

نتقدم بثقة
Moving Forward
with Confidence

رؤية عمان
2040
Oman Vision



سَلْطَنَةُ عُمَانَ
وَدَارُ الْبُرْجِيَّةِ وَالتَّجْلِيدِ

الكيمياء

الصف الثاني عشر

دليل المعلم

الفصل الدراسي الأول

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

1445 هـ - 2023 م

الطبعة التجريبية



سَلْطَنَةُ عُمَانَ
وَزَارَةُ التَّرْبِيَةِ وَالتَّعْلِيمِ

الكيمياء

الصف الثاني عشر

دليل المعلم

الفصل الدراسي الأول

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

1445 هـ - 2023 م

الطبعة التجريبية

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 ٢٠٢٣ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمّت مواءمتها من دليل المعلم - الكيمياء للصف الثاني 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 ٢٠٢٣/٣٦ 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-

سلطنة عُمان

(المحافظات والولايات)





النشيد الوطني



يا رَبَّنَا احْفَظْ لَنَا
وَالشَّعْبَ فِي الأَوْطَانِ
وَلْيَدُمُ مَوَيِّدًا
جَلالَةَ السُّلْطَانِ
بِالأَعِزِّ والأَمَانِ
عاهلاً مُمَجِّداً

بِالنُّفوسِ يُفْتَدَى

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبِيِّ
فازتقي هامَ السَّماءِ
أوفياءً مِنْ كِرامِ العَرَبِ
وَأملئي الكَوْنَ ضياءً

وَاسْعَدِي وَانْعَمِي بِالرِّخاءِ

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؛ لتلبيّ مُتطلّبات المجتمع الحالية، وتطلّعاته المستقبلية، ولتتواكب مع المُستجدّات العالمية في اقتصاد المعرفة، والعلوم الحياتية المختلفة؛ بما يُوّدي 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 مُحقّقًا 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 المعلمين 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

الموضوع ١-٥: معايرة الأحماض والقواعد	٦٥
الموضوع ١-٦: الاتزان والذوبانية	٦٨
الموضوع ١-٧: المحاليل المنظمة	٧٣
إجابات أسئلة كتاب الطالب	٧٨
إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة	٨٧

الوحدة الثانية: الكيمياء الكهربائية

العلوم ضمن سياقها: التخلّص من

المواد السامة	٩٨
نظرة عامة	٩٩
مخطط التدريس	١٠٠
الموضوع ٢-١: جهود الأقطاب الكهربائية (E)	١٠١
الموضوع ٢-٢: قياس جهود الأقطاب القياسية	١٠٣
الموضوع ٢-٣: جهود الاختزال القياسية	١٠٦
الموضوع ٢-٤: تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E)	١٠٩
الموضوع ٢-٥: التحليل الكهربائي	١١٤
الموضوع ٢-٦: حسابات التحليل الكهربائي	١١٧
إجابات أسئلة كتاب الطالب	١٢١
إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة	١٢٨

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 الأولى: الاتزان في المحاليل المائية

العلوم ضمن سياقها: التخلّص من عسر الماء	٤٩
نظرة عامة	٥٠
مخطط التدريس	٥٠
الموضوع ١-١: الأحماض والقواعد	٥١
الموضوع ١-٢: الأحماض والقواعد القوية والضعيفة	٥٤
الموضوع ١-٣: ثابت تأين الماء K_w وحسابات الرقم الهيدروجيني pH	٥٧
الموضوع ١-٤: ثابت تأين الأحماض الضعيفة K_a والقواعد الضعيفة K_b	٦٠

الوحدة الثالثة: طاقة الشبكة البلورية

- العلوم ضمن سياقها: تركيب البلورات ١٤٣
- نظرة عامة ١٤٤
- مخطط التدريس ١٤٥
- الموضوع ٣-١: طاقة الشبكة البلورية ($\Delta H_{\text{latt}}^{\ominus}$) . ١٤٥
- الموضوع ٣-٢: التغير في المحتوى الحراري
للتذير (التفكك) والألفة الإلكترونية ١٤٧
- الموضوع ٣-٣: حلقة (دورة) بورن-هابر ١٥١
- الموضوع ٣-٤: التغيرات في المحتوى
الحراري للمحاليل ١٥٦
- إجابات أسئلة كتاب الطالب ١٦٠
- إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة ١٦٥

الوحدة الرابعة: مشتقات الهيدروكربونات (١)

- العلوم ضمن سياقها: تحضير الإيثانول
- كوقود حيوي ١٧٣
- نظرة عامة ١٧٣
- مخطط التدريس ١٧٤
- الموضوع ٤-١: السلسلة المتجانسة للكحولات ١٧٥
- الموضوع ٤-٢: السلسلتان المتجانستان
للألدهيدات والكيونات ١٧٨
- الموضوع ٤-٣: السلسلة المتجانسة
للأحماض الكربوكسيلية ١٨٢
- الموضوع ٤-٤: السلسلة المتجانسة للإسترات ١٨٤
- الموضوع ٤-٥: تفاعلات الكحولات ١٨٨
- الموضوع ٤-٥: تفاعلات الكحولات ١٩١
- الموضوع ٤-٦: تفاعلات تحضير الكحولات ... ١٩٥
- إجابات أسئلة كتاب الطالب ٢٠١
- إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة ٢٠٤

المقدمة

مرحباً بك في كتاب الكيمياء للصف الثاني عشر.

يأتي دليل المعلم لكتاب الكيمياء للصف الثاني 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 يتضمّن «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، آملين 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 الثاني 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 جميع 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 العمليّة والأنشطة التجارب اللازمة لتطوير هذه المهارات.

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

كيف تستخدم هذه السلسلة

تقدّم هذه المكوّنات (أو المصادر) الدعم للطلبة في الصف الثاني 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 الثاني 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 يساعدهم على تطوير مهارات الاستقصاء العملية الأساسية. وكذلك مهارات تخطيط الاستقصاءات، واختيار الجهاز المناسب 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 تعلّمية تساعدك في عمليّة 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 العمليّة 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 تعلّمية معيّنة. وهي ترد مع اقتراحات لاستنباط أدلة عليها مع الطلبة واقتراحات لتفنيدها.

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 تمييزها 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 المتميز (تفريد التعليم) في تدريس كل موضوع، مع أفكار وأنشطة «التوسّع والتحدي» لتوسّع 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 العمليّة والأنشطة» في نهاية كل وحدة من دليل المعلم هذا.

طرائق للتدريس والتعلم <

في ما يلي موجز لطرائق التدريس الرئيسيّة 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 إمكانيّة الاستفادة من هذه الطرائق وتضمينها في مخطط الدرس.

التعلم النشط

التعلم النشط ممارسة تربيويّة 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، ويوفّر 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 للحياة

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 تربيوية تهدف إلى تعلم الطلبة، إذ تركز على كيفية 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 تبنيهم 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 فاعلية. 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.

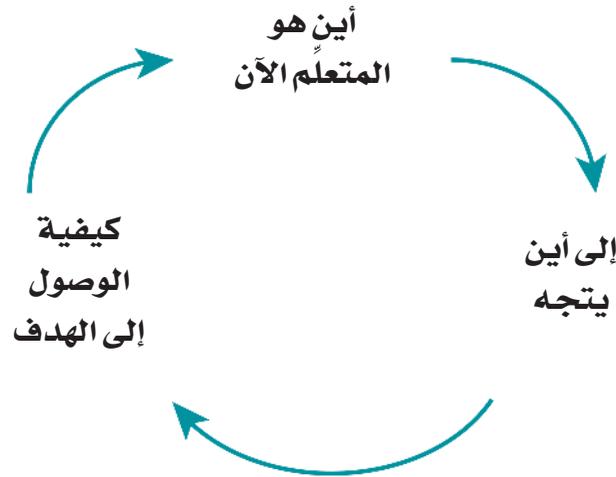
التقويم من أجل التعلّم

ما هو التقويم من أجل التعلّم؟

التقويم من أجل التعلّم نهج تعليمي يؤمّن تغذية راجعة يمكن الاستفادة منها في تحسين تعلم الطلبة. ومن خلاله، يصبح الطلبة أكثر اندماجاً في عمليّة التعلّم، فيكتسبون بالتالي الثقة في ما يتوقع منهم تعلمه 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 سلالم 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 تعلم 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 يتعلمونها، بشكل أكثر دقة، وفهم أنفسهم كمتعلمين. كما تصبح جودة التفاعلات والتغذية الراجعة بين الطلبة والمعلمين 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 كفيّة متابعة التعلم. إذ يكوّن التقويم من أجل التعلم ارتباطاً قيمياً بين التقويم وأنشطة التعلم، حيث سيكون لتوضيح الأهداف تأثير مباشر على كفيّة 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 عملية 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 وإجابتها. 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، اعتماداً على محتوى الدرس وأهدافه، ستستخدم أنواعاً مختلفة من الأسئلة. في ما يأتي ثلاثة أنواع من الأسئلة مع الأمثلة.

مساعدة

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

أسئلة المناقشة

وهي أسئلة سايرة تسهّل المناقشة وتؤمّن فهماً 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 درّسته إيّاهم. 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 تساعدهم 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.

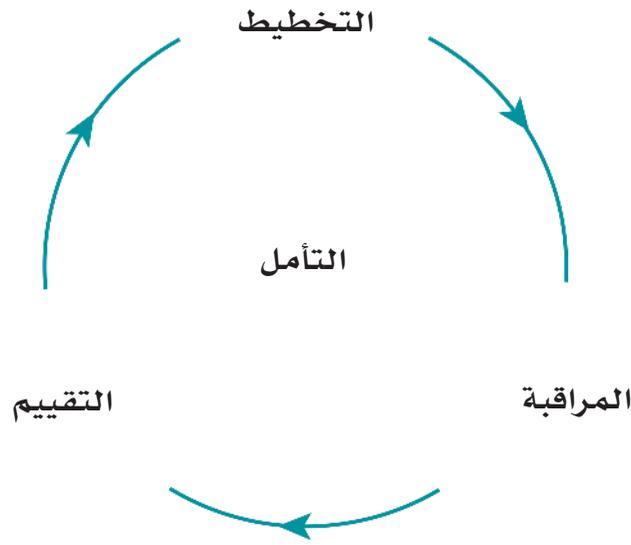
Wiliam, D. (2011), Embedded Formative Assessment, Solution Tree Press, Bloomington, IN.

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 وحدّدته 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 سابقاً، 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 أيضاً 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 يساهم 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 المتميز (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 ستؤمن 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. وليكون 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 بالملكيّة والمسؤوليّة. ويمكن لتوفير حرية الاختيار أن تشجع حق الملكيّة في العمل الفردي والتعلم، وإيجاد بيئة تعليميّة لا يخشى فيها الطالب، بل يبذل جهداً ليحقق الهدف. مهارات من أجل الحياة.

التقنيات

نواتج التعلم

نظراً لأن مراعاة الفروق الفرديّة تهدف إلى دعم جميع الطلبة باتجاه تحقيق نتائج تعلم معيّنة، فمن المهم التفكير جيداً في ماهيّة 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 حيويّاً في تقدم الطالب. وهذا يشمل وضوح نتائج التعلم واستخدام أمثلة العمل الجيد. سيكون الطلبة أكثر قدرة على التقييم الذاتي وتقييم الأقران إذا كانوا يدركون ماهيّة 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 عمليّة مراعاة تفريد التعلم الناجحة.

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

التغذية الراجعة

وهي أداة أساسيّة 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 متنوّعة 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 الفرديّة، إذ يؤمّن للطلبة المعرفة من زملائهم، ويساعدهم على التعلم بعضهم من بعض، ويستخدم المناقشة، ويؤمّن 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 المتميز (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 (تضمين استراتيجيات طرح الأسئلة لتحقيق الأفضل لاحقاً).
- مراعاة تفريد التعليم من خلال المجموعات (استخدام مجموعات القدرات المختلفة).
- مراعاة تفريد التعليم حسب النتاجات (أنماط متعددة من نتاجات 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 نُعدُّ الطالب للنجاح في عالم سريع التغيُّر؟ 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 التغيُّرات المستمرة؟ سيحاول هذا الدليل تسليط الضوء على الإجابة عن هذه الإشكاليات.

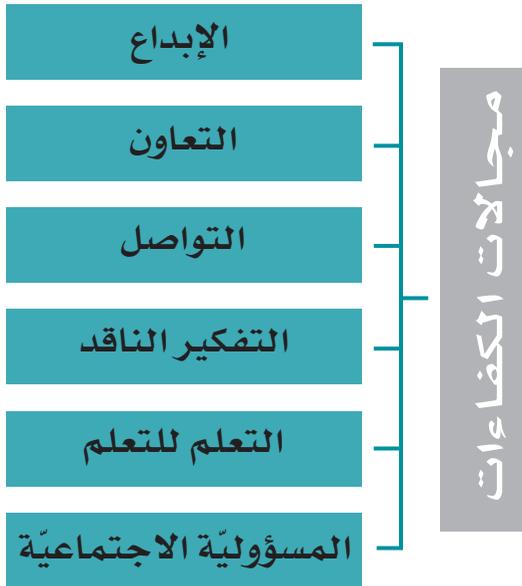
إطار كامبريدج للمهارات الحياتية

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 دراسي 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 المنهاج.

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. في 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 تشراك 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 فرصاً 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، وعدم المساواة، تتطلب إجراءات عالمية وممارسات وخطابات جديدة في تعلم الشباب. تشير المسؤوليات الاجتماعية إلى الحقوق والواجبات التي ترتبط بكون الفرد مواطناً في بلد معيّن، وبكونه كياناً على المستوى العالمي. في ما يأتي ست كفاءات رئيسية في مجال المسؤولية الاجتماعية:

- فهم المسؤوليات الشخصية والاجتماعية للفرد كمواطن عالمي.
- التصرف بشكل متسق 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 نادراً ما يقرأونها، ويكتفون بملاحظة العلامة فقط. يتضمن دليل المعلم هذا طرائق مختلفة للتقويم يمكن أن تؤمن الوقت للمعلم وتكون أكثر فاعلية من الطرائق المستخدمة حالياً. 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 للتعرف على طرائق جديدة في التعلم لأنهم يتوقعون شيئاً مختلفاً.

تقييم الأقران

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

يمكن إجراء التقويم نفسه وفقاً لسلم الدرجات المحدد، أو باستخدام مقياس عام جداً 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، وتقرح الأخرى التحسينات. يمكن أيضاً استخدام أوراق الملاحظات اللاصقة لكتابة عبارات أو 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 تعرّف مدى فهمه للموضوع. وبالطبع، يمكن للمعلم التحقق من أن الطالب كان صادقاً مع نفسه ومع المعلم.

التقييم النهائي أو الختامي

التقييم النهائي الوارد في نهاية الوحدة يمكن أن يشرك الطلبة أيضاً 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 المختلطة، 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 المختلطة

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 مختلطة، 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 أسئلة 3-4 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 ما كتبه أي من الطلبة الآخرين. 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.

تمرينات 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 يتمثل 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.

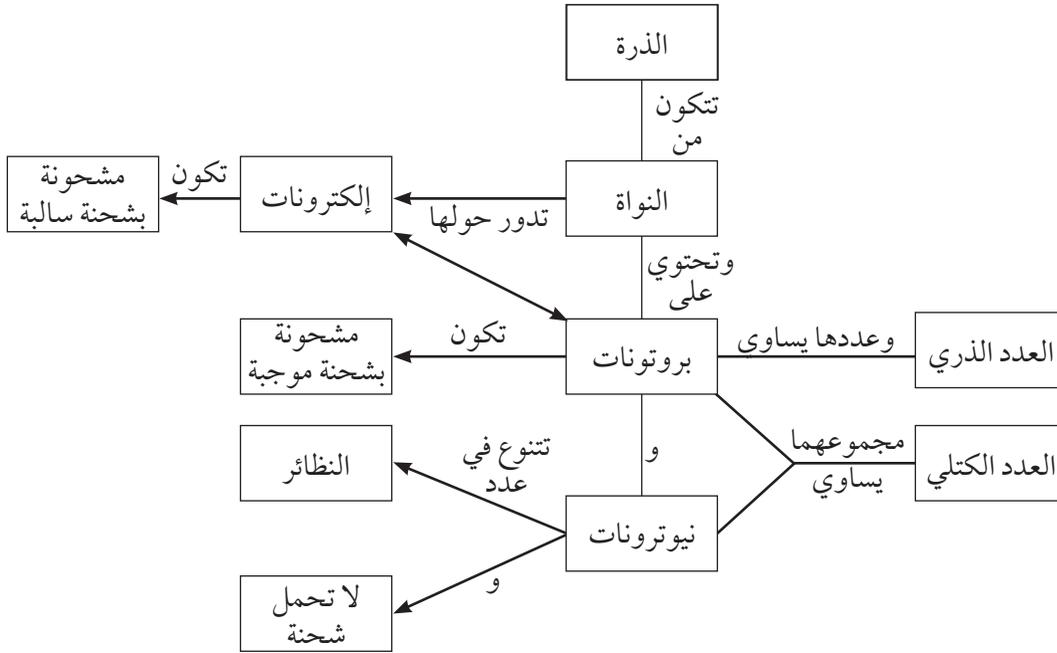
فيما يلي مثال بسيط على التركيب الذري:

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 طولياً 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.



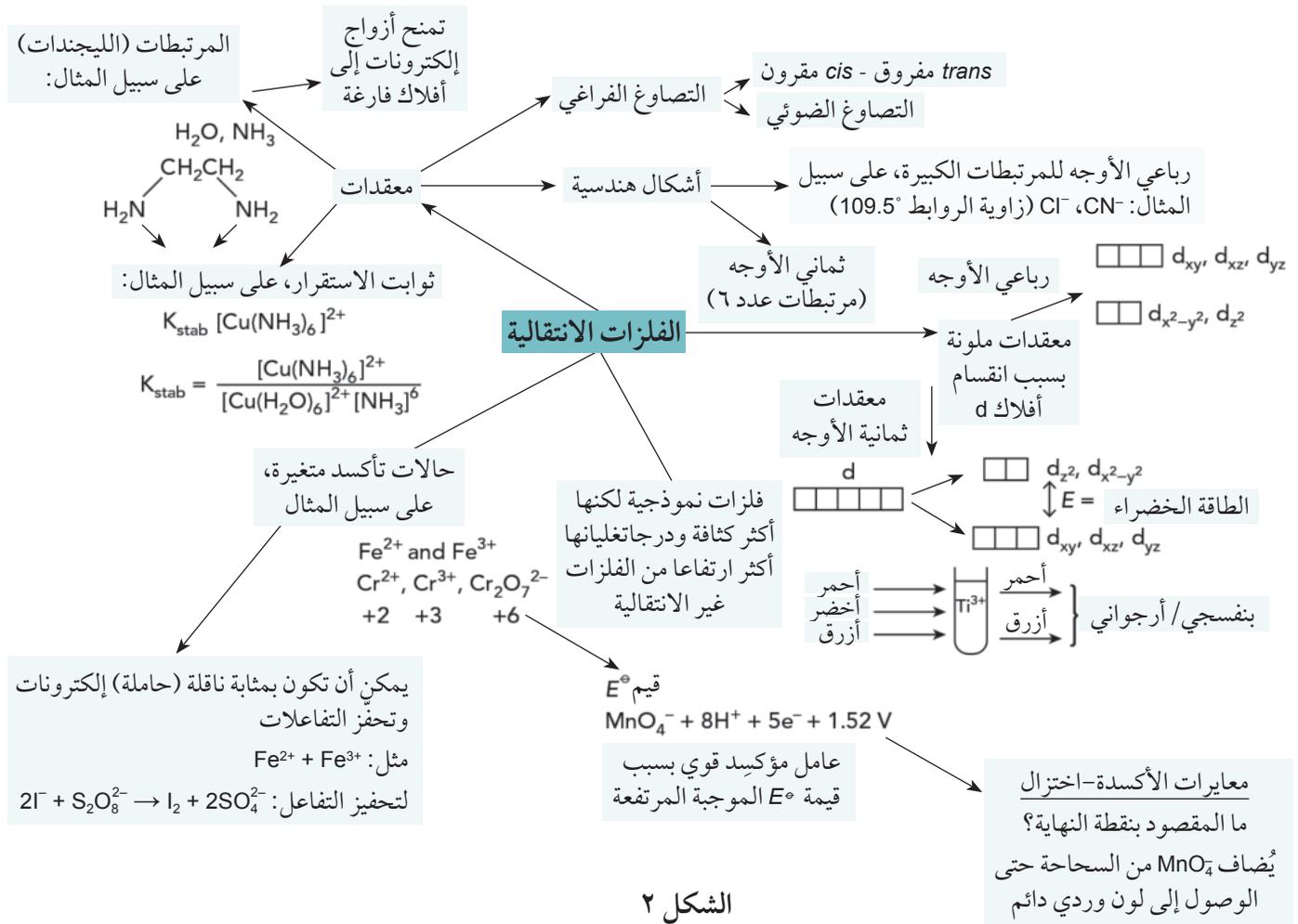
الشكل ١

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 يكوّنه 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؟ إذًا 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 تمكنهم من رؤية الكيمياء العضوية على هيئة سلسلة من المفاهيم العلمية المترابطة عوضًا 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 معًا من دون الحاجة إلى إنشاء رسم، أو كتابة أي شيء.

تُعدّ المخططات الانسيابية مفيدة أيضًا في تلخيص المراحل المختلفة التي تشتمل على تدريبات عملية، أو أي تدريب رياضي يتضمن عمليات حسابية. ثم إن التحديد العملي لثابت الاتزان للتحليل المائي المحضّر 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.
حجم المعايرة (المعاير)

اطرح المعاير لضبط عملية التحكم

يُعزى الحجم الإضافي للقلويات المطلوبة إلى حمض الإيثانويك الناتج من عملية التحلل المائي، فقد تمّ حساب عدد مولات حمض الإيثانويك.

استخدم عدد مولات حمض الإيثانويك لإيجاد عدد مولات الإيثانول المتكوّن، وعدد مولات إيثانوات الإيثيل والماء التي تفاعلت.

احسب عدد مولات إيثانوات الإيثيل والماء المتبقية.

احسب تراكيز المواد المتفاعلة، والمواد الناتجة، واستخدمها لحساب قيمة ثابت الاتزان.

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 أمرًا ممتعًا للطلبة، خصوصًا 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 العمليّة والأنشطة الأنواع الرئيسيّة 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 أو التلوث. 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. تتوافر 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).

احتياطات الأمان والسلامة	التوصيف	رمز المادة الخطرة
ارتدِ القفازات، وواقيات العينين عند التعامل مع المواد المهيجة.	هذه المادة مهيجة للجلد، ويمكن أن تؤدي إلى حدوث تقرحات واحمرار إذا لامست بشرتك.	 Irritant
عند استخدام المواد الأكلة ضع النظارات الواقية دائماً، وارتدِ القفازات أن أمكنك.	هذه المادة أكالة، وسوف تلحق الضرر ببشرتك وأنسجتك إذا حدث تلامس مباشر معها.	 Corrosive
ارتدِ القفازات، وواقيات العينين عند التعامل مع المواد السامة. احرص على عدم استنشاق أي جزيئات. اغسل يديك بعد استخدام المواد السامة.	هذه المادة سامة ويمكن أن تؤدي إلى الموت إذا تم ابتلاعها أو تنشقها أو امتصتها بشرتك.	 Toxic
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.	هذه المادة قابلة للاشتعال، وتشتعل فيها النار بكل سهولة.	 flammable
احتفظ بالعوامل المؤكسدة بعيدة بشكل كاف عن المواد القابلة للاشتعال.	هذه المادة عبارة عن عامل مؤكسد، فهي ستحرر الأكسجين عند تسخينها، أو بوجود مادة حقاظة.	 Oxidizing Agent
تخلص من هذه المادة حسب إرشادات معلمك. لا تسكبها في الحوض.	هذه المادة ضارة بالبيئة. سوف تعرض النباتات والحيوانات للخطر إذا لامستهم.	 Environmentally damaging
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.	هذه المادة تشكل خطراً على الصحة. قد تضر بصحتك إذا تم ابتلاعها أو استنشاقها أو لامست جلدك.	 Health hazard

الجدول ١: رموز الأمان والسلامة

الأهداف التعليمية

الأهداف التعليمية	
الوحدة الأولى: الاتزان في المحاليل المائية	
١-١ الأحماض والقواعد	
١-١	يصف تعريف أرهينيوس للأحماض والقواعد.
٢-١	يصف نظرية برونستد-لوري للأحماض والقواعد.
٣-١	يعرّف المصطلحين: الحمض المرافق والقاعدة المرافقة، ويستخدمهما.
٤-١	يعرّف أزواج (الحمض - القاعدة المترافقة)، ويحدد هذه الأزواج في التفاعلات الكيميائية.
٢-١ الأحماض والقواعد القوية والضعيفة	
٥-١	يصف الأحماض القوية والقواعد القوية في ضوء تأينها الكلي، والأحماض الضعيفة والقواعد الضعيفة في ضوء تأينها الجزئي في محاليلها المائية.
٣-١ ثابت تأين الماء K_w وحسابات الرقم الهيدروجيني pH	
٦-١	يعرّف رياضياً المصطلحات: K_w ، K_b ، pK_b ، K_a ، pH ، ويستخدمها في الحسابات بما يتضمن استخدام العلاقة: $K_w = K_a \times K_b$
٧-١	يحسب $[H^+]$ وقيم pH لكل مما يلي: (أ) الأحماض القوية (ب) القواعد القوية (ج) الأحماض الضعيفة (د) القواعد الضعيفة
٤-١ ثابت تأين الأحماض الضعيفة K_a والقواعد الضعيفة K_b	
٦-١	يعرّف رياضياً المصطلحات: K_w ، K_b ، pK_b ، K_a ، pH ، ويستخدمها في الحسابات بما يتضمن استخدام العلاقة: $K_w = K_a \times K_b$
٧-١	يحسب $[H^+]$ وقيم pH لكل مما يلي: (أ) الأحماض القوية (ب) القواعد القوية (ج) الأحماض الضعيفة (د) القواعد الضعيفة

الأهداف التعليمية

٥-١ معايرة الأحماض والقواعد	
٨-١	يحدّد الكواشف المناسبة لمعايرة الأحماض والقواعد، بالاعتماد على البيانات المعطاة.
٩-١	يرسم منحنيات pH لمعايرة أحماض قوية أو ضعيفة مع قواعد قوية أو ضعيفة (لا يتضمن قاعدة ضعيفة مع حمض ضعيف).
٦-١ الاتزان والذوبانية	
١٠-١	يعرّف مصطلح ثابت حاصل الذوبانية (K_{sp})، ويستخدمه.
١١-١	يكتب علاقة تمثل ثابت حاصل الذوبانية K_{sp} .
١٢-١	يحسب قيمة K_{sp} من التراكيز، والعكس صحيح.
١٣-١	يفهم تأثير الأيون المشترك لشرح الذوبانية المختلفة لمركب موجود في محلول يحتوي على أيون مشترك ويستخدمه.
١٤-١	يجري حسابات باستخدام قيم K_{sp} وتركيز الأيون المشترك.
٧-١ المحاليل المنظمة	
١٥-١	يعرّف المحلول المنظم، ويشرح كيفية تحضيره.
١٦-١	يشرح، باستخدام المعادلات الكيميائية، كيف تتحكم المحاليل المنظمة بـ pH.
١٧-١	يحسب قيم pH للمحاليل المنظمة، مستخدماً البيانات المعطاة المناسبة.
١٨-١	يصف استخدامات المحاليل المنظمة ويشرحها، بما فيها دور HCO_3^- في التحكم بقيمة pH في الدم.
الوحدة الثانية: الكيمياء الكهربائية	
١-٢ جهود الأقطاب الكهربائية (E)	
١-٢	يعرّف المصطلحات الآتية: (أ) جهد القطب الكهربائي القياسي (ب) جهد الاختزال القياسي (ج) جهد الخلية القياسي.
٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية	
٢-٢	يصف قطب الهيدروجين القياسي.
٣-٢	يصف الطرائق المستخدمة لقياس قيم جهود الاختزال القياسية لكل من: (أ) فلزات مع أيوناتها (فلز/أيون الفلز) في محلول مائي. (ب) لافلزات مع أيوناتها (لافلز/أيون اللافلز) في محلول مائي. (ج) أيونات العنصر نفسه (أيون/أيون) الموجودة في حالات تأكسد مختلفة.

الأهداف التعليمية

٣-٢ جهود الاختزال القياسية

٤-٢	يحسب جهد الخلية القياسي باستخدام العلاقة الآتية: $E_{\text{cell}}^{\ominus} = E_r^{\ominus}(\text{Cathode}) - E_r^{\ominus}(\text{Anode})$
٥-٢	يستخدم قيم جهود الخلية الكهربية القياسية لما يأتي: (أ) يستنتج إشارة كل قطب كهربائي (+ أو -)، واتجاه تدفق الإلكترونات في الدائرة الكهربية الخارجية لخلية كهروكيميائية بسيطة. (ب) يتنبأ بإمكانية حدوث تفاعل ما.
٦-٢	يستنتج، من قيم جهود الاختزال القياسي E_r^{\ominus} ، النشاط الكيميائي النسبي للعناصر، والمركبات، والأيونات بوصفها عوامل مؤكسدة أو عوامل مختزلة.
٧-٢	يُشئ معادلات أكسدة/ اختزال باستخدام أنصاف-المعادلات ذات الصلة.

٤-٢ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E_r)

٨-٢	يتنبأ نوعياً بأثر تغيير تراكيز الأيونات في محاليلها المائية على قيمة جهد الاختزال E_r . يستخدم معادلة نيرنست الآتية:
٩-٢	$E_r = E_r^{\ominus} - (0.059/z) \log_{10} Q$ $Q = \frac{[\text{الجسيمات الناتجة}]^a}{[\text{الجسيمات المتفاعلة}]^b}$ (حيث a و b تمثل أعداد مولات الجسيمات)، ليتنبأ حسابياً بأثر تغيير تراكيز الأيونات في محاليلها المائية على قيمة جهد الاختزال E_r .

٥-٢ التحليل الكهربائي

١٠-٢	يتنبأ بالمواد المتكونة خلال عملية التحليل الكهربائي لإلكتروليت ما وفقاً لكل من: (أ) حالة الإلكتروليت الفيزيائية (مصحوراً أو مائياً) (ب) موقع الأيونات في سلسلة جهود الاختزال القياسية (ج) تركيز الأيونات.
------	--

٦-٢ حسابات التحليل الكهربائي

١١-٢	يحسب ما يلي: (أ) كمية الشحنة المنتقلة خلال عملية التحليل الكهربائي، باستخدام العلاقة الرياضية $Q = I \cdot t$ (ب) كتلة أو حجم المادة الناتجة خلال عملية التحليل الكهربائي.
------	---

الأهداف التعليمية

يذكر العلاقة الرياضية، $F = N_A \cdot e$ بين ثابت فارادي F ، وثابت أفوجادرو N_A ، والشحنة الموجودة على الإلكترون e ويطبقها.	١٢-٢
يصف عملية تحديد قيمة ثابت أفوجادرو بوساطة التحليل الكهربائي.	١٣-٢
الوحدة الثالثة: طاقة الشبكة البلورية	
١-٣ طاقة الشبكة البلورية (ΔH_{latt}^\ominus)	
يعرّف المصطلحين الآتيين، ويستخدمهما: (أ) التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) ΔH_{at} . (ب) طاقة الشبكة البلورية ΔH_{latt} ، (التغير من أيونات في الحالة الغازية إلى شبكة بلورية صلبة).	١-٣
٢-٣ التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) والألفة الإلكترونية	
يعرّف المصطلحين الآتيين، ويستخدمهما: (أ) التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) ΔH_{at} . (ب) طاقة الشبكة البلورية ΔH_{latt} ، (التغير من أيونات في الحالة الغازية إلى شبكة بلورية صلبة).	١-٣
يعرّف مصطلح الألفة الإلكترونية الأولى EA_1 ويستخدمه.	٢-٣
يشرح العوامل المؤثرة في الألفة الإلكترونية للعناصر.	٣-٣
يكتب المعادلات التي تمثل الألفة الإلكترونية ويستخدمها.	٤-٣
يصف نمط التدرج في قيم الألفة الإلكترونية الأولى لعناصر المجموعتين 16 (VI) و 17 (VII) ويشرحه.	٥-٣
٣-٣ حلقة (دورة) بورن-هابر	
يرسم حلقة طاقة بسيطة أو حلقة بورن-هابر للمواد الصلبة الأيونية (والتي تقتصر على الكاتيونات +1 و +2، والأنيونات -1 و -2) ويستخدمها.	٦-٣
يجري حسابات تتضمن حلقات الطاقة الواردة في الهدف ٦-٣.	٧-٣
يشرح نوعياً، تأثير نصف القطر الأيوني والشحنة الأيونية على مقدار طاقة الشبكة البلورية والمحتوى الحراري للتميّه.	٨-٣

الأهداف التعليمية

٤-٣ التغيرات في المحتوى الحراري للمحاليل

يعرّف المصطلحين الآتيين ويستخدمهما: (أ) التغير في المحتوى الحراري للتميّه ΔH_{hyd} . (ب) التغير في المحتوى الحراري للذوبان ΔH_{sol} .	٩-٣
يرسم حلقة طاقة بسيطة أو حلقة بورن-هابر تتضمن تغيراً في المحتوى الحراري للذوبان وطاقة شبكة بلورية وتغيراً في المحتوى الحراري للتميّه، ويستخدمها.	١٠-٣
يجري حسابات تتضمن حلقات الطاقة الواردة في الهدف ١٠-٣.	١١-٣

الوحدة الرابعة: مشتقات الهيدروكربونات (١)

١-٤ السلسلة المتجانسة للكحولات

يفهم قواعد التسمية النظامية (IUPAC) للمركبات العضوية الأليفاتية للسلاسل المتجانسة المدرجة في الجدول ١-٤ (حتى عشر ذرات كربون في السلسلة) ويستخدمها.	١-٤
يصنف الكحولات إلى كحولات أولية وثانوية وثالثية وإلى كحولات أحادية الهيدروكسيل وثنائية الهيدروكسيل وثلاثية الهيدروكسيل وعديدة الهيدروكسيل.	٢-٤
يفهم أن مجموعة الهيدروكسيل تحدد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للكحولات.	٣-٤
يصف اختبار ثلاثي يودوميثان للكشف عن وجود مجموعة $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})$ في كحول ما.	٤-٤

٢-٤ السلسلتان المتجانستان للألدهيدات والكيونات

يفهم قواعد التسمية النظامية (IUPAC) للمركبات العضوية الأليفاتية للسلاسل المتجانسة المدرجة في الجدول ١-٤ (حتى عشر ذرات كربون في السلسلة) ويستخدمها.	١-٤
يُميز بين الألدهيد والكيون بوساطة نتائج اختبارات بسيطة (كاشف فهلينج Fehling وكاشف تولن Tollens).	٥-٤

٣-٤ السلسلة المتجانسة للأحماض الكربوكسيلية

يفهم قواعد التسمية النظامية (IUPAC) للمركبات العضوية الأليفاتية للسلاسل المتجانسة المدرجة في الجدول ١-٤ (حتى عشر ذرات كربون في السلسلة) ويستخدمها.	١-٤
يصف تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية مع: (أ) القواعد لإنتاج ملح و $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ (تفاعل تعادل) (ب) الفلزات النشطة كيميائياً لإنتاج ملح وغاز الهيدروجين $\text{H}_2(\text{g})$ (تفاعل أكسدة-اختزال) (ج) الكربونات لإنتاج ملح و $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ و $\text{CO}_2(\text{g})$ (تفاعل حمض-قاعدة)	٦-٤

الأهداف التعليمية

٤-٤ السلسلة المتجانسة للإسترات

١-٤	يفهم قواعد التسمية النظامية (IUPAC) للمركبات العضوية الأليفاتية للسلاسل المتجانسة المدرجة في الجدول ١-٤ (حتى عشر ذرات كربون في السلسلة) ويستخدمها.
٦-٤	يصف تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية مع: (د) الكحولات في وجود H_2SO_4 مركز كعامل حفّاز لإنتاج إسترات (تفاعل أسترة).
٧-٤	يصف التفاعلات الآتية للكحولات: (هـ) تكوين إسترات عن طريق تفاعل التكتيف مع أحماض كربوكسيلية باستخدام H_2SO_4 المركز أو H_3PO_4 المركز كعامل حفّاز (الهدف ٦-٤ د).
٩-٤	يذكر تفاعلات تحضير الكحولات (المواد المتفاعلة وظروف التفاعل)، وهي: (د) التحلل المائي لإستر باستخدام حمض مخفف أو مادة قلوية مخففة مع التسخين (الهدف ١٠-٤ أ).

٥-٤ تفاعلات الكحولات

٧-٤	يصف التفاعلات الآتية للكحولات: (أ) الاحتراق بوجود الأوكسجين. (ب) الاستبدال إلى هالوجينوألكان، عن طريق التفاعل مع HX أو التفاعل مع PCl_3 والتسخين. (ج) التفاعل مع فلز الصوديوم (Na(s)). (هـ) تكوين إسترات عن طريق تفاعل التكتيف مع أحماض كربوكسيلية باستخدام H_2SO_4 المركز أو H_3PO_4 المركز كعامل حفّاز (الهدف ٦-٤ د). (د) إزالة الماء من الكحول وتحويله إلى ألكين، وذلك باستخدام عامل حفّاز ساخن، مثل Al_2O_3 أو حمض مركز.
-----	---

٥-٤ تفاعلات الكحولات

٧-٤	يصف التفاعلات الآتية للكحولات: (و) الأوكسدة بواسطة $K_2Cr_2O_7$ أو $KMnO_4$ في وسط حمضي إلى: (١) مركبات كربونيلية باستخدام التقطير. (٢) أحماض كربوكسيلية بواسطة التقطير المرتدّ لكحولات أولية لتكوين ألدهيدات يمكن أن تتأكسد أكثر إلى أحماض كربوكسيلية (الهدف ١٠-٤ أ).
٨-٤	يصف كيف يمكن استخدام محلول حمضي من ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم للتمييز بين الكحولات الثالثية والكحولات الأولية والثانوية.

الأهداف التعليمية

٦-٤ تفاعلات تحضير الكحولات

- يذكر تفاعلات تحضير الكحولات (المواد المتفاعلة وظروف التفاعل)، وهي:
- (أ) الإضافة الإلكتروفيلية لبخار الماء $H_2O(g)$ إلى ألكين، بوجود العامل الحفاز H_3PO_4 المركز.
- (ب) الاستبدال النيوكليوفيلي (الإحلال) في هالوجينوألكان باستخدام $NaOH(aq)$ مع التسخين.
- (ج) أكسدة الألكينات باستخدام محلول منجنات (VII) البوتاسيوم البارد والمخفف في وسط حمضي (محمّض) لتكوين دايول (كحول ثنائي).
- (د) التحلل المائي لإستر باستخدام حمض مخفف أو مادة قلوية مخففة مع التسخين (الهدف ٤-١٠ ب).
- (هـ) اختزال ألدهيد أو كيتون باستخدام $NaBH_4$ أو $LiAlH_4$.
- (و) اختزال حمض كربوكسيلي باستخدام $LiAlH_4$. (الهدف ٦-٤ هـ).

