضحة في الجدول (٦-٧) مأخوذة من استقصاء عملي نموذجي حول هذا الموضوع.

كتلة $\text{KHCO}_3 = 2.55 \text{ g}$

كتلة $\text{K}_2\text{CO}_3 = 3.46 \text{ g}$

التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل (kJ/mol)	عدد المولات (mol)	الكتلة المولية (g/mol)	الكتلة (g)	الحرارة المتبادلة q (J)	التغير في درجة الحرارة (°C)	درجة الحرارة النهائية (°C)	درجة الحرارة الابتدائية (°C)	
+29.5	0.02547	100.1	2.55	-752.4	-3.6	14.4	18	KHCO_3 التفاعل الأول
-35.9	0.02504	138.2	3.46	+898.7	+4.3	22.2	17.9	K_2CO_3 التفاعل الثاني

الجدول ٦-٧

٦. التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل:

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

$$\Delta H_{\text{rxn}} = 2 \Delta H_1 - \Delta H_2 = 2 \times 29.5 - (-35.9) = +94.9 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{rxn}} = -2\Delta H_f(\text{KHCO}_3(\text{s})) + \Delta H_f(\text{K}_2\text{CO}_3(\text{s})) + \Delta H_f(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) + \Delta H_f(\text{CO}_2(\text{g})) =$$

$$-(2 \times -959.4) + (-1146) + (-285.8) + (-393.5)$$

$$= +93.5 \text{ kJ}$$

$$٨. \text{ النسبة المئوية للخطأ} = 100\% \times \left[\frac{94.9 - 93.5}{93.5} \right] = 1.5\%$$

التفاعل الأول

يقرأ مقياس الحرارة حتى 0.2°C وبالتالي فإن عدم الدقة يساوي $\pm 0.1^\circ\text{C}$. تؤخذ قراءتان لدرجة الحرارة، وبالتالي فإن عدم الدقة الكلي يساوي 0.2°C .

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = 100\% \times \left(\frac{0.2}{3.6} \right) = 5.56\%$$

للوزن قراءتان يتم إجراؤهما، وتساوي درجة عدم الدقة لكل منهما ± 0.005 g.

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = 100\% \times \frac{2 \times 0.005}{2.55} = 0.39\%$$

لقياس الحمض باستخدام المخبر المدرج، يقيس المخبر المدرج حتى 1 mL وبالتالي عدم الدقة ± 0.5 mL.

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = 100\% \times \left(\frac{0.5}{50} \right) = 1\%$$

لذلك، النسبة المئوية الإجمالية للخطأ للتفاعل ١ =

$$5.56 + 0.39 + 1 = 6.95\%$$

التفاعل الثاني

$$\text{النسبة المئوية للخطأ عند درجة الحرارة} = 100\% \times \left(\frac{0.2}{4.3} \right) = 4.65\%$$

$$\text{النسبة المئوية للخطأ عند الوزن} = 100\% \times \frac{2 \times 0.005}{3.46} = 0.29\%$$

نسبة الخطأ عند قياس الحمض = 1%

لذلك، نسبة الخطأ الإجمالية

$$= 4.65 + 0.29 + 1.0 = 5.94\%$$

إجمالي الخطأ المحتمل بسبب جهاز القياس

$$= 4.65 + 0.29 + 1.0 = 5.94\%$$

إجمالي الخطأ المحتمل بسبب جهاز القياس

$$= 5.94 + 6.95 = 12.89\%$$

هذا يعني أن الخطأ الفعلي للتجربة (1.5%) يكون ضمن الخطأ الناتج من جهاز القياس.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

السؤال ١

أ. التفاعل طارد للحرارة.

تنتقل الحرارة المنطلقة عبر الألومنيوم لتسخين الحساء.

ب. ١. قد يزيد الضغط داخل العلبة وبالتالي تنفجر.

٢. زيادة الحيز الفارغ فوق أكسيد الكالسيوم بحيث يسمح له بالتمدد.

ج. الإشارة إلى الاستخدام الصحيح لقانون هس، تصبح العلاقة كالآتي:

$$\Delta H_f^\circ [\text{CaO(s)}] + \Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O(l)}] + \Delta H_{\text{rxn}}^\circ = \Delta H_f^\circ [\text{Ca(OH)}_2\text{(s)}]$$

إعادة ترتيب العلاقة:

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = \Delta H_f^\circ [\text{CaO(s)}] - \Delta H_f^\circ [\text{Ca(OH)}_2\text{(s)}] \quad \Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O(l)}]$$

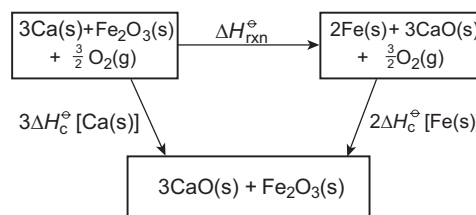
أو

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = -986.1 - [(-635.1) + (-285.8)] = -65.2 \text{ kJ/mol}$$

د. التغير في المحتوى الحراري نتيجة ذوبان

هيدروكسيد الكالسيوم في الماء (لتكوّن محلول هيدروكسيد الكالسيوم).