٩-٤

الاتزان في المحاليل المائية

العلوم ضمن سياقها

التخلص من عسر الماء

ينخفض مستوى الكالسيوم الذائب وينخفض عسر المياه. وهذه الطرائق لا تنفع مع عسر الماء الدائم.

ويعد التبادل الأيوني إحدى طرائق معالجة عسر الماء. ويتم ذلك بوساطة التبادل بين أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم مع أيونات الصوديوم، بتمرير الماء العسر عبر عمود مبادل كاتيوني يحتوي على أيونات الصوديوم، فتحل أيونات الصوديوم محل الأيونات المسببة لعسر الماء. وتسمى هذه العملية بالتبادل الأيوني بوساطة الراتج المكوّن من تراكيب غير قابلة للذوبان في الماء، وتوجد عادة في شكل خرزات أو حبيبات صغيرة. تستخدم راتجات التبادل الأيوني لمعالجة عسر الماء من خلال استبدال أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم الموجودة في الماء العسر بأيونات الصوديوم.

يحتوي الراتج غير المستخدم على أيونات الصوديوم في أجزائه النشطة. فعند استخدام الراتج مع محلول يحتوي على أيونات الماغنيسيوم والكالسيوم (ولكن على مع تركيز منخفض من أيونات الصوديوم)، تنتقل أيونات الماغنيسيوم والكالسيوم إلى المواقع النشطة في الراتج، ويجري استبدالها في المحلول مع أيونات الصوديوم. وتصل هذه العملية إلى الاتزان الذي ينخفض فيه تركيز أيونات الماغنيسيوم والكالسيوم في المحلول بشكل كبير.

راتجات التبادل الأيوني تستخدم على نطاق واسع ولأغراض متنوعة مثل عمليات العزل والتنقية وعمليات التعقيم.

يوصف الماء بأنه عسر (Hard water) أو يسر (Soft water) وفق كمية ونوع المواد الذائبة فيه. وتقاس كمية المادة الذائبة بالملي جرام لكل لتر ماء، كما يوجد مقياس لدرجات عسر الماء (Degree of Hardness) يمكن من خلاله تحديد درجة عسر أو يسر الماء في منطقة ما.

ينتج عسر الماء من ذوبان أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم فيه. وتوجد مثل تلك الأملاح في الماء نتيجة مرور مياه الأمطار التي تحتوي على أيونات HCO_3^- و H^+ عبر الصخور المسامية مثل الحجر الجيري أو الجبس أو الحجر الكلسي أو الدولوميت.

ويمكن التمييز بين نوعين من عسر الماء: المؤقت (Temporary hardness)، والدائم (Permanent hardness). يحتوي الماء العسر المؤقت على أيونات الكربونات الهيدروجينية (البيكربونات) HCO_3^- ، بينما يحتوي الماء العسر الدائم على أيونات البيكربونات مع أيونات أخرى مثل الكبريتات SO_4^{2-} ، ويمكن التخلص من عسر الماء المؤقت بالغليان بينما يتم التخلص من عسر الماء الدائم بإضافة كربونات الصوديوم Na_2CO_3 .

يحول الغليان أيونات البيكربونات (مرتفعة الذوبانية) إلى أيونات كربونات (شحيحة الذوبانية) فتترسب على شكل كربونات الكالسيوم التي يمكن إزالتها من الماء بوساطة الترشيح. كما أن زيادة قلوية المياه تعمل بالطريقة السابقة نفسها، فعندما نزيد القلوية بإضافة هيدروكسيد الكالسيوم مثلاً تزداد نسبة الكربونات إلى البيكربونات، وبالتالي

نظرة عامة

- تغطي هذه الوحدة جميع الموضوعات التي تم تناولها في كتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة.
- يعتمد هذا الموضوع من المنهاج على مفاهيم تم تعلمها في الصف الحادي عشر في وحدة (التناسب الكيميائي) ووحدة (الاتزان الكيميائي). وسيتعرف الطلبة على نظرية أرهينيوس ونظرية برونستد - لوري للأحماض والقواعد، كما يتم وصف الأحماض والقواعد القوية والضعيفة ودراسة منحنيات المعايرة. ثم يختار الطلبة الكواشف المناسبة لمعايرات الأحماض والقواعد، وسيتمكنون من حساب قيم الرقم الهيدروجيني pH لأحماض قوية وضعيفة وقواعد قوية وضعيفة. وسيتم النظر في أهمية K_w مع ثابت تأين الحمض K_a ، و pK_a وثابت تأين القاعدة K_b ، وستتم أيضاً دراسة الأملاح شحيحة الذوبان وثابت حاصل الذوبانية لها.
 - سيتمكن الطلبة من إجراء نشاط يساعد على التخطيط لتحديد ثابت الاتزان.

مخطط التدريس

المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة	المصادر في كتاب الطالب	عدد الحصص	الموضوع	أهداف الموضوع
نشاط ١-١ الأحماض والقواعد أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (أ)، ٢ (ب)، ٣ (أ)	الأسئلة من ١ إلى ٤ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (أ)، ٣ (ج)	٣	١-١ الأحماض والقواعد	١-١، ٢-١، ٣-١، ٤-١
أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢ (أ)	السؤالان ٥ و ٦ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١ (ب)	١	٢-١ الأحماض والقواعد القوية والضعيفة	٥-١
نشاط ٣-١ أيونات الهيدروجين في معادلات ثابت الاتزان (٣، ٤، ٥) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (ج)	الأسئلة من ٧ إلى ٩ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٥ (أ)، ١ (ب)، ٢ (ب)، ٣ (د)، ٦ (أ)، ٦ (ب)	٣	٣-١ ثابت تأين الماء K_w وحسابات الرقم الهيدروجيني pH	٦-١، ٧-١
نشاط ٢-١ حسابات الرقم الهيدروجيني pH نشاط ٣-١ أيونات الهيدروجين في معادلات ثابت الاتزان (١، ٢) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١ (ب، ج) ٢ (ب)، ٣ (أ)	الأسئلة من ١٠ إلى ١٥ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢ (أ)، ٣ (ج)، ٣ (د)	٤	٤-١ ثابت تأين الأحماض الضعيفة K_a والقواعد الضعيفة K_b	٦-١، ٧-١
نشاط ٤-١ الكواشف ومنحنيات المعايرة استقصاء عملي ١-١ التغير في الرقم الهيدروجيني pH أثناء معايرة حمض- قاعدة أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢ (ج)، ٣ (هـ)	الأسئلة من ١٦ إلى ١٨ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٤، ٥، ٦	٣	٥-١ معايرة الأحماض والقواعد	٨-١، ٩-١

المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة	المصادر في كتاب الطالب	عدد الحصص	الموضوع	أهداف الموضوع
نشاط ١-٥ ثابت حاصل الذوبانية أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤	الأسئلة من ١٩ إلى ٢٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٨، ٧	٤	٦-١ الاتزان والذوبانية	١٠-١، ١١-١، ١٢-١، ١٣-١، ١٤-١
نشاط ١-٦ المحاليل المنظمة أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٣(د)، ٥، ٦	الأسئلة من ٢٣ إلى ٢٦ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٩، ١٠، ١١، ١٢	٣	٧-١ المحاليل المنظمة	١٥-١، ١٦-١، ١٧-١، ١٨-١

الموضوع ١-١ الأحماض والقواعد

الأهداف التعليمية

- ١-١ يصف تعريف أرهينيوس للأحماض والقواعد .
- ٢-١ يصف نظرية برونستد-لوري للأحماض والقواعد .
- ٣-١ يعرف المصطلحين: الحمض المرافق والقاعدة المرافقة، ويستخدمهما .
- ٤-١ يعرف أزواج (الحمض - القاعدة المترافقة)، ويحدد هذه الأزواج في التفاعلات الكيميائية.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص .

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	١-١ الأحماض والقواعد - نظرية أرهينيوس - نظرية برونستد-لوري - الأحماض المرافقة والقواعد المرافقة الأسئلة من ١ إلى ٤ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١(أ)، ٣(ج)	<ul style="list-style-type: none"> • تذكر نظرية أرهينيوس للأحماض والقواعد • صيغ بعض الأحماض والقواعد الشائعة • تعريفات الأحماض والقواعد باستخدام نظرية برونستد-لوري • التعرف على الأحماض والقواعد المرافقة والأحماض المرافقة في تفاعلات الحمض-قاعدة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ١-١ الأحماض والقواعد أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١(أ)، ٢(ب)، ٣(أ)	<ul style="list-style-type: none"> • تحديد الأحماض والقواعد في التفاعلات • تحديد أزواج الأحماض والقواعد المترافقة في تفاعل ما

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد تظهر شكوك لدى بعض الطلبة حول استخدام أيونات H^+ في المعادلات، فلا بأس إذا كتبوها في هيئة $H^+(aq)$ ، لأن الأيون $H_3O^+(aq)$ يتضمن هذه الصيغة، وبالتالي يتجنب الطلبة كتابة صيغة الماء في كل معادلة.
- يعتقد بعض الطلبة أن المحلول القاعدي لا يحتوي على أيونات هيدروجين، والمحلول الحمضي لا يحتوي على أيونات هيدروكسيد.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي مجموعة من الأفكار. سيعتمد اختيار الفكرة المستخدمة على الموارد والوقت المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

كلف الطلبة بتصنيف مجموعة من المواد الكيميائية في جدول وفق طبيعتها (حمضية، قاعدية، متعادلة) بناء على قيمة الرقم الهيدروجيني لها.

٢ فكرة ب (٥ دقائق)

كلف الطلبة القيام بعصف ذهني للأحماض والقواعد الشائعة التي درسوها في الصفوف السابقة.
فكرة للتقويم: يسمي الطلبة الأحماض والقواعد الأكثر شيوعاً ويكتبون صيغها.

الأنشطة الرئيسية

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

١ نظرية أرهينيوس للأحماض والقواعد (٢٠ دقيقة)

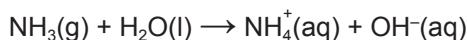
- استرجع مع الطلبة مفهومي الحمض والقاعدة بناءً على معارفهم السابقة، وذكرهم بأن التعريفات وشرح المفاهيم الكيميائية المختلفة مثل مفهومي الحمض والقاعدة تصبح أكثر دقة عندما نتعلم أمثلة عنها.
- اكتب معادلة تأين حمض الهيدروكلوريك $HCl(g)$
- وضح للطلبة أنه وفق نظرية أرهينيوس يعد الحمض مادة تمنح أيون الهيدروجين (H^+)
- كلف الطلبة بكتابة معادلات تأين بعض الأحماض الواردة في كتاب الطالب الجدول (١-١)
- كلف الطلبة بعرض إجاباتهم على السبورة وقدم التغذية الراجعة لهم.
- اكتب معادلة تأين هيدروكسيد الصوديوم $NaOH(s)$
- وضح للطلبة أنه وفق نظرية أرهينيوس تعد القاعدة مادة تمنح أيون الهيدروكسيد (OH^-).
- كلف الطلبة بكتابة معادلات تأين بعض القواعد الواردة في كتاب الطالب (الجدول ١-١).
- كلف الطلبة بعرض إجاباتهم على السبورة وقدم التغذية الراجعة لهم.

فكرة للتقويم: يجيب الطلبة عن السؤال ١ الوارد في كتاب الطالب. يتبادل كل طالب إجابته مع زميله وقيمه.

٢ نظرية برونستد- لوري للأحماض والقواعد (٢٠ دقيقة)

- نفذ العرض العملي الآتي أمام الطلبة مع ضرورة اتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة واحتياطات الأمان والسلامة.

- اسحب (5 mL) من حمض الهيدروكلوريك المركز بتركيز (2M) باستخدام الماصة وانقلها إلى دورق مخروطي.
- أضف إلى الدورق المخروطي (95 mL) من الماء المقطر باستخدام المخبر، لتكوين محلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك.
- اكتب معادلة التفاعل.
- ساعدهم في فهم أن الأيون H^+ هو في الواقع بروتون، بسبب فقدان الإلكترون الوحيد في ذرة الهيدروجين التي أصبحت تمتلك فلماً فارغاً.
- اشرح لهم أن القاعدة (كمستقبل للبروتون) تمتلك زوجاً منفرداً من الإلكترونات يمكنه ملء الفلك الفارغ لهذا البروتون.
- اشرح لهم تعريف برونستد-لوري للأحماض والقواعد.
- نفذ العرض العملي الآتي:
- أضف 95 mL من الماء المقطر باستخدام المخبر الزجاجي في الدورق المخروطي ثم اسحب 5 mL من الأمونيا المركزة باستخدام الماصة وضعها في الدورق المخروطي.
- اكتب معادلة التفاعل.



- كلف الطلبة بكتابة المزيد من المعادلات لتوضيح مفهوم الأحماض والقواعد بناء على تعريف برونستد-لوري للأحماض والقواعد.
- < فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن السؤال ٢ الوارد في كتاب الطالب، فيتبادل كل طالب إجابته مع زميله وقيمه. يجب الطلبة على السؤال ٢ من النشاط ١-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

٣ الأحماض المرافقة والقواعد المرافقة (٢٠ دقيقة)

- كلف الطلبة بكتابة معادلة تأين الأمونيا في الماء.
- اطرح لهم سؤالاً للعصف الذهني: ماذا لو عكسنا التفاعل؟ أي من المواد ستصبح الحمض وأيها قاعدة؟
- اكتب لهم معادلة التأين للأمونيا وحدد لهم الحمض والقاعدة/ الحمض المرافق/ القاعدة المرافقة.
- كلف الطلبة بكتابة معادلة تأين فلوريد الهيدروجين.
- كلفهم بتحديد الحمض والقاعدة/ الحمض المرافق/ القاعدة المرافقة.
- < فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن السؤالين ٣ و٤ الوارد في كتاب الطالب، وعن السؤال ٣ (النشاط ١-١) الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- عند إضافة حمض الميثانويك إلى حمض البروبانويك في مذيب خامل، يتحقق الاتزان الآتي:
- $$HCOOH + C_2H_5COOH \rightleftharpoons HCOO^- + C_2H_5COOH_2^+$$
- في المعادلة أعلاه، حمض البروبانويك (C_2H_5COOH) يستقبل البروتون H^+ لذلك يصنف على أنه قاعدة وفق برونستد ولوري،
- يمكن للطلبة إيجاد معنى المصطلح متردد وشرح سبب كون الماء متردداً.

الدعم

في النشاطين الرئيسيين ١ و ٢، نطمّ الطلبة في ثنائيات بحيث يوضع من يحتاج منهم إلى مزيد من الدعم مع طلبة أكثر قدرة.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يشكل الطلبة مجموعات من طالبين أو ثلاثة، ويشرحون بعضهم لبعض ما تعلموه في هذا الدرس حول الأحماض والقواعد المرافقة. يشرح كل طالب للآخرين كيف فهم الموضوع. هل كانت هناك عوامل وفرت لهم فهمًا أكبر لما أنجزوه في الموضوعات السابقة؟

الموضوع ٢-١ الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

الأهداف التعليمية

١-٥ يصف الأحماض القوية والقواعد القوية في ضوء تأينها الكلي، والأحماض الضعيفة والقواعد الضعيفة في ضوء تأينها الجزئي في محاليلها المائية.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصّة واحدة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٢-١ الأحماض والقواعد القوية والضعيفة السؤالان ٥ و ٦ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١ (ب)	• تفكك الأحماض القوية والضعيفة والقواعد القوية والضعيفة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢ (أ)	• تمييز الحمض الضعيف من الحمض القوي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يخلط الطلبة بين مفهومي الحمض القوي والحمض المركز، وبين مفهومي الحمض الضعيف والحمض المخفف.
- قد يعتقد الطلبة أن مفهوم التأيّن مماثل لمفهوم التفكك. لذا يجب توضيح الفرق بينهما

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي فكرة واحدة.

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

يعمل الطلبة في ثنائيات ويكتبون التعريفات المقترحة لـ:

- حمض قوي
- حمض ضعيف
- حمض مخفف
- حمض مركز

يحتفظ الطلبة بتعريفاتهم حتى نهاية الدرس للمساعدة في تقويم ما تعلموه.

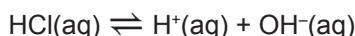
الأنشطة الرئيسية

ثمة نشاطان مقترحان هنا، اختر ما يناسب الطلبة.

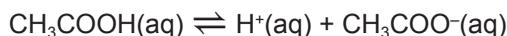
١ الأحماض القوية والأحماض الضعيفة (١٥ دقيقة)

- ضع 50 mL من حمض الهيدروكلوريك (HCl) 0.1 mol/L في كأس زجاجية. وضع 50 mL من حمض الإيثانويك (CH₃COOH) 0.1 mol/L في كأس أخرى. تأكد أن كل وعاء يحتوي على كمية الحمض نفسها. ثم استخدم مقياس الرقم الهيدروجيني لقياس pH لكلا المحلولين الحمضيين، فمحلول حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L يجب أن يكون رقمه الهيدروجيني 1.0؛ ومحلول حمض الإيثانويك 0.1 mol/L يجب أن يكون رقمه الهيدروجيني نحو 2.9. يمكن للطلبة اقتراح سبب اختلاف قيم الرقم الهيدروجيني للحمضين.

اشرح أن الحموضة ناتجة عن أيونات الهيدروجين (H⁺) في المحلول. فكلما ازداد تركيز أيونات الهيدروجين، كان الحمض أقوى وانخفض الرقم الهيدروجيني. المحاليل الحمضية ذات التراكيز المنخفضة من أيونات الهيدروجين هي أحماض أضعف ولها درجة حموضة أعلى، ولكن ليست أكبر من 7. اشرح أن أيونات الهيدروجين تنتج عندما تتأين الأحماض، ثم إلى الطلبة كتابة معادلة لتأين حمض الهيدروكلوريك.



أخبر الطلبة أن حمض الهيدروكلوريك يتأين بشكل تام في الماء وهو حمض قوي. اشرح أن بعض الأحماض، مثل حمض الإيثانويك، لا تتأين بشكل تام. ويحتوي محلول حمض الإيثانويك على بعض جزيئات حمض الإيثانويك وأيونات الهيدروجين وأيونات الإيثانوات. ومعادلة تأينه هي:



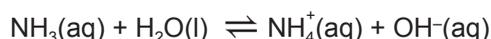
وحمض الإيثانويك هو حمض ضعيف.

أكد أن هذا التفاعل هو تفاعل اتزان وأن المعادلة تتطلب علامة (سهم) الاتزان.

﴿ فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن السؤال ٥ من كتاب الطالب.﴾

٢ القواعد القوية والقواعد الضعيفة (١٠ دقيقة)

- أخبر الطلبة بأن هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) هو قاعدة قوية وأن الأمونيا في الماء (NH₃(aq)) هي قاعدة ضعيفة. اطلب إلى الطلبة كتابة معادلة تأين كل منهما. المعادلتان هما:



فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن السؤال ٦ من كتاب الطالب.

٣ التمييز بين الأحماض القوية والضعيفة (٣٠ دقيقة)

- راجع مصطلح الرقم الهيدروجيني pH كمقياس لـ $[H^+]$ في محلول مائي. أخبر الطلبة أنه مقياس لوغاريتمي عشري معكوس، لذا فإن المحلول الذي يمتلك $pH = 1$ ، يكون $[H^+]$ يساوي 100 ضعف $[H^+]$ الموجود في محلول يمتلك $pH = 3$.
- في حال توافر الأدوات والمواد المخبرية اللازمة، استخدم مقياس الرقم الهيدروجيني لقياس pH لمحلولين من حمض الهيدروكلوريك وحمض الإيثانويك بتركيز 1.00 mol/L. ويمكنك أيضاً قياس التوصيل الكهربائي لهذين المحلولين باستخدام مقياس التوصيل الكهربائي أو مسجل بيانات التوصيل الكهربائي، في حال توافر أحدهما. ينصح باختبار حمض الإيثانويك أولاً لتفادي انتقال الأيونات إليه. أضف شريط ماغنيسيوم إلى كل من المحلولين ولاحظ التفاعل. يجب أن تكون قيمة pH لـ HCl نحو الصفر و لحمض الإيثانويك نحو 2. ويجب أن يكون توصيل حمض الهيدروكلوريك أيضاً أكبر لأن درجة تأينه أكبر وتعطي تركيزاً أكبر من الأيونات وبالتالي توصيلاً أكبر.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

يكتب الطلبة معادلات لتأين حمض النيتريك (حمض قوي) وحمض الميثانويك (حمض ضعيف) وهيدروكسيد البوتاسيوم (قاعدة قوية) والأمونيا (قاعدة ضعيفة).

الدعم

يمكن استخدام النماذج لتوضيح تأين الأحماض القوية والضعيفة والقواعد القوية والضعيفة لمساعدة الطلبة على تصور العملية.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يرجع الطلبة إلى تعريفاتهم في البداية ويقومون بتقييم ما تعلموه في هذا الدرس وتحديد التغييرات في فهمهم. تأكد من أن الطلبة يفهمون الفرق بين حمض أو قاعدة قوية وحمض أو قاعدة مركزة. وأيضاً، بين حمض أو قاعدة ضعيفة وحمض أو قاعدة مخففة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يتم هنا استخدام مصطلحات مثل التأين التام. يحتاج الطلبة إلى فهم استخدام سهم أحادي الاتجاه (→) لتمثيل ذلك.

الموضوع ٣-١ ثابت تأين الماء K_w وحسابات الرقم الهيدروجيني pH

الأهداف التعليمية

٦-١ يعرّف رياضياً المصطلحات: pH، K_a ، pK_a ، K_b ، K_w ، ويستخدمها في الحسابات بما يتضمن استخدام العلاقة:

$$K_w = K_a \times K_b$$

٧-١ يحسب $[H^+]$ وقيم pH لكل مما يلي:

- (أ) الأحماض القوية
- (ب) القواعد القوية
- (ج) الأحماض الضعيفة
- (د) القواعد الضعيفة

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٣-١ ثابت تأين الماء K_w وحسابات الرقم الهيدروجيني pH - ثابت تأين الماء K_w - حسابات الرقم الهيدروجيني pH - حساب قيمة الرقم الهيدروجيني pH للأحماض القوية والقواعد القوية الأسئلة من ٧ إلى ٩ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٥ (أ)، ١ (٢)، ٦ (ب)، ٦ (أ)، ٦ (ب)	<ul style="list-style-type: none"> • استنتاج ثابت تأين الماء من المعادلة الكيميائية التي تمثل تأينه • استخدام K_w لحساب تركيز أيون الهيدروجين في الماء النقي
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٣-١ أيونات الهيدروجين في معادلات ثابت الاتزان (٣، ٤، ٥) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (ج)	<ul style="list-style-type: none"> • تعريف الرقم الهيدروجيني pH • حساب pH من $[H^+]$، والعكس • حساب pH لحمض قوي • حساب pH لقاعدة قوية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

لقد تعلم الطلبة أن الرقم الهيدروجيني pH للماء النقي هو 7، وأن الماء متعادل. قد يواجه الطلبة صعوبة في فهم فكرة السلوك الحمضي والقاعدي للماء.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد .

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

يمكن للطلبة العمل ضمن ثنائيات ومناقشة سبب قدرة الماء على السلوك كحمض وكقاعدة. يمكنهم استخدام أمثلة من الدرس من الموضوع ١-٢ لتوضيح مناقشتهم.

الأنشطة الرئيسية

يرد في ما يلي نشاطان تعليميان.

١ ثابت تأين الماء (٢٠ دقيقة)

- يكتب الطلبة معادلة تأين جزيئات الماء إلى أيونات هيدروجين وهيدروكسيد. يمكنك الإشارة في هذه المرحلة إلى أن الماء يكون متذبذباً في هذا التفاعل، لأنه يمنح بروتونات ويستقبل بروتونات.
- يكتب الطلبة بعد ذلك تعبير ثابت الاتزان K_c لهذا التفاعل ثم يكتبون تعبيراً مبسطاً، لأن تركيز الماء يكاد لا يتغير ويبقى ثابتاً فعلياً. يجب أن يكتبوا أيضاً وحدة لهذا الثابت المبسط K_w .

كفكرة للتقويم: عند 298 K، تكون قيمة هذا الثابت $1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$. ما تركيز أيونات الهيدروجين في الماء النقي عند درجة الحرارة هذه؟ (تلميح: $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$)

٢ حساب تركيز أيونات الهيدروجين في الماء النقي (١٥ دقيقة)

يمكن للطلبة استخدام كتاب الطالب لإعادة ترتيب العلاقة $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ لإيجاد تركيز أيونات الهيدروجين في الماء النقي. بالاستفادة من قيمة الثابت ($K_w = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$).

كفكرة للتقويم: تزداد قيمة K_w مع ارتفاع درجة الحرارة. ماذا يخبرك ذلك عن تأين الماء؟

الإجابة: يُعدّ تأين الماء عملية كسر غير متجانس للروابط وهذه العملية ماصة للحرارة. يعزّز الارتفاع في درجة الحرارة، أي عملية ماصة للحرارة، وبالتالي ينزاح موضع الاتزان إلى اليمين للتقليل من ازدياد درجة الحرارة وفق مبدأ لوشاتيليه. فتزداد تراكيز أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد، لذلك تزداد قيمة K_w .

٣ مقياس pH (٣٠ دقيقة)

اشرح باستخدام الموضوع ١-٣ الوارد في كتاب الطالب، أو ناقش أصل (منشأ) مقياس pH.

يمكن للطلبة استخدام المثال ١ لمعرفة كيفية حساب pH من $[\text{H}^+]$.

ويمكن للطلبة استخدام المثال ٢ لمعرفة كيفية حساب $[\text{H}^+]$ من pH.

كفكرة للتقويم: يمكن للطلبة الإجابة عن السؤالين ٧ و ٨ الواردين في كتاب الطالب.

٤ حساب الرقم الهيدروجيني pH لأحماض قوية بتراكيز مختلفة (٣٠ دقيقة)

- وفق التعريف، تتفكك الأحماض القوية تماماً في محلول مائي، لذلك إذا تمّ إعطاء تركيز حمض يمكن معرفة $[\text{H}^+]$ وبالتالي حساب pH.

لقد عرّف الطلبة pH سابقاً، ويمكن لهذا الأمر أن يساعدهم على فهم سبب استخدام المقياس اللوغاريتمي العشري وكيفية استخدام آلاتهم الحاسبة. ما سبب استخدام المقياس اللوغاريتمي العشري؟ إذا استخدمنا مقياساً خطياً، فإن الجزء الأكبر من المقياس لن يكون قابلاً للاستخدام، ولن يكون ممكناً بالتالي قراءة القيم الصغرى لـ $[H^+]$.

باستخدام الآلة الحاسبة، اضغط على - ثم $[log]$ ثم أدخل العدد.

تذكر أنه للعثور على قيم log للأعداد الواردة في الشكل القياسي، مثل 2.5×10^{-5} ، اضغط على المفاتيح على النحو الآتي:

$$-\log 2.5 \text{ EXP}-5 = 4.60$$

ملاحظة: قد يكون لدى الطلبة آلات حاسبة تستخدم مفاتيح مختلفة عن تلك المدرجة هنا.

كفكرة للتقويم:

- أجب عن السؤال ٢ (أ٣) الوارد في أسئلة نهاية الوحدة كتاب الطالب.
- لإيجاد $[H^+]$ تُعكس قيمة pH. على سبيل المثال، ما قيمة $[H^+]$ عندما يكون $pH = 4.60$ ؟
 $[H^+] = 10^{-pH}$. في هذه الحالة $[H^+] = 10^{-4.602}$. للقيام بالحساب، اضغط على $[SHIFT]$ ثم $[log]$ ، وهو 10^x . ثم أدخل 4.602 $[+/-]$. الإجابة تكون $2.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$.

٥ الرقم الهيدروجيني للقواعد القوية (٢٥ دقيقة)

اشرح للطلبة أن K_w توضح أنه حتى عندما يكون $[OH^-]$ مرتفعاً، فإن المحلول يبقى محتوياً على أيونات H^+ .

كأفكار للتقويم:

- وزّع الطلبة ضمن مجموعات واطلب إليهم استخدام القيمة المقبولة لـ K_w وتعريف pH لإيجاد pH لمحلول قاعدي قوي.

- كلفهم بإيجاد قيم pH للمحاليل القلوية الآتية:

أ. محلول NaOH تركيزه 0.100 mol/L الإجابة: $pH = 13$

ب. محلول NaOH تركيزه 0.020 mol/L الإجابة: $pH = 12.3$

ج. محلول KOH تركيزه $2.6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ الإجابة: $pH = 11.4$

د. محلول $Ca(OH)_2$ تركيزه 0.102 mol/L الإجابة: $pH = 13.3$

عندما يقومون بقسمة 1×10^{-14} على $[OH^-]$ فإنهم يحصلون على عدد. وباستخدام الآلة الحاسبة، يضغطون ببساطة

على $[log]$ ثم $[=]$ فتعطيهم عدداً سالباً. حذف الإشارة السالبة (-) يعطيهم قيمة pH.

بالنسبة إلى الجزئية د، فإن هيدروكسيد الكالسيوم ثنائي الهيدروكسيل، وبالتالي: $[OH^-] = 2 \times [Ca(OH)_2]$.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

عند 293 K ، تكون $K_w = 1.14 \times 10^{-15} \text{ mol}^2/\text{L}^2$. فاحسب تركيز أيونات الهيدروجين في الماء النقي عند درجة الحرارة هذه.

الإجابة:

$$[H^+] = \sqrt{1.14 \times 10^{-15}} = 3.38 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

الدعم

تأكد من قدرة الطلبة على إعادة ترتيب العلاقة واستخدام الآلة الحاسبة.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يعمل الطلبة ضمن ثنائيات لإنجاز قائمة تحتوي ثلاث أفكار حول ثابت تأين الماء النقي. يمكنهم مشاركة أفكارهم مع ثنائيات أخرى، ثم يختمون مع الصف بأكمله.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يجب أن يكون الطلبة قادرين على تعريف ثابت تأين الماء النقي.

المهارة الحسابية

يجب أن يكون الطلبة قادرين على إعادة ترتيب المعادلات الرياضية واستخدام آلاتهم الحاسبة لإيجاد الجذر التربيعي.

٤-١ ثابت تأين للأحماض الضعيفة K_a والقواعد الضعيفة K_b

الأهداف التعليمية

٦-١ يعرف رياضياً المصطلحات: pH ، K_a ، pK_a ، K_b ، K_w ، ويستخدمها في الحسابات بما يتضمن استخدام العلاقة:

$$K_w = K_a \times K_b$$

٧-١ يحسب $[H^+]$ وقيم pH لكل مما يلي:

(أ) الأحماض القوية

(ب) القواعد القوية

(ج) الأحماض الضعيفة

(د) القواعد الضعيفة

عدد الحصص المقترحة للتدريس

أربع حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	١-٤ ثابت تأين للأحماض الضعيفة K_a والقواعد الضعيفة K_b - الأحماض الضعيفة - حساب K_a لحمض ضعيف - حساب قيمة الرقم الهيدروجيني pH لحمض ضعيف - ثابت تأين القواعد الضعيفة، K_b - العلاقة بين K_a و K_b و K_w الأسئلة من ١٠ إلى ١٥ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢ (أ)، (٣)، (ج)، (د)	<ul style="list-style-type: none"> تعريف معادلات K_a و pK_a ويكتبها حساب K_a لحمض ضعيف حساب pH لحمض ضعيف تعريف K_b ويشرح السبب $K_w = K_a \times K_b$
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ١-٢ حسابات الرقم الهيدروجيني pH نشاط ١-٣ أيونات الهيدروجين في معادلات ثابت الاتزان (١، ٢) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال (ب، ج) ٢ (ب)، (١)، (٣)	<ul style="list-style-type: none"> حساب pH لأحماض ضعيفة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يجب على الطلبة الانتباه إلى عدم استخدام الشكل العام HA لتمثيل حمض ضعيف في كل مرة يُطلب إليهم التعبير عن K_a ولكن يُعبّر عن العلاقة بصيغة الحمض نفسه. على سبيل المثال، إذا طلب إليهم إعطاء K_a لـ HNO_2 ، تكون الإجابة:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \quad \text{وليس} \quad K_a = \frac{[H^+][NO_2^-]}{[HNO_2]}$$

- قد يعتقد الطلبة أن الانخفاض في قيمة pH غير مهم. اشرح لهم أن الانخفاض في قيمة pH للدم من 7.4 إلى 7.1 يعني مضاعفة $[H^+]$ ، وهو ما يؤدي إلى عواقب خطيرة.

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)

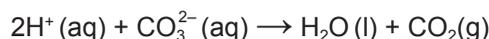
اعرض بعض السوائل "المستخدمة يومياً" بحيث يمكن للطلبة أن يقيسوا pH لها باستخدام مقياس pH. غالباً ما تمتلك المنظفات القيمة الأعلى لـ pH لأنها تحتوي على قلويات قوية قد تسبب التحلل المائي لروابط الإستر في الدهون، ما يجعلها قابلة للذوبان بحيث يسهل شطفها والتخلص منها. وتمتلك معظم مستحضرات التجميل قيم pH متعادلة تقريباً.

٢ فكرة ب (١٠ دقائق)

- اطرح على الطلبة بعض الأسئلة التي يمكن أن تكون مرتبطة بكيمياء الحمض-قاعدة. على سبيل المثال:
- لماذا يحتوي مزيج ترسبات غلاية الماء على حمض الستريك $(\text{CH}_2\text{COOH})(\text{COOH})\text{HOC}$ ؟
 - لماذا يحتوي العديد من منظفات الصرف الصحي على قلويات قوية؟

الإجابات:

- يُعدّ حمض الستريك مادة غير ضارة/غير سامة وهو يتفاعل في الماء مع الكربونات الموجودة في الترسبات الكلسية وفق المعادلة الآتية:



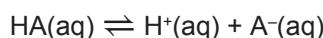
- تسبب الأيونات OH^- في المادة القلوية التحلل المائي للدهون والبروتينات في المصارف الصحية، وتكون المركبات الناتجة أكثر قابلية للذوبان، وبالتالي يمكن شطفها بسهولة أكبر.

الأنشطة الرئيسية

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

١ ثابت التآين (K_a) والرقم الهيدروجيني للأحماض الضعيفة (٤٥ دقيقة)

قدم مفهوم الأحماض الضعيفة. أكد على استخدام الأسهم المنعكسة (\rightleftharpoons) في المعادلة العامة:



مضيفاً أنه يمكن جعل نصف السهم السفلي أطول لتوضيح أن الاتزان ينزاح أكثر إلى اليسار.

كفكرة للتقويم ١:

يجيب الطلبة عن السؤال ١٠ (أ) الوارد في كتاب الطالب.

يكتب الطلبة علاقة ثابت الاتزان (التآين):

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

تُعدّ هذه العلاقة مهمة جداً: فهي تشتق بسهولة من معادلة التآين، وباستخدام المبادئ الأساسية يمكن تغييرها إلى شكل قد يُستخدم لإيجاد $[\text{H}^+]$ ثم pH ، ويُعدّ ضرورياً لفهم المحاليل المنظمة. وما يُعدّ مهماً أيضاً هو قيمة $\text{p}K_a$.

$$\text{p}K_a = -\log_{10} K_a$$

يُعدّ تفسير هذا المصطلح أسهل من تفسير قيم K_a لأن قيم K_a تكون صغيرة جداً.

كلما ازدادت قيمة $\text{p}K_a$ ، كان الحمض أضعف. إذا تم إعطاء قيمة $\text{p}K_a$ ولم تُعطَ قيمة K_a فإن $K_a = 10^{-\text{p}K_a}$.

بعد ذلك اعرض العلاقة $K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{HA}]_0}$. كيف انتقلنا من العلاقة الأصلية إلى هذه العلاقة الجديدة؟

توجد فرضيتان هنا:

تأتي الأيونات H^+ جميعها من الحمض الضعيف. تكون مساهمة الماء قليلة جداً بحيث يمكن تجاهلها.

يكون الفرق بين $[HA]_{eq}$ و $[HA]_0$ صغيراً جداً لأنه، وفقاً للتعريف، تتفكك كمية صغيرة جداً من الحمض وهذه الكمية تتناسب مع التركيز الابتدائي للحمض (أو لإلكتروليت ضعيف). فعلى سبيل المثال، إذا كان التركيز 0.100 mol/L في البداية، يتأين أربعة جزيئات فقط لكل 100 جزيء من CH_3COOH ، ما يعني أنه عند تحقق الاتزان يكون التركيز 0.096 mol/L .

لذلك ، نفترض أن $[HA]_0 = [HA]_{eq}$

كفكرة للتقويم ٢:

تستخدم العلاقة $K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]_0}$ للإجابة عن السؤال ٢(ج) من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب.

إعادة ترتيب العلاقة: $K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]_0}$ تعطي $[H^+]^2 = K_a \times [HA]_0$ ، ومن ثم تطبيق الجذور التربيعية على كلا الجانبين:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times [HA]_0} \text{ بعد ذلك استخدم } \text{pH} = -\log_{10}[H^+]$$

كفكرة للتقويم ٣:

استخدم العلاقة: $K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]_0}$ للإجابة عن السؤال ٣(د) من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب.

٢ استخدام قيم pK_a لاستنتاج أحماض وقواعد برونستد-لوري في تفاعل ما (٢٥ دقيقة)

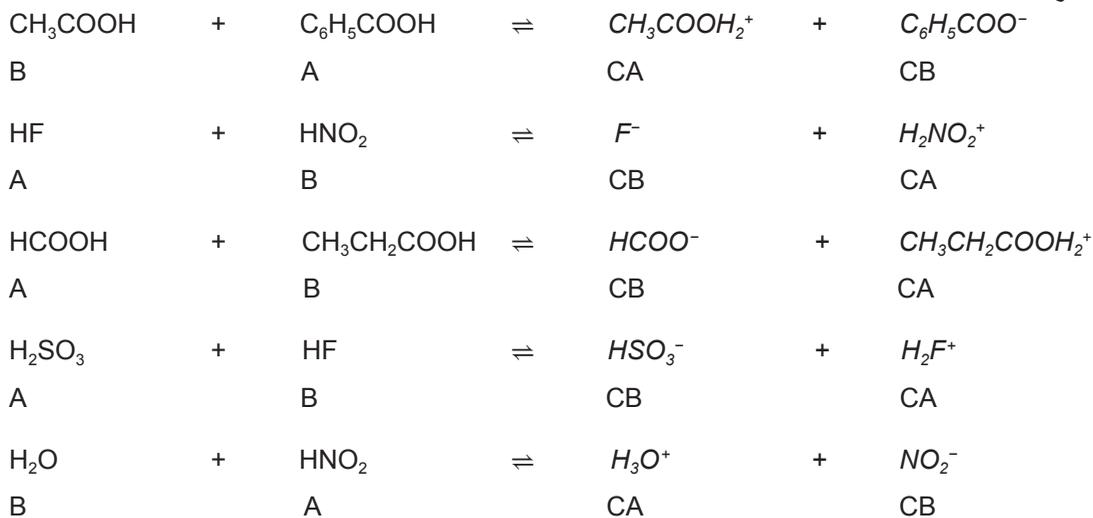
استخدم الجدول (١-٥) لقيم pK_a الواردة في كتاب الطالب. ستحتاج القيم الآتية:

$$pK_a(C_6H_5COOH) = 4.20$$

$$pK_a(H_2SO_3) = 1.89$$

يمكن للطلبة العمل ضمن ثنائيات في هذا النشاط.

أكمل المعادلات الآتية: (الإجابات معطاة بالخط المائل) وحدد الحمض (A) والقاعدة (B) والحمض المرافق (CA) والقاعدة المرافقة (CB).



في نهاية النشاط، تُعطى الإجابات للطلبة واحدة تلو الأخرى (وليس دفعة واحدة) بحيث يمكن مناقشتها في ضوء قيم pK_a .

٦ ثابت تأين القاعدة

استخدم كتاب الطالب لشرح كيفية اشتقاق K_b وأنه مقياس لمدى تفكك القاعدة في الماء وبالتالي لقوة القاعدة. يمكن للطلبة استخدام كتاب الطالب لاستنتاج العلاقة بين K_w و K_a و K_b .

$$K_w = K_a \times K_b$$

﴿ فكرة للتقويم: يقرأ الطلبة المثال ٦ ويجيبون عن السؤال ١٤. ﴾

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

عند إضافة المغنيسيوم إلى NH_4Cl يحدث فوران ويختفي المغنيسيوم. اشرح ما يحدث.

الدعم

تعدّ فكرة جيدة أن تُكتب معادلة K_a بخط كبير على ورقة تعلّق على الحائط بمحاذاة ورقة الاشتقاقات والمعادلات الخاصة بـ pH و pK_a والدالات العكسية، أي $[H^+] = 10^{-pH}$ و $K_a = 10^{-pK_a}$. يجب أن تكون هذه المعادلات مرئية بوضوح وعلى مرمى نظر جميع من في الصف.

يمكن مراجعة الحسابات على مراحل. على سبيل المثال، أعطهم pK_a وتركيز الحمض واطلب إليهم حساب pH للمحلول.

المرحلة ١: احسب K_a باستخدام $K_a = 10^{-pK_a}$

$$\text{المرحلة ٢: استخدم } K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]_0}$$

المرحلة ٣: أعد ترتيب العلاقة السابقة: $[H^+] = \sqrt{(K_a) \times [HA]_0}$

المرحلة ٤: احسب pH باستخدام: $pH = -\log_{10}[H^+]$

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- يجب أن يشرح الطلبة كيفية حساب pH لمحلول من حمض تركيزه 0.100 mol/L ويمتلك $pK_a = 6.2$.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يجب استخدام المفردات الصحيحة بعناية، على سبيل المثال: غير متفكك (متأين)، يمكن إهماله.

المهارة الحسابية

هنالك حاجة إلى إعادة ترتيب المعادلات، واستخدام الجذور التربيعية وإجراء حسابات تقريبية. يجب أن يكون الطلبة قادرين على استخدام الآلة الحاسبة من حيث الدالات اللوغاريتمية (\log).

الموضوع ١-٥ معايرة الأحماض والقواعد

الأهداف التعليمية

- ٨-١ يحدّد الكواشف المناسبة لمعايرة الأحماض والقواعد، بالاعتماد على البيانات المعطاة.
- ٩-١ يرسم منحنيات pH لمعايرة أحماض قوية أو ضعيفة مع قواعد قوية أو ضعيفة (لا يتضمن قاعدة ضعيفة مع حمض ضعيف).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٥-١ معايرة الأحماض والقواعد مهارات عملية ١-١ المعايرة - الكواشف الأسئلة من ١٦ إلى ١٨ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٤، ٥، ٦	<ul style="list-style-type: none"> • خصائص الأحماض والقواعد • الكواشف كأحماض ضعيفة • منحنيات المعايرة • اختيار الكاشف الصحيح لنوع معيّن من المعايرة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ١-٤ الكواشف ومنحنيات المعايرة استقصاء عملي ١-١ التغيّر في الرقم الهيدروجيني pH أثناء معايرة حمض-قاعدة أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢(ج)، ٣(هـ)	<ul style="list-style-type: none"> • استخدام مقياس pH لمراقبة التغيرات في قيم pH عند معايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم بمحلول حمض الإيثانويك

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

قيمة pH التي يتغير عندها لون كاشف حمض-قاعدة تسمى نقطة-النهاية في المعايرة، وتعدّ نقطة التكافؤ النقطة التي يكون عندها عدد الأيونات OH^- المضافة كافياً لمعادلة أيونات H^+ . وتكون في منتصف الخط العمودي (خط الانحدار) لمنحنى المعايرة.

لا تتطابق بالضرورة نقطة-النهاية ونقطة التكافؤ على المنحنى.

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)

سيقود البحث عبر الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) عن "الكواشف" إلى بعض مقاطع الفيديو القصيرة ذات الصلة والتي تقدم نظرة أخرى حول الكواشف.

كبدل يمكنك دعوة الطلبة إلى مشاهدة الفيديو على الرابط:

<https://www.shutterstock.com/video/clip-1097066703-chemical-reaction-neutralization-oxalic-acid-solution-soda>

هذا الفيديو يبيّن تغير لون الميثيل البرتقالي عند معادلة حمض ما .



٢ فكرة ب (١٠ دقائق)

يلزم لهذا العرض التوضيحي البسيط بعض الأدوات والمواد المخبرية. ما مدى دقة الكاشف العام كوسيلة لقياس قيم pH؟ ضع 25 mL من حمض الهيدروكلوريك بتركيز 0.100 mol/L في كأس زجاجية وأضف بضع قطرات من الكاشف العام. يمكنك أيضاً قياس قيمة pH للمحلول باستخدام مقياس pH. يمكن للمعلم (أو أحد الطلبة) إضافة محلول من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.100 mol/L بوساطة سحاحة. بعد كل إضافة من المادة القلوية، يتم تسجيل لون الكاشف العام وقيمة pH للمحلول الناتج، وتتم مقارنة قيم pH هذه مع دليل مدى pH في البطاقة المرجعية المرفقة مع الكاشف العام.

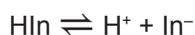
كفكرة للتقويم: كيف تُقارن القيم؟ يجب على الطلبة كتابة استنتاج موجز.

الأنشطة الرئيسية

في ما يلي، يرد العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة. يقرأ الطلبة الموضوع "مدخل إلى الكواشف" الوارد في كتاب الطالب.

١ الكواشف أحماض ضعيفة (١٠ دقائق)

توضح المعادلة أدناه الاتزان العام الذي يتضمن الكواشف:



كفكرة للتقويم: يكتب الطلبة معادلة الاتزان لكاشف ما. يكون لون HIn هو اللون 1 ولون In⁻ (القاعدة المرافقة) هو اللون 2. يجب أن يستتجوا لون الكاشف في محلول حمضي وفي محلول قاعدي، ويشرحوا إجاباتهم. يمكنهم استخدام مبدأ لوشاتيليه لشرح تأثير إضافة أيونات H⁺ و OH⁻. ولتعزيز مفهوم سابق، فإن إضافة أيونات OH⁻ تُعدّ عملية تعادل وذلك لأن أيونات H⁺ وأيونات OH⁻ تتفاعل فيما بينها لتكوين جزيئات ماء وبالتالي يقل تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول (في الطرف الأيمن من المعادلة)، الأمر الذي يؤدي إلى إزاحة موضع الاتزان نحو الطرف الأيمن من المعادلة. بعد مرور مدة زمنية مناسبة، وزّع الطلبة في مجموعات، وشجعهم ضمن كل مجموعة على تقويم إجاباتهم.

٢ منحنيات المعايرة (٣٠ دقيقة)

يقرأ الطلبة مهارات عملية ١-١ "المعايرة" الواردة في كتاب الطالب والمواضيع التي تليه. كلفهم برسم المنحنيات التي يمكن الحصول عليها من المعايرات الآتية:

- محلول هيدروكسيد البوتاسيوم وحمض الكبريتيك
- حمض الإيثانويك ومحلول هيدروكسيد الصوديوم
- محلول الأمونيا وحمض الهيدروكلوريك.

لكل تمثيل بياني، الكواشف المناسبة هي:

- محلول هيدروكسيد البوتاسيوم وحمض الكبريتيك - كاشف البروموثايمول الأزرق
- حمض الإيثانويك ومحلول هيدروكسيد الصوديوم - كاشف الفينولفثالين
- محلول الأمونيا وحمض الهيدروكلوريك - الميثيل الأحمر.

﴿ فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن السؤالين ١٦ و ١٧. ﴾

٣ استقصاء عملي ١-١: التغير في الرقم الهيدروجيني pH أثناء معايرة حمض-قاعدة (٤٠ دقيقة)

يعمل الطلبة في مجموعات لإجراء الاستقصاء، فيقومون بمعايرة حمض الإيثانويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ثم بمراقبة قيم pH باستخدام مقياس pH.

﴿ فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن الأسئلة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة. ﴾

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

اشرح التغيرات في اللون في ضوء (K_c لاتزان تأين الكاشف).

الإجابة: على سبيل المثال، إذا تمت إضافة أيونات H^+ ، فسيؤدي ذلك إلى ازدياد قيمة البسط في K_c وللحفاظ على قيمة K_c ثابتة، ينبغي أن تزداد قيمة $[HIn]$ وأن تنخفض قيمتا $[In^-]$ و $[H^+]$ ، وبالتالي ينزاح الاتزان نحو الطرف الأيسر للمعادلة.

الدعم

إن رسم نطاق أفقي على منحنى المعايرة لتوضيح مدى pH للتغير في لون كاشف لكاشف ما سيساعد بعض الطلبة على تصور ما إذا كان تغير لون الكاشف يتطابق مع الجزء العمودي من المنحنى.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

وزع الطلبة في مجموعات صغيرة. ثم اسألهم عما تعلموه عن اتزان تفاعلات الحمض والقاعدة. هل يمكنهم تطبيق مبدأ لوشاتيليه على الأحماض والقواعد؟ يُعدّ السؤال ١٨ الوارد في كتاب الطالب حول منحنيات المعايرة مثلاً جيداً لإنهاء هذا الموضوع. ترد الإجابات في الجدول (١-١) أدناه

التعليق	الإجابة
إجابة غير صحيحة. لأن المنحنى يوضح إضافة قاعدة قوية إلى الحمض الضعيف.	أ
إجابة غير صحيحة. لأن المنحنى يوضح إضافة قاعدة قوية إلى الحمض الضعيف.	ب
إجابة صحيحة.	ج
إجابة غير صحيحة. pH الابتدائي أكبر من 4 ما يعني أن الحمض ضعيف.	د

الجدول ١-١

التكامل مع المناهج

المهارة الحسابية

- يتطلب فهم منحنيات المعايرة المحددة تجريبياً ورسمها مهارات تخطيطية.

الموضوع ٦-١ الاتزان والذوبانية

الأهداف التعليمية

- ١٠-١ يعرف مصطلح ثابت حاصل الذوبانية (K_{sp})، ويستخدمه.
- ١١-١ يكتب علاقة تمثل ثابت حاصل الذوبانية K_{sp} .
- ١٢-١ يحسب قيمة K_{sp} من التراكيز، والعكس صحيح.
- ١٣-١ يفهم تأثير الأيون المشترك لشرح الذوبانية المختلفة لمركب موجود في محلول يحتوي على أيون مشترك ويستخدمه.
- ١٤-١ يجري حسابات باستخدام قيم K_{sp} وتركيز الأيون المشترك.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

أربع حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٦-١ الاتزان والذوبانية - ثابت حاصل الذوبانية - حسابات ثابت حاصل الذوبانية - التنبؤ بالترسيب - تأثير الأيون المشترك على ذوبانية الأملاح الأسئلة من ١٩ إلى ٢٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٨، ٧	<ul style="list-style-type: none"> • تعريف ثابت حاصل الذوبانية ووحداته • كتابة معادلة ثابت حاصل الذوبانية ووحداته • حساب ثابت حاصل الذوبانية من بيانات الذوبانية التنبؤ بالترسيب • تأثير الأيون المشترك على ذوبان ملح ما
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٥-١ ثابت حاصل الذوبانية أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤	

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

بعض حالات سوء الفهم الأكثر شيوعاً ستتضح لاحقاً في الإجابات غير الصحيحة عن السؤال المفصلي ٢٠ الوارد في كتاب الطالب. على سبيل المثال، تبديل الأعداد بشكل غير صحيح عند كتابة معادلة ثابت حاصل الذوبانية.

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)

وجه الطلبة إلى مشاهدة الفيديو الآتي:

<https://www.shutterstock.com/shutterstock/videos/1019628829/preview/stock-footage-reaction-between-lead-nitrate-and-potassium-dichromate-captured-at-frames-per-second.webm>



يُوضح الفيديو تكوّن راسب أصفر من ثنائي كرومات الرصاص عند إضافة محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم إلى محلول نترات الرصاص.

٢ فكرة ب (١٥ دقيقة)

• حضّر محلولاً مشبعاً من كبريتات الكالسيوم ثم قم بترشيحه. تكون الرشاحة هنا محلولاً مشبعاً يحتوي على أيونات الكالسيوم والكبريتات الذائبة. تتم إضافة محلول مركز من كبريتات الصوديوم قطرة قطرة. ما الذي تتم ملاحظته؟ < **فكرة للتقويم:** ماذا يحدث خلال هذه العملية؟ يكتب الطلبة الدليل على وجود حالة اتزان عندما تكون كبريتات الصوديوم الصلبة على تماس مع محلول أيونات الكالسيوم والكبريتات.

الأنشطة الرئيسية

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

١ ثابت حاصل الذوبانية: تعبيرات لثوابت حاصل الذوبانية المختلفة ووحداتها (١٥ دقيقة)

تمّ تعريف مصطلح ثابت حاصل الذوبانية في الموضوع ١-٦ من كتاب الطالب. يمكن استخدام بعض المواد المدرجة في الجدول (٨-١) الوارد في كتاب الطالب كأمثلة لكتابة معادلة ثابت الاتزان لملح شحيح الذوبان في حالة اتزان مع أيوناته. ونظراً إلى أن تركيز المادة الصلبة عند درجة حرارة ثابتة لا يتغير، يمكن إزالة المقام (المصطلح السفلي) في هذه المعادلات جميعها وكتابة معادلة اتزان جديدة، هي ثابت حاصل الذوبانية.

< **فكرة للتقويم:** أجب عن السؤال ١٩ الوارد في كتاب الطالب، وأضف المزيد من المركبات المستخدمة من الجدول (٨-١) الوارد في الكتاب نفسه.

٢ حسابات تتضمن ثوابت حاصل الذوبانية (٥٠ دقيقة)

• يعطي المثالان ٨ و ٩ الواردان في كتاب الطالب أمثلة حول كيفية حساب ثوابت حاصل الذوبانية من بيانات قيم الذوبانية، والعكس أيضاً، أي حساب قيم الذوبانية من بيانات ثوابت حاصل الذوبانية.

- يوجد نوع آخر من الأسئلة أكثر صعوبة وهو حساب الذوبانية من ثابت حاصل الذوبانية، عندما يكون هنالك أيونان ذائبان أو أكثر. على سبيل المثال، تمتلك كربونات الفضة ثابت حاصل ذوبانية يساوي $K_{sp} = 6.3 \times 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{L}^3$.
- المعادلة الخاصة بهذا الاتزان هي كالآتي: $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
- وعلاقة ثابت حاصل الذوبانية: $K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CO}_3^{2-}]$
- هنالك أيون واحد من الكربونات في المحلول مقابل أيونين من الفضة، وبالتالي فإن تركيز أيونات الكربونات يساوي ذوبانية كربونات الفضة.
- لذلك يجب التعبير عن تركيز أيونات الفضة في ضوء تركيز أيونات الكربونات.
- ولأن $[\text{Ag}^+] = 2 \times [\text{CO}_3^{2-}]$ يمكن كتابة K_{sp} كالآتي:

$$K_{sp} = (2 \times [\text{CO}_3^{2-}])^2 \times [\text{CO}_3^{2-}] =$$

$$4[\text{CO}_3^{2-}]^3 = 6.3 \times 10^{-12}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \sqrt[3]{\frac{6.3 \times 10^{-12}}{4}} = 1.16 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

- ملاحظة: في العديد من الآلات الحاسبة يكون الجذر التكعيبي: [SHIFT] أو x^3 [second F]
- وعند طلب حساب ثابت حاصل الذوبانية باستخدام الذوبانية، يجب مرة أخرى استخدام معادلة الاتزان التي تمثل ذوبانية الإلكتروليت شحيح الذوبان.
- على سبيل المثال: Sb_2S_3 ، يُعبّر عن ذوبانية المركب بوحدة mol/L. وسوف يُرمز إلى الذوبانية بـ s mol/L.
- $\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Sb}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{S}^{2-}(\text{aq})$
- لذلك، يكون تركيز كل من الأيونين، $[\text{S}^{2-}] = 3s$ و $[\text{Sb}^{3+}] = 2s$.
- $K_{sp} = [\text{Sb}^{3+}]^2 [\text{S}^{2-}]^3 = (2s)^2 \times (3s)^3 = 4s^2 \times 27s^3 = (108s^5) \text{ mol}^5/\text{L}^5$

فكرة للتقويم: يحتاج الطلبة إلى العمل ضمن مجموعات من ثلاثة يمتلكون قدرات متفاوتة. ويجيبون عن السؤال ٢٠ الوارد في كتاب الطالب.

قد ترغب أيضاً في استخدام السؤال الآتي لاختبار فهم الطلبة:

يُعدّ فوسفات الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ، ملحاً شحيح الذوبان من أملاح حمض الفوسفوريك.

أ. أعطِ صيغ الأيونين الموجودين في فوسفات الكالسيوم.

ب. اكتب معادلة الاتزان بين فوسفات الكالسيوم الصلبة والأيونات المكوّنة لها والموجودة في المحلول.

ج. اكتب معادلة ثابت حاصل الذوبانية لفوسفات الكالسيوم.

د. ذوبانية فوسفات الكالسيوم تساوي $2.48 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$. استخدم هذه المعلومة لحساب ثابت حاصل الذوبانية

لفوسفات الكالسيوم. تذكر أن تضمّن الوحدة الصحيحة في إجابتك.

هـ. لماذا تُعدّ فوسفات الكالسيوم قليلة الذوبانية في الماء؟ اشرح إجابتك.

الإجابات:

أ. Ca^{2+} و PO_4^{3-}

ب. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$.

ج. $K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2$

$$[Ca^{2+}]^3 = (3 \times 2.48 \times 10^{-6})^3 = 4.12 \times 10^{-16} \text{ mol}^3/\text{L}^3$$

$$[PO_4^{3-}]^2 = (2 \times 2.48 \times 10^{-6})^2 = 2.46 \times 10^{-11} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

$$K_{sp} = 4.12 \times 10^{-16} \times 2.46 \times 10^{-11}$$

$$= 1.01 \times 10^{-26} \text{ mol}^5/\text{L}^5$$

هـ. تُعدّ قيمة ثابت حاصل الذوبانية لفوسفات الكالسيوم صغيرة جداً، لذلك تكون فوسفات الكالسيوم شحيحة الذوبان في الماء.

في نهاية النشاط، يتجمع الطلبة وتدوّن كل مجموعة إجابة كل سؤال على ورقة منفصلة. يكتب الطلبة أسماءهم على أعلى كل ورقة بحيث تستطيع تقييم إجاباتهم. أعطِ الإجابات واتفق مع الطلبة على مخطط توزيع الدرجات. يجب توزيع الدرجات على المعادلات الكيميائية، ومعادلات ثوابت حاصل الذوبانية، مع تقديم مبررات لسبب استخدام المعادلة والحساب النهائي.

٣ استخدام ثوابت حاصل الذوبانية للتنبؤ بترسيب الأملاح شحيحة الذوبان وتفسيره (٢٠ دقيقة)

إذا تمّ تجاوز قيمة ثابت حاصل الذوبانية لمُح ما، فسيحدث ترسيب. كلف الطلبة الرجوع إلى الفكرة (أ) في هذا الموضوع: الاتزان بين كبريتات الكالسيوم الصلبة ومحلولها المشبع.

باستخدام مبدأ لوشاتيليه، فإن إضافة أيونات الكبريتات إلى مخلوط الاتزان يعني أن الاتزان قد اضطرب، ولمواجهة هذا التغيير، تترسب كبريتات الكالسيوم الصلبة مزيلة بعض أيونات الكبريتات الفائضة ومعها قسماً من أيونات الكالسيوم. من حيث القيم العددية، فإن إضافة أيونات الكبريتات تعني أنه قد تمّ تجاوز قيمة ثابت حاصل الذوبانية، ولإعادته إلى قيمته الصحيحة، تترسب كبريتات الكالسيوم مزيلة بعض أيونات الكبريتات الفائضة ومعها قسماً من أيونات الكالسيوم. توضح هذه التجربة أنه إذا تمّ تجاوز قيمة ثابت حاصل الذوبانية، فسيحدث ترسيب. وغالباً ما يُسمى هذا تأثير الأيون المشترك.

كفكرة للتقويم: أجب عن السؤال ٢١ الوارد في كتاب الطالب.

٤ السؤال المفصلي ٢٢ حول ثوابت حاصل الذوبانية (٢٠ دقيقة)

تناقش المجموعات السؤال وتحاول تكوين آراء حول سبب إعطاء الإجابات غير الصحيحة محاولة في الوقت نفسه إيجاد الإجابة الصحيحة (راجع الجدول ٢-١).

الإجابة	التعليق
أ	إجابة صحيحة.
ب	إجابة غير صحيحة. لم يلاحظ الطالب حقيقة وجود أيوني بزموت وثلاثة أيونات كبريتيد لكل مول من كبريتيد البزموت.
ج	إجابة غير صحيحة. استنتج الطالب تراكيز كل أيون بشكل صحيح ولكنه لم يطبق معادلة الاتزان بشكل صحيح، مستخدماً $[Bi^{3+}] [S^{2-}]$ بدلاً من $[Bi^{3+}]^2 [S^{2-}]^3$.
د	إجابة غير صحيحة. استخدم الطالب التراكيز الصحيحة ولكنه لم يطبق معادلة الاتزان بشكل صحيح، مستخدماً $[Bi^{3+}]^3 [S^{2-}]^2$ بدلاً من $[Bi^{3+}]^2 [S^{2-}]^3$.

الجدول ٢-١

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسُّع والتحدِّي

- يتأين كبريتيد الهيدروجين على النحو الآتي: $H_2S(aq) \rightleftharpoons 2H^+(aq) + S^{2-}(aq)$
- يُعدُّ كبريتيد الرصاص (PbS) أقل ذائبية بكثير (لأنه يمتلك قيمة K_{sp} أقل) من كبريتيد الكالسيوم (CaS). عندما يتم تمرير غاز كبريتيد الهيدروجين في محلول حمضي يحتوي على أيونات Pb^{2+} و Ca^{2+} فقط، يترسب كبريتيد الرصاص. اشرح السبب.

الإجابة:

يتوقف تأين كبريتيد الهيدروجين بوجود أيونات الهيدروجين في المحلول، ما يعني أن تركيز أيونات الكبريتيد يكون قليلاً جداً. يكفي هذا التركيز المنخفض لتجاوز ثابت حاصل الذوبانية لكبريتيد الرصاص ولكن ليس لكبريتيد الكالسيوم، لذلك يترسب كبريتيد الرصاص.

الدعم

سوف يجد بعض الطلبة صعوبة في الجوانب الرياضية لهذا الموضوع. تُعدُّ أفضل نقطة انطلاق بالنسبة إليهم، كما هي الحال دائماً، كتابة معادلة تفاعل الاتزان. يجب عليهم ربط التراكيز بالتناسب الكيميائي الموجود في المعادلة. وقد تمَّ إبراز هذه النقطة في السؤال المفصلي ٢٢.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- وُزِع الطلبة في مجموعات وخصص لكل مجموعة موضوعاً فرعياً من هذا الدرس حول ثوابت حاصل الذوبانية. تشمل الموضوعات الفرعية:
 - كتابة علاقة لثابت حاصل الذوبانية.
 - حساب ثابت حاصل الذوبانية من التراكيز والعكس صحيح.
 - وصف استخدام تأثير الأيون المشترك لشرح الفرق في الذوبانية لمركب ما في محلول يحتوي على أيون مشترك.
 - إجراء عمليات حسابية باستخدام قيم ثابت حاصل الذوبانية وتركيز الأيون المشترك.
 - إيجاد ذوبانية هيدروكسيد الكالسيوم باستخدام طريقة عملية.
- امنح كل مجموعة بضع دقائق لتحضير عرض قصير حول الموضوع المخصص لها، ثم عرضه أمام الطلبة. إذا سمح الوقت، يمكن وضع درجات من قبل بقية الطلبة على العروض المقدمة.
- بدلاً من ذلك، أعط الطلبة بعض العبارات المتعلقة بالموضوع. يمكنك استخدام جلسة مراجعة باستخدام إشارات المرور لتحديد نقاط الضعف في فهمهم للموضوع.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

عند الإجابة عن أسئلة حول ثابت حاصل الذوبانية، يحتاج الطلبة إلى:

- استخدام المصطلحات العلمية بشكل صحيح
- استخدام لغة الحياة اليومية بشكل صحيح.

المهارة الحسابية

يُعدُّ التناسب الكيميائي للمعادلات مهماً جداً في هذا الموضوع. ، بالإضافة إلى التوسع في معرفة استخدام الآلة الحاسبة لأن الطلبة قد يحتاجون إلى إيجاد الجذر التكعيبي أو حتى الجذر الرابع لعدد ما .

الموضوع ٧-١ المحاليل المنظمة

الأهداف التعليمية

- ١٥-١ يعرف المحلول المنظم، ويشرح كيفية تحضيره.
- ١٦-١ يشرح، باستخدام المعادلات الكيميائية، كيف تتحكم المحاليل المنظمة بـ pH.
- ١٧-١ يحسب قيم pH للمحاليل المنظمة، مستخدماً البيانات المعطاة المناسبة.
- ١٨-١ يصف استخدامات المحاليل المنظمة ويشرحها، بما فيها دور HCO_3^- في التحكم بقيمة pH في الدم.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٧-١ المحاليل المنظمة - حساب قيمة الرقم الهيدروجيني pH لمحلول منظم مهارات عملية ٢-١ تحضير محلول منظم - أهمية المحاليل المنظمة الأسئلة من ٢٣ إلى ٢٦ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٩، ١٠، ١١، ١٢	<ul style="list-style-type: none"> • تحديد ووصف المحاليل المنظمة • شرح كيف تعمل المحاليل المنظمة • حساب الرقم الهيدروجيني pH للمحاليل المنظمة • وصف بعض استخدامات المحاليل المنظمة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٧-١ المحاليل المنظمة نشاط ٦-١ المحاليل المنظمة أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٣(د)، ٥، ٦	<ul style="list-style-type: none"> • شرح كيف تعمل المحاليل المنظمة • حساب الرقم الهيدروجيني pH للمحاليل المنظمة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

لا تحافظ المحاليل المنظمة على ثبات قيمة الرقم الهيدروجيني pH: بل هي تقاوم التغيرات في قيم الرقم الهيدروجيني pH.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد .

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

اعرض صوراً لعقاقير طبية والدم وكريمات الوجه وشامبو الشعر ولتجارب من الكيمياء الحيوية.

ما المشترك بين هذه الأشياء؟ الإجابة هي أنها جميعها تستخدم محاليل منظمة. على سبيل المثال، تحتوي العديد من العقاقير الطبية على روابط إستر وأميد في الجزيئات، لذلك تكون عرضة للتحلل المائي بوساطة أحماض ومواد قلوية. وتحافظ المحاليل المنظمة على قيم pH شبه ثابتة وبالتالي تطيل مدة صلاحية العقاقير. ففي الجسم، يساوي pH في الدم نحو 7.4 ويُعدّ هذا ضرورياً لعمل الإنزيمات عند قيمة pH المثلى أو قريباً منها. وأخيراً، ينبغي ألا تكون كريمات الوجه وشامبو الشعر شديدة الحمضية أو شديدة القلوية لأن ذلك يمكن أن يُتلف الأنسجة البشرية، ولهذا السبب تحتوي هذه المستحضرات على محاليل منظمة.

بيّن الفيديو الآتي محلولاً منظماً أضيف إلى عيّنة دم.

<https://www.shutterstock.com/shutterstock/videos/1103861353/preview/stock-footage-add-drops-of-diluent-buffer-solution-into-immunological-rapid-test-device-with-blood-drops.webm>



الأنشطة الرئيسية

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

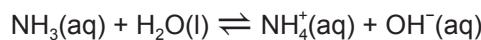
١ تعريف المحاليل المنظمة ووصفها وشرح كيفية عملها (٢٠ دقيقة)

عرّف المحاليل المنظمة كمحاليل تقاوم (تحد من) التغيرات في قيم pH. فالمحلول المنظم هو محلول يقاوم التغير المفاجئ في قيمة الرقم الهيدروجيني pH عند إضافة كمّيات قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية. لقد تمّ توضيح وشرح طريقة عمل المحاليل المنظمة في الموضوع ١-٧ من كتاب الطالب حيث وُصف هذا النوع من المحاليل المنظمة بأنه مخلوط من حمض ضعيف (على سبيل المثال حمض الإيثانويك) وأحد أملاحه (إيثانوات الصوديوم أو القاعدة المرافقة).

ملاحظة: تُعدّ فاعلية حمض الكربونيك وقاعدته المرافقة كمحلول منظم مثلاً جيداً آخر يمكن استخدامه إذا سمح الوقت بذلك.

< **فكرة للتقويم:** يتناول السؤال ٢٣ الوارد في كتاب الطالب المحلول المنظم المكوّن من الأمونيا (كقاعدة) وكلوريد الأمونيوم (أيون الأمونيوم هو الحمض المرافق).

يمكن إعطاء الطلبة المعادلة ذات الصلة بهذا السؤال، ثم يُطلب إليهم تقديم شرحهم الخاص لكيفية عمل هكذا محاليل منظمة:



٢ حساب الرقم الهيدروجيني للمحاليل المنظمة (٣٠ دقيقة)

- عند حساب pH لمحاليل منظمة، يتم توضيح أهمية معادلة ثابت التأيّن لحمض ضعيف مرة أخرى: $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ في هذه العلاقة $[A^-] = [الملاح]$ و $[HA] = [الحمض]$ ، فتصبح هذه العلاقة الآن: $K_a = \frac{[الملاح][H^+]}{[الحمض]}$ وعند إعادة ترتيبها نحصل على: $[H^+] = K_a \frac{[الحمض]}{[الملاح]}$.
- يمكن للطلبة المتمكّنين من الرياضيات أن يتوسعوا في هذا الموضوع عبر أخذ قيم log لكلا طرفي العلاقة، ولكن بالنسبة إلى الكثير من الصفوف، يمكن اشتقاق هذه العلاقة بسهولة من معادلة ثابت التأيّن، وبالتالي فهي تُعدّ معادلة نهائية جيدة.
- يوضح المثال ١٢ الوارد في كتاب الطالب حساب pH لمحاليل منظمة.

< فكرة للتقويم:

- يتضمن السؤال ٢٤ الوارد في كتاب الطالب أسئلة ذات مستوى عالٍ.
- يُعدّ النشاط ١-٦ والسؤال ٥ من أسئلة نهاية الوحدة الواردين في كتاب التجارب العملية والأنشطة سؤالين جيدين أيضاً للاستخدام.
- قد ترغب في استخدام الأسئلة الآتية لاختبار مدى فهم الطلبة. فهذه الأسئلة على الرغم من طابعها التقليدي إلا أنها تتطلب بحثاً معمّقاً.
- تتفكك أيونات الفوسفات ثنائية الهيدروجين ($H_2PO_4^-$) في محلول مائي لتكوين أيونات الفوسفات الهيدروجينية (الفوسفات أحادية الهيدروجين) على النحو الآتي:



- أ. اشرح المصطلح "محلول منظم" في ضوء مكوناته والدور الذي يقوم به.
- ب. لماذا يسلك مخلوط من أيونات الفوسفات ثنائي الهيدروجين والفوسفات الهيدروجينية كمحلول منظم؟ اشرح إجابتك.
- ج. ما قيمة pH لمحلول يتكوّن من أيونات الفوسفات ثنائية الهيدروجين بتركيز 0.010 mol/L وأيونات الفوسفات الهيدروجينية بتركيز 0.06 mol/L $K_a = 6.2 \times 10^{-8}$.
- د. اشرح ما يمكن أن يحدث لقيمة pH للمحلول المنظم إذا تمّت إضافة كمية قليلة من فوسفات الصوديوم ثنائية الهيدروجين الصلبة إلى المحلول.

الإجابات:

- أ. يحتوي المحلول المنظم على حمض ضعيف مع محلول من ملح الحمض أو قاعدة ضعيفة مع محلول من ملح القاعدة. تعمل المحاليل المنظمة على مقاومة التغيرات في قيم pH عند إضافة كميات قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية.
- ب. يسلك مخلوط مكوّن من أيونات الفوسفات ثنائية الهيدروجين وأيونات الفوسفات الهيدروجينية كمحلول منظم لأن $H_2PO_4^-$ يُعدّ حمضاً ضعيفاً، ويُعدّ HPO_4^{2-} قاعدته المرافقة. تؤدي إضافة المزيد من أيونات الهيدروجين (H^+) إلى إزاحة موضع الاتزان نحو اليسار حيث يتحد H^+ مع HPO_4^{2-} . ونظراً إلى إزالة معظم أيونات H^+ الإضافية، فإن التغير

في قيمة pH يكون ضئيلاً. وعند إضافة أيونات الهيدروكسيد (OH⁻) فإنها ستتحده مع أيونات الهيدروجين (H⁺) لتكوين جزيئات الماء، وبالتالي يؤدي الانخفاض في تركيز أيونات الهيدروجين (H⁺) إلى إزاحة موضع الاتزان نحو اليمين، بحيث تتأين أيونات (H₂PO₄⁻) لإنتاج المزيد من أيونات (H⁺) و (H₂PO₄⁻). ونظراً إلى إزالة معظم أيونات OH⁻ الإضافية يكون التغير في قيمة pH ضئيلاً.

$$K_a = \frac{[H^+][HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]} \quad \text{ج.}$$

$$[H^+] = \frac{K_a \times [H_2PO_4^-]}{[HPO_4^{2-}]}$$

$$[H^+] = \frac{6.2 \times 10^{-8} \times 0.01}{0.06}$$

$$[H^+] = 1.03 \times 10^{-8}$$

$$pH = -\log_{10}[H^+] = 7.99$$

د. ينزاح موضع الاتزان إلى اليمين لاستعادة الاتزان ولا يحدث سوى تغيّر طفيف في قيمة pH.

٣ ضبط الرقم الهيدروجيني في الدم (١٠ دقائق)

يُعدّ تفاعل اتزان الكربونات الهيدروجينية أو حمض الكربونيك أحد الأنظمة الضابطة الرئيسية لضبط الرقم الهيدروجيني في الدم، وهو ممثل بالمعادلة الآتية:



نسبة $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ تساوي نحو $\frac{20}{1}$. (قيمة pK_a لحمض الكربونيك هي 6.1).

كفكرة للتقويم: احسب قيمة pH لهذا النظام الضابط. بدلاً من ذلك، كلف الطلبة حساب النسبة $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ التي تعطي قيمة pH في الدم تساوي 7.4.

الإجابة:

$$pH = pK_a + \log_{10} \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

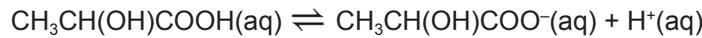
$$pH = 6.1 + \log_{10} 20$$

$$pH = 7.4$$

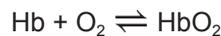
التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتّحدي

يُعدّ حمض اللاكتيك حمضاً ضعيفاً، وهو يتفكك وفق المعادلة الآتية:



يتم نقل الأكسجين في جميع أنحاء الجسم بوساطة الهيموغلوبين (Hb) على هيئة HbO₂ وفق الآتي:



بعد استقباله لبروتون (H⁺ + Hb ⇌ HbH⁺)، لا يكون ممكناً للهيموغلوبين نقل الأكسجين. في رأيك لماذا يسبب حمض اللاكتيك التعب عند الرياضيين؟

الدعم

باستخدام معادلة ثابت الاتزان لحمض ضعيف، كلف الطلبة إعادة ترتيب العلاقة لحساب مواضيع مختلفة، على سبيل المثال:
 $[A^-] = \dots$ و $[HA] = \dots$

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

اطلب إلى الطلبة الإجابة عن السؤال ٢٥ المفصلي حول المحاليل المنظمة. يحتوي الجدول (٣-١) على الإجابة والنقاط للمناقشة.

الإجابة	التعليق
أ	إجابة غير صحيحة. لقد حسب الطالب التراكيز بشكل صحيح ولكنه استخدم $\frac{[\text{الملح}]}{[\text{الحمض}]}$ بدلاً من $\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$ في العلاقة $[H^+] = K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$
ب	إجابة غير صحيحة. لم يأخذ الطالب في الحسبان الحجم المختلفة للحمض والملح واستخدم فقط نسبة 1:1 في العلاقة $[H^+] = K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$.
ج	إجابة غير صحيحة. قام الطالب بحساب تركيز أيون الهيدروجين بشكل صحيح ولكنه ارتكب خطأً بنسبة عشرة أضعاف عند تحويل تركيز أيون الهيدروجين إلى pH.
د	إجابة صحيحة.

الجدول ٣-١

كلف الطلبة بإنشاء خريطة مفاهيم للأحماض والقواعد. يجب عليهم دمج المصطلحات والمفاهيم الآتية في خريطة المفاهيم الخاصة بهم:

قواعد قوية	محاليل منظمة	أحماض ضعيفة	K_a للأحماض الضعيفة
أحماض قوية	pH	pK_a	
نظرية برونستد-لوري	الأحماض كمانحة للبروتونات	القواعد كمستقبلة للبروتونات	
الأحماض المرافقة	القواعد المرافقة	K_w	

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

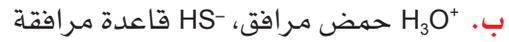
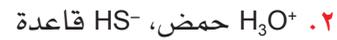
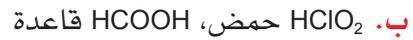
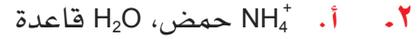
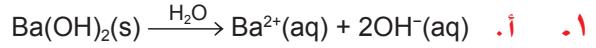
شرح كيفية عمل المحاليل المنظمة يحتاج إلى استخدام مفردات وصياغة محددة.

المهارة الحسابية

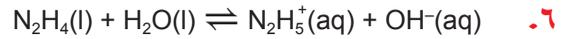
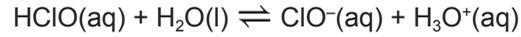
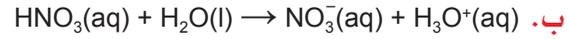
تتطلب الحسابات إعادة ترتيب المعادلات واستخدام اللوغاريتمات ومعكوس اللوغاريتمات.

إجابات أسئلة كتاب الطالب

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة



٥. أ. يتأين الحمض القوي بشكل تام (تقريباً) في الماء؛ بينما يتأين الحمض الضعيف جزئياً في الماء.