هـ. ١.

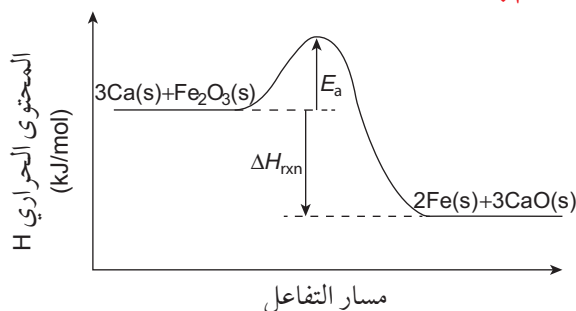


$$3\Delta H_c^\circ [\text{Ca(s)}] = 2\Delta H_c^\circ [\text{Fe(s)}] + \Delta H_{\text{rxn}}^\circ$$

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = 3\Delta H_c^\circ [\text{Ca(s)}] - 2\Delta H_c^\circ [\text{Fe(s)}]$$

$$[\text{Fe(s)}] = (3 \times -635.1) - (2 \times -824.2) = -256.9 \text{ kJ}$$

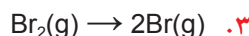
٢.



السؤال ٢

أ. ١. متوسط الطاقة اللازمة لكسر نوع معيّن من الروابط التساهمية موجود في مجموعة متنوعة من الجزيئات في الحالة الغازية.

٢. طاقات الروابط هي لروابط معيّنة في الإيثانول / تعتمد طاقة الرابطة على محيط بيئة الرابطة. بينما يتم تحديد متوسط طاقات رابطة معيّنة لروابط من النوع نفسه موجودة في مركبات متنوعة.



ب. طاقة الروابط للمواد المتفاعلة

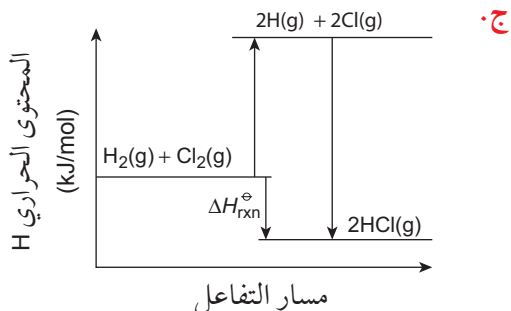
$$= +435.9 + 243.4 = 679.3 \text{ kJ}$$

طاقة الروابط للمواد الناتجة

$$= 2 \times 431.0 = -862.0 \text{ kJ}$$

التغير في المحتوى الحراري

$$= +679.3 + (-862.0) = -182.7 \text{ kJ}$$



- د. يتم امتصاص الطاقة، لأن الطاقة تنطلق خلال تفاعل الكلور مع الهيدروجين / يتم امتصاص الطاقة، لأنه التفاعل العكسي لاندماج الكلور والهيدروجين. هـ. باستخدام قانون هس، تصبح العلاقة كالتالي:

$$\Delta H_1 + \Delta H_{\text{rxn}} = \Delta H_2$$

$$\Delta H_1^\ominus + \Delta H_{\text{rxn}}^\ominus = \Delta H_{\text{at}}^\ominus [\text{C(graphite)}] + (4 \times \Delta H_{\text{at}}^\ominus [\frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g})])$$

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\ominus = \Delta H_{\text{at}}^\ominus [\text{C(graphite)}] +$$

$$(4 \times \Delta H_{\text{at}}^\ominus [\frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g})]) - \Delta H_1^\ominus$$

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\ominus = +716.7 + (4 \times 121.7) - (-129.6) = 1333.1 \text{ kJ}$$

$$\text{C-Cl} = 1333.1 \div 4 = 333.3 \text{ kJ/mol}$$

السؤال ٣

- أ. هو التغير في المحتوى الحراري القياسي عندما يتكوّن مول واحد من الماء من التفاعل بين حمض ومادة قاعدية عند الظروف القياسية.

- ب. أضف حجمًا محددًا من الحمض إلى حجم محدد من المادة القلوية، يجب أن تكون تراكيز الحمض والمادة القلوية معلومة.

يتم إجراء التفاعل في وعاء معزول. قس درجة حرارة الحمض والمادة القلوية قبل خلطهما، ثم درجة الحرارة القصوى التي بلغها المخلوط.

قلّب مخلوط التفاعل جيدًا.

- ج. حجم المخلوط يساوي 75 mL

الحرارة المنطلقة من التفاعل

$$q = m \times c \times \Delta T = 75 \times 4.18 \times 8.9 = 2790.15 \text{ J}$$

$$\frac{50}{1000} \times 1.0 = \text{NaOH}$$

$$= 0.05 \text{ mol}$$

التغير في المحتوى الحراري لكل مول:

$$\Delta H = \frac{-q}{n}$$

$$-2790.15 \times \frac{1.5}{0.05} = -55.8 \text{ kJ/mol}$$

- د. ١. لصعوبة قياس درجة حرارة المواد الصلبة بدقة خلال التفاعل إذا لزم تسخين التفاعل للبدء به.

٢. التغير في المحتوى الحراري لتكوين أكسيد

النحاس (II)