٧. (باستخدام $pH = -\log_{10}[H^+]$)

أ. $pH = 3.52$

ب. $pH = 2.00$

ج. $pH = 7.40$

د. $pH = 11.27$

هـ. $pH = 9.11$

٨. (باستخدام $[H^+] = 10^{-pH}$)

أ. $[H^+] = 1.26 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

ب. $[H^+] = 2.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

ج. $[H^+] = 6.31 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$

د. $[H^+] = 3.98 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$

هـ. $[H^+] = 1.26 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$

٩. بما أن حمض النيتريك من الأحماض القوية التي تتأين بشكل تام في الماء فإن $[HNO_3] = [H^+]$ وباستخدام العلاقة $pH = -\log_{10}[H^+]$ نجيب عن الجزئيتين أ و ب:

أ. $pH = 0.000$

ب. $pH = 0.301$

ج. يحتوي المحلول المائي على 3.00 g من كلوريد الهيدروجين لكل لتر. لإيجاد pH، نحتاج إلى معرفة تركيز أيونات الهيدروجين بوحدة mol/L. الكتلة المولية لـ HCl هي 36.5 g/mol. لذا فإن تركيز حمض الهيدروكلوريك = 0.0822 mol/L يتأين HCl بشكل تام؛ لذلك يكون:

$[H^+] = 0.0822 \text{ mol/L}$

$pH = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(0.0822) = 1.09$

د. يتفكك KOH تماماً في المحلول. بالتالي فإن 0.00100 mol من KOH تنتج 0.00100 mol من أيونات OH^- .

باستخدام $K_w = [H^+][OH^-] = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{0.00100}$

$[H^+] = 1.00 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$

$pH = 11.00$

حل آخر

$pOH = -\log_{10}(0.00100)$

$pOH = 3$

$pH + pOH = 14$

$pH = 14 - pOH$

$pH = 14 - 3 = 11$

$$[H^+] = 7.94 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \quad \text{. ٢}$$

$$K_a = \frac{(7.94 \times 10^{-4})^2}{0.0500}$$

$$= 1.26 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = 7.94 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \quad \text{. ٣}$$

$$K_a = \frac{(7.94 \times 10^{-5})^2}{0.100}$$

$$6.30 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$pK_a = -\log_{10} K_a \text{ ، في كل حالة} \quad \text{. ب}$$

$$-\log_{10} (1.26 \times 10^{-7}) = 6.90 \quad \text{. ١}$$

$$-\log_{10} (1.26 \times 10^{-5}) = 4.90 \quad \text{. ٢}$$

$$-\log_{10} (6.30 \times 10^{-8}) = 7.20 \quad \text{. ٣}$$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HF]} \quad \text{. ١٢}$$

$$[HF] = \frac{[H^+]^2}{K_a}$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1.88} = 1.32 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[HF] = \frac{(1.32 \times 10^{-2})^2}{5.6 \times 10^{-4}} = 0.311 \text{ mol/L}$$

عدد المولات في 800 mL من المحلول:

$$\frac{0.311 \times 800}{1000} = 0.249 \text{ mol}$$

$$M_r (\text{HF}) = 20 \text{ g/mol}$$

كتلة HF اللازمة = $20 \times 0.249 = 4.98 \text{ g}$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[C_6H_5COOH]} \quad \text{. ١٣ . أ}$$

$$[H^+]^2 = K_a \times [C_6H_5COOH]$$

$$= (6.3 \times 10^{-5}) \times (0.0200)$$

$$[H^+] = \sqrt{(6.3 \times 10^{-5}) \times (0.0200)}$$

$$= 1.12 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$pH = -\log_{10} (1.12 \times 10^{-3}) = 2.95$$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[Al(H_2O)_6]^{3+}} \quad \text{. ب}$$

$$[H^+]^2 = K_a \times [Al(H_2O)_6]^{3+}$$

$$= (1.0 \times 10^{-5}) \times (0.0100)$$

$$[H^+] = \sqrt{(1.0 \times 10^{-5}) \times (0.0100)}$$

$$= 3.16 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{هـ. عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم: } n = \frac{m}{M_r}$$

$$n = \frac{0.200}{40} = 5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

بما أن هيدروكسيد الصوديوم قاعدة قوية

تتفكك بشكل تام في الماء فإن تركيز أيون

الهيدروكسيد (OH^-) في المحلول يساوي أيضاً

$$5.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

باستخدام $K_w = [H^+][OH^-] = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{5.00 \times 10^{-3}}$$

$$[H^+] = 2.00 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

$$pH = 11.70$$

$$K_a = \frac{[H^+][C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} \quad \text{. ١٠ . أ . ١}$$

$$K_a = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]} \quad \text{. ٢}$$

$$K_a = \frac{[H^+][NH_3]}{[NH_4^+]} \quad \text{. ٣}$$

. ب. ١. الحمض: $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$

القاعدة المرافقة: $[Fe(H_2O)_5OH]^{2+}$

. ٢. الحمض: HNO_2

القاعدة المرافقة: NO_2^-

. ٣. الحمض: $HSiO_3^-$

القاعدة المرافقة: SiO_3^{2-}

. ١١ . أ. نحسب أولاً تركيز أيونات الهيدروجين من pH

باستخدام العلاقة الآتية: $[H^+] = 10^{-pH}$ ، ثم

نستخدم العلاقة العامة للاتزان.

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

وبما أن $[H^+] = [A^-]$ ، يمكن كتابة هذه العلاقة

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]} \text{ على النحو الآتي:}$$

$$[H^+] = 5.01 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \quad \text{. ١}$$

$$K_a = \frac{(5.01 \times 10^{-5})^2}{0.0200}$$

$$= 1.26 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

١٥. باستخدام العلاقة الرياضية: $K_w = K_a \times K_b$

$$K_b = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{1.74 \times 10^{-5}} = 5.75 \times 10^{-10} \text{ mol/L} \quad \text{أ.}$$

$$K_b = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{1.34 \times 10^{-5}} = 7.46 \times 10^{-10} \text{ mol/L} \quad \text{ب.}$$

١٦. يكون الانحدار الحاد في منحنى pH في المنطقة من 2.0 إلى 12.0. الكواشف التي يتغير لونها بين هاتين القيمتين هي: الفينولفثالين، البروموثايمول الأزرق، البروموكريزول الأخضر والميثيل الأحمر.

١٧. أ. ١. يُعدّ حمض النيتريك حمضاً قوياً والأمونيا المائية قاعدة ضعيفة. يكون الانحدار الحاد في منحنى pH في المنطقة من 8.0 إلى 1.7. لذا فإن أي كاشف يمتلك مدى تغير اللون داخل هذه المنطقة سيكون مناسباً، على سبيل المثال: الميثيل الأحمر أو البروموثايمول الأزرق.

٢. يُعدّ حمض الكبريتيك حمضاً قوياً وهيدروكسيد الصوديوم قاعدة قوية. يكون الانحدار الحاد في منحنى pH في المنطقة من 2.0 إلى 12.0. لذا فإن أي كاشف يمتلك مدى تغير اللون داخل هذه المنطقة سيكون مناسباً، على سبيل المثال: الميثيل الأحمر، البروموثايمول الأزرق، الفينولفثالين.

٣. يُعدّ حمض البيوتانويك حمضاً ضعيفاً وهيدروكسيد البوتاسيوم قاعدة قوية. يكون الانحدار الحاد في منحنى pH في المنطقة من 12 إلى 6.0. لذا فإن أي كاشف يمتلك مدى تغير اللون داخل هذه المنطقة سيكون مناسباً، على سبيل المثال: الفينولفثالين.

ب. توضح معايرة هذا الحمض القوي مع هذه القاعدة الضعيفة تغيراً حاداً في منحنى pH في المنطقة من 1.5 إلى 7.5. لذلك فإن الفينولفثالين لن يكون مناسباً للاستخدام في هذه المعايرة، لأن لونه يتغير في المناطق القلوية (8.2 إلى 10.0) وهو يمتلك نقطة

$$\text{pH} = -\log_{10} (3.16 \times 10^{-4}) = 3.5$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{HCOOH}]} \quad \text{ج.}$$

$$[\text{H}^+]^2 = K_a \times [\text{HCOOH}]$$

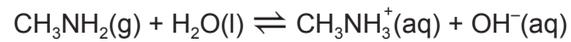
$$= (1.6 \times 10^{-4}) \times (0.100)$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{(1.6 \times 10^{-4}) \times (0.100)}$$

$$= 4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{pH} = -\log_{10} (4.0 \times 10^{-3}) = 2.40$$

١٤. الخطوة ١: معادلة تأين الميثيل أمين في الماء:



الخطوة ٢: نحسب تركيز الأيونات H^+ : $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$

$$[\text{H}^+] = 10^{-11.6} = 2.51 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

الخطوة ٣: نحسب تركيز الأيونات OH^- من العلاقة

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] \quad \text{الآتية:}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{2.51 \times 10^{-12}} = 3.98 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

الخطوة ٤: وباستخدام العلاقة:

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$

التي يمكن أن تكتب على النحو الآتي:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]} \quad \text{حيث إن } [\text{OH}^-] = [\text{CH}_3\text{NH}_3^+]$$

يمكن حساب تركيز الميثيل أمين:

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = \frac{[\text{OH}^-]^2}{K_b} = \frac{[3.98 \times 10^{-3}]^2}{4.37 \times 10^{-4}}$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = 3.62 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

الخطوة ٥: عدد مولات الميثيل أمين في 0.2 L من المحلول:

$$n = [\text{CH}_3\text{NH}_2] \times V = 3.62 \times 10^{-2} \times 0.2 = 7.24 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

الخطوة ٦: كتلة الميثيل أمين: $m = n \times M_r$

$$31 \text{ g/mol} = \text{كتلة الميثيل أمين}$$

$$m = 7.24 \times 10^{-3} \times 31 = 0.22 \text{ g}$$

تعدُّ هذه أيضًا قيمة ذوبانية كبريتيد الخارصين، حيث تحتوي وحدة صيغة واحدة من ZnS على أيون واحد من Zn^{2+} .

ج. بالاعتماد على معادلة الاتزان:



إذا كانت ذوبانية Ag_2CO_3 تساوي s mol/L، فإن $[Ag^+] = 2s$ (نظرًا إلى وجود أيوني فضة في كل وحدة صيغة من Ag_2CO_3) و $[CO_3^{2-}] = s$ (نظرًا إلى وجود أيون كربونات واحد في كل وحدة صيغة Ag_2CO_3).

ترد أدناه علاقة الاتزان:

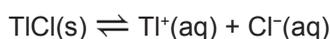
$$K_{sp} = [Ag^+]^2 [CO_3^{2-}]$$

$$6.3 \times 10^{-12} = (2s)^2 (s) = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{6.3 \times 10^{-12}}{4}} = 1.2 \times 10^{-4}$$

تعدُّ هذه أيضًا قيمة ذوبانية كربونات الفضة، حيث تحتوي وحدة صيغة واحدة من Ag_2CO_3 على أيون واحد من CO_3^{2-} .

٢١. أ. يمكن تفسير ذلك من خلال تأثير الأيون المشترك. ترد أدناه معادلة الاتزان وعلاقة ثابت حاصل الذوبانية:



$$K_{sp} = [Ti^+] [Cl^-]$$

عند إضافة محلول من حمض الهيدروكلوريك $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$ ، يكون أيون الكلوريد مشتركًا لكل من حمض الهيدروكلوريك وكلوريد الثاليوم؛ تؤدي أيونات الكلوريد المضافة إلى إزاحة موضع الاتزان نحو اليسار بحيث يترسب كلوريد الثاليوم لأن الحاصل الأيوني Q_{sp} يصبح أكبر من قيمة K_{sp} .

ب. ١. بعد خلط المحلولين يتضاعف الحجم، فتقل التراكيز للنصف:

$$\frac{0.00100}{2} = 5.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

منتصف ميل أعلى من 7.5. وهي لا تتوافق مع منطقة التغير الحاد في منحنى pH.

١٨. ج

$$K_{sp} = [Fe^{2+}] [OH^-]^2 \quad ١٩. أ. ١.$$

$$K_{sp} = [Cu^+]^2 [S^{2-}] \quad ٢.$$

$$K_{sp} = [Al^{3+}] [OH^-]^3 \quad ٣.$$

$$\text{ب. ١. } (mol/L) \times (mol/L)^2 = mol^3/L^3$$

$$\text{٢. } (mol/L)^2 \times (mol/L) = mol^3/L^3$$

$$\text{٣. } (mol/L) \times (mol/L)^3 = mol^4/L^4$$

$$٢٠. أ. ١. [Cd^{2+}] = [S^{2-}] = 1.46 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [Cd^{2+}] [S^{2-}]$$

تعويض القيم:

$$K_{sp} = (1.46 \times 10^{-11}) \times (1.46 \times 10^{-11}) = 2.13 \times 10^{-22} \text{ mol}^2/L^2$$

٢. علينا أولاً حساب تركيز الأيونات بوحدة mol/L.

$$M_r(CaF_2) = 40.1 + (2 \times 19.0) = 78 \text{ g/mol}$$

التركيز بوحدة mol/L

$$\frac{0.0168}{78} = 2.15 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

لكل وحدة صيغة CaF_2 تذوب، يتكوّن أيون واحد Ca^{2+} وأيونين F^- .

$$[Ca^{2+}] = 2.15 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[F^-] = 2 \times (2.15 \times 10^{-4}) = 4.30 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}] [F^-]^2$$

$$K_{sp} = (2.15 \times 10^{-4}) \times (4.30 \times 10^{-4})^2 = 3.98 \times 10^{-11} \text{ mol}^3/L^3$$

$$\text{ب. } K_{sp} = [Zn^{2+}] [S^{2-}]$$

نظرًا إلى أن تركيز أيون Zn^{2+} وتركيز أيون S^{2-} متساويان، يمكننا التعبير عن الاتزان بالشكل الآتي:

$$K_{sp} = [Zn^{2+}]^2$$

$$1.6 \times 10^{-25} = [Zn^{2+}]^2$$

$$[Zn^{2+}] = \sqrt{1.6 \times 10^{-25}}$$

$$= 4.0 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$$

وعند إضافة أيونات الهيدروجين (H^+) تتحد مع أيونات الهيدروكسيد (OH^-) لتكوين الماء، فينزاح موضع الاتزان في الاتجاه الأمامي، ولا يوجد ما يكفي من جزيئات الأمونيا (NH_3) لإزالة أيونات الهيدروجين (H^+) المضافة.

٢٤. أ. ١. علاقة الاتزان لهذا الحمض الضعيف مع قاعدته المرافقة هي:

$$K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

أعد ترتيب علاقة الاتزان لحساب $[H^+]$:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[HCOOH]}{[HCOO^-]}$$

$$[H^+] = 1.6 \times 10^{-4} \times \frac{0.500}{0.100}$$

$$= 8.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

$$pH = -\log_{10} (8.00 \times 10^{-4}) = 3.10$$

٢. باستخدام الطريقة نفسها كما في الجزئية ١:

$$[H^+] = 6.3 \times 10^{-5} \times \frac{(0.0100)}{(0.0400)}$$

$$= 1.58 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

$$= -\log_{10} (1.58 \times 10^{-5}) = 4.80$$

ب. هنا ينبغي إعادة ترتيب علاقة الاتزان لحساب تركيز القاعدة المرافقة (أيون الإيثانوات).

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$[CH_3COO^-] = K_a \times \frac{[CH_3COOH]}{[H^+]}$$

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

$$4.90 = -\log_{10} [H^+]$$

$$[H^+] = 1.26 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[CH_3COO^-] = 1.74 \times 10^{-5} \times \frac{0.100}{1.26 \times 10^{-5}}$$

$$[CH_3COO^-] = 0.138 \text{ mol/L}$$

عدد المولات = التركيز \times الحجم (L)

$$\text{عدد المولات} = 0.138 \times 1.00 = 0.138 \text{ mol}$$

$$[Ca^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 5.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

٢. يحدث الترسيب إذا كانت قيمة الحاصل

الأيوني Q_{sp} أكبر من قيمة K_{sp}

$$Q_{sp} = [Ca^{2+}][SO_4^{2-}] = (5.00 \times 10^{-4}) \times (5.00 \times 10^{-4}) \\ = 2.50 \times 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

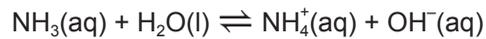
قيمة Q_{sp} أقل من قيمة ثابت حاصل

الذوبانية K_{sp} لكبريتات الكالسيوم. لذلك لن

يحدث ترسيب

$$٢٢. أ (6.53 \times 10^{-36} \text{ mol}^5/\text{L}^5)$$

٢٣. أ. مخلوط الاتزان هو:



١. عند إضافة حمض الهيدروكلوريك، تتحد

أيونات H^+ المضافة مع أيونات OH^- في

مخلوط الاتزان لتكوين الماء. فينزاح موضع

الاتزان إلى اليمين لتعويض النقص في

تركيز أيونات الهيدروكسيد لتحقيق الاتزان

مرة أخرى. ونظرًا إلى وجود تراكيز مرتفعة

نسبيًا من الأمونيا (القاعدة) وأيونات

الأمونيوم (الحمض المرافق) الناتجة من

كلوريد الأمونيوم مقارنةً بتركيز أيونات

H^+ المضافة، فإن قيمة pH تتغير بشكل

طفيف.

٢. عند إضافة هيدروكسيد الصوديوم، يزداد

تركيز أيونات OH^- في المحلول، فينزاح

موضع الاتزان نحو اليسار ليتكوّن المزيد

من الأمونيا والماء. ونظرًا إلى وجود تراكيز

مرتفعة نسبيًا من الأمونيا وأيونات الأمونيوم

مقارنةً بتركيز أيونات OH^- المضافة، فإن

قيمة pH تتغير بشكل طفيف.

ب. تُعدّ الأمونيا قاعدة ضعيفة. فعند إضافة

أيونات الهيدروكسيد (OH^-) مثلاً، ينزاح موضع

الاتزان نحو اليسار. ولا يوجد ما يكفي من

أيونات NH_4^+ في مخلوط الاتزان لإزالة أيونات

OH^- المضافة.

د. ٢٥

ب. $[H^+] = 0.00400 \text{ mol/L}$

$pH = -\log_{10}(0.00400) = 2.40$

ج. $K_a = 1.51 \times 10^{-5} = \frac{[H^+]^2}{0.00400}$

$[H^+] = \sqrt{(1.51 \times 10^{-5}) \times (0.00400)}$
 $= 2.46 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

$pH = -\log_{10}(2.46 \times 10^{-4}) = 3.61$

د. $[NaOH] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم بوحدة L}}$

$[NaOH] = \frac{0.25}{2.00} = 0.13 \text{ mol/L}$

$K_w = [H^+][OH^-]$

$= 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{0.13}$

$= 7.70 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$

$pH = -\log_{10}(7.70 \times 10^{-14}) = 13.11$

أ. ٣. حمض الهيدروكلوريك حمض قوي جداً يتأين

بشكل تام، لذلك فإن:

$[HCl] = [H^+]$

$pH = -\log_{10}(0.25) = 0.60$

ب. $K_w = [H^+][OH^-] = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$

$[H^+] = 2.00 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$

$pH = 12.70$

ج. ١. HI هو الحمض و HCl هو القاعدة، يمنح HI

بروتوناً واحداً لـ HCl لتكوين H_2Cl^+

٢. H_2Cl^+ هو الحمض المرافق للقاعدة HCl

و I^- هو القاعدة المرافقة للحمض HI

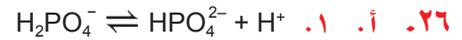
د. باستخدام العلاقة الرياضية $pH = -\log_{10}[H^+]$

$[H^+] = 10^{-3.1} = 7.94 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

$K_a = \frac{[H^+]^2}{[C_2H_5COOH]}$

$K_a = \frac{(7.94 \times 10^{-4})^2}{(0.0500)}$

$= 1.26 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$



٢. يحتوي الحمض على بروتون واحد أكثر من

القاعدة المرافقة له. لذا فإن الحمض هو



ب. تؤدي إضافة أيونات الهيدروجين (H^+) إلى

إزاحة موضع الاتزان نحو اليسار. يتحد Pro^-

(البروتين الذي فقد البروتون) مع أيونات

الهيدروجين الإضافية لتكوين $HPro$ (البروتين

الذي يمنح البروتون) حتى تتم استعادة الاتزان

مرة أخرى. فإذا ما بقيت تراكيز البروتينات

مرتفعة إلى حد ما، فلن تتغير قيمة pH كثيراً.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. ١. أكسونيوم / هيدرونيوم / هيدروكسونيوم.

٢. المعادلة ١: HBr هو الحمض و (H_2O) هي

القاعدة.

المعادلة ٢: (CH_3NH_2) هي القاعدة و (H_2O)

هو الحمض.

٣. يمكن للمادة المتذبذبة أن تسلك كحمض أو

قاعدة / مانحة أو مستقبلة للبروتون؛

في المعادلة ١، يستقبل الماء بروتون من

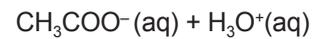
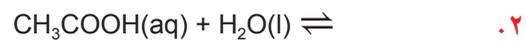
HBr ؛ أي أن الماء يسلك هنا كقاعدة.

في المعادلة ٢، يمنح الماء بروتون

لـ (CH_3NH_2) ؛ أي أن الماء يسلك هنا كحمض.

ب. ١. يتأين الحمض القوي تأيئاً تاماً في الماء.

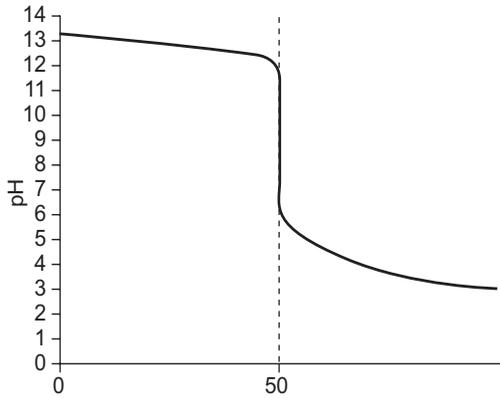
ويتأين الحمض الضعيف جزئياً في الماء.



٢. أ. $pH = -\log_{10}[H^+]$

٢. $K_w = [H^+][OH^-]$

٣. $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$



حجم حمض الإيثانويك المضاف (mL)

قيمة pH للقاعدة القوية قبل بدء عملية المعايرة

نحو 13.3

$$\text{pOH} = -\log_{10}[\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log_{10}(0.200) = 0.7$$

$$\text{pH} = 14 - 0.7 = 13.3$$

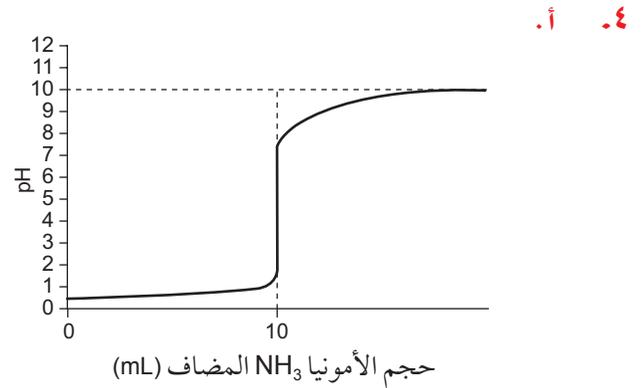
يتم حساب حجم حمض الإيثانويك المضاف باستخدام قانون التخفيف. ويوضح خط الانحدار الحاد في قيمة pH عند حجم 50 mL وذلك لأن تركيز هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) يساوي ضعفي تركيز حمض الإيثانويك (CH_3COOH) يصل المنحنى إلى نحو $\text{pH} = 3$ لأن حمض الإيثانويك ضعيف.

ب. سوف يتغير لون الفينولفثالين لأن مدى pH لهذا الكاشف يقع ضمن منطقة الانحدار الحاد للمنحنى.

يتغير لون الميثيل البرتقالي بين قيمتي $\text{pH} = 3.2$ و $\text{pH} = 4.4$ وهو تغير لا يتوافق مع منطقة الانحدار الحاد للمنحنى (سيغير لونه بعد التعادل، وببطء شديد).

٦. يُعدّ البروموكريزول الأخضر مناسباً لمعايرة NH_3 مع HCl؛

نظرًا إلى أن مدى pH له يقع ضمن منطقة الارتفاع الحاد للمنحنى (1.7–7.5)؛



قيمة pH للحمض القوي قبل بدء عملية المعايرة

نحو 0.7

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(0.200) = 0.7$$

يتم حساب حجم الأمونيا المضاف باستخدام قانون التخفيف. يوضح الخط العمودي عند 10 mL الارتفاع الحاد في قيم pH عندما يصبح حجم الأمونيا المضاف قريباً من نقطة التكافؤ، ويصل المنحنى إلى نحو $\text{pH} = 10$ لأن الأمونيا قاعدة ضعيفة.

ب. سوف يتغير لون الميثيل البرتقالي لأن مدى pH لهذا الكاشف يقع ضمن منطقة الارتفاع الحاد للمنحنى.

يتغير لون كاشف الفينولفثالين بين $\text{pH} = 8.2$ و $\text{pH} = 10.0$ ، وهو تغير لا يتوافق مع منطقة الارتفاع الحاد في المنحنى (سيغير لونه بعد نقطة التكافؤ، وببطء شديد).

الاتزان إلى اليسار (لذا يترسب بروميد النحاس (I)).

$$K_{sp} = [Cu^+]^2 [S^{2-}] \quad \text{أ. ٨.}$$

$$M_r(Cu_2S) = (2 \times 63.5) + 32.1 = 159.1 \text{ g/mol} \quad \text{ب.}$$

التركيز بوحدة mol/L

$$1.20 \times 10^{-14} \text{ mol} = \frac{1.91 \times 10^{-12}}{159.1} = \text{عدد المولات}$$

$$1.20 \times 10^{-14} \text{ mol/L} = \text{التركيز}$$

لكل وحدة صيغة ذائبة من Cu_2S ، يتكوّن أيونان من Cu^+ وأيون واحد من S^{2-} ؛

$$[S^{2-}] = 1.20 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$

$$[Cu^+] = 2 \times (1.20 \times 10^{-14}) \text{ mol/L}$$

$$= 2.40 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [Cu^+]^2 [S^{2-}]$$

$$K_{sp} = (2.40 \times 10^{-14})^2 \times (1.20 \times 10^{-14})$$

$$= 6.91 \times 10^{-42} \text{ mol}^3/\text{L}^3$$

ج. يترسب كروميت النحاس (II) / يلاحظ تكوين راسب؛

يتجاوز حاصل تراكيز الأيونات في المحلول

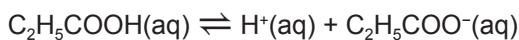
ثابت حاصل الذوبانية لكروميت النحاس (II)

$$Q_{sp} > K_{sp}$$

بسبب تأثير الأيون المشترك أو وجود أيونات

النحاس (II) في كلا المركبين.

يحتوي المحلول المنظم على زوج مترافق من حمض ضعيف وقاعدة مرافقة. ٩.



يتحد الحمض المضاف مع أيونات البروبانوات لتكوين حمض البروبانويك غير المتأين فينزاح موضع الاتزان نحو اليسار عند إضافة المزيد من أيونات الهيدروجين (من حمض الهيدروكلوريك)، لذلك سيكون التغير ضئيلاً في تراكيز الحمض غير المتأين والقاعدة المرافقة، وبالتالي لا تتغير قيمة pH بشكل ملحوظ.

يعد البروموثايمول الأزرق مناسباً لمعايرة هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الإيثانويك نظراً إلى أن مدى pH له يقع ضمن منطقة الانحدار الحاد للمنحنى (6-12)

٧. أ. ١. حصل ضرب تراكيز الأيونات الموجودة في المحلول المشبع لمُح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معيَّنة، مرفوعة لأس معاملاتها في المعادلة الكيميائية الموزونة.

٢. التقليل من ذوبانية ملح ذائب عن طريق إضافة مركب يمتلك أيوناً مشتركاً مع الملح الذائب.

$$K_{sp} = [Cu^+] [Br^-] \quad \text{ب. ١.}$$

ونظراً إلى أن تراكيز Cu^+ و Br^- تكون متساوية، يمكن كتابة معادلة ثابت حاصل الذوبانية وفق الآتي:

$$K_{sp} = [Cu^+]^2$$

$$3.2 \times 10^{-8} = [Cu^+]^2$$

$$[Cu^+] = \sqrt{3.2 \times 10^{-8}}$$

$$= 1.8 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

تعدّ هذه أيضاً قيمة ذوبانية بروميد النحاس (I)، لأن كل وحدة صيغة من $CuBr$ تحتوي على أيون واحد من Cu^+

$$K_{sp} = [Cu^+] [Br^-] \quad \text{٢.}$$

تركيز أيون البروميد هو 0.0100 mol/L (تجاهل Br^- الناتج من $CuBr$)

$$3.2 \times 10^{-8} = [Cu^+] \times (0.0100)$$

$$[Cu^+] = 3.2 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

تعدّ هذه أيضاً قيمة ذوبانية بروميد النحاس (I)، لأن كل وحدة صيغة من $CuBr$ تحتوي على أيون واحد من Cu^+ .

٣. في الجزئية ١ في الماء النقي. لأن إضافة أيون مشترك Br^- تقلل من ذوبانية بروميد النحاس حيث تؤدي إلى إزاحة موضع

١٠. أ. أعد ترتيب علاقة ثابت الاتزان لحساب $[H^+]$:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

$$[H^+] = 1.74 \times 10^{-5} \times \frac{0.100}{0.100}$$

$$= 1.74 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+]$$

$$= -\log_{10}(1.74 \times 10^{-5}) = 4.76$$

ب. أعد ترتيب علاقة ثابت الاتزان لحساب تركيز

القاعدة المرافقة (الإيثانوات):

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$[CH_3COO^-] = K_a \times \frac{[CH_3COOH]}{[H^+]}$$

الحصول على $[H^+]$:

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+]$$

$$[H^+] = 3.98 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

استخدم علاقة ثابت الاتزان:

$$[CH_3COO^-] = K_a \times \frac{[CH_3COOH]}{[H^+]}$$

$$[CH_3COO^-] = 1.74 \times 10^{-5} \times \frac{0.0100}{3.98 \times 10^{-6}}$$

$$[CH_3COO^-] = 0.0437 \text{ mol/L}$$

عدد المولات = التركيز × الحجم بوحدة L

$$\text{عدد المولات} = 0.0437 \times 2 = 0.0874 \text{ mol}$$

$$\text{التركيز} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم (L)}} \quad \text{١١. أ.}$$

عدد المولات في 6.00 g من حمض الإيثانويك

$$n = \frac{6.00}{60.0} = 0.100 \text{ mol}$$

$$0.500 \text{ mol/L} = \frac{0.100}{0.200} = \text{التركيز}$$

ب. عدد المولات في 12.3 g من إيثانوات الصوديوم

$$n = \frac{12.3}{82.0} = 0.15 \text{ mol}$$

$$0.750 \text{ mol/L} = \frac{0.150}{0.200} = \text{التركيز}$$

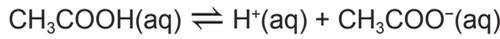
$$[H^+] = K_a \times \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \quad \text{ج.}$$

$$[H^+] = 1.74 \times 10^{-5} \times \frac{0.500}{0.750}$$

$$= 1.16 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(1.16 \times 10^{-5}) = 4.94$$

د. معادلة الاتزان:

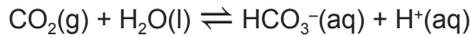


تُزال أيونات H^+ المضافة لأنها تتفاعل مع أيونات الإيثانوات لتكوين جزيئات من حمض الإيثانويك غير المتأينة (ينزاح موضع الاتزان نحو اليسار)؛

وتُزال أيونات OH^- المضافة لأنها تتفاعل مع أيونات H^+ لتكوين جزيئات من الماء وينزاح موضع الاتزان نحو اليمين لتكوين المزيد من أيونات الإيثانوات؛

وتبقى كميات كبيرة نسبياً من حمض الإيثانويك غير المتأين وأيونات الإيثانوات في المحلول، لذلك تتغير قيمة pH بشكل طفيف.

١٢. معادلة الاتزان:



يتحد الأيون H^+ مع أيونات HCO_3^- وينزاح موضع الاتزان إلى اليسار؛

وتتم معادلة فائض الأيونات OH^- مع أيونات H^+ وينزاح موضع الاتزان إلى اليمين لتعويض $[H^+]$ وتقليل التغير في قيمة pH.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ١-١

هـ. H_2O قاعدة، H_3O^+ حمض مرافق؛ HCO_2H

حمض، HCO_2^- قاعدة مرافقة

الأزواج المترافقة هي: H_2O/H_3O^+ و

HCO_2H/HCO_2^-

و. NH_2OH قاعدة، NH_3OH^+ حمض مرافق؛ H_2O

حمض، OH^- قاعدة مرافقة

الأزواج المترافقة هي: NH_2OH/NH_3OH^+ و

H_2O/OH^-

١. أ. مانحة للبروتون (H^+)

ب. يتأين؛ محلوله

ج. ضعيفة، تتأين، قوية، يتفكك بشكل تام في

الماء.

٢. أ. حمض HNO_3 ، قاعدة H_2O

ب. حمض H_2O ، قاعدة NH_3

ج. حمض CH_3OH ، قاعدة NH_2^-

د. حمض H_2O ، قاعدة NH_2OH

هـ. حمض H_3PO_4 ، قاعدة H_2O

و. حمض H_2SO_4 ، قاعدة HIO_3

نشاط ٢-١

١. أ. $pH = -\log_{10}[H^+]$

$[H^+] = 1.26 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[CH_3COOH]} = \frac{(1.26 \times 10^{-3})^2}{0.10}$$

$= 1.59 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

ب. $pH = -\log_{10}[H^+]$

$[H^+] = 5.13 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HSiO_3^-]} = \frac{(5.13 \times 10^{-8})^2}{0.002}$$

$= 1.32 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$

ج. $pH = -\log_{10}[H^+]$

$[H^+] = 1.78 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HSO_3^-]} = \frac{(1.78 \times 10^{-5})^2}{0.005}$$

$= 6.34 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

أ. $K_a = \frac{[H^+]^2}{[HCOOH]}$

$[H^+]^2 = K_a \times [HCOOH]$

٣. أ. NH_3 قاعدة، NH_4^+ حمض مرافق؛ H_2O حمض،

OH^- قاعدة مرافقة

الأزواج المترافقة هي: NH_3/NH_4^+ و H_2O/OH^-

ب. H_2O قاعدة، H_3O^+ حمض مرافق؛ CH_3COOH

حمض، CH_3COO^- قاعدة مرافقة

الأزواج المترافقة هي: H_2O/H_3O^+ و

CH_3COOH/CH_3COO^-

ج. H_2O قاعدة، H_3O^+ حمض مرافق؛ $CH_3NHCH_2NH_3^+$

حمض، $CH_3NHCH_2NH_2$ قاعدة مرافقة

الأزواج المترافقة هي: H_2O/H_3O^+ و

$CH_3NHCH_2NH_3^+/CH_3NHCH_2NH_2$

د. H_2O قاعدة، H_3O^+ حمض مرافق؛ $HSiO_3^-$

حمض، SiO_3^{2-} قاعدة مرافقة

الأزواج المترافقة هي: H_2O/H_3O^+

و $HSiO_3^-/SiO_3^{2-}$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{6.40 \times 10^{-3}}$$

$$= 1.56 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 11.81$$

$$K_w = [H^+][OH^-] \text{ .ب.}$$

$$[H^+] = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{3.00 \times 10^{-4}}$$

$$= 3.33 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 10.5$$

ج. احسب $[H^+]$ من قيمة pH

$$[H^+] = 3.16 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{3.16 \times 10^{-13}}$$

$$= 0.032 \text{ mol/L}$$

حل آخر

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH}$$

$$\text{pOH} = 14 - 12.5 = 1.5$$

$$[OH^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-1.5}$$

$$= 0.032 \text{ mol/L}$$

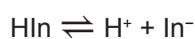
نشاط ١-٤

١. يتغير لون كاشف حمض-قاعدة في مدى محدد

من قيم pH. تُعدُّ هذه الكواشف عادةً أحماضًا

ضعيفة حيث يمتلك الحمض، HIn والأيون In^-

لونين مختلفين. على سبيل المثال:



بنفسجي أصفر

تؤدي إضافة قطرات من الكاشف إلى فائض من

الحمض إلى انزياح موضع الاتزان نحو الطرف

الأيسر من المعادلة ويتحوّل لون الكاشف إلى

$$[H^+]^2 = (1.5 \times 10^{-4}) \times 0.20 = 3.0 \times 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

$$[H^+] = \sqrt{(3.0 \times 10^{-5})}$$

$$= 5.48 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(5.48 \times 10^{-3}) = 2.3$$

$$[H^+]^2 = K_a \times [\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}] \text{ .ب.}$$

$$[H^+]^2 = (1.3 \times 10^{-5}) \times 0.010 = 1.3 \times 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

$$[H^+] = \sqrt{(1.3 \times 10^{-7})}$$

$$= 3.61 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(3.61 \times 10^{-4})$$

$$= 3.4$$

$$[H^+]^2 = K_a \times [\text{HNO}_2] \text{ .ج.}$$

$$[H^+]^2 = (4.7 \times 10^{-4}) \times 0.015$$

$$= 7.05 \times 10^{-6} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

$$[H^+] = \sqrt{(7.05 \times 10^{-6})}$$

$$= 2.66 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(2.66 \times 10^{-3}) = 2.57$$

نشاط ١-٣

١. (ج) ١؛ (أ) ٢؛ (د) ٣؛ (ب) ٤

٢. ثابت تأين الماء (الحاصل الأيوني للماء).

ثابت التأيّن لحمض ضعيف.

٣. أ. 1.70

ب. 0.90

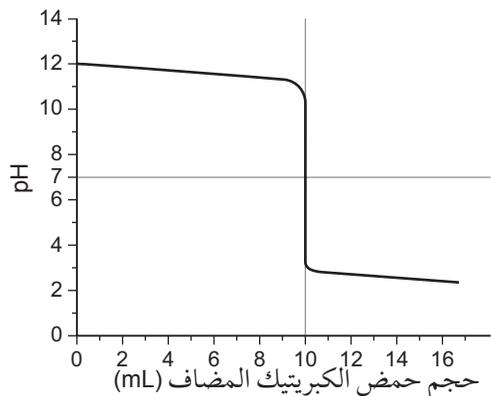
ج. 4.20

٤. أ. $6.31 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$

ب. $3.98 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

ج. $1.26 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

٥. أ. $K_w = [H^+][OH^-]$



الكاشف المناسب: الثايمول فتالين

ب.

نشاط ١-٥

١. الحل في الجدول أدناه.

٢. أ. $K_{sp} = [Ag^+]^2 [S^{2-}]$

تذكر: يوجد أيونات Ag^+ لكل مول من Ag_2S

$$= (2 \times 5.25 \times 10^{-17})^2 \times (5.25 \times 10^{-17})$$

$$= 5.79 \times 10^{-49} \text{ mol}^3/\text{L}^3$$

ب. $K_{sp} = [Pb^{2+}][SO_4^{2-}]$

$$= (1.48 \times 10^{-6}) \times (1.48 \times 10^{-6})$$

$$= 2.19 \times 10^{-12} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

ج. $K_{sp} = [Ba^{2+}][BrO_3^-]^2$

تذكر: يوجد أيونات BrO_3^- لكل مول من $Ba(BrO_3)_2$

$$= (9.86 \times 10^{-5}) \times (2 \times 9.86 \times 10^{-5})^2$$

$$= 3.83 \times 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{L}^3$$

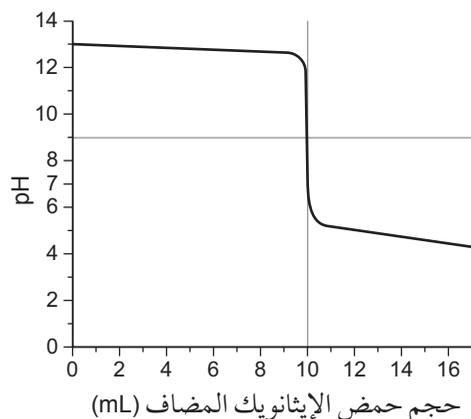
الأصفر. يعتمد لون الكاشف على التراكيز النسبية للجسيمات المتأينة وغير المتأينة.

٢. أ. يحدث في البداية تغير قليل في قيم pH (قيمة pH مرتفعة / $pH > 10$) إلى أن تتم إضافة نحو 17 mL من الحمض. ثم تنخفض قيم pH بعدها بسرعة أكبر وعند 20 mL، يحدث انخفاض حاد من $pH = 8$ إلى $pH = 1.5$. ثم ينخفض pH بسرعة أقل مع إضافة المزيد من الحمض ويبقى ثابتاً عند $pH = 1$.

ب. 20 mL

٣. أ. البروموكريزول الأخضر لأن مدى pH له يتوافق مع الانحدار الحاد في pH عند نقطة-النهاية.

ب. لأن مدى pH له لا يتوافق مع الانحدار الحاد في pH. يتغير اللون تماماً بعد تجاوز نقطة-نهاية المعايرة



أ. ٤.

الكاشف المناسب: الثايمول فتالين

المعادلة الكيميائية	علاقة ثابت حاصل الذوبانية	وحدة القياس
$Fe(OH)_2(s) \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$	$K_{sp} = [Fe^{2+}] [OH^-]^2$	mol^3/L^3
$SnCO_3(s) \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [Sn^{2+}] [CO_3^{2-}]$	mol^2/L^2
$Ag_2CrO_4(s) \rightleftharpoons 2Ag^+(aq) + CrO_4^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [Ag^+]^2 [CrO_4^{2-}]$	mol^3/L^3
$Ag_3PO_4(s) \rightleftharpoons 3Ag^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$	$K_{sp} = [Ag^+]^3 [PO_4^{3-}]$	mol^4/L^4
$Cr(OH)_3(s) \rightleftharpoons Cr^{3+}(aq) + 3OH^-(aq)$	$K_{sp} = [Cr^{3+}] [OH^-]^3$	mol^4/L^4
$Ag_2S(s) \rightleftharpoons 2Ag^+(aq) + S^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [Ag^+]^2 [S^{2-}]$	mol^3/L^3

نشاط ٦-١

١. هو محلول يقاوم التغير المفاجئ في قيمة الرقم الهيدروجيني pH عند إضافة كميات قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية.

٢. في هذا المحلول المنظم تكون القاعدة المرافقة $\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-$ / أيون البيوتانات.

عند إضافة كمية صغيرة من حمض قوي ينزاح موضع الاتزان إلى اليسار لأن أيونات الهيدروجين التي يمنحها الحمض تتحد مع أيونات البيوتانات $\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-$ / من المحلول المنظم. لا ينخفض تركيز $\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-$ / أيون البيوتانات بشكل ملحوظ ولا يرتفع تركيز $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ / حمض البيوتانويك بشكل ملحوظ لأن الحمض والقاعدة (الملح) موجودان كلاهما بتركيز مرتفعة نسبياً. لا تتغير نسبة $[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]$ إلى $[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]$ كثيراً، لذا فإن قيمة pH لا تتغير بشكل ملحوظ.

٣. تؤدي إضافة مادة قلوية إلى إزاحة موضع الاتزان إلى اليمين، لأن أيونات الهيدروجين من الحمض تتحد مع أيونات OH^- من المادة القلوية. لا ينخفض تركيز أيونات الهيدروجين بشكل كبير لأن المزيد من حمض البيوتانويك يتأين للحفاظ على الاتزان.

لا ينخفض تركيز $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ / حمض البيوتانويك بشكل كبير لأنه موجود بتركيز مرتفع نسبياً.

لا تتغير كثيراً نسبة تركيز $\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-$ إلى تركيز $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ لذا لا يتغير pH بشكل كبير.

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = s \quad \text{أ. ٣.}$$

$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}]^2$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{1.0 \times 10^{-10}} \\ = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{ب. ٣.} \quad [\text{Cd}^{2+}] = [\text{S}^{2-}]$$

$$K_{sp} = [\text{Cd}^{2+}]^2$$

$$[\text{Cd}^{2+}] = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{8.0 \times 10^{-27}} \\ = 8.9 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$

$$\text{المعادلة: } \text{SrCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \quad \text{٤.}$$

تقسم التراكيز على اثنين لأن حجم المحلول قد تضاعف:

$$[\text{Sr}^{2+}] = 4.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 0.50 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$Q_{sp} = [\text{Sr}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = (4.0 \times 10^{-6}) \times (0.50 \times 10^{-4})$$

$$Q_{sp} = 2.0 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

تعدّ قيمة Q_{sp} أكبر من قيمة ثابت حاصل الذوبانية K_{sp} ، لذلك سوف تترسب كربونات السترونشيوم.

$$\text{المعادلة: } \text{SrSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \quad \text{٥.}$$

تقسم التراكيز على اثنين لأن حجم المحلول قد تضاعف:

$$[\text{Sr}^{2+}] = 2.5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0.025 \text{ mol/L}$$

$$Q_{sp} = [\text{Sr}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = (2.5 \times 10^{-7}) \times (0.025)$$

$$Q_{sp} = 6.25 \times 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

تعدّ قيمة Q_{sp} أصغر من قيمة ثابت حاصل الذوبانية K_{sp} ، لذلك لن تترسب كبريتات السترونشيوم.

$$K_a = \frac{[H^+][C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]} \quad .4$$

إعادة ترتيب العلاقة:

$$[H^+] = \frac{K_a \times [C_2H_5COOH]}{[C_2H_5COO^-]} = \frac{1.35 \times 10^{-5} \times 0.5}{0.4}$$

$$[H^+] = 1.69 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 4.8$$

.5 حوّل الرقم الهيدروجيني pH إلى $[H^+]$:

$$[H^+] = 6.31 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{[H^+][C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]}$$

إعادة ترتيب العلاقة:

$$[C_2H_5COO^-] = \frac{K_a \times [C_2H_5COOH]}{[H^+]} = \frac{(1.35 \times 10^{-5}) \times 1.00}{(6.31 \times 10^{-6})}$$

$$[C_2H_5COO^-] = 2.14 \text{ mol/L}$$

وبما أن حجم المحلول يساوي 1 L فإن عدد مولات

بروبانوات الصوديوم تساوي 2.14 mol

.6 يجب حساب التراكيز لأن كل محلول يخفف

الآخر. الحجم الكلي 400 mL

$$[CH_3COOH] = 0.50 \times \frac{300}{400}$$

$$= 0.375 \text{ mol/L}$$

$$[CH_3COO^-] = 0.80 \times \frac{100}{400}$$

$$= 0.200 \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

إعادة ترتيب العلاقة:

$$[H^+] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} = \frac{(1.70 \times 10^{-5}) \times 0.375}{(0.200)}$$

$$[H^+] = 3.19 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 4.5$$

.7 الكربونات الهيدروجينية، الهيدروجين، الاتجاه، الفائض،

الكربونات الهيدروجينية، (الذائبين)، تراكيز، pH.

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي 1-1: التغير في الرقم الهيدروجيني pH أثناء معايرة حمض-قاعدة

المدة

- سيستغرق النشاط العملي حصة واحدة تقريباً (نحو 40 دقيقة)، ولكن يمكن اختصاره باقتراح البدء بإضافة 10 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي.
- ستستغرق أسئلة التحليل والاستنتاج والتقويم 30 دقيقة.

التحضير للاستقصاء

- ينبغي أن يكون لدى الطلبة بعض الخبرات التجريبية حول إجراء عمليات المعايرة والتي اكتسبوها في مراحل سابقة من دراستهم وأن يعرفوا كيفية استخدام السحاحة والماصة.
- يجب أن يعرف الطلبة أيضاً كيفية إجراء عمليات حسابية تتضمن المولات والحجوم والتراكيز.
- يجب إرشاد الطلبة إلى أن يستخدموا بعناية قطب (إلكترود) مقياس pH الزجاجي في حال تم استخدامه.
- من المفيد أن يتم إعداد جدول نتائج قبل إجراء العمل التجريبي.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• سحاحة زجاج سعة 50 mL	• حامل حديد كامل
• كأس زجاجية سعة 100 mL	• قمع زجاجي لملء السحاحة
• ماصة سعة 25 mL	• حمض الإيثانويك (حمض الخليك) المخفف بتركيز مجهول
• مضخة ماصة	• هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 mol/L
• ساق زجاجية للتقليب أو مخلط مغناطيسي	• جهاز حاسوب مثبت عليه برنامج لمجس الحموضة
• جهاز مقياس الحموضة أو مجس الحموضة pH	• عدّاد قطرات

ملاحظات ونصائح إضافية

إذا كان عدد مقاييس pH غير كاف، يمكن للمعلم إجراء الاستقصاء مع الطلبة الذين يتناوبون على إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم من السحاحة أو قراءة مقياس pH.

احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة ارتداء نظارات واقية للعينين أثناء إجراء التجربة.
- نبه الطلبة إلى أن هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.10 mol/L يُعدّ مادة مهيجة.
- عند تحضير المحاليل، يجب أن يدرك فنيو المختبر أن حمض الإيثانويك الجليدي مادة أكالة وقابلة للاشتعال، وحمض الإيثانويك المركز مادة أكالة وكذلك هيدروكسيد الصوديوم الصلب.

توجيهات حول الاستقصاء

- إذا تمَّ استخدام مخلوط مغناطيسي، فتأكد من أنه لا يدور بسرعة كبيرة جداً، وأنه لن يصطدم بالطرف الزجاجي لقطب (إلكترود) pH. يجب أن يُنصح الطلبة أيضاً بعدم تحريك الساق الزجاجية بشدة.
- يجب وضع طرف السحاحة وقطب pH والساق الزجاجية داخل منطقة صغيرة من الكأس الزجاجية. هذا الترتيب المحكم (المحدد) يعني أنه من الضروري أن يكون طرف السحاحة على أحد جوانب الكأس الزجاجية، وأن يكون قطب pH في الجانب المقابل.
- تأكد من منح الوقت الكافي، بعد كل إضافة من هيدروكسيد الصوديوم، حتى يستجيب قطب pH للتغير في قيمة pH بعد التقلب (التحريك). تُعدُّ عشر ثوانٍ مدة كافية لهذا الغرض. في بعض مقاييس pH القديمة، من المحتمل ألا تبقى القيمة ثابتة. في هذه الحالات، يجب حساب متوسط قيم pH.
- سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في إعداد الجهاز، نظراً إلى أن طرف السحاحة وقطب pH والساق الزجاجية للتقلب يجب أن تكون جميعها في الكأس الزجاجية. سيكون من الأفضل استخدام حامل واحد مع ماسكين متصلين بدلاً من حاملين منفصلين.
- لبعض الطلبة خبرة قليلة في استخدام الماصة والسحاحة. لذلك قد تضطر إلى مساعدتهم للحصول على الحجم الصحيح من الحمض بوساطة الماصة.

عيّنة نتائج

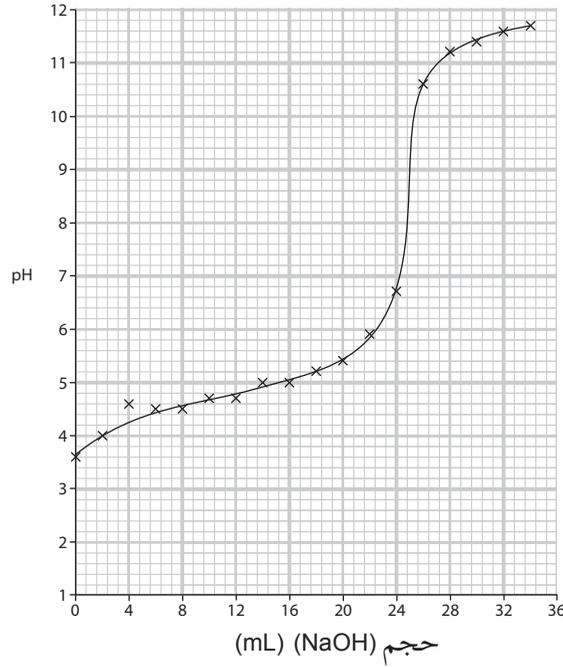
المعلومات الواردة في الجدول أدناه تعطي فكرة عن بعض النتائج التي قد يحصل عليها الطلبة خلال الاستقصاء.

pH	حجم NaOH (mL)
3.6	0
4.0	2
4.5	4
4.5	6
4.6	8
4.7	10
4.7	12
5.0	14
5.0	16
5.2	18
5.4	20
5.9	22
6.7	24
10.8	26
11.2	28
11.4	30
11.6	32
11.7	34

الجدول ١-٢

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عينة نتائج)

١. راجع الشكل ١-١

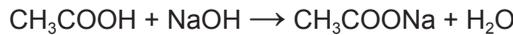


٢. يأخذ المنحنى شكل حرف S. هنالك ارتفاع قليل نسبياً في قيم pH حتى إضافة نحو 22 mL من هيدروكسيد الصوديوم. ثم يطرأ تغير سريع عند إضافة ما بين 22 mL و 26 mL من هيدروكسيد الصوديوم. وبعد إضافة 26 mL من هيدروكسيد الصوديوم، ترتفع قيم pH مرة أخرى ببطء نسبياً. فتتطابق نقطة-نهاية المعايرة تقريباً مع نقطة منتصف الارتفاع الحاد في قيم pH.

٣. 24.8 mL لأنه يقع عند نقطة منتصف الارتفاع الحاد في المنحنى.

٤. يكون المحلول متعادلاً عند pH = 7 وتقع نقطة-النهاية تقريباً عند pH = 8.5، وهو وسط قاعدي، والسبب في ذلك هو أن المحلول يحتوي بشكل أساسي عند هذه النقطة على أيونات الإيثانوات وهي قاعدة ضعيفة.

٥. عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم = $2.48 \times 10^{-3} \text{ mol} = \frac{24.8}{1000} \times 0.1$ من معادلة التفاعل الآتية:



فيكون عدد مولات حمض الإيثانويك = $2.48 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (إذ يتفاعل 1 mol من حمض الإيثانويك مع 1 mol من هيدروكسيد الصوديوم).

تركيز حمض الإيثانويك = $0.10 \text{ mol/L} = \frac{2.48 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{1000}{25}}{25}$ (حتى رقمين معنويين).

٦. ضع دائرة حول النقطة عند القيمة 4 mL المضافة من هيدروكسيد الصوديوم. لا تقع هذه النقطة على المنحنى. ربما تم تسجيل هذه القيمة من pH قبل تقليب المخروط، لذلك كانت قيمة pH مرتفعة نسبياً، وبالتالي يجب تجاهل هذه النقطة.

٧. عندما يبدأ التغير في قيم pH بالازدياد بسرعة أكبر (على سبيل المثال، يكون الازدياد أكثر من 0.5 وحدة pH، ينبغي إضافة هيدروكسيد الصوديوم بكميات قليلة (على سبيل المثال 0.05 mL). استخدم كأساً زجاجية أكبر وحجوماً (كميات) أكبر من المحاليل ليكون التقلب وإضافة هيدروكسيد الصوديوم أسهل. اترك مدة زمنية أطول بين إضافة كل كمية من هيدروكسيد الصوديوم وتسجيل الرقم الهيدروجيني pH للسماح بتجانس أفضل للمخلوط. كرر التجربة حتى يتم الحصول على نتائج متسقة.

٨. قد يؤدي إخراجهما إلى فقدان بعض المحلول، ما يقلل من عدد مولات الحمض الذي تتم معايرته. إذا تمّ إخراجهما مرة واحدة فقط، فسيكون الحجم الذي تمّت خسارته صغيراً جداً مقارنة بالحجم الكلي للمحلول، وبالتالي لن يحدث ذلك فرقاً كبيراً في النتيجة النهائية. أما إذا تمّ إخراجهما بعد كل إضافة لهيدروكسيد الصوديوم، فقد تُحدث الكمية المفقودة فرقاً في النتيجة النهائية.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

السؤال ١

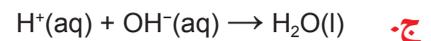
١. لأنه يمنح بروتون (H^+) إلى الماء (القاعدة)
٢. H_2CO_3 (حمض) و HCO_3^- (قاعدة مرافقة)
- H_2O (قاعدة) و H_3O^+ (حمض مرافق)
- ب. $K_a = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ أو $K_a = \frac{[H^+]^2}{[H_2CO_3]}$
- ج. $[H^+]^2 = K_a \times [H_2CO_3]$
- $[H^+]^2 = (4.5 \times 10^{-7}) \times 0.01 = 4.5 \times 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{L}^2$
- $[H^+] = \sqrt{(4.5 \times 10^{-9})} = 6.71 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$
- pH = 4.17
٢. يكون تركيز H_2CO_3 عند الاتزان هو نفسه تركيزه الابتدائي.
- وما يفسر ذلك هو القيمة المنخفضة لـ K_a / تركيز الهيدروجين المتأين ضئيل جداً.
- تركيز HCO_3^- يساوي تركيز H^+ من الحمض / يتم تجاهل تأين الماء، لافتراض أن تأينه ضئيل جداً مقارنة بتأين الحمض.

السؤال ٢

- أ. يتأين حمض الإيثانويك جزئياً في الماء؛ بينما يتأين حمض النيتريك كلياً في الماء.

ب. $K_a = \frac{[CH_3CO_2^-][H^+]}{[CH_3CO_2H]}$

٢. يُعدّ استخدام H^+ بدلاً من H_3O^+ تبسيطاً.
- حيث إن الماء يوجد بكمية فائضة لذلك فإن تركيزه يُعدّ ثابتاً نسبياً.



السؤال ٣

- أ. $CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$
- ب. من التمثيل البياني pH = 4.8
- $[H^+] = 1.58 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$
- ج. $[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$
- $[H^+] = \frac{(1.00 \times 10^{-14})}{0.02} = 5 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$
- د. حضّر محلولاً تركيزه 1 mol/L (أو أكثر) من إيثانوات الصوديوم عن طريق إذابته في الماء.
- حضّر محلولاً مركزاً من حمض الإيثانويك عن طريق إذابته في الماء / حضّر محلولاً تركيزه 1 mol/L من حمض الإيثانويك عن طريق إذابته في الماء.
- أضف ببطء أحد المحلولين إلى حجم ثابت من الآخر (مع التقليب) حتى تصل إلى pH المطلوب.
- هـ. ١. الفينولفتالين أو أي كاشف آخر مناسب.
٢. مدى تغيّر اللون لأزرق البروموفينول لا يطابق التغير الحاد في قيمة pH عند نقطة-النهاية للتفاعل.

السؤال ٤

- أ. ١. $K_{sp} = [Mg^{2+}][CO_3^{2-}]$
٢. $K_{sp} = [Mg^{2+}]^2$
- $[Mg^{2+}] = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{1.0 \times 10^{-5}}$
- $= 3.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- ب. ١. $K_{sp} = [Ag^+]^2 [CO_3^{2-}]$
- mol^3/L^3

حجم المخلوط = 200 mL

تركيز حمض البيوتانويك:

$$[C_3H_7COOH] = 0.2 \times \frac{50}{200} = 0.05 \text{ mol/L}$$

تركيز البيوتانات:

$$[C_3H_7COONa] = [C_3H_7COO^-] = 0.4 \times \frac{150}{200} = 0.30 \text{ mol/L}$$

إعادة ترتيب العلاقة:

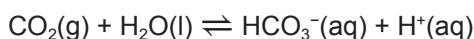
$$[H^+] = \frac{K_a \times [C_3H_7COOH]}{[C_3H_7COO^-]}$$

$$[H^+] = \frac{(1.50 \times 10^{-5}) \times 0.05}{0.3} = 2.5 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 5.6$$

السؤال ٦

أيونات الهيدروجين الناتجة أو المتكوّنة في الدم تعمل على خفض قيمة pH في الدم. وهذا قد يسبب خللاً في وظائف الإنزيمات أو في وظائف الجسم. تتحد أيونات الكربونات الهيدروجينية مع أيونات الهيدروجين الأمر الذي يؤدي إلى تثبيت قيمة pH في الدم



$$[Ag^+] = 2 \times 1.2 \times 10^{-5} \quad \text{٢.}$$

$$= 2.4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = (2.4 \times 10^{-5})^2 \times 1.2 \times 10^{-5}$$

$$K_{sp} = 6.9 \times 10^{-15}$$

$$\text{mol}^3/\text{L}^3$$

١. ج. التقليل من ذوبانية ملح ذائب عن طريق

إضافة محلول يحتوي على أيون مشترك.

٢. قد يذوب بعض الراسب في الماء.

غسل الراسب بحمض الكبريتيك يقلل من

احتمال إذابته بسبب وجود الأيون المشترك

(SO_4^{2-}) في كل من حمض الكبريتيك وكبريتات

الباريوم.

د. تقسم التراكيز على اثنين لأن حجم المحلول قد

تضاعف:

$$[Ca^{2+}] = 0.005 \text{ mol/L}$$

$$[SO_4^{2-}] = 0.01 \text{ mol/L}$$

$$Q_{sp} = [Ca^{2+}] [SO_4^{2-}] = 0.005 \times 0.01$$

$$= 5.0 \times 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

قيمة Q_{sp} أكبر من قيمة ثابت حاصل الذوبانية K_{sp} ,

لذلك سوف تترسب كبريتات الكالسيوم.

السؤال ٥

أ. ينزاح موضع الاتزان إلى اليمين لأن أيونات OH^-

تتفاعل مع أيونات H^+ لتكوين جزيئات الماء.

يتأين حمض البيوتانويك لاستعادة الاتزان مرة

أخرى.

لا تتغير تراكيز حمض البيوتانويك وأيونات

البيوتانات كثيراً.

لذلك لا تزداد قيمة pH كثيراً / تبقى ثابتة (إلى حد

ما).

ب. يجب حساب التراكيز الجديدة للحمض والملح في

المخلوط.

الوحدة الثانية

الكيمياء الكهربائية

العلوم ضمن سياقها

التخلص من المواد السامة

أخرى للسكن، فيجب مقارنة تكلفة تنظيف الأرض بقيمة الأرض المستصلحة.

- تثبط أيونات السيانيد سلسلة نقل الإلكترونات في عملية التنفس، وتحديداً جزيء السيتوكروم أوكسيداز ناقل الإلكترونات. فتتوقف تفاعلات الأكسدة والاختزال في سلسلة نقل الإلكترونات في عملية التنفس عن العمل، ما يؤدي إلى الموت السريع. ويثبط أيون السيانيد أيضاً أيون Fe^{3+} في صبغة الدم heme a3؛ لأنه يكون أيوناً معقداً مع Fe^{3+} ، لكن تأثيراته تكون أقل وضوحاً من تأثير أحادي أكسيد الكربون على أيون Fe^{2+} .

تتسرب النترات من الأسمدة المستخدمة في الحقول المزروعة إلى الأنهار فتسبب حدوث فرط المغذيات في الماء. وتتم العملية وفق الآتي: تؤدي النترات إلى نمو مفرط للطحالب التي تغطي سطح الماء وتحجب الضوء وتتمو البكتيريا على الطحالب الميتة وتستهلك الأوكسجين الموجود في الماء، فتموت الكائنات الحية المائية ويصبح النهر هامداً، وغالباً ما تتبعث منه روائح كريهة بسبب تفاعلات التحلل. وقد يكون للنترات أيضاً تأثير على حيوانات المزرعة (زيادة معدل سرعة التنفس ومعدل سرعة ضربات القلب)، وعلى الأطفال؛ حيث يصبح لون الدم مائلاً إلى الزرقة. ويرجع ذلك جزئياً إلى تحوّل النترات إلى النتريت (نترات (V) إلى نترات (III)) الأكثر ضرراً. وهناك أيضاً تقارير تفيد بأن تركيز النترات المرتفع في الماء يؤدي إلى مشاكل للنساء الحوامل،

يعرّف هذا الموضوع الطلبة بمسؤوليات الشركات الكيميائية وشركات التصنيع الأخرى لحماية البيئة. حيث تمّ في معظم الأحيان إيجاد أيونات الكاديوم في مواقع مصانع الغاز القديمة أو مصانع الحديد أو غيره من الفلزات.

فالعلاجات الكهروكيميائية يمكن تعديلها أيضاً لإزالة المواد غير المشحونة مثل المركبات العضوية السامة عن طريق عملية تسمى التناضح الكهربائي (الأسموزية الكهربائية electroosmosis)، والتي بوساطتها يمكن أن ينتقل الماء من المصعد (الأنود) إلى المهبط (الكاثود) ويأخذ معه بعض المواد العضوية السامة.

- تُعدّ العمليات الكهروكيميائية بسيطة وتتم في الموقع نفسه. وهذه العمليات لا تتطلب إزالة كميات كبيرة من التربة لمعالجتها بوساطة التبادل الأيوني أو طرائق المعالجة الكيميائية الأخرى. فالمعالجة عن طريق إزالة كميات كبيرة من التربة باهظة التكاليف وتستهلك الكثير من الوقود. يضاف إلى ذلك التلوث الذي تسببه المركبات التي تنقل التربة.

وتعتمد الجدوى الاقتصادية للعمليات الكهروكيميائية على توافر كهرباء بسعر جيد، إذ إن عملية إزالة الأيونات السامة، حتى من مساحة صغيرة من الأرض بحجم ملعب كرة القدم، لا تتطلب عدداً كبيراً من الأقطاب الكهربائية فقط، وإنما طاقة كهربائية كبيرة أيضاً. وإذا تطلّب استخدام الأرض مرة

البلدان للحدّ من كمّيّات الملوثات التي يمكن تصريفها في الهواء أو في الأرض أو في الأنهار.

ربما لا يزداد عدد الحقول الملوّثة بشكل كبير كما يخشى بعض الناس، وذلك بسبب التحوّل الذي طرأ على الصناعات الكيميائية والصناعات الأخرى فيما يتعلق بتحمّل المسؤولية والحرص على السلامة العامة. كما أن هنالك عدداً متزايداً من شركات التصنيع المسؤولة في جميع أنحاء العالم، ووعي أكبر من قبل عامة الناس بالتأثيرات الضارة للملوثات. ومع ذلك، إذا أوقفت شركة ما أنشطتها بسبب النقص في المال، أو واجهت صعوبات مالية، فقد تنشأ مشكلات تتعلق بتطهير الأراضي الموجودة حول المصنع.

إلا أنه لم يتم إثبات صحة هذه التقارير. وحقيقة أن النترات قد تسبب ضرراً ينعكس واقعاً بأن مستوى النترات المسموح به في مياه الشرب في بعض البلدان يكون منخفضاً جداً.

• تُعدّ عملية تنظيف الموقع مكلفة جداً، وإلا فلا مصلحة لأحد أن يتكبّد نفقات إزالة المواد السامة. توجد بعض "الحقول الملوّثة" في أماكن بعيدة نسبياً عن المواقع السكنية، وبالتالي من غير المرجح أن يتم تطهيرها. ففي الماضي، لم تأخذ العديد من الشركات الصناعية بعين الاعتبار تأثيرات الملوثات المنبعثة من نشاطاتها الصناعية على البيئة، ولم تتخلص من النفايات كما يجب؛ أما في الوقت الحاضر، فقد تمّ سن قوانين في بعض

نظرة عامة

تغطي هذه الوحدة جميع الموضوعات التي تمّ تناولها في كتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة.

- تعتمد هذه الوحدة على المفاهيم التي تمّ تعلمها في الصف الحادي عشر، والتي وردت في كل من وحدة (التناسب الكيميائي)، ووحدة (الروابط الكيميائية)، ووحدة (الانزان الكيميائي).
- تتناول هذه الوحدة قيم جهود الاختزال القياسية: كيف يتم قياسها واستخدامها لحساب قيم جهود الخلايا الجلفانية القياسية؟ وتُعدّ قيم جهود الاختزال القياسية مفيدة في تحديد قوة العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة، وفي التنبؤ بما إذا كان تفاعل أكسدة واختزال ما سيحدث أم لا. وسيتم شرح تأثيرات استخدام ظروف غير قياسية على قيم جهود الاختزال باستخدام مبدأ لوشاتيليه، كما سيتم استخدام معادلة نيرنست لحساب قيم جهد الاختزال في ظروف غير قياسية. وسوف يتم استخدام قيم جهود الاختزال القياسية للتنبؤ بالمواد الناتجة خلال عملية تحليل كهربائي في محلول مائي. وتتناول هذه الوحدة أيضاً الجوانب الكمية للتحليل الكهربائي.
- ستكون في هذه الوحدة فرص لاستقصاء قيم جهود خلايا جلفانية مختلفة تتكوّن من فلز/أيون الفلز. ويوجد أيضاً استقصاء "تخطيطي" حول تأثيرات الظروف غير القياسية على قيم جهود الخلايا الجلفانية، وكذلك إجراء نشاط عملي لتحديد ثابت فارادي.

مخطط التدريس

المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة	المصادر في كتاب الطالب	عدد الحصص	الموضوع	أهداف الموضوع
نشاط ١-٢ الخلايا الكهروكيميائية أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٢(ب)، ٣(أ)	السؤال ١	٢	١-٢ جهود الأقطاب الكهربائية (E)	١-٢
نشاط ٢-٢ استخدام جهد الاختزال القياسي السؤالان (١، ٢) أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(ج، د، هـ)، ٣(ب)	الأسئلة من ٢ إلى ٧ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١، ٣(ب، ج).	٣	٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية	٢-٢، ٣-٢
نشاط ٢-٢ استخدام جهد الاختزال القياسي الأسئلة (٣، ٤، ٥) نشاط ٣-٢ قيم فولتية الخلايا الكهروكيميائية استقصاء عملي ١-٢ مقارنة فولتية (الجهد الكهربائي) للخلايا الكهروكيميائية (الخلايا الجلفانية) أسئلة نهاية الوحدة: ٢(أ، و)، ٣(د)	الأسئلة من ٨ إلى ١٥ أسئلة نهاية الوحدة: ٢(أ، ب، ج)، ٣(أ، د)، ٤، ٥	٥	٢-٢ جهود الاختزال القياسية	٢-٤، ٥-٢، ٦-٢، ٧-٢
نشاط ٤-٢ أثر تغير التركيز على قيم جهود الاختزال نشاط ٥-٢ تغيير تركيز الأيونات في خلية كهروكيميائية أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(و)، ٣(ج، هـ)،	السؤالان ١٦ و ١٧ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(د)، ٦	٣	٤-٢ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E _r)	٨-٢، ٩-٢
نشاط ٦-٢ التحليل الكهربائي أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١(أ، د، هـ)، ٣(و)	الأسئلة من ١٨ إلى ٢٢	٣	٥-٢ التحليل الكهربائي	١٠-٢
نشاط ٧-٢ حسابات التحليل الكهربائي استقصاء عملي ٢-٢ تحديد ثابت فارادي أسئلة نهاية الوحدة ١(ب، ج)	الأسئلة من ٢٣ إلى ٢٧ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٧	٣	٦-٢ حسابات التحليل الكهربائي	١١-٢، ١٢-٢، ١٣-٢

الموضوع ١-٢ جهود الأقطاب الكهربائية (E)

الأهداف التعليمية

١-٢ يعرف المصطلحات الآتية:

- (أ) جهد القطب الكهربائي القياسي
- (ب) جهد الاختزال القياسي
- (ج) جهد الخلية القياسي.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	١-٢ جهود الأقطاب الكهربائية (E) - مفهوم جهد القطب الكهربائي - قياس جهد القطب الكهربائي السؤال ١	<ul style="list-style-type: none"> • فهم تفاعلات اتزان الأكسدة والاختزال بين مادتين مرتبطتين فيما بينهما كيميائياً وتمتلكان حالتين تأكسد مختلفتين • فهم جهود الأقطاب الكهربائية • ربط قيم جهود الأقطاب بمدى سهولة حدوث الاختزال • قياس جهود الخلية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ١-٢ الخلايا الكهروكيميائية أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٢(ب)، ٣(أ)	<ul style="list-style-type: none"> • كتابة أنصاف-المعادلات لتفاعلات الأكسدة والاختزال

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

قد يعتقد الطلبة عند ضرب نصف-معادلة تفاعل ما في أي معامل أن قيمة جهد الاختزال القياسي تتغير.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي الاقتراح الآتي:

فكرة أمهام "قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة" (٥ دقائق)

كلف الطلبة القيام بالمهام الأربع في فقرة "قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة" الواردة في كتاب الطالب، ثم بعد ذلك يتبادل كل طالب إجاباته مع زميله.

الأنشطة الرئيسية

في ما يلي العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها من أجل تكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ اتزان تفاعلات الأكسدة والاختزال (٢٠ دقيقة)

اعرض على الطلبة شريطاً من فلز النحاس مغموساً في محلول من كبريتات النحاس، ووجههم إلى قراءة الموضوع ١-٢ الوارد في كتاب الطالب لإيجاد الاتزان الذي يحدث بين ذرات النحاس وأيونات النحاس، ثم يعملون في ثنائيات لإنشاء مخطط يوضح هذا الاتزان، وبعد ذلك يعتمدون إلى تقويم بعضهم مخططات بعضهم الآخر.

اشرح لهم أن هنالك فولتية (جهد كهربائي) موجودة بين ذرات الفلز وأيوناته، لا يمكن قياسها بشكل مباشر، ولكن يمكن قياس الفرق بين هذه الفولتية وفولتية نصف-خلية أخرى. يمكنك الآن تقديم المصطلح "جهد القطب الكهربائي E".

﴿ فكرة للتقويم: كلف الطلبة كتابة ما فهموه حول العلاقة بين جهود الأقطاب وسلسلة النشاط الكيميائي التي درسوها سابقاً في الصف العاشر، والاحتفاظ بإجاباتهم إلى أن يبلغوا جزء التعليم المتميز.﴾

٢ قياس جهود الخلية (٣٠ دقيقة)

قم بتوصيل نصف-خلية Cu^{2+}/Cu بنصف-خلية Zn^{2+}/Zn بواسطة قنطرة ملحية وأكمل الدائرة لإنشاء خلية جلفانية. قس الفرق في الجهد بين نصفي-الخلية. يوضح الشكل (٢-٣) الوارد في كتاب الطالب هذه الخلية الجلفانية.

وضح وظيفة القنطرة الملحية كوسيلة للحفاظ على التوازن الأيوني. فإذا كان الفلز يكون أيوناً موجباً، تزداد الشحنة الموجبة في المحلول. وبما أنه لا يمكن أن يكون هنالك فائض في الشحنات الموجبة في المحلول، لهذا تنتقل أيونات النترات من القنطرة الملحية إلى المحلول وتحافظ بالتالي على التوازن الأيوني. وبشكل مماثل، إذا تحوّلت أيونات فلز موجودة في المحلول إلى ذرات فلز، فسيؤدي ذلك إلى ازدياد الشحنة السالبة في المحلول؛ في هذه الحالة، تنتقل أيونات البوتاسيوم من القنطرة الملحية إلى المحلول وتحافظ بالتالي على التوازن الأيوني بطريقة مختلفة.

﴿ فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن السؤال ١ الوارد في كتاب الطالب.﴾

التعليم المتميز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

كلف الطلبة الرجوع إلى الأفكار التي كتبوها في فكرة للتقويم في النشاط الرئيسي ١-٢. يمكنهم استخدام البيانات الموجودة في السؤال ١ لتقويم إجاباتهم.

الدعم

زوّد الطلبة بسلسلة نشاط كيميائي تتضمن الفلزات الواردة في السؤال ١، من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً: الخارصين، الكوبالت، الرصاص، النحاس، الفضة. ثم كلفهم كتابة قيم جهود الأقطاب جنباً إلى جنب مع هذه الفلزات واستنتاج نمط التدرج الذي تتبعه.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

قد يجب الطلبة عن السؤال ٢ (ب) و ٣ (أ) من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

الموضوع ٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية

الأهداف التعليمية

- ٢-٢ يصف قطب الهيدروجين القياسي.
- ٣-٢ يصف الطرائق المستخدمة لقياس قيم جهود الاختزال القياسية لكل من:
 - (أ) فلزات مع أيوناتها (فلز/أيون الفلز) في محلول مائي.
 - (ب) لافلزات مع أيوناتها (لافلز/أيون اللافلز) في محلول مائي.
 - (ج) أيونات العنصر نفسه (أيون/أيون) الموجودة في حالات تأكسد مختلفة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٢-٢ قياس جهود الأقطاب القياسية - قطب الهيدروجين القياسي - جهد القطب القياسي الأسئلة من ٢ إلى ٧ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١، ٣ (ب، ج).	<ul style="list-style-type: none"> • وصف قطب الهيدروجين القياسي. • قياس جهود الأقطاب القياسية لأنظمة أكسدة-اختزال مختلفة. • كتابة تفاعلات أنصاف-خلايا لأنظمة متنوعة. • رسم خلايا تتكوّن من أنواع مختلفة من أنصاف-الخلايا.
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٢-٢ استخدام جهد الاختزال القياسي السؤال (١، ٢) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢ (ج، د، هـ)، ٣ (ب)	<ul style="list-style-type: none"> • وصف الظروف القياسية. • استخدام قيم جهود الأقطاب القياسية.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يعتقد الطلبة في بعض الأحيان أن التركيز في الظروف القياسية يساوي عدد مولات الجسيمات الداخلة في التفاعل، على سبيل المثال، أن MnO_4^- يحتاج إلى 8H^+ لكي يتفاعل، وأن تركيز أيونات الهيدروجين ينبغي أن يساوي 8 mol/L ، وهذا غير صحيح. ففي الظروف القياسية يجب أن تمتلك كل مادة متفاعلة تركيزاً يساوي 1 mol/L .

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

فكرة أ (١٠ دقائق)

- يعمل الطلبة في ثنائيات، ويُسمح لهم باستخدام كتاب الطالب لمدة دقيقتين لابتكار ثلاثة أسئلة استناداً إلى ما درسوه في هذه الوحدة حتى الآن. ثم يتبادل الطلبة الأدوار فيما بينهم لطرح أسئلتهم بعضهم على بعض، والتحقق من صحة إجاباتهم.

الأنشطة الرئيسية

في ما يلي العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب من أجل تكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ قطب الهيدروجين القياسي (٣٠ دقيقة)

تجد على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) مقاطع الفيديو هذه من KEGS chemistry تقدم عروضاً توضيحية لقطب الهيدروجين القياسي، كما أنها توضح كيفية استخدامه. قد ترغب في عرض الجزء الأول فقط من الفيديو؛ لأن الجزء الثاني منه متعلق أكثر بالدرس التالي. ويوضح الشكل (٢-٤) الوارد في كتاب الطالب مخططاً لقطب الهيدروجين القياسي.



https://www.youtube.com/watch?v=g6YEu_S3d0U

قد يكتب الطلبة نصف-المعادلة لقطب الهيدروجين، فوضّح العلاقة بين جهود الأقطاب القياسية وسهولة حدوث الاختزال.

كفكرة للتقويم: يمكن أن يجيب الطلبة عن السؤال ٢ الوارد في كتاب الطالب.

٢ قطب الهيدروجين القياسي وجهود الأقطاب القياسية (٢٠ دقيقة)

• عرف جهد القطب القياسي:

جهد القطب القياسي لنصف-خلية هو الفولتية المقاسة في الظروف القياسية بوجود قطب هيدروجين قياسي كنصف-الخلية الأخر.

- يمكن للطلبة مشاهدة ما تبقى من شريط الفيديو عن قطب الهيدروجين القياسي لمعرفة كيف يتم استخدامه لقياس جهد القطب لنصف-خلية Zn^{2+}/Zn .
- في كتاب الطالب، يوضح الشكل (٢-٤) قطب الهيدروجين القياسي، ويوضح الشكل (٢-٥) قطب الهيدروجين القياسي الموصل مع نصف-خلية Cu^{2+}/Cu لتكوين خلية كهروكيميائية. الفولتية التي تم الحصول عليها باستخدام هذا الترتيب سوف تعطي قيمة جهد القطب القياسي لنصف-خلية Cu^{2+}/Cu لأنه تم إعطاء قطب الهيدروجين القياسي قيمة جهد قطب نسبية تساوي 0.0 V.

كفكرة للتقويم:

- يكتب الطلبة ما يعتقدون عن الخصائص المميزة لقطب الهيدروجين القياسي والظروف المستخدمة، ويقومون أيضاً بطريقة حساب قيمة جهد القطب القياسي لنصف-خلية ما.
- يناقش الطلبة قيم E_r^\ominus لأنظمة أيون فلز/ فلز مختلفة. هل هنالك نمط تدرج ناشئ مرتبط بما يعرفونه عن النشاط الكيميائي لفلزات متنوعة؟

٣ طرائق متنوعة لقياس قيم جهود الأقطاب القياسية لأنواع مختلفة من أنصاف-الخلايا (٣٥ دقيقة)

- ضمن مجموعات، يراجع الطلبة الأشكال (٢-٥)، (٢-٦)، (٢-٧)، (٢-٨)، (٢-١٠)، (٢-١١) الواردة في كتاب الطالب والتي توضح الطرائق المتنوعة لقياس قيم جهود الأقطاب القياسية لأنواع مختلفة من أنصاف-الخلايا.
- إذا كان ذلك ممكناً، فانسخ هذه المخططات على أوراق، ليعمل الطلبة عليها ويسجلوا ملاحظاتهم.
- يجيب الطلبة عن الأسئلة ٢-٧ الواردة في كتاب الطالب.
- عوضاً من ذلك، زوّد الطلبة بنسخة من الجدول الآتي لإكماله.

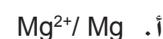
هل ستكون نصف-الخلية الموجودة في العمود ٢ القطب السالب أم الموجب؟	قيمة فولتية نصف-الخلية الموجودة في العمود ٢	مثال على نصف-الخلية	نوع نصف-الخلية
			فلز/ أيون الفلز
			لافلز/ أيون اللافلز
			أيونات العنصر نفسه في حالات تأكسد مختلفة

كفكرة للتقويم: قد يقوم بعض الطلبة جداول بعضهم في النشاط الرئيسي ٢-٢.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

اسأل الطلبة كيف يمكنهم تحديد قيمة جهد القطب القياسي لنصفَي-الخليتين الآتيتين:



قد يرجع الطلبة إلى الأشكال الواردة في كتاب الطالب لإجاباتهم.

الإجابة:

أ. الشكل (٥-٢) أو (٦-٢)

ب. الشكل (٨-٢)

الدعم

قد ينشئ الطلبة قائمة بالمصطلحات والتعريفات التي يحتاجون إلى تذكرها.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يكتب الطلبة ما يشعرون أنهم قد حققوه في الدرسين الأخيرين. هل فهم الطلبة كيف يمكن استخدام قيم جهود الأقطاب القياسية كأداة للتنبؤ بما إذا كانت تفاعلات الأكسدة والاختزال سوف تحدث أم لا؟ إذا كانت الإجابة لا، فما الذي برأيهم يعيق تمكنهم من هذا الموضوع؟

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يحتاج الطلبة إلى اعتماد لغة صحيحة لوصف الجهاز المستخدم لتحديد قيم جهود الخلايا القياسية.

المهارة الحسابية

يحتاج الطلبة إلى التقدير بأن قيمة الفولتية ستحدد ما إذا كانت عملية اختزال مادة ما أسهل أم أكثر صعوبة من اختزال أيونات الهيدروجين.

الموضوع ٢-٣ جهود الاختزال القياسية

الأهداف التعليمية

٤-٢ يحسب جهد الخلية القياسي باستخدام العلاقة الآتية:

$$E_{\text{cell}}^{\ominus} = E_r^{\ominus}(\text{Cathode}) - E_r^{\ominus}(\text{Anode})$$

٥-٢ يستخدم قيم جهود الخلية الكهروكيميائية القياسية لما يأتي:

(أ) يستنتج إشارة كل قطب كهربائي (+ أو -)، واتجاه تدفق الإلكترونات في الدائرة الكهروكيميائية الخارجية لخلية كهروكيميائية بسيطة.

(ب) يتنبأ بإمكانية حدوث تفاعل ما.

٦-٢ يستنتج، من قيم جهود الاختزال القياسي E_r^{\ominus} ، النشاط الكيميائي النسبي للعناصر، والمركبات، والأيونات بوصفها عوامل مؤكسدة أو عوامل مختزلة.

٧-٢ يُنشئ معادلات أكسدة/اختزال باستخدام أنصاف-المعادلات ذات الصلة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

خمس حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٢-٢ جهود الاختزال القياسية - التنبؤ باتجاه تدفق الإلكترونات بناء على قيم E_r^{\ominus} - التنبؤ بقيم جهد الخلية القياسية بناء على قيم E_r^{\ominus} - التنبؤ بتلقائية التفاعل (إمكانية حدوث التفاعل) بناء على قيم E_r^{\ominus} الأسئلة من ٨ إلى ١٥ أسئلة نهاية الوحدة: ٢(أ، ب، ج)، ٣(أ، د)، ٤، ٥	<ul style="list-style-type: none"> حساب قيمة جهد خلية قياسي استنتاج إشارة الأقطاب واتجاه تدفق التيار الكهربائي تنبؤ بقابلية حدوث تفاعل ما تنبؤ بأقوى العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة بالاستناد إلى قيم E_r^{\ominus} كتابة معادلات أكسدة-اختزال
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٢-٢ استخدام جهد الاختزال القياسي الأسئلة (٣، ٤، ٥) نشاط ٢-٣ قيم فولتية الخلايا الكهروكيميائية استقصاء عملي ١-٢ مقارنة فولتية (الجهد الكهربائي) للخلايا الكهروكيميائية (الخلايا الجلفانية) أسئلة نهاية الوحدة: ٢(أ، و(١))، ٣(د)	<ul style="list-style-type: none"> استقصاء خلية كهروكيميائية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يظن بعض الطلبة أنه إذا تمّ قياس قيم جهود الأقطاب، فستبقى هذه القيم ثابتة كما حدّدوها في التجربة. وأحد أسباب ذلك هو أن معدل سرعة التفاعل قد يكون بطيئاً جداً، وهو الذي يكون محددًا للتفاعل وليس جهد الخلية.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

كلف الطلبة تفحص الشكل (٢-١٣) الوارد في كتاب الطالب. يُوضح هذا الشكل نصف-خلية Ag^+/Ag تم توصيلها مع نصف-خلية Zn^{2+}/Zn ، فذكّرهم أن ما يرونه يسمى خلية كهروكيميائية أو خلية جلفانية. وقد يستخدمون المعلومات الموجودة في كتاب الطالب للتنبؤ بما ستكون عليه قيمة فولتية الخلية الكهروكيميائية وما قد يلاحظون حدوثه.

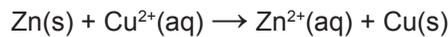
كفكرة للتقويم: يمكن للطلبة أن يتحققوا من دقة تنبؤاتهم في نهاية الدرس.

الأنشطة الرئيسية

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

١ استقصاء عملي: مقارنة فولتية (الجهد الكهربائي) للخلايا الكهروكيميائية (الخلايا الجلفانية) (٤٠ دقيقة)

- في هذا الاستقصاء العملي، وزّع الطلبة في مجموعات ثنائية أو ثلاثية، فهذا الاستقصاء بسيط وسهل التنفيذ.
- تفاصيل هذا الاستقصاء العملي جميعها موجودة في ورقة المعلومات حول الاستقصاء العملي ٢-١: مقارنة فولتية (الجهد الكهربائي) للخلايا الكهروكيميائية (الخلايا الجلفانية).
- هنالك شيء واحد يجب على الطلبة أن يقدّروه عند قياس قيم جهود الخلايا القياسية أو استخدامها، وهو أنها طريقة للتنبؤ بما يمكن أن يحدث في تفاعل استبدال (إحلال) إذا تمّت إضافة فلز ما إلى محلول يحتوي أيون فلز آخر. فعلى سبيل المثال، إذا تمّ بناء خلية كهروكيميائية باستخدام الخارصين والنحاس كـنصفَي-خليتين، فسيكون الخارصين هو القطب السالب والنحاس هو القطب الموجب. وهذا يعني أن الإلكترونات سوف تتدفق من الخارصين نحو النحاس. وعند إضافة فلز الخارصين إلى محلول من أيونات النحاس، فستتدفق الإلكترونات من فلز الخارصين نحو أيونات النحاس لتكوين فلز النحاس وأيونات الخارصين وفق المعادلة الآتية:



كفكرة للتقويم:

- ينفذ الطلبة الاستقصاء العملي، ويسجلون النتائج ويجيبون عن الأسئلة من ١ إلى ٧ في ورقة المعلومات حول الاستقصاء العملي ٢-١.
- يكتب الطلبة نصفَي-المعادلة للتفاعلين اللذين يحدثان في كل من نصفَي-الخلية.

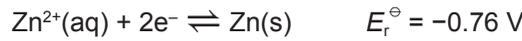
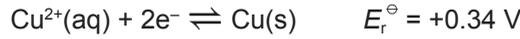
حساب قيم جهود الخلايا القياسية (٤٠ دقيقة)

يعمل الطلبة في ثنائيات، فيقرأ أحد الطالبين الموضوع: التنبؤ باتجاه تدفق الإلكترونات بناء على قيم E_r^\ominus . وفي الوقت نفسه، يقرأ الطالب الثاني الموضوع: التنبؤ بقيم جهد الخلية القياسي بناء على قيم E_r^\ominus . ثم يتبادل الطلبة الأدوار فيما بينهم لشرح ما قرأه أحدهما للآخر، وطرح الأسئلة وفقاً لذلك.

﴿ فكرة للتقويم: يختبر الطلبة فهمهم عن طريق الإجابة عن الأسئلة ١٠-١٢ الواردة في كتاب الطالب. ﴾

التنبؤ بحدوث التفاعلات (٤٠ دقيقة)

- كلف الطلبة مراجعة الشكل (٢-١٦) الوارد في كتاب الطالب والذي يوضح القوة النسبية للعوامل المؤكسدة والمختزلة. يمكنهم استخدام قيم E_r^\ominus للتنبؤ بما إذا كان تفاعل ما سيحدث أم لا.
- يتضمن المثال الوارد في كتاب الطالب ما يلي:

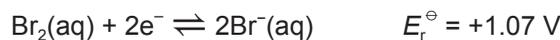
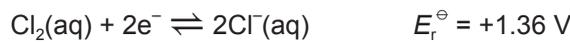
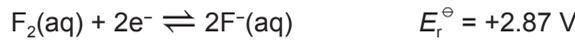


- توضح قيم E_r^\ominus بأن الأيونات Cu^{2+} تكتسب الإلكترونات بسهولة أكثر من الأيونات Zn^{2+} ، وأن Zn يفقد الإلكترونات بسهولة أكثر من Cu . لهذا، سوف يفقد Zn الإلكترونات لتكوين Zn^{2+} ، وسوف يكتسب Cu^{2+} الإلكترونات لتكوين Cu .
- يتم تمثيل التفاعل الكلي بالمعادلة الآتية: $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$.
- وضح للطلبة الأمثلة ١، ٢، و ٣ الواردة في كتاب الطالب.
- يوفر كتاب الطالب أيضاً طريقة بديلة لمعرفة ما إذا كان تفاعل ما قابلاً للحدوث. ويوضح المثالان ٤، و ٥ بالتفصيل الطريقة المستخدمة. يمكنك شرح هذا الأمر للطلبة، كما يمكنك أيضاً استخدام هذه الطريقة مع الذين لا يتقنون بقدرتهم على تقديم شروح مفصلة.

﴿ فكرة للتقويم: يتم توزيع الطلبة في مجموعات ثلاثية. ثم تناقش كل مجموعة الأسئلة ١٢ و ١٤ الواردة في كتاب الطالب وتجييب عنها. ﴾

قيم E_r^\ominus والعوامل المؤكسدة والمختزلة (٤٠ دقيقة)

- زود الطلبة بقيم جهود الاختزال القياسية الآتية، واطلب إليهم أن يحددوا ضمن ثنائيات أيّاً منها يكون العامل المؤكسد الأقوى، ونمط التدرج عند الانتقال من الأعلى إلى الأسفل عبر المجموعة 17. يمكن للطلبة كتابة ملاحظات حول المعلومات باستخدام أسهم معنونة لنمط التدرج في العوامل المؤكسدة وفي العوامل المختزلة.



يمكن للطلبة أن يقرأوا أكثر عن قيم E_r^\ominus والعوامل المؤكسدة والمختزلة في كتاب الطالب.

﴿ فكرة للتقويم: يمكن للطلبة أن يجيبوا أو يناقشوا السؤالين ١٣ و ١٥ الواردين في كتاب الطالب. ﴾

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

قد يجيب الطلبة عن السؤال ٤ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب.

الدعم

في النشاطات حيث يتم العمل ضمن ثنائيات، يمكن وضع الطلبة الذين يحتاجون إلى مزيد من الدعم مع طلبة لديهم قدرات أكبر. ويمكن للطلبة أن يضيفوا المصطلحات الجديدة المستخدمة في هذا الدرس إلى قائمة المصطلحات الخاصة بهم إذا لم تكن ضمنها بالفعل.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يمكن للطلبة الرجوع إلى تبتؤاتهم في النشاط التمهيدي وتقويمها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يحتاج الطلبة إلى الدقة عند استخدام المصطلحات الآتية: جهد القطب القياسي، وجهد الاختزال القياسي، والخلية الكهروكيميائية.

المهارة الحسابية

- يحتاج الطلبة إلى أن يكونوا قادرين على حساب قيم جهود الخلايا والتعامل مع القيم الموجبة والسالبة.

الموضوع ٢-٤ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال (E_r)

الأهداف التعليمية

٨-٢ يتنبأ نوعياً بأثر تغيير تراكيز الأيونات في محاليلها المائية على قيمة جهد الاختزال E_r .

٩-٢ يستخدم معادلة نيرنست الآتية:

$$E_r = E_r^\ominus - (0.059/z) \log_{10} Q$$

$$Q = \frac{[\text{الجسيمات الناتجة}]^a}{[\text{الجسيمات المتفاعلة}]^b}$$

(حيث a و b تمثل أعداد مولات الجسيمات)، ليتنبأ حسابياً بأثر تغيير تراكيز الأيونات في محاليلها المائية على قيمة جهد الاختزال E_r .

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٢-٤ تأثير تراكيز الأيونات على قيم جهود الاختزال E_r - معادلة نيرنست (Nernst Equation) السؤالان ١٦ و ١٧ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(د)، ٦	<ul style="list-style-type: none"> تطبيق مبدأ لوشاتيليه على أنصاف-المعادلات للتنبؤ نوعياً بتأثير تغير تراكيز المحاليل المائية على قيم E_r استخدام معادلة نيرنست لحساب تأثير تغير تراكيز المحاليل المائية على قيم E_r
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٢-٤ أثر تغير التركيز على قيم جهود الاختزال نشاط ٢-٥ تغير تركيز الأيونات في خلية كهروكيميائية أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(و) و ٣(ج، هـ)	<ul style="list-style-type: none"> تطبيق مبدأ لوشاتيليه على أنصاف-المعادلات استخدام معادلة نيرنست تخطيط نشاط حول معادلة نيرنست

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

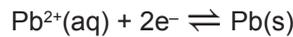
قد يخلط بعض الطلبة متى يتم تطبيق جهود الاختزال القياسي ومتى يتم استخدام معادلة نيرنست. فمعادلة نيرنست تنطبق فقط على الأنظمة ذات الظروف غير القياسية.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

١ فكرة أ (٢٠ دقيقة)

- تأثير الظروف غير القياسية (تغير التركيز) على جهد الاختزال.
- اعرض على الطلبة معادلة تفاعل نصف-خلية لنظام فلز/أيون الفلز. على سبيل المثال:



- يناقش الطلبة ما يمكن أن يحدث إذا انخفض تركيز أيونات $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$. باستخدام مبدأ لوشاتيليه، إذا انخفض تركيز أيونات $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ ، فسوف ينزاح موضع الاتزان في الاتجاه العكسي لتعويض النقص الذي حدث في تركيز أيونات Pb^{2+} ، ما يقلل من قيمة جهد الاختزال.
- اعرض على الطلبة خلية مكونة من قطبي فلز/أيون الفلز مختلفين، على سبيل المثال، Pb/Pb^{2+} و Cu/Cu^{2+} . ولتوضيح التغيرات في جهد الخلية، يلزم مقياس فولتية (فولتметр) حساس، سواء أكان رقمياً أو مقياس pH يمكن تحويله إلى قياس الفولتية. يحتوي نصف-خلية الرصاص على محلول من نترات الرصاص، ويحتوي نصف-خلية النحاس على محلول من كبريتات النحاس (II)، ويجب أن يكون تركيز كل من المحلولين يساوي 1 mol/L بحيث يتم البدء بالظروف القياسية، ويجب أن تكون قيمة جهد الخلية الابتدائي نحو 0.47 V (470 mV).

كفكرة للتقويم ١:

- كلف الطلبة التنبؤ بما قد يحدث لجهد الخلية في الحالات الآتية:
- إذا تم تخفيف محلول نترات الرصاص.
- إذا ازداد تركيز محلول كبريتات النحاس (II).
- يُنشئ الطلبة جدولاً يتضمن التغيرات في الظروف والتنبؤات وجهد الخلية الناتج.
- يتم تخفيف محلول نترات الرصاص عن طريق إزالة معظم المحلول واستبداله بماء مقطر، ثم يسجلون قيمة جهد الخلية الناتج.

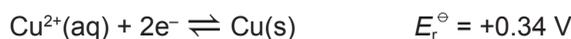
كفكرة للتقويم ٢: يتفحص الطلبة جداولهم ثم يذكرون ما إذا كانت تنبؤاتهم صحيحة أم لا ويشرحون التغيرات باستخدام مبدأ لوشاتيليه.

الأنشطة الرئيسية

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

١ التغيرات التي تحدث في نظام أيون-أيون (٣٥ دقيقة)

أعط الطلبة نصفي-المعادلة للتفاعلات التي تحدث في نصفي-الخلية الآتيين:



وزع الطلبة ضمن مجموعات. لتناقش الأسئلة الآتية لمدة 15 دقيقة، ثم أعطهم بشكل فردي مدة 20 دقيقة لإنتاج إجاباتهم الخاصة.

١. ارسم مخططاً لخلية كيميائية قياسية مكوّنة من نصفي-الخلية.
٢. حدد القطب السالب والقطب الموجب للخلية وحدد اتجاه تدفق الإلكترونات.
٣. اذكر قيمة الفولتية القياسية للخلية.
٤. اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث في الخلية وشرح إجابتك.
٥. اشرح ما قد يحدث لفولتية الخلية في الحالات الآتية:
 - أ. إذا ازداد تركيز $[\text{Fe}^{3+}]$ بالنسبة إلى تركيز $[\text{Fe}^{2+}]$.
 - ب. إذا تمّت إضافة CuSO_4 الصلب وإذابته في نصف-الخلية Cu/Cu^{2+} .
 - ج. إذا تمّت زيادة حجم قطب النحاس.

الإجابات:

١. انظر الشكل (٢-١٤) الوارد في كتاب الطالب.
٢. انظر الشكل (٢-١٤) الوارد في كتاب الطالب. تتدفق الإلكترونات من Cu نحو الأيونات Fe^{3+} ؛ وقيمة الفولتية تساوي 0.43 V أو 430 mV.



٤. يمتلك نصف الخلية Cu/Cu^{2+} قيمة جهد اختزال قياسي أقل، وهذا يعني أن قابلية فلز النحاس لفقد الإلكترونات تكون أكبر من تلك التي للأيونات Fe^{2+} . وتمتلك الأيونات Fe^{3+} قابلية أكبر لاكتساب الإلكترونات من تلك التي للأيونات

Cu^{2+} . وهذا يعني أن النحاس سيفقد إلكترونات لتكوين أيونات Cu^{2+} ، وستكتسب الأيونات Fe^{3+} هذه الإلكترونات (أي أن النحاس يختزل الأيونات Fe^{3+}).

٥. أ. إذا ازداد تركيز $[Fe^{3+}]$ ، فعندئذ سوف ينزاح موضع اتزان نصف-الخلية إلى اليمين لتكوين أيونات Fe^{2+} مستهلكاً بذلك الإلكترونات، وذلك وفق مبدأ لوشاتيليه لمقاومة تأثير هذا التغير. وهذا يعني أن قيمة جهد قطب نصف-الخلية سيصبح موجباً أكثر، وبالتالي سوف يزداد فرق الجهد بين نصفي-الخلية، وسوف تزداد قيمة جهد قطب الخلية الكهروكيميائية.

ب. إذا ازداد تركيز أيونات Cu^{2+} ، فعندئذ سوف ينزاح موضع الاتزان إلى اليسار لتكوين Cu مستهلكاً بذلك الإلكترونات، وذلك وفق مبدأ لوشاتيليه لمقاومة تأثير هذا التغير؛ ما يجعل قيمة جهد الاختزال لنصف-الخلية هذه أكبر. وهذا يعني أن فرق الجهد بين نصفي-الخلية سوف يقل، وكذلك سوف تقل قيمة جهد الخلية الكهروكيميائية.

ج. إن ازدياد كمية النحاس لن يزيد من تركيزه، لأن تركيزه كمادة صلبة عند درجة حرارة ثابتة لا يتغير. لهذا، لن يكون له تأثير على قيمة جهد الخلية الكهروكيميائية.

يمكن للطلبة أن يجيبوا عن السؤال ١٧ الوارد في كتاب الطالب، إذا سمح الوقت بذلك.

٢ معادلة نيرنست (٢٠ دقيقة)

يتم تقديم المعادلة للطلبة، ويُعدّ هذا العمل مثلاً آخر على المنهج الدراسي اللولبي، حيث تصبح المعارف والتطبيقات أكثر تعقيداً وصقلاً.

$E_{cell} = E_{cell}^{\ominus} - \frac{RT}{zF} \ln Q$. $E_{cell} = E_{cell}^{\ominus} - \frac{0.059}{z} \log_{10} Q$. اشرح المقصود بكل مصطلح (حد) في المعادلة، خصوصاً z . يجب عليك أيضاً أن تلفت انتباههم إلى أن المواد الصلبة النقية تكون تراكيزها ثابتة عند درجة حرارة ثابتة، لذلك لا يتم كتابتها ضمن معادلة نيرنست.

فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن السؤال ١٧ الوارد في كتاب الطالب.

٣ تخطيط وتنفيذ تجربة النشاط تغير تركيز الأيونات في خلية كهروكيميائية (٤٠ دقيقة)

تمّ شرح تفاصيل هذه التجربة في كتاب التجارب العملية والأنشطة. إن عملية التخطيط تستغرق 40 min، وقد تمّ تضمين عينة نتائج للطلبة لرسم تمثيلاتهم البيانية الخاصة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدّي

قبل استخدام هذه المعادلة، من المفيد معرفة مدى ملاءمتها نوعياً لمبدأ لوشاتيليه وللحقائق الأخرى المتعلقة بقيم جهود الأقطاب لأنصاف-الخلايا. فعلى سبيل المثال، إذا كانت $Q = 1$ ، فإن $-\log_{10} 1 = 0$ ، وبالتالي يكون $E_{cell} = E_{cell}^{\ominus}$ ، والتي نعرف أنها صحيحة لأنها تمثل الظروف القياسية، وبالتالي يكون جهد الخلية في ظروف غير قياسية مساوياً لجهد الخلية القياسي.

الدعم

يُعدّ استخدام مبدأ لوشاتيليه خلال الدرس دعماً مهماً للطلبة الذين يواجهون صعوبة في فهم الجوانب الرياضية لهذا الدرس. فإذا تمّ إعطاؤهم إجابة عددية، يجب عندها تكليفهم التحقق منها باستخدام مبدأ لوشاتيليه لمعرفة ما إذا كانوا على الأقل يقربون من الإجابة.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

في نهاية هذه الوحدة من كتاب الطالب، يوجد عدد من العبارات الواردة تحت عنوان "ملخص" مرتبطة بهذا الموضوع حول جهود الأقطاب القياسية. يمكن عرض هذه العبارات على الشاشة أمام الطلبة، ويمكن للطلبة التفاعل مع كل عبارة بطريقة "إشارات المرور الضوئية"، ويمكن بعد ذلك تخصيص مدة زمنية محددة لمناقشة هذه العبارة ومراجعتها. يجب الطلبة عن السؤال المفصلي ١٧ الجزئية ج الوارد في كتاب الطالب ويناقشونه.

الإجابة	التعليق
أ	غير صحيحة. على الرغم من أن الطالب يعتقد بشكل صحيح أن قيمة E تتناسب طردياً مع $\log_{10}Q$ ، إلا أنه أخذ في الاعتبار نصف-خلية واحد فقط، بالإضافة إلى أنه لم يأخذ في الاعتبار الجزء $\frac{0.059}{Z}$ من معادلة نيرنست. فالجزء ذو الصلة من معادلة نيرنست المتضمن نصفي-الخلية كليهما سيكون $\log_{10} \frac{[Sn^{2+}]}{[Zn^{2+}]}$.
ب	صحيحة. لأن قيمتي جهدي الاختزال كليهما أصبحتا أقل.
ج	غير صحيحة. لقد جمع الطالب قيمتي جهدي القطبين عوضاً من أن يحسب الفرق بينهما.
د	غير صحيحة. لقد أخذ الطالب في الاعتبار الجزء $\frac{0.059}{Z}$ من معادلة نيرنست، ولكنه أخذ في الاعتبار نصف-خلية واحد فقط. فالجزء ذو الصلة من معادلة نيرنست المتضمن نصفي-الخلية كليهما سيكون $\log_{10} \frac{[Sn^{2+}]}{[Zn^{2+}]}$.

الجدول ٢-١

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

عند شرح تأثيرات التغير في تركيز الأيونات في تفاعلات أنصاف-الخلايا، يجب على الطلبة الذين يستخدمون مبدأ لوشاتيليه أن يحاولوا شرح ما حدث بالفعل، ومن ثم المتابعة لتوضيح ما يحدث لمقاومة هذا التغير، ثم يصفون ما ستكون عليه النتائج. فإذا قاموا ببناء إجاباتهم بهذه الطريقة، فإنها ستكون منطقية وصحيحة.

المهارة الحسابية

استخدام اللوغاريتمات يجب أن يكون سهلاً عند معظم الطلبة. باستخدام الآلة الحاسبة، ينبغي أن يكون الطلبة قادرين على تحديد موقع الزر \log بسهولة. إن استخدام مبدأ لوشاتيليه للتنبؤ بمعادلة نيرنست باستخدام مصطلحات نوعية يجب أن يزيد من فهمهم للمعادلة وتطبيقاتها.

الموضوع ٢-٥ التحليل الكهربائي

الأهداف التعليمية

- ١٠-٢ يتنبأ بالمواد المتكونة خلال عملية التحليل الكهربائي لإلكتروليت ما وفقاً لكل من:
- (أ) حالة الإلكتروليت الفيزيائية (مصهوراً أو مائياً)
- (ب) موقع الأيونات في سلسلة جهود الاختزال القياسية
- (ج) تركيز الأيونات.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٥-٢ التحليل الكهربائي - خلايا التحليل الكهربائي - تفاعلات الأكسدة والاختزال في التحليل الكهربائي - التحليل الكهربائي للمصاهير - التحليل الكهربائي للمحاليل المائية الأسئلة من ١٨ إلى ٢٢	<ul style="list-style-type: none"> • وصف الخصائص المميزة للتحليل الكهربائي، ويُعرّف المصطلحات المستخدمة • وصف القواعد الأساسية للتحليل الكهربائي
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٦-٢ التحليل الكهربائي أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة (أ، د، هـ)، (و)٣	<ul style="list-style-type: none"> • أسئلة عامة حول التحليل الكهربائي

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)

- اعرض عملية التحليل الكهربائي لإلكتروليت بسيط مثل كلوريد النحاس (II) بين قطبين من الكربون (الجرافيت).
- المواد الناتجة على القطبين: يتكوّن على المهبط (الكاثود، القطب السالب) مادة صلبة لونها بني محمرّ هي فلز النحاس؛ ويتكوّن على المصعد (الأنود، القطب الموجب) غاز الكلور، الذي يغيّر لون الورقة الرطبة من الكاشف العام إلى الأحمر، ثم إلى الأبيض.
- ارسم مخططاً يوضح كلا القطبين (انظر الشكل ٢-١٩ الوارد في كتاب الطالب)، والإلكتروليت وباقي المكونات.

كفكرة للتقويم: يكتب الطلبة معادلات التفاعلات على الأقطاب لتكوين النحاس وغاز الكلور، ثم يشرحون ما يحدث على كل قطب، وكيف تتضمن هذه التغيرات عمليات اختزال وأكسدة.

٢ فكرة ب (٢٠ دقيقة)

- يمكن للطلبة أن يراجعوا التحليل الكهربائي لإلكتروليت مصهور. وإذا سمحت الإمكانيات، قدم عرضاً عملياً لعملية التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الخارصين. وعضواً من ذلك، اعرض على الطلبة شريط فيديو مصوراً لعملية التحليل الكهربائي، إذ يتوافر العديد منها على موقع "You Tube"، على سبيل المثال من موقع الجمعية الملكية للكيمياء. <https://www.youtube.com/watch?v=tBgQjPdAiaU>



كفكرة للتقويم: يكتب الطلبة أنصاف-المعادلات للتفاعلات التي تحدث على الكاثود والأنود، ويشرحون سبب عدم وجود أي مشكلة في التنبؤ بالمواد الناتجة أثناء هذا التحليل الكهربائي.

كتمرين مفيد للمراجعة، يجب الطلبة عن أسئلة النشاط ٢-٦ (٢) الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

الأنشطة الرئيسية

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

١ مراجعة التحليل الكهربائي: إنشاء خريطة ذهنية لدمج الحقائق الأساسية للتحليل الكهربائي

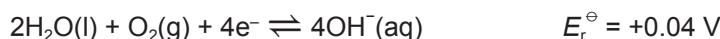
ك أفكار للتقويم:

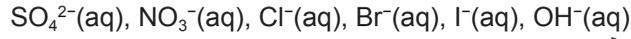
- وزّع الطلبة في مجموعات لإنشاء خريطة ذهنية تدمج المفاهيم الآتية: الأنود (المصعد)، والقطب الموجب، والكاثود (المهبط)، والقطب السالب، والإلكتروليت، ومصدر الطاقة، واتجاه التيار الكهربائي. شجّع الطلبة على تضمين خرائطهم رسوماً متحركة، وبعد انتهاء الوقت المخصص للنشاط، يمكنهم عرض خرائطهم أمام زملائهم في الصف.
- يمكن تقويم الخرائط الذهنية من قبل مجموعات أخرى، طُلب إليها وضع درجات على هذه الخرائط في ضوء تغطيتها للمصطلحات المعطاة، والوصف الصحيح لهذه المصطلحات، وتماسكها منطقيًا، بمعنى أن يتم ربط المصطلحات بوساطة جمل وعبارات تكون صحيحة وملائمة.
- يمكن وضع درجات لكل خريطة من خلال نقطتي قوة ومجال تحسين واحد. على سبيل المثال، "أهملت الخريطة معادلات التفاعلات على الأقطاب". بعد ذلك، يمكن للطلبة الإجابة عن السؤالين ١٨ و ١٩ الواردين في كتاب الطالب.

٢ تأثير قيم جهود الأقطاب القياسية على نزع شحنات الأيونات في التحليل الكهربائي (٢٥ دقيقة)

اعرض على الطلبة مقياس هوفمان للفولتية، حيث يتم وضع محلول من كبريتات الصوديوم تركيزه 1.00 mol/L في مقياس الفولتية ويتم تحليله كهربائياً، ويتم جمع الغازات المتكوّنة على كلا القطبين ومن ثم اختبارها. الغاز المتكوّن على الكاثود (المهبط) هو الهيدروجين، ويجب أن يعطى صوت فرقة عند اختباره باستخدام شعلة عود ثقاب. أما الغاز المتكوّن على الأنود (المصعد) فهو الأكسجين الذي يجب أن يعيد إشعال عود ثقاب؛ بشكل متوهج، ويجب أن يكون حجم الهيدروجين المجمع ضعف حجم الأكسجين المجمع (الناتج).

اعرض على الطلبة أنصاف-معادلات التفاعلات التي يمكن أن تحدث على كلا القطبين:

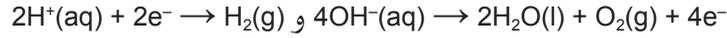




ازدياد سهولة نزع الشحنات
ازدياد سهولة الأكسدة

أفكار للتقويم:

- يمكن للطلبة أن ينشئوا جدول نتائج لتحديد الغازات وتسجيل حجومها على كلا القطبين.
- يكتب الطلبة نصف-معادلة نزع الشحنة للمواد الناتجة عند كل قطب كهربائي على النحو الآتي:



- يشرح الطلبة الحجوم النسبية لكل غاز يتكوّن على كل من القطبين.
- باستخدام الكمية نفسها من الكهرباء يكون حجم الهيدروجين ضعفي حجم الأكسجين.
- اكتب المعادلة الكلية للتفاعل: $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

تأثير جهود الأقطاب على نزع شحنات الأيونات في التحليل الكهربائي (٢٥ دقيقة)

- باستخدام مقياس هوفمان للفولتية، اعرض على الطلبة التحليل الكهربائي لمحلول من كلوريد الصوديوم المركز. تمّت إضافة الكاشف العام إلى المحلول لتوضيح التغيرات التي تحدث في الإلكتروليت.
- يجب أن يلاحظ الطلبة أن هنالك تصاعداً ثابتاً لغاز عند الكاثود (المهبط)، وعند اختبار هذا الغاز بتقريب عود ثقاب مشتعل منه فإنه يعطي صوت فرقة. وينبغي أن يلاحظوا أن لون الكاشف العام الموجود حول هذا القطب يتغير إلى الأرجواني؛ أما عند الأنود (المصعد) فسوف يتغير لون الكاشف العام إلى الأحمر ثم إلى عديم اللون، كما أن تصاعد الغاز عند الأنود يكون بطيئاً جداً.

أفكار للتقويم:

- يمكن للطلبة أن ينشئوا جدول نتائج لتحديد الغازات وتسجيل حجومها على كلا القطبين.
- يكتب الطلبة نصف-معادلة نزع الشحنة للمواد الناتجة عند كل قطب كهربائي ويشرحون الملاحظات الأخرى.
- عند الأنود: $2\text{Cl}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^{-}$
- عند تكوّنه، يبيّض الكلور لون الكاشف العام (يجعله عديم اللون). والكلور قابل للذوبان في الماء إلى حد ما، وهذا ما يفسر سبب تصاعده بشكل أبطأ. يتم نزع شحنات أيونات الكلوريد عوضاً من أيونات الهيدروكسيد لأن تركيز أيونات الكلوريد أكبر بكثير بحيث يتم نزع شحناتها بشكل أفضل على الرغم من أن نزع شحنات أيونات الهيدروكسيد يجب أن يكون أسهل.
- عند الأنود لا يتم نزع شحنات أيونات الهيدروكسيد، لهذا يزداد تركيزها حول الأنود، فيتغير لون الكاشف إلى الأرجواني لأن المحلول يكون قلوياً.
- عند الكاثود: $2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

يجري الطلبة بحثاً عن العمليات الصناعية المستخدمة لإنتاج غاز الكلور من كلوريد الصوديوم. كلفهم العمل ضمن ثنائيات لشرح العملية بعضهم لبعض.

الدعم

يقوم الطلبة بتدوين ملاحظاتهم الخاصة حول تأثير كل من حالة الإلكتروليت وجهد اختزاله وتركيزه على المواد التي يتم نزع شحنتها عند الأقطاب الكهربائية.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يمكن إضافة الحقائق التي تمّ تعلمها في هذا الموضوع إلى الخريطة الذهنية حول التحليل الكهربائي التي أنشأها الطلبة في بداية دراستهم لهذه الوحدة. يمكنهم بعد ذلك تفحص خرائطهم ومقارنتها بخرائط زملائهم الآخرين (مرة أخرى) لمعرفة ما إذا كان بإمكانهم تطويرها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

سيتمّ على الطلبة الذي ينشئون الخرائط الذهنية الخاصة بهم إعداد قائمة بالمصطلحات المتخصصة المرتبطة بالتحليل الكهربائي، واستخدامها. وفي الوقت نفسه، يجب عليهم التفكير في الكلمات المستخدمة لوصف هذه المصطلحات وربطها بها. سوف يساعدهم هذا على تنظيم أفكارهم حول المصطلحات وفهمها بشكل أفضل.

الموضوع ٦-٢ حسابات التحليل الكهربائي

الأهداف التعليمية

١١-٢ يحسب ما يلي:

(أ) كمية الشحنة المنتقلة خلال عملية التحليل الكهربائي، باستخدام العلاقة الرياضية

$$Q = I.t$$

(ب) كتلة أو حجم المادة الناتجة خلال عملية التحليل الكهربائي.

١٢-٢ يذكر العلاقة الرياضية، $F = N_A \cdot e$ بين ثابت فارادي F ، وثابت أفوجادرو N_A ، والشحنة الموجودة على الإلكترون e ويطبّقها.

١٣-٢ يصف عملية تحديد قيمة ثابت أفوجادرو بوساطة التحليل الكهربائي.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

ثلاث حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٦-٢ حسابات التحليل الكهربائي - كتلة المادة المترسبة أثناء التحليل الكهربائي - حساب كمية مادة ناتجة أثناء التحليل الكهربائي - حساب ثابت أفوجادرو بوساطة طريقة إلكتروليتيية مهارات عملية ١-٢ حساب شحنة المول الواحد من الإلكترونات وثابت أفوجادرو الأسئلة من ٢٣ إلى ٢٧ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٧	• حساب كتل وحجوم المواد المحررة (المنطلقة) أثناء التحليل الكهربائي باستخدام معادلات التفاعلات على الأقطاب وكمية الكهرباء التي تمر عبر الدائرة الكهربائية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٧-٢ حسابات التحليل الكهربائي استقصاء عملي ٢-٢ تحديد ثابت فارادي أسئلة نهاية الوحدة ١ (ب، ج)	• أسئلة حول الشحنة اللازمة لترسيب كتلة محددة، وكتلة النحاس المترسبة عند تمرير كمية محددة من الكهرباء في الدائرة الكهربائية خلال حساب ثابت أفوجادرو • استقصاء لتحديد ثابت أفوجادرو باستخدام التحليل الكهربائي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يظنُّ بعض الطلبة أن التيار الكهربائي هو نفسه الشحنة الكهربائية. وهذا غير صحيح، فالتيار الكهربائي هو معدل سرعة تدفق الشحنة الكهربائية، وهو كمية الشحنة الكهربائية التي تتدفق كل ثانية عبر موصل.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

- يقترح الطلبة سبب الحاجة إلى ضعف الشحنة الكهربائية لإيداع (أو ترسيب أو تكوين) مول واحد من النحاس عند الكاثود أثناء التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس مقارنة بالشحنة الكهربائية المطلوبة لإيداع (أو ترسيب أو تكوين) مول واحد من الفضة عند الكاثود أثناء التحليل الكهربائي لمحلول نترات الفضة.
- يراجع الطلبة اقتراحاتهم في جزء الموضوع "تلخيص الأفكار والتأمل فيها".

الأنشطة الرئيسية

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

١ مقدمة إلى التحليل الكهربائي الكمي (٤٠ دقيقة)

- قدّم للطلبة مفهوم مولات الإلكترونات وكيف يتطابق هذا المفهوم مع كمية الكهرباء من حيث الفارادي (F).

- أعطِ الطلبة المعادلات اللازمة لحساب كمية الكهرباء (Q)، على سبيل المثال: (الزمن بالثواني) t . (شدة التيار) $Q = It$. تُعدّ الحسابات هنا قابلة للمقارنة مع تلك المستخدمة في وحدات أخرى، حيث تكون كميات المادة محسوبة؛ وتُعدّ الأمثلة الواردة في كتاب الطالب جيدة للاستخدام، لأنها تتدرج من البسيط جدًّا إلى الأكثر تعقيدًا.

ك **فكرة للتقويم:** يجب الطلبة عن الأسئلة ٢٠، ٢١، ٢٢ الواردة في كتاب الطالب. بعد ذلك يتم تقديمها مع مخطط الدرجات للأسئلة الخمسة جميعها، ويضعون بأنفسهم درجات على عملهم.

٢ استقصاء عملي: تحديد ثابت فارادي (٦٠ دقيقة)

- وزّع الطلبة في ثنائيات لإجراء هذا الاستقصاء.
- تمّ شرح الطريقة بالكامل في كتاب التجارب العملية والأنشطة تحت عنوان استقصاء عملي ٢-٢.
- أثناء إجرائهم التجريبية، يمكنهم قراءة صندوق المهارات العلمية ٢-١ الوارد في كتاب الطالب والتي تشرح النظرية الكامنة وراء هذا الاستقصاء، والإجابة عن السؤالين ٢٦ و ٢٧ الواردين في كتاب الطالب.
- حضّر جهاز التحليل الكهربائي كما هو موضح في الشكلين ٢-١ أ و ب الواردين في الاستقصاء العملي.
- يتم تمرير تيار كهربائي شدته 0.2 A عبر الدائرة الكهربائية مدة زمنية مقدارها 45 min، ما يجعل كمية الشحنة التي تمر عبر الدائرة تساوي 540 C.
- تمّ قياس النقص في كتلة الأنود (المصعد) ووُجد أنها تساوي 0.17 g أو $2.677 \times 10^{-3} \text{ mol} = \frac{0.17}{63.5}$.
- معادلة التفاعل هي: $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$ ، أي أنه يتم فقدان 1 mol من Cu عند تمرير 2 mol من الإلكترونات.
- بالتالي يكون عدد مولات الإلكترونات يساوي: $2 \times 2.677 \times 10^{-3} = 5.354 \times 10^{-3} \text{ mol}$.
- $5.354 \times 10^{-3} \text{ mol electrons} = 540 \text{ C}$
- وبالتالي، $1 \text{ mol electrons} = 100860 \text{ C}$ (الإجابة الصحيحة/القيمة الفعلية = 96500 C).
- وتكون شحنة المول الواحد من الإلكترونات $N_A \times$ الشحنة على الإلكترون الواحد (e^{-}). وبما أن الشحنة الموجودة على إلكترون واحد = $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، فإن: $6.30 \times 10^{23} = \frac{100860}{1.60 \times 10^{-19}}$.
- الإجابة الصحيحة/القيمة الفعلية = 6.02×10^{23} .

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- في الاستقصاء العملي لتحديد ثابت فارادي، اشرح سبب قياس النقص في كتلة الأنود (المصعد) عوضًا من قياس الزيادة في كتلة الكاثود (المهبط).
- ينتج من التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الخارصين المائي فلز الخارصين عند الكاثود (المهبط)، على الرغم من أنه وفق جهود الأقطاب ينبغي تكوّن غاز الهيدروجين عند الكاثود. اشرح السبب.
- ما القيمة الاقتصادية للتحليل الكهربائي لمحلول من كلوريد الصوديوم؟

الدعم

نظّم مجموعات دعم حيث يتم جمع الطلبة الذين يحتاجون إلى دعم أكثر مع طلبة ذوي كفاءة عالية. يجب على الطلبة أن يتذكروا أنه عند كتابة نصف-المعادلة للتفاعل الذي يحدث على الأنود تُكتب الإلكترونات على طرفها الأيمن، وعند كتابة نصف-المعادلة التي تمثل التفاعل الذي يحدث على الكاثود تُكتب الإلكترونات على طرفها الأيسر.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يراجع الطلبة اقتراحاتهم من الأنشطة التمهيدية.

هناك حاجة إلى ضعفي الشحنة الكهربائية لترسيب مول واحد من فلز النحاس من أيوناته الشائبة Cu^{2+} عند الكاثود مقارنة بالشحنة الكهربائية المطلوبة لترسيب مول واحد من فلز الفضة من أيوناته Ag^+ لأن كل أيون من النحاس يحتاج إلى إلكترونين لتكوين ذرة نحاس، بينما يحتاج أيون الفضة إلى إلكترون واحد فقط لتكوين ذرة فضة.

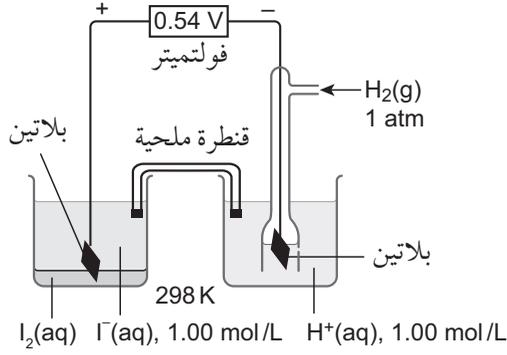
التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يحتاج الطلبة إلى استخدام المصطلحات المرتبطة بالموضوع بدقة.

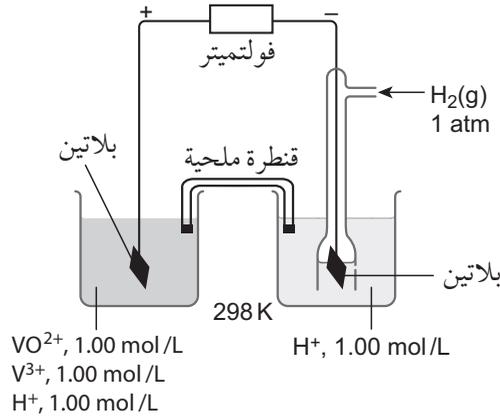
المهارة الحسابية

تُعدّ الحسابات اختباراً جيداً لاستخدام النسب المئوية، واستخدام التناسب الكيميائي للتفاعلات، واستخدام العلاقة بين المولات والكتل.



+1.52 V

يُعدّ البلاتين قطباً كهربائياً خاملاً، ولا يشارك في التفاعل.



- أ. Zn
ب. Zn²⁺
ج. Zn
د. Ag⁺

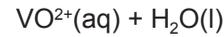
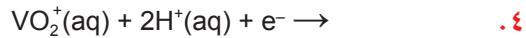
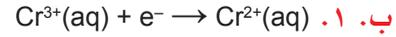
أ. يجب أن تكون قيمة E_r^\ominus للعامل المختزل المستخدم أقل من -0.76 V، لهذا، فإن Al، أو Mg، أو Li على سبيل المثال سيختزل Zn^{2+} إلى Zn.

ب. يجب أن تكون قيمة E_r^\ominus للعامل المؤكسد المستخدم أكبر من +1.07 V، لهذا، فإن Cl₂، أو F₂، أو Cr₂O₇²⁻ (في وسط حمضي)، أو MnO₄⁻ (في وسط حمضي)، أو O₂ (في وسط حمضي)، على سبيل المثال سيؤكسد Br⁻ إلى Br₂.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

٤.

١. أ. لأن أيونات Ag⁺ تتفاعل مع أيونات Cl⁻ في محلول ZnCl₂، وتكوّن راسباً من كلوريد الفضة AgCl.

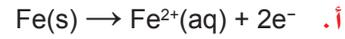


٥.

٦.

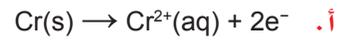
٧.

٢. بالنسبة إلى نصف-الخلية Fe²⁺/Fe:



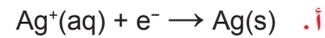
ب. -0.44 V

بالنسبة إلى نصف-الخلية Cr²⁺/Cr:



ب. -0.91 V

بالنسبة إلى نصف-الخلية Ag⁺/Ag:

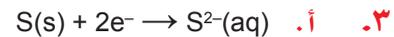


ب. +0.80 V

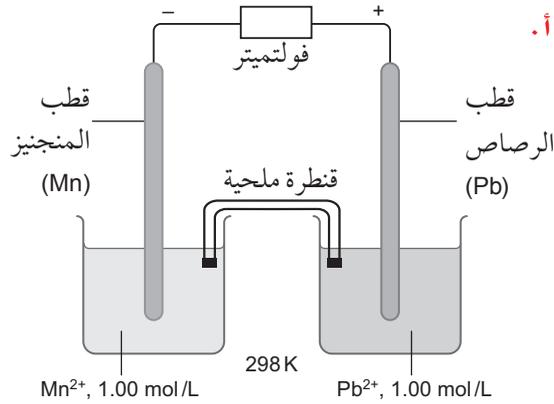
٨.

٩.

ج. في الخلايا الثلاث جميعها، يجب أن تساوي درجة الحرارة 298 K، ويكون تركيز الأيونات في كل نصف-خلية 1 mol/L، ويكون تركيز H⁺ في كل قطب هيدروجين قياسي يساوي 1.00 mol/L، وضغط غاز الهيدروجين يساوي 1 atm (100 kPa)، ويتم التوصيل الكهربائي بواسطة سلك فلزي مصنوع من البلاتين (المطلي بطبقة من البلاتين الأسود).



ب. +0.51 V



١٣. أ.

ج. يجب أن تكون قيمة E_r^\ominus للعامل المختزل المستخدم أقل من +0.17 V، لهذا، فإن أي جسيم موجود على الطرف الأيمن لنصف-معادلة تمتلك قيمة E_r^\ominus أقل من +0.17 V ستختزل SO_2 إلى SO_4^{2-} .

د. يجب أن تكون قيمة E_r^\ominus للعامل المؤكسد المستخدم أكبر من +1.36 V، لهذا، فإن F_2 ، أو PbO_2 ، أو MnO_4^- (في وسط حمضي) على سبيل المثال سيؤكسد Cl^- إلى Cl_2 .

ب. $(-0.13) - (-1.18) = +1.05 V$

ج. نصف-الخلية Pb^{2+}/Pb ، أو قطب الرصاص Pb

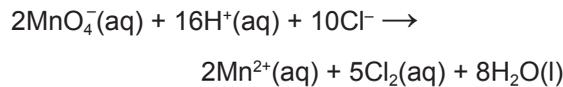
١٤. أ. نعم



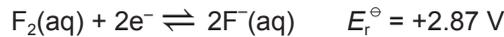
$$E_r^\ominus = +1.52V$$

$$E_{cell} = 1.52 - 1.36 = +0.16 V$$

تمتلك نصف-معادلة اختزال البرمنجنات جهد اختزال أكبر من غاز الكلور، لهذا سوف يُختزل البرمنجنات (ينزاح التفاعل في الاتجاه الأمامي)، بينما تتأكسد أيونات الكلوريد (ينزاح التفاعل في الاتجاه العكسي). لن يكون إجراء هذا التفاعل في مختبر مفتوح آمناً بسبب تكوّن غاز الكلور السام. ويتم التفاعل الكلي وفق المعادلة الآتية:

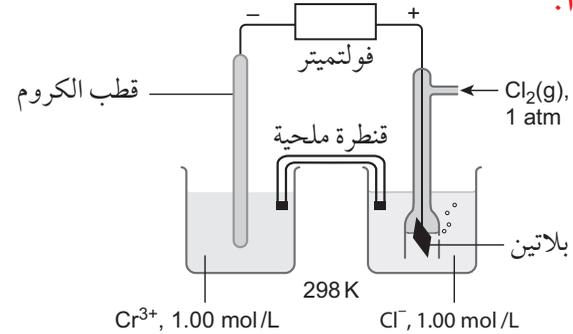


ب. لا.



$$E_r^\ominus = +1.52V$$

$$E_{cell} = 1.52 - 2.87 = -1.85 V$$



١٢. أ.

ب. $1.36 - (-0.74) = +2.10 V$

ج. نصف-الخلية Cl_2/Cl^-

ب. يمتلك تفاعل نصف-الخلية $Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$ قيمة E_r^\ominus أقل من تفاعل نصف-الخلية $Cl_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-$ ، لهذا لن يستقبل تفاعل نصف-الخلية $Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$ الإلكترونات، وبالتالي لن ينزاح في الاتجاه الأمامي، لهذا، لا يؤكسد البروم أيونات الكلوريد إلى كلور.

١٦. أ. ١. تصبح قيمة E_r^\ominus أكبر من +1.33 V

٢. تصبح قيمة E_r^\ominus أقل من +1.33 V

٣. تصبح قيمة E_r^\ominus أقل من +1.33 V

ب. ١. تزداد قوة $Cr_2O_7^{2-}$ كعامل مؤكسد

٢. تقل قوة $Cr_2O_7^{2-}$ كعامل مؤكسد

٣. تقل قوة $Cr_2O_7^{2-}$ كعامل مؤكسد

ج. زيادة تركيز الأيون $Cr_2O_7^{2-}$ ، أو زيادة تركيز الأيون H^+ أو خفض تركيز الأيون Cr^{3+} .

د. ازدياد تركيز المواد المتفاعلة، أو خفض تركيز المواد الناتجة يؤدي إلى انزياح موضع الاتزان نحو اليمين، وتزداد قيمة E_r^\ominus ، ويصبح المحلول المكوّن من النظام $Cr_2O_7^{2-}/H^+$ عاملاً مؤكسداً أقوى.

١٧. أ. $E_r = E_r^\ominus - \frac{0.059}{z} \log_{10} \frac{1}{[Ni^{2+}]}$

$E_r = -0.25 - \frac{0.059}{2} \log_{10} \frac{1}{1.5}$

$E_r = -0.25 + 0.00519 = -0.24 V$

ب. $E_r = E_r^\ominus - \frac{0.059}{z} \log_{10} \frac{1}{[Ag^+]}$

$E_r = +0.80 - \frac{0.059}{1} \log_{10} \frac{1}{0.0002}$

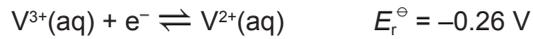
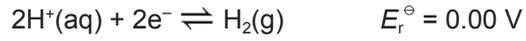
$E_r = +0.80 - 0.22 = +0.58 V$

ج. ب (+0.62 V)

١٨. أ. تنتج عملية التوصيل الكهربائي من حركة الأيونات، وبالتالي يجب أن تكون الأيونات قادرة على التحرك نحو الأقطاب الكهربائية حتى تحدث عملية التحليل الكهربائي.

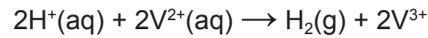
تمتلك نصف-معادلة اختزال البرمنجنات جهد اختزال أقل من غاز الفلور، لهذا لن يُختزل البرمنجنات (لن ينزاح التفاعل في الاتجاه الأمامي)، وبالتالي لن تتأكسد أيونات الفلوريد (لن ينزاح التفاعل في الاتجاه العكسي).

ج. نعم.

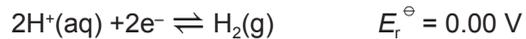
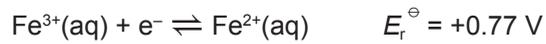


$E_{cell}^\ominus = 0.00 - (-0.26) = +0.26 V$

تمتلك نصف-معادلة اختزال الهيدروجين جهد اختزال أكبر من أيونات V^{3+} ، لهذا سوف يُختزل الهيدروجين (ينزاح التفاعل في الاتجاه الأمامي)، بينما تتأكسد أيونات V^{2+} (ينزاح التفاعل في الاتجاه العكسي). ويكون التفاعل الكلي وفق المعادلة الآتية:



د. لا.



$E_{cell}^\ominus = 0.00 - 0.77 = -0.77 V$

تمتلك نصف-معادلة اختزال الهيدروجين جهد اختزال أقل من أيونات Fe^{3+} ، لهذا لن يُختزل الهيدروجين (لن ينزاح التفاعل في الاتجاه الأمامي)، وبالتالي لن تتأكسد أيونات Fe^{2+} (لن ينزاح التفاعل في الاتجاه العكسي).

١٥. أ. يمتلك تفاعل نصف-الخلية $Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$ قيمة E_r^\ominus أكبر من تفاعل نصف-الخلية $I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$ ، لهذا يستقبل تفاعل نصف-الخلية $\frac{1}{2}Br_2 + e^- \rightleftharpoons Br^-$ الإلكترونات بسهولة أكثر، وينزاح التفاعل في الاتجاه الأمامي، بينما ينزاح تفاعل نصف-الخلية $I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$ في الاتجاه العكسي.

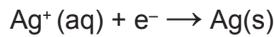
لأيونات OH^- بأن تكون أسفل أيونات Cl^- في سلسلة جهود الاختزال.

أما في محلول حمض الهيدروكلوريك المركز، فتكون أيونات الكلوريد Cl^- أسفل أيونات OH^- في سلسلة جهود الاختزال، وبالتالي سيتكوّن غاز الكلور عند المصعد.

$$Q = I.t \quad \text{٢٣.}$$

$$Q = 1.80 \times 45.0 \times 60 = 4860 \text{ C}$$

بالنسبة إلى التفاعل الذي يتم وفق نصف-المعادلة:



يترسب 1 mol (108 g) من الفضة عند تمرير كمية شحنة مقدارها 96500 C، لذلك، عند تمرير كمية شحنة تساوي 4860 C، يترسب:

$$\frac{4860}{96500} \times 108 = 5.44 \text{ g}$$

حل آخر

$$m = \frac{QM_r}{z.F}$$

$$\frac{4860 \times 108}{1 \times 96500} = 5.44 \text{ g}$$

٢٤. بالنسبة إلى التفاعل الذي يتم وفق نصف-المعادلة:



يلزم تمرير 2 mol من الإلكترونات لإنتاج 1 mol من غاز الهيدروجين.

لذا، يلزم تمرير شحنة تساوي: $2 \times 96500 = 193000 \text{ C}$ لإنتاج 1 mol من غاز الهيدروجين.

$$Q = I.t$$

$$Q = 1.40 \times 15.0 \times 60 = 1260 \text{ C}$$

1 mol من غاز الهيدروجين يشغل حجماً مقداره 24 L عند درجة حرارة وضغط الغرفة (r.t.p). وبالتالي يكون حجم غاز الهيدروجين الناتج:

$$\frac{1260}{193000} \times 24 = 0.157 \text{ L}$$

ب. يوصل الجرافيت الكهربائي بسبب وجود إلكترونات غير متمركزة، يمكن أن تتحرك داخل طبقات الجرافيت، ويمتلك درجة انصهار مرتفعة؛ لذلك لا ينصهر عند درجات الحرارة المرتفعة في الخلية الإلكتروليتية، بسبب التركيب الجزيئي الضخم للروابط التساهمية القوية.

١٩. أ. تحمل الكاتيونات شحنة موجبة، ويحمل الكاثود شحنة سالبة، والشحنات المتعاكسة تتجاذب فيما بينها.

ب. $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s})$

يتم اختزال أيونات الرصاص التي تكتسب إلكترونات، فتحدث عملية الاختزال على الكاثود دائماً.

٢٠. يقع الهيدروجين فوق (أعلى) الصوديوم في سلسلة قيم جهود الاختزال القياسية وبالتالي فإن قيمة جهد الاختزال القياسي لأيونات الهيدروجين أكبر من أيونات الصوديوم، لذلك فإن قدرة أيونات الهيدروجين على كسب الإلكترونات أكبر من أيونات الصوديوم.

٢١. أ. الأنود: اليود؛ الكاثود: الألومنيوم.

ب. الأنود: الكلور؛ الكاثود: الهيدروجين.

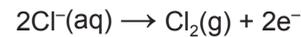
ج. الأنود: البروم؛ الكاثود: الهيدروجين.

د. الأنود: الأكسجين؛ الكاثود: الخارصين.

٢٢. أ. ١. الكاثود:



٢. الأنود:



ب. قد يتكوّن مخلوط من الكلور والأكسجين، وسوف تزداد نسبة الأكسجين كلما أصبح المحلول مخففاً أكثر.

ففي المحاليل المخففة جداً يتكوّن الأكسجين عوضاً من الكلور عند الأنود (المصعد)؛ لأن التركيز المنخفض نسبياً لأيونات الكلور يسمح

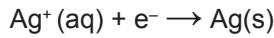
وبالتالي يكون حجم غاز الأكسجين الناتج:

$$0.598 \times 10^{-3} \times 24 = 0.144 \text{ L}$$

٢٦. كمية الشحنة التي تم تمريرها لترسيب 0.45 g من

$$Q = I.t = 0.15 \times 45 \times 60 = 405 \text{ C}$$

الفضة: تُوضح معادلة عملية التحليل الكهربائي بأنه يلزم 1 mol من الإلكترونات لإنتاج 1 mol من فلز الفضة وفق نصف-المعادلة الآتية:



لترسيب 1 mol (108 g) من الفضة يلزم شحنة مقدارها:

$$\frac{108}{0.45} \times 405 \text{ C} = 97200 \text{ C/mol}$$

٢٧.

الشحنة الموجودة على مول واحد من الإلكترونات (F) $N_A = \frac{\text{الشحنة الموجودة على إلكترون واحد (e)}}{\text{الشحنة الموجودة على إلكترون واحد (e)}}$

$$N_A = \frac{96485}{1.6022 \times 10^{-19}}$$

$$N_A = 6.0220 \times 10^{23} / \text{mol}$$

مقرّبة إلى 5 أرقام معنوية

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. فولتميتر لقياس قيمة فرق جهد الخلية.

ب. قنطرة ملحية:

تحافظ على الاتزان الأيوني في نصفي-الخلية وتُكمل الدائرة الكهربائية.

C محلول تركيزه يساوي 1.00 mol/L من أيونات Zn^{2+} أو كبريتات الخارصين أو أملاح خارصين أخرى قابلة للذوبان.

المحلول الإلكتروليتي هو الوسط (أو الوسيط) الذي يمكن للأيونات أن تنتقل من خلاله بين الأنود والكاثود.

D قطب من البلاتين، يسمح سطحه بانتقال الإلكترونات من جسيم إلى آخر، فيؤمن التلامس الكهربائي.

حل آخر

باستخدام قانون عدد المولات

$$n = \frac{Q}{z.F}$$

$$\frac{1260}{2 \times 96500}$$

$$= 6.53 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

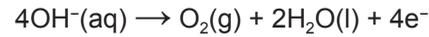
1 mol من غاز H_2 يشغل حجمًا مقداره 24 L عند درجة حرارة وضغط الغرفة (r.t.p). وبالتالي يكون حجم غاز الهيدروجين الناتج:

$$= \frac{1260 \times 24}{193000}$$

$$= 0.157 \text{ L}$$

٢٥.

عند إجراء عملية تحليل كهربائي لمحلول من كبريتات الصوديوم، ينتج غاز الأكسجين عند الأنود من أيونات OH^- وفق نصف-المعادلة الآتية:



يتم فقد 4 mol من الإلكترونات لإنتاج 1 mol من الغاز O_2 .

$$4F = 4 \times 96500 = 386000 \text{ C} = \text{الشحنة المنتقلة}$$

$$Q = I.t = 0.70 \times 55 \times 60 = 2310 \text{ C}$$

الشحنة التي مقدارها 386000 C تُنتج 1 mol من O_2 ، أي 24 L من O_2 .

لذا، فالشحنة التي مقدارها 2310 C تُنتج:

$$\frac{2310}{386000} \times 24.0 = 0.144 \text{ L}$$

عند درجة حرارة وضغط الغرفة (r.t.p)

حل آخر

باستخدام قانون عدد المولات

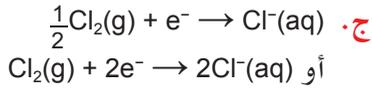
$$n = \frac{Q}{z.F}$$

$$n = \frac{0.70 \times 55 \times 60}{4 \times 96500}$$

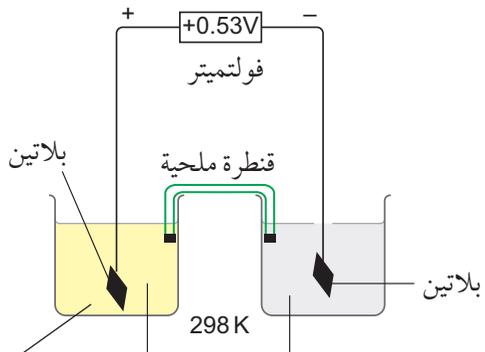
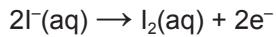
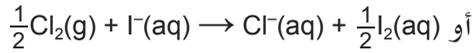
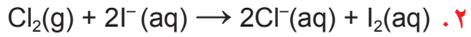
$$= 5.98 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

1 mol من غاز O_2 يشغل حجمًا مقداره 24 L عند درجة حرارة وضغط الغرفة (r.t.p).

يتم تمرير غاز الكلور عند ضغط يساوي 1 atm؛
درجة حرارة مقدارها 298 K.



د. ١. $E_{\text{cell}}^{\ominus} = +1.36 - (+0.54) = +0.82 \text{ V}$



$\text{Br}_2(\text{l}), \text{Br}^-(\text{aq}) 1.00 \text{ mol/L} \quad \text{I}_2(\text{aq}), \text{I}^-(\text{aq}) 1.00 \text{ mol/L}$

قنطرة ملحية وفولتميتر؛

نصف-الخلية Br_2/Br^- تحتوي على أيونات Br^-

تركيزها 1.00 mol/L، على سبيل المثال NaBr؛

نصف-الخلية I_2/I^- تحتوي على أيونات I^-

تركيزها 1.00 mol/L، على سبيل المثال KI؛

قطب Pt في كل من نصفي-الخلية؛

يكون قطب Pt على تماس مباشر مع $\text{Br}(\text{l})$ كما

مع $\text{Br}^-(\text{aq})$ ؛

درجة حرارة مقدارها 298 K.

ج. ينزاح في اتجاه المواد الناتجة؛ لأن قيمة جهد

الخلية تكون موجبة (+).

د. Ni.

تمتلك نصف-الخلية $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{s})$ قيمة

E_r^{\ominus} أقل من نصف-الخلية $\text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-(\text{aq})$

لذا، يمتلك Ni قابلية أكبر لفقدان الإلكترونات

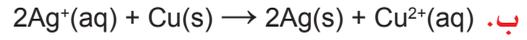
من I^- .

ج. تراكيز المحاليل جميعها تساوي 1.00 mol/L؛

تكون الغازات جميعها عند ضغط يساوي

100 kPa ودرجة حرارة مقدارها 298 K.

٢. أ. $E_{\text{cell}}^{\ominus} = +0.80 - (+0.34)$
 $= +0.46 \text{ V}$



ج. ١. فلز النحاس Cu؛ لأنه يفقد إلكترونات.

٢. أيونات الفضة Ag^+ ؛ لأنه يكتسب إلكترونات.

٣. تتدفق الإلكترونات عبر الدائرة الكهربائية

الخارجية من القطب السالب (قطب النحاس)

إلى القطب الموجب (قطب الفضة).

د. تزداد فولتية الخلية.

يؤدي تخفيف تركيز المحلول في نصف-الخلية

Cu^{2+}/Cu إلى خفض قيمة E_r لنصف-الخلية.

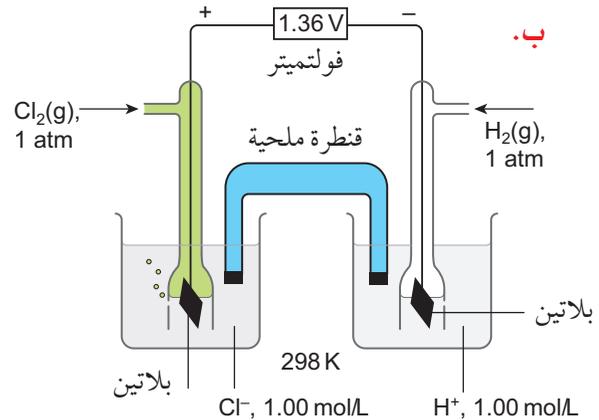
وبالتالي يزداد الفرق بين قيمتي الفولتية لنصفي-

الخلية.

٣. أ. الجهد الكهربائي الناتج عند توصيل نصف-

خلية في الظروف القياسية بقطب الهيدروجين

القياسي.



يكون قطب الهيدروجين القياسي أحد نصفي-

الخلية؛

قنطرة ملحية وفولتميتر؛

نصف-الخلية الآخر هو قطب بلاتين في

محلول من أيونات Cl^- تركيزه 1.00 mol/L، على

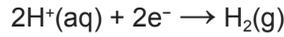
سبيل المثال NaCl؛

الإشارة الموجبة (+0.09 V) تعني أن التفاعل تلقائي (قابل للحدوث). ويمكن الشرح أيضاً في ضوء العامل المؤكسد الأقوى والعامل المختزل الأقوى. فعلى سبيل المثال، في هذه الظروف، يُعدّ العامل المختزل الأقوى، ويُعدّ العامل المؤكسد الأقوى.

أ. كمية الشحنة: ٧.

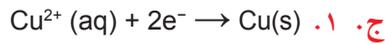
$$Q = I.t = 1.04 \times 6.00 \times 60 = 374.4 \text{ C}$$

ب. يتم التفاعل وفق نصف-المعادلة الآتية:



يلزم 2 mol من الإلكترونات لإنتاج 1 mol من H_2 .

$$2 \times 96500 \text{ C} = 193000 \text{ C}$$



٢. كمية الشحنة:

$$Q = I.t = 0.300 \times 40 \times 60 = 720 \text{ C}$$

الشحنة اللازمة لترسيب 1 mol من Cu:

$$720 \times \frac{63.5}{0.240} = 190500 \text{ C}$$

ولكن يلزم 2 mol من الإلكترونات لترسيب 1 mol من Cu، لهذا فإن الشحنة الموجودة على 1 mol من الإلكترونات:

$$F = \frac{190500}{2}$$

$$F = 95250 \text{ C} = 95.3 \times 10^3 \text{ C/mol} \quad \text{ج. ٣.}$$

$$N_A = \frac{\text{الشحنة الموجودة على مول واحد من الإلكترونات (F)}}{\text{الشحنة الموجودة على إلكترون واحد (e)}}$$

$$\frac{95250}{1.60 \times 10^{-19}} = 5.95 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

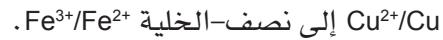
وبالتالي ينزاح موضع الاتزان $\text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-(\text{aq})$ في الاتجاه الأمامي، وينزاح موضع الاتزان $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{s})$ في الاتجاه العكسي.

$$\text{أ. ١. } \text{Fe}^{3+} \quad \text{٥.}$$

$$\text{٢. } \text{Zn}$$

$$\text{ب. ١. } E_{\text{cell}}^{\ominus} = +0.77 - (+0.34) = +0.43 \text{ V}$$

٢. تتدفق الإلكترونات من نصف-الخلية

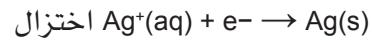


لأن جهد الاختزال القياسي لنصف-الخلية Cu^{2+}/Cu أقل من جهد الاختزال القياسي لنصف الخلية $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.



١. تزداد قيمة E_r .

٢. تتخفض قيمة E_{cell} .



$$\text{ب. ١. استخدم: } E_r = E_r^{\ominus} - \frac{0.059}{z} \log_{10} \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}]}$$

التعويض الصحيح للقيم يعطي:

$$E_r = +0.77 - \frac{0.059}{1} \log_{10} \frac{(0.02)}{(0.1)}$$

$$E_r = +0.81 \text{ V}$$

٢. لأن قيمة Q = 1

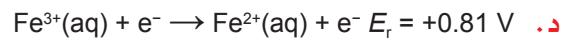
وبما أن قيمة: $\text{Log}_{10}(1) = 0$ ، لذا تكون:

$$E_r = E_r^{\ominus}, \text{ وبالتالي, } 0.059 \log_{10}(1) = 0$$

ج. التعويض الصحيح للقيم يعطي:

$$E_r = +0.80 - \frac{0.059}{1} \log_{10} \frac{1}{0.05}$$

$$E_r = +0.72 \text{ V}$$



احسب قيمة جهد الخلية E_{cell} :

$$E_{\text{cell}} = +0.81 - (+0.72) = +0.09 \text{ V}$$

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٢-١

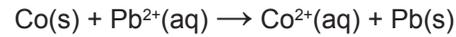
الملحية لا تسمح بحركة الإلكترونات بين محلولي الوعاءين.

١. أ. تزداد الفولتية؛ لأن الفضة تقع أعلى النحاس في سلسلة جهود الاختزال القياسية.
٢. ب. تزداد الفولتية لأن المغنيسيوم يقع أسفل الخارصين في سلسلة جهود الاختزال القياسية.
٣. ج. تقل الفولتية لأن القصدير يقع أعلى الخارصين في سلسلة جهود الاختزال القياسية.
٤. د. تقل الفولتية لأن الحديد يقع أسفل النحاس في سلسلة جهود الاختزال القياسية.
٥. هـ. لن يكون هنالك أي فولتية لأن القطبين متشابهان.

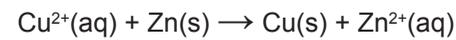
نشاط ٢-٢

١. ج. غاز الهيدروجين عند ضغط يساوي 100 kPa، تركيز أيونات H^+ يساوي 1.00 mol/L، درجة الحرارة تساوي 298 K، القطب الكهربائي من البلاتين Pt،
٢. $H^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2(g)$
٣. في التفاعل الذي يتم وفق المعادلة الآتية:
- $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s) \quad E_r^\ominus = -0.44$
- كلما كانت قيمة جهد القطب الكهربائي منخفضة كان من الصعب اختزال الأيونات الموجودة على الطرف الأيسر من نصف-المعادلة. وبالتالي سيكون الفلز الموجود على الطرف الأيمن من نصف المعادلة عاملاً مختزلاً قوياً نسبياً. ويكون أيونه الموجود على الطرف الأيسر عاملاً مؤكسداً ضعيفاً نسبياً.

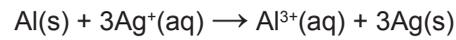
١. أ. التفاعل الذي سيحدث:



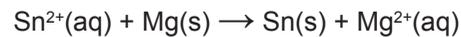
ب. التفاعل الذي سيحدث:



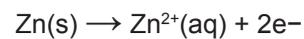
ج. التفاعل الذي سيحدث:



د. التفاعل الذي سيحدث:



٢. أ. $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$



ب. تمثل المعادلة $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ عملية الاختزال (اكتساب e^-)

وتمثل المعادلة $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ عملية الأكسدة (فقدان e^-)

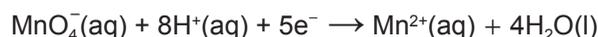
ج. Zn يتعرض للأكسدة؛ وتحدث عملية الأكسدة على الأنود دائماً لأنه أكثر نشاطاً كيميائياً من النحاس (ويملك جهد اختزال أقل من النحاس).

د. تتحرك الإلكترونات من نصف الخلية التي تحدث فيها عملية الأكسدة (الخارصين) إلى نصف الخلية التي تحدث فيها عملية الاختزال (النحاس).

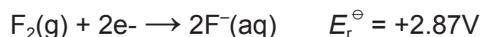
هـ. إكمال الدائرة الكهربائية مع منع التماس المباشر بين محلولي نصفي-الخلية والمحافظة على الاتزان الأيوني فيهما علمًا بأن القنطرة

$$1.47 - (-0.25) = +1.72 \text{ V} \quad \text{د.}$$

٤. أ.

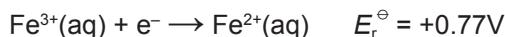


$$E_r^\ominus = +1.52\text{V}$$



$$+1.52\text{V} - 2.87\text{V} = -1.35\text{V}$$

التفاعل غير تلقائي (أو غير قابل للحدوث)



$$0.77 - (-0.25) = +1.02\text{V}$$

التفاعل تلقائي (أو قابل للحدوث)



$$-1.18\text{V} - 0.54\text{V} = -1.72\text{V}$$

التفاعل غير تلقائي (أو غير قابل للحدوث)

نشاط ٢-٤

١. أ. ينزاح موضع الاتزان جهة اليمين، لذا تزداد

قيمة E_r^\ominus لتصبح أكبر من -0.76 V .

ب. ينزاح موضع الاتزان جهة اليسار، لذا تنخفض

قيمة E_r^\ominus لتصبح أقل من -0.76 V .

ج. زيادة تركيز أيونات Cr^{2+} تؤدي إلى انزياح

موضع الاتزان جهة اليسار، لذا تنخفض قيمة

E_r^\ominus لتصبح أقل من -0.41 V .

د. لا يوجد أي تأثير؛ لأن تراكيز الأيونات متساوية

فتلغي التغيرات بعضها بعضاً.

٢. R هو ثابت الغاز، وقيمته تساوي 8.314 J/mol.K

E_r هو جهد الاختزال في ظروف غير قياسية.

F هو ثابت فارادي بوحدة الكولوم لكل مول

$$(96500 \text{ C/mol})$$

\log_{10} هو اللوغاريتم العشري.

٤. أ. فلز الخارصين

ب. أيون الخارصين

ج. فلز النحاس

د. أيون النحاس (II)

٥. أ. $\text{V}^{2+}(\text{aq})$

ب. $\text{Cl}_2(\text{g})$

ج. لأن جهد الاختزال القياسي للكlor أكبر من

جهد الاختزال القياسي لليود.

د. لأن جهد الاختزال القياسي لليود أقل من جهد

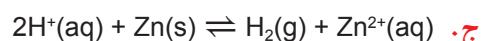
الاختزال القياسي للبروم.

نشاط ٢-٣

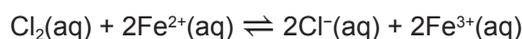
١. أ. تُختزل الأيونات H^+ بسهولة أكثر من الأيونات

Zn^{2+} لأنها تمتلك قيمة E_r^\ominus أكبر.

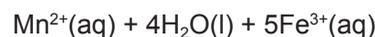
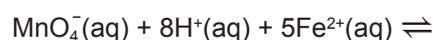
ب. أيونات H^+



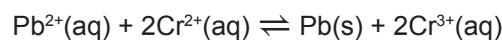
٢. أ. $\text{Cl}_2(\text{g})$



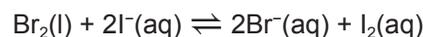
ب. $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$



ج. $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$



د. $\text{Br}_2(\text{l})$



٣. أ. باستخدام العلاقة الآتية:

$$E_{\text{cell}}^\ominus = E_r^\ominus(\text{Cathode}) - E_r^\ominus(\text{Anode})$$

$$1.36 - 0.80 = +0.56 \text{ V}$$

$$-0.13 - (-0.76) = +0.63 \text{ V} \quad \text{ب.}$$

$$0.80 - 0.54 = +0.26 \text{ V} \quad \text{ج.}$$

$$E_r = -0.76 - \frac{0.059}{2} \log_{10}\left(\frac{1}{2.0}\right) \\ = -0.75 \text{ V}$$

مقربة إلى رقمين معنويين

ب. المادة الناتجة هي الفلز، الذي لا يتغير تركيزه لأنه موجود في الحالة الصلبة.

نشاط ٢-٥

١. أ. القطب الكهربائي الأيمن، لأنه سالب.

ب. الأيونات تمتلك شحنة سالبة؛ أمّا الأنود فشحنته موجبة. الشحنات المتعاكسة تتجاذب فيما بينها.

ج. لأن الأيونات لا تكون حرة الحركة أو تكون ثابتة في مواقعها في الشبكة البلورية.

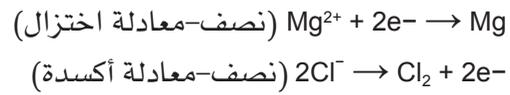
د. - توصل الكهربياء،

- خاملة لا تتفاعل مع الإلكتروليت.

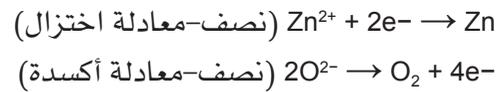
هـ. من الأنود إلى الكاثود أو من القطب الكهربائي الموجب إلى القطب الكهربائي السالب.

و. تكون الإلكترونات الخارجية غير المتمركزة لذرات الفلز حرة الحركة.

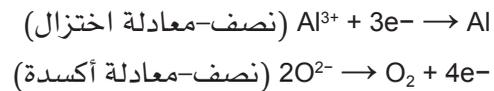
٢. أ.



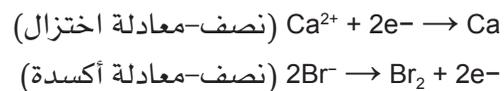
ب.



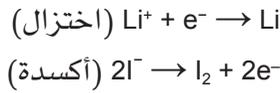
ج.



د.



هـ.



٣. أ. الأنود: غاز الكلور؛ لأن المحلول مركّز.

الكاثود: غاز الهيدروجين؛ لأنه يقع فوق الصوديوم في سلسلة نزع الشحنات / حيث تكتسب أيونات H^+ الإلكترونات بسهولة أكثر.

ب. الأنود: الأكسجين؛ لأن المحلول مخفف جداً، ينتج مخلوط من الكلور والأكسجين؛ لأن أيونات Cl^- تقع بالقرب من أيونات OH^- في سلسلة نزع الشحنات.

الكاثود: الهيدروجين؛ لأنه يقع فوق الصوديوم في سلسلة نزع الشحنات/حيث تكتسب أيونات H^+ الإلكترونات بسهولة أكثر.

ج. الأنود: الأكسجين؛ لأنه يقع تحت أيونات SO_4^{2-} في سلسلة نزع الشحنات/حيث تتم عملية التحليل الكهربائي لأيونات OH^- التي تأتي من الماء.

الكاثود: الهيدروجين؛ لأن أيونات H^+ هي الأيونات الموجبة الوحيدة في المحلول.

د. الأنود: الأكسجين؛ لأنه يقع تحت أيونات SO_4^{2-} في سلسلة نزع الشحنات/حيث تتم عملية التحليل الكهربائي لأيونات OH^- التي تأتي من الماء.

الكاثود: النحاس؛ لأنه يقع فوق أيونات H^+ في سلسلة نزع الشحنات.

هـ. الأنود: الكلور؛ لأن المحلول مركّز؛ لذا سيتم أكسدة الكلوريد تفضيلاً بدلاً من الهيدروكسيد. الكاثود: الهيدروجين؛ لأن أيونات H^+ هي الأيونات الموجبة الوحيدة في المحلول.

و. الأنود: الأكسجين؛ لأنه تتم عملية التحليل الكهربائي لأيونات OH^- التي تأتي من الماء. الكاثود: الفضة؛ لأن Ag^+ يقع فوق أيونات H^+ في سلسلة نزع الشحنات.

نشاط ٢-٦

١. أ. $0.200 \times 96\ 500 = 19\ 300\ \text{C}$

ب. لترسيب 1 mol من Al نحتاج إلى:

$$3 \times 96\ 500 = 289\ 500\ \text{C}$$

ولترسيب 5 mol نحتاج إلى:

$$5 \times 289\ 500 = 1\ 447\ 500\ \text{C}$$

ج. لترسيب 1 mol من Pb نحتاج إلى:

$$2 \times 96\ 500 = 193\ 000\ \text{C}$$

ولترسيب 0.4 mol نحتاج إلى:

$$0.400 \times 193\ 000 = 77\ 200\ \text{C}$$

٢. أ. الخطوة ١: الشحنة المنتقلة:

$$Q = 3 \times 10 \times 60 = 1800\ \text{C}$$

الخطوة ٢: كمية الشحنة اللازمة لترسيب 1 mol

$$Q = 2 \times 96500 = 193\ 000\ \text{C} : \text{Cu من}$$

الخطوة ٣: عدد مولات Cu المترسبة $\frac{\text{الخطوة ١}}{\text{الخطوة ٢}}$:

$$n = 9.326 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

الخطوة ٤: كتلة النحاس المترسبة:

$$m = 9.326 \times 10^{-3} \times 63.5 = 0.59\ \text{g}$$

ب. الشحنة المنتقلة:

$$Q = 0.90 \times 10 \times 60 = 540\ \text{C}$$

كمية الشحنة اللازمة لترسيب 1 mol من Ag:

$$= 1 \times 96\ 500 = 96\ 500\ \text{C}$$

$$\frac{540}{96500} = \text{عدد مولات Ag المترسبة}$$

$$= 5.596 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

كتلة Ag المترسبة:

$$5.596 \times 10^{-3} \times 107.9 = 0.60\ \text{g}$$

ج. الشحنة المنتقلة:

$$Q = 0.50 \times 30 \times 60 = 900\ \text{C}$$

كمية الشحنة اللازمة لترسيب 1 mol من Pb:

$$2 \times 96500 = 193000\ \text{C}$$

$$\frac{900}{193000} = \text{عدد مولات Pb المترسبة}$$

$$4.663 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

كتلة الرصاص المترسبة =

$$4.663 \times 10^{-3} \times 207.2 = 0.97\ \text{g}$$

د. الشحنة المنتقلة:

$$Q = 0.15 \times 20 \times 60 = 180\ \text{C}$$

كمية الشحنة اللازمة لتكوين 1 mol من O_2

$$4 \times 96500 = 386000\ \text{C}$$

$$\frac{180}{386000} = \text{عدد مولات } \text{O}_2 \text{ المتكوّنة}$$

$$= 4.663 \times 10^{-4}\ \text{mol}$$

كل 1 mol من O_2 يشغل 24.0 L عند درجة

حرارة وضغط الغرفة (r.t.p)

لذلك يكون حجم O_2 يساوي:

$$4.663 \times 10^{-4} \times 24 = 0.011\ \text{L} = 11\ \text{mL}$$

٣. الشحنة المنتقلة:

$$Q = 0.07600 \times 90 \times 60 = 410.4\ \text{C}$$

$$\frac{0.4600}{107.9} = \text{عدد مولات Ag المترسبة}$$

$$= 4.2632 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

بما أن أيونات Ag^+ تمتلك شحنة منفردة، فإن قيمة

الشحنة الموجودة على مول واحد من الإلكترونات

(F) تساوي:

$$\frac{410.4}{4.2632 \times 10^{-3}} = 96\ 265.7\ \text{C/mol}$$

$$N_A = \frac{96265.7}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.009 \times 10^{23} / \text{mol} \text{ أو } \text{mol}^{-1}$$

٤. تتم عملية التحليل الكهربائي لمحلول من كبريتات

النحاس (II) بين قطبين كهربائيين من النحاس

لمدة زمنية معلومة (على سبيل المثال 40 دقيقة)

مع الحفاظ على ثبات شدة التيار الكهربائي.

حدّد الزيادة في كتلة الكاثود (أو النقصان في كتلة الأنود)، واحسب عدد مولات النحاس المترسبة. احسب كمية الشحنة الكهربائية التي تمّ تمريرها بوحدة الكولوم باستخدام العلاقة $Q = I.t$ (تقاس t بالثواني)، ثم احسب كمية الشحنة الكهربائية اللازمة لترسيب 1 mol من النحاس. اقسّم القيمة التي حصلت عليها على 2 للحصول على قيمة F (لأن ترسيب كل 1 mol من النحاس يحتاج إلى 2 mol من الإلكترونات وفق نصف-المعادلة: $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$).

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ١-٢: مقارنة فولتية (الجهد الكهربائي) للخلايا الكهروكيميائية (الخلايا الجلفانية)

المدّة

سوف يستغرق هذا الاستقصاء العملي مدة 30 دقيقة. كذلك سوف تستغرق أسئلة التحليل والاستنتاج والتقويم مدة 15 دقيقة.

التحضير للاستقصاء

- قبل البدء بالتجربة، يجب أن يكون الطلبة على دراية بالمصطلحات المستخدمة في وصف الخلايا الكهروكيميائية، مثل نصف-خلية، قنطرة ملحية، القطبية.
- قبل تنفيذ الاستقصاء، من المفيد تقديم عرض عملي لتفاعل الخارصين مع كبريتات النحاس (II)، وتفاعل الخارصين مع كبريتات الحديد (II)، وتفاعل مسحوق الحديد مع كبريتات النحاس (II)، حيث يوضح ذلك النشاط الكيميائي النسبي لكل من الخارصين والنحاس والحديد.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• فولتميتر (مقياس الفولتية)	• رقاقة من الخارصين (2 × 6 cm)
• كؤوس زجاجية سعة 100 mL عدد 3	• رقاقة من النحاس (2 × 6 cm)
• أسلاك توصيل عدد 2	• 50 mL من محلول كبريتات النحاس (II) بتركيز 1.0 mol/L
• مشبك أسنان تمساح عدد 2	• 50 mL من محلول كبريتات الخارصين بتركيز 1.0 mol/L
• ورقتا ترشيح قطر 10 cm، مغموستان في محلول مشبع من نترات البوتاسيوم KNO ₃ (قنطرة ملحية)	• 50 mL من محلول حمضي من كبريتات الحديد (II) بتركيز 1.0 mol/L
• قطب حديد	• قفازات بلاستيكية
• قطب خارصين عدد 2	• ماء مقطر في زجاجة غسيل
• قطب نحاس عدد 2	

ملاحظات ونصائح إضافية

- قد تحتاج إلى الاتصال بقسم الفيزياء للحصول على أجهزة الفولتميتر ومكونات كهربائية أخرى.
- يعمل مسمار الحديد الكبير والقديم بشكل أفضل؛ أمّا مسامير الحديد الحديثة واللامعة فلا تعمل كما يجب.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة ارتداء نظارات واقية للعينين أثناء إجراء التجربة.
- تُعدّ المواد الصلبة: كبريتات النحاس (II)، وكبريتات الخارصين، وكبريتات الحديد (II) موادّ ضارة ومهيّجة. وينطبق الشيء نفسه على محاليل كبريتات النحاس (II)، وكبريتات الخارصين وكبريتات الحديد (II) التي يساوي تركيز كل منها 1.0 mol/L.
- يحرص الطلبة على عدم إثارة أي غبار فلزي عند تنظيف الأقطاب.
- يُعدّ محلول نترات البوتاسيوم منخفض الخطورة ولكن المادة الصلبة منه هي عامل مؤكسد.

توجيهات حول الاستقصاء

- يقارن الطلبة بين فولتية ثلاث خلايا كهروكيميائية ويتنبأون بقطبية كل نصف-خلية منخرطة فيها.
- يجب أن يتأكد الطلبة من أن النحاس، والخارصين، ومسامير الحديد نظيفة قدر الإمكان، فوجود أية دهون أو أوساخ على الأقطاب قد يؤدي إلى تسجيل قراءات فولتية غير صحيحة.
- نبّه الطلبة إلى عدم ترك مشابك أسنان التمساح تنغمس في المحلول، إذ إنها قد تغيّر قليلاً في قيمة الفولتية.
- يكون محلولاً كبريتات الخارصين، وكبريتات الحديد (II) عديمي اللون، لذا تأكد من عنونة الطلبة لهذين المحلولين.
- قد يحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في تسجيل قراءة ثابتة على جهاز الفولتميتر.
- قد يحتاج طلبة آخرون إلى المساعدة في تحديد القطبين السالب والموجب للخلية.
- يمكن للطلبة الذين يتمتعون بقدرات أعلى أن يستخدموا الكتب أو الشبكة الدولية للاتصالات (الإنترنت) للتعرف على استخدام "مخططات الخلية" كطريقة مختصرة لتمثيل الخلايا الكهروكيميائية.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم لدى الطلبة

أحد الأخطاء الشائعة هو نسيان تحويل البيانات إلى وحدات القياس الصحيحة. فعلى سبيل المثال، في الجزئية أ، يجب تحويل وحدة قياس الزمن من دقائق إلى ثوان.

عيّنة نتائج

يزوّدنا الجدول (٢-١) بالنتائج التي قد يحصل عليها الطلبة في هذا الاستقصاء.

قيم E_{cell} (V)	الخلية الكهروكيميائية	
+1.10	خارصين/نحاس	النظرية
+0.32	خارصين/حديد	
+0.78	حديد/نحاس	
+1.00	خارصين/نحاس	التجريبية
+0.20	خارصين/حديد	
+0.60	حديد/نحاس	

الجدول ٢-١

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عينة نتائج)

١. $1.0 - 0.20 = 0.8 \text{ V}$

٢. الخلية أ: الخارصين سالب، والنحاس موجب؛ الخلية ب: الخارصين سالب، والحديد موجب؛ الخلية ج: الحديد سالب والنحاس موجب.

٣. الخارصين: العامل المختزل الأقوى وفق سلسلة جهود الاختزال القياسية فهو يُطلق الإلكترونات بسهولة أكثر من الفلزّين الآخرين.

٤. لإزالة طبقة الأكسيد أو الصدأ الموجودة على سطح الفلز.

٥. حتى لا يكون هنالك أي (تلوث) من المحاليل السابقة.

٦. تكون القيمة التجريبية أقل من القيمة الفعلية (التي تمّ التنبؤ بها)، فالحديد لم يكن نقياً / تمّ استخدام الفولاذ عوضاً من الحديد، وقد يتأكسد محلول كبريتات الحديد (II) في الهواء، يُسمح بالإجابة الآتية أيضاً: يمتلك مسمار الحديد مساحة سطح مختلفة عن رقاقة النحاس.

٧. قد تتغير درجة الحرارة أثناء التجربة. أي أن درجة الحرارة ليست ثابتة وقياسية عند 25°C (298 K).

استقصاء عملي ٢-٢: تحديد ثابت فارادي

المدّة

سوف يستغرق هذا الاستقصاء العملي مدة 90 دقيقة على الأقل، ويمكن الاستفادة من الفاصل الزمني الطويل المطلوب لإعداد التجربة عبر إعطاء الطلبة بعض المهام ذات الصلة كي يقوموا بها (على سبيل المثال بعض الأسئلة حول التحليل الكهربائي). كذلك سوف تستغرق أسئلة التحليل والاستنتاج والتقييم مدة 20 دقيقة.

التحضير للاستقصاء

- يجب أن يمتلك الطلبة بعض الخبرة حول التحليل الكهربائي من دراساتهم السابقة.
- قبل البدء بالتجربة، يجب أن يكون الطلبة على دراية بكيفية وزن قطعة فلز بدقة وكيفية استخدام جهاز المقاومة الكهربائية المتغيرة للتحكم بالتيار الكهربائي.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- | | |
|---|--|
| • أميتر أو مقياس شدة التيار الكهربائي (A - 1 - 0) | • ساعة إيقاف إلكترونية |
| • جهاز مقاومة كهربائية متغيرة، 100 (أوم) | • قفازات بلاستيكية |
| • مصدر جهد أو بطارية | • ملقط نظيف |
| • مفتاح تشغيل وإيقاف كهربائي | • ميزان رقمي يقرأ حتى منزلتين عشريتين على الأقل |
| • أسلاك توصيل عدد 5 | • ماء مقطر في زجاجة غسيل |
| • كأس زجاجية سعة 150 mL | • محلول حمض النيتريك تركيزه 2 mol/L |
| • حامل حديد كامل | • إيثانول |
| • قطب نحاس عدد (2) | • 100 mL من محلول كبريتات النحاس (II) تركيزه 0.5 mol/L |
| • مشبك أسنان تمساح عدد 2 | |

ملاحظات ونصائح إضافية

- من المحتمل أن تحتاج إلى الاتصال بقسم الفيزياء للحصول على أجهزة المقاومة الكهربائية المتغيرة، والأميتر ومكونات كهربائية أخرى. إذا كانت الأجهزة المطلوبة قليلة، يمكن إجراء التجربة كعرض عملي من قبل المعلم بمساعدة من بعض الطلبة الذين يقومون بعمليات مختلفة.
- يتم تحضير 100 mL من محلول كبريتات النحاس (II) (الإلكتروليت) بإذابة 12.5 g من كبريتات النحاس (II) خماسي الماء في 92 g من الماء المقطر، ثم إضافة 3 mL من حمض الكبريتيك تركيزه 2.0 mol/L، و 5 mL من الإيثانول. ويمكن زيادة هذه الكمية بما يتناسب مع عدد الطلبة أو المجموعات التي تتفد التجربة.
- إذا لم تكن الكؤوس الزجاجية سعة 150 mL متوفرة، يمكن تنفيذ هذه التجربة باستخدام كؤوس زجاجية سعة 250 mL واستخدام 150 mL من محلول كبريتات النحاس (II).
- يمكن تحضير حامل الأقطاب الكهربائية من قطعة صغيرة من الورق المقوى السميك أبعادها 3 cm x 5 cm، مع شقين لتثبيت رقائق النحاس في أماكنها. و عوضاً من ذلك، يمكن استخدام أقطاب كهربائية أطول قليلاً (على سبيل المثال 8 cm x 2 cm)، بحيث يمكن ثني قمة الأقطاب ولفها حول السطح الخارجي للكأس الزجاجية.
- يجب وضع الملاقط بالقرب من حمض النيتريك والإيثانول للتنظيف.

احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة ارتداء نظارات واقية للعينين أثناء إجراء التجربة.
- تُعدّ كبريتات النحاس (II) مادة ضارة.
- يُعدّ حمض النيتريك المخفف مادة مهيجة.
- يُعدّ الإيثانول سريع الاشتعال.
- تُعدّ حواف الرقائق الفلزية حادة، فتعامل معها بحذر.

توجيهات حول الاستقصاء

- يحدد الطلبة ثابت فارادي عن طريق قياس الزيادة في كتلة كاثود النحاس أثناء التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس (II). بعد ذلك، يقومون بحساب قيمة ثابت فارادي.
- وبسبب الفاصل الزمني الطويل عند الإعداد للتجربة، قد ينسى بعض الطلبة ملاحظة قراءات الأميتر في مدد زمنية محددة، وتعديل جهاز المقاومة الكهربائية المتغيرة وفقاً لذلك.
- الكثير من الطلبة لا يمتلكون الحد الأدنى من الخبرة لوزن المواد بشكل صحيح ودقيق. وبما أن الميزان المستخدم حساس إلى حد ما، يجب لفت انتباه الطلبة إلى ضرورة الحد من التيارات الهوائية على كفة الميزان، ومن حركة الطاولة التي تحمل الميزان.
- قد يضع بعض الطلبة الأقطاب الكهربائية في الكأس الزجاجية بشكل زاوية مائلة، ما يؤدي إلى انزلاقها وتلامسها، وبالتالي إلى حدوث تماس وقطع للتيار الكهربائي. ويمكن منع حدوث ذلك بثني قمة كل رقاقة فلزية على حافة الكأس الزجاجية.
- يُعدّ تقليل حركة الكاثود لأدنى حد ممكن أساسياً، لأن بعض النحاس المترسب يلتصق بشكل سيئ بسطح الكاثود، ومن المحتمل أن يسقط بعضه. ويُعدّ أساسياً أيضاً في نهاية التحليل الكهربائي أن تتم إزالة كاثود النحاس بعناية، وغسله بعناية شديدة، بحيث يكون هناك فقدان لكمية قليلة جداً من الترسبات. وعلى الرغم من أنه كان من الأفضل إجراء هذه التجربة عن طريق تحديد الكمية المفقودة من كتلة الأنود، إلا أن الطريقة الأولى تُستخدم لكي يستطيع الطلبة الإجابة عن السؤال ١٠.
- قد يحتاج بعض الطلبة إلى مساعدة في إعداد الجهاز وفي ضبط جهاز المقاومة الكهربائية المتغيرة، لذا يمكن أن تأخذ في الاعتبار إعداد الجهاز لهم، ومساعدتهم في عمليتي الوزن والغسل.
- قد يحتاج بعض الطلبة إلى مساعدة في الجزئية د المتعلقة بالحسابات، من حيث إنه يجب أخذ الشحنة الموجودة على أيون Cu^{2+} بالحسبان.
- يمكن وضع الطلبة الذين يتمتعون بقدرات أعلى ضمن مجموعات لاختبار الأفضلية النسبية لوزن الأنود عوضاً من الكاثود، أو يتم سؤالهم عن كيفية اختلاف الجهاز والحسابات إذا تمّ استخدام رقائق من الفضة.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم لدى الطلبة

أحد الأخطاء الشائعة هو نسيان تحويل البيانات إلى وحدات القياس الصحيحة. فعلى سبيل المثال، في الجزئية أ، يجب تحويل وحدة قياس الزمن من دقائق إلى ثوان.

عينّة نتائج

يزودنا الجدول ٢-٢ بالنتائج التي قد يحصل عليها الطلبة في هذا الاستقصاء.

الكتلة الابتدائية للكاثود	الكتلة النهائية للكاثود
7.63 g	7.80 g

الجدول ٢-٢

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عينة نتائج)

١. الشحنة: $Q = 0.2 \text{ A} \times 45 \times 60 \text{ s} = 540 \text{ C}$
٢. عدد مولات النحاس المترسبة = $\frac{\text{كتلة المترسبة النحاس}}{A_r \text{ للنحاس}}$
$$\frac{7.80 - 7.63}{63.5} = 2.677 \times 10^{-3} \text{ mol}$$
٣. 2 mol
٤. ثابت فارادي = $\frac{\text{الشحنة التي مرت}}{\text{عدد مولات النحاس المترسبة}} = \frac{1}{2} \times \frac{540}{5.35 \times 10^{-3}} = 100935 \text{ C/mol}$
٥. لون وردي فاتح على الكاثود (المهبط)، يكون الأنود أنظف ولونه أفتح، وجود كمية قليلة من المادة المترسبة على الكاثود (بشكل عام، يمكن رؤيتها إذا كانت شدة التيار مرتفعة).
٦. لا يترسب النحاس كله على الكاثود، فقد يتم فقدانه أثناء غسله. لهذا يكون عدد مولات النحاس المحسوبة أقل، وبالتالي يكون ناتج قسمة الشحنة التي مرت على عدد مولات النحاس المترسبة أكبر.
٧. سيكون ناتج طرح الكتلة الابتدائية من الكتلة النهائية كبيراً جداً، لذا سيكون عدد مولات النحاس المترسبة كبيراً جداً، عندها سيكون ناتج قسمة الشحنة التي مرت على عدد مولات النحاس المترسبة (ثابت فارادي) صغيراً جداً.
٨. يُستخدم حمض النيتريك لإزالة الشوائب التي تمنع التصاق النحاس بالكاثود، أو لإزالتها عن الأنود / يتفاعل حمض النيتريك مع الشوائب الأيونية ويزيلها. يُزيل الإيثانول المياه المتبقية بسهولة؛ يُسمح بالإجابة الآتية: يُستخدم الإيثانول لإزالة الشوائب الدهنية.
٩. لقد كانت قراءة الأميتر غير ثابتة، إذ يجب ضبط (التحكم) بالتغيرات في درجة الحرارة خلال تنفيذ التجربة (بسبب تأثير التسخين من التيار الكهربائي). تؤدي إزالة بعض النحاس من الكاثود أثناء غسله إلى حدوث أخطاء.
١٠. لأن فقدان النحاس من الأنود يكون محدوداً بدقة في حين أنه لا يترسب جميعه على الكاثود (قد يفقد بعضه أثناء غسله).

استقصاء عملي ٢-٣: تغيير تركيز الأيونات في خلية كهروكيميائية

١. فولتميتر (مقياس الفولتية) ذو مقاومة مرتفعة
- كؤوس زجاجية سعة 100 mL عدد 4
- سلك توصيل عدد 2
- مشبك أسنان تمساح عدد 2
- كؤوس زجاجية سعة 100 mL عدد 2
- شرائط ورق الترشيح (قياس 10 × 1 cm) عدد 2، مغموسة في محلول مشبع من نترات البوتاسيوم KNO_3
- ماء مقطر في زجاجة غسيل ومناديل ورقية
- سحاحة (للماء المقطر)
- قمع لتعبئة السحاحة
- قفازات بلاستيكية
- ورق صنفرة

سحاحة أو ماصة مدرجة

شريط من النحاس (2 × 6 cm) عدد 2

شريط من الخارصين (2 × 6 cm)

100 mL من محلول كبريتات النحاس (II) بتركيز 1.0 mol/L

50 mL من محلول كبريتات الخارصين بتركيز 1.0 mol/L

٢. أ. نظّف أشرطة النحاس والخارصين بورق السمبادج (الصفرة).

ب. قم بإعداد الجهاز (كما في الاستقصاء العملي ٢-٢) من نصف-خلية من الخارصين، ونصف-خلية من النحاس تحتوي على محلول من كبريتات النحاس (II) تركيزه 1.0 mol/L .

ج. قم بتوصيل نصفي-الخليتين بوساطة قنطرة ملحية مكوّنة من شريط ورقة ترشيح مغموسة في محلول مشبع من نترات البوتاسيوم، وبوساطة الدائرة الكهربائية الخارجية.

د. دوّن قيمة الفولتية الثابتة التي تظهر على جهاز الفولتميتر.

هـ. أزل شريط النحاس واغسله بالماء المقطر، ثم جففه باستخدام منديل ورقي.

و. استخدم السحاحة أو الماصة المدرجة لتحضير محلول من كبريتات النحاس (II) تركيزه 0.5 mol/L عن طريق أخذ 25 mL من محلول كبريتات النحاس (II) تركيزه 1.0 mol/L وإضافة 25 mL من الماء المقطر إليه بوساطة السحاحة.

ز. كرّر الخطوات ٣ و ٤ باستخدام محلول كبريتات النحاس (II) تركيزه 0.5 mol/L. استخدم قنطرة ملحية جديدة.

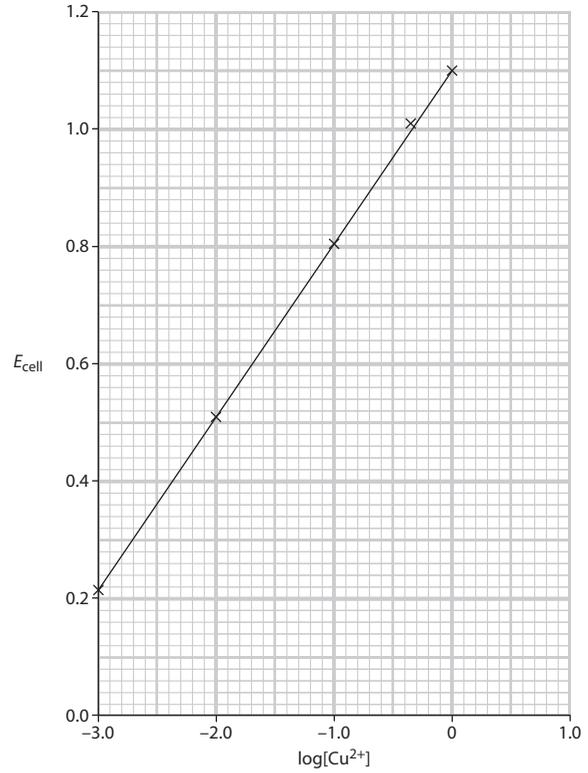
ح. كرّر التجربة باستخدام محلول كبريتات النحاس (II) تركيزه 0.1 mol/L، ثم محلول تركيزه 0.01 mol/L، وأخيراً محلول تركيزه 0.001 mol/L.

٣.

E_{cell} (V)	$\log_{10}[\text{Cu}^{2+}]$	$[\text{Cu}^{2+}]$ (mol/L)
1.10	0.00	1.0
1.09	-0.30	0.5
0.81	-1.00	0.1
0.51	-2.00	0.01
0.22	-3.00	0.001

٤. المتغير التابع هو الفولتية، E_{cell} .

المتغير المستقل هو تركيز أيونات Cu^{2+} .



٥.

٦. تُوضح قيمة E_{cell} علاقة خطية موجبة مع $\log_{10}[Cu^{2+}]$ أو علاقة طردية.

٧. قيمة $\log_{10}(0.05)$ تساوي -1.30 وهذا يجب أن يعطي قيمة E_{cell} تساوي 0.72 V.

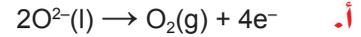
٨. تمتلك السحاحة دقة في القراءة تصل إلى ± 0.05 mL، في حين أن المخبر المدرج يمتلك دقة في القراءة أقل من ذلك بكثير. لهذا تكون الأخطاء في القياسات أقل باستخدام السحاحة.

٩. يمكن أن تؤدي عمليات التخفيف المتسلسل إلى أخطاء لا يمكن التنبؤ بها. حيث يمكن أن يلغي بعضها بعضاً؛ لأن الخطأ في التخفيف الأول قد يؤدي إلى الحصول على قيمة تركيز أقل من القيمة التي ينبغي الحصول عليها. وقد يؤدي الخطأ في التخفيف الثاني إلى الحصول على قيمة تركيز أكبر من القيمة التي ينبغي الحصول عليها. وبالتالي يمكن أن يلغيا بعضهما بعضاً. وإذا تم ارتكاب خطأ ثابت، كأن يكون التخفيف كبيراً جداً في كل مرة، عندها يتضخم التأثير مع كل عملية تخفيف.

١٠. زن كمية صغيرة ومحسوبة من كبريتات النحاس (II) وضعها في وعاء الوزن باستخدام ميزان يعطي قيمة الكتلة إلى أقرب ثلاث منازل عشرية. ثم انقل كبريتات النحاس (II) من وعاء الوزن إلى كأس زجاجية صغيرة، وأعد وزن وعاء الوزن الفارغ. أذب كبريتات النحاس (II) في كمية ضئيلة من الماء المقطر في كأس زجاجية صغيرة، ثم انقل المحلول إلى دورق حجمي سعته 1 L، واغسل الكأس الزجاجية عدة مرات بالماء المقطر وانقلها إلى الدورق الحجمي في كل مرة. أضف الماء المقطر إلى الدورق الحجمي حتى يصل إلى خط التدرج الموجود على عنق الدورق الحجمي، ثم قم برجّ المحلول كي يصبح متجانساً.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

السؤال ١



ب. $n(O_2) = \frac{V}{24} = \frac{56 \times 10^{-3}}{24} = 2.333 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$Q = 4 \times 96500 \times 2.333 \times 10^{-3}$
 $= 900.5 \text{ C}$

ج. كمية الشحنة: $Q = I.t$

$Q = 2.6 \times 10 \times 60 = 1560 \text{ C}$

الشحنة اللازمة لمول واحد من Al_2O_3 تساوي:

$Q = 3 \times 96500 = 289500 \text{ C}$

عدد مولات Al الناتجة

$\frac{1560}{289500} = 5.3886 \times 10^{-3} \text{ mol}$

كتلة Al = $5.3886 \times 10^{-3} \times 27 = 0.15 \text{ g}$

حل آخر

باستخدام العلاقة $m = \frac{QM_f}{z.F}$

$m = \frac{1560 \times 27}{3 \times 96500}$

$m = 0.15 \text{ g}$

د. لأن الأيونات تكون ثابتة في مواقعها في الشبكة البلورية، لا يمكنها أن تتحرك بحرية.

هـ. ١. الهيدروجين

يتم نزع شحنات الأيونات H^+ بسهولة أكثر من Zn^{2+}

أو تكتسب الأيونات H^+ الإلكترونات بسهولة أكثر من Zn^{2+} .

٢. ينتج الأكسجين من أكسدة أيونات OH^- ، وتعدّ الأيونات Cl^- قريبة من الأيونات OH^- في سلسلة جهود الاختزال القياسية، ولأن المحلول مخفف، لهذا يتكوّن مخلوط من الغازين O_2 و Cl_2 .

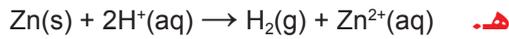
السؤال ٢

أ. هو الجهد الكهربائي الناتج عند توصيل نصف-خلية في الظروف القياسية بقطب الهيدروجين القياسي.

ب. إكمال الدائرة الكهربائية ومنع التماس المباشر بين محلولي نصفي-الخلية والمحافظة على الاتزان الأيوني فيهما.

ج. 1.00 mol/L من أيونات الخارصين
298 K و 100 kPa

د. يكون تركيز أيونات H^+ 1.00 mol/L
قطب Pt مغطى بالبلاتين الأسود
يتم تمرير الغاز H_2 فوق Pt عند ضغط يساوي 100 kPa

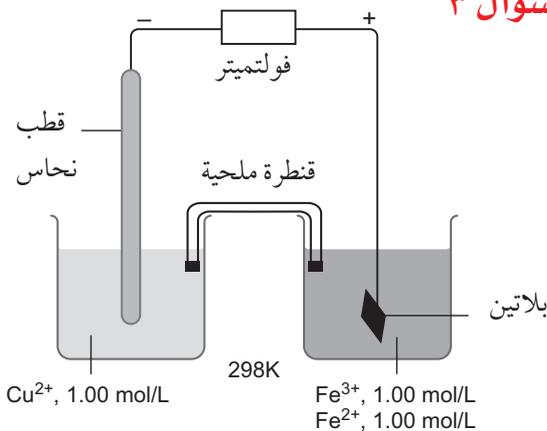


و. ١. $E_{cell}^\ominus = 1.52 - (-0.76) = +2.28 \text{ V}$

٢. سوف تزداد قيمة جهد الاختزال لنصف-الخلية Zn^{2+}/Zn .

وبما أن الاتزان سينزاح إلى اليمين، في اتجاه تكوين العامل المختزل، لهذا سيقبل الفرق بين قيمتي جهدي الاختزال لنصفي-الخلية وبالتالي تقل فولتية الخلية.

السؤال ٣



أ.

يُعدُّ I_2 عاملاً مؤكسداً أضعف، كما يُعدُّ Pb^{2+} عاملاً مختزلاً أضعف، لهذا فإن التفاعل غير قابل للحدوث.

ويمكن حساب قيمة E_{cell}^{\ominus} للتفاعل كآتي:

$$E_{cell}^{\ominus} = +0.54 - (1.47) = -0.93 \text{ V}$$

توضح قيمة E_r^{\ominus} السالبة أن التفاعل غير قابل للحدوث.

وضع العناوين الآتية:

- نصفا-الخلية متصلان بجهاز فولتميتر

- قنطرة ملحية

- القطبان الكهربائيان: Cu سالب و Pt موجب.

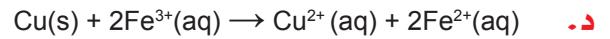
- القطب Cu مغموس في محلول من أيونات Cu^{2+} أو أحد أملاح النحاس المناسبة القابلة للذوبان.

- يكون قطب Pt مغموساً في محلول يحتوي على أيونات Fe^{2+} و Fe^{3+} أو أحد أملاح الحديد (II) والحديد (III) المناسبة والقابلة للذوبان.

- تراكيز المحاليل جميعها تساوي 1.00 mol/L.

ب- تتدفق الإلكترونات من القطب السالب (أي من النحاس) الذي يفقد الإلكترونات إلى القطب الموجب (نصف خلية الحديد). يتأكسد النحاس بسهولة أكثر من الحديد (II).

$$E_{cell}^{\ominus} = 0.77 - 0.34 = +0.43 \text{ V} \quad \text{ج-}$$



$$E_r = 0.34 - \frac{0.059}{2} \log_{10} \frac{1}{0.15} = +0.32 \text{ V} \quad \text{ه-}$$

و- ١. إمكانية حدوث تفاعل عند خلط مادتين متفاعلتين أو أكثر معاً.

٢. يعدُّ PbO_2 عاملاً مؤكسداً أقوى؛ لأن قيمة E_r^{\ominus} له أكبر، وبالتالي يكون PbO_2 أكثر قابلية لاكتساب الإلكترونات.

ويُعدُّ الأيون I^- عاملاً مختزلاً أقوى؛ لأن قيمة E_r^{\ominus} له أقل، وبالتالي يكون الأيون I^- أكثر قابلية لفقد الإلكترونات.

$$E_{cell}^{\ominus} = +1.47 - 0.54 = +0.94 \text{ V}$$

طاقة الشبكة البلورية

العلوم ضمن سياقها

تركيب البلورات

يستغرق الأمر وقتاً أطول لإنتاج عينات نقية من البروتين أو الحمض النووي DNA للأسباب الآتية:

- يجب فصل هذه الجزيئات عن الجزيئات الأخرى في الخلايا. ففي حالة البروتينات، يجب أن تفصل البروتينات عن بروتينات أخرى ذات تراكيب مماثلة، بحيث تكون كميات صغيرة من المواد متاحة فقط في البداية.
- الجزيئات البيولوجية مثل البروتينات تتحلل في الماء بواسطة الإنزيمات الموجودة في الخلية، لذلك يجب إيجاد طرائق مناسبة لتفادي تحللها.
- كان لا بد من تطوير تقنيات فصل مناسبة، على سبيل المثال كروماتوغرافيا التبادل الأيوني، من أجل فصل البروتينات. حيث استغرق هذا التطوير سنوات عديدة.
- كان لا بد من تطوير طرائق لبلورة البروتينات والحمض النووي DNA.
- يستغرق تحليل صور حيود الأشعة السينية (أشعة X) وقتاً أطول لأن الجزيئات كانت أكثر تعقيداً وتفسير النتائج كان أيضاً أكثر تعقيداً، ولم تكن هناك أجهزة كمبيوتر متاحة فقط لتسريع تحليل النتائج.

ففي عام 1912 م، اقترح الفيزيائي الألماني ماكس فون لاو أن البلورات يمكن أن تعمل كمحزوز حيود، وقد أنتج نمط حيود من كبريتات النحاس (III) المائية. كما طور ويليام هنري براغ وابنه ويليام لورانس براغ تقنية حيود الأشعة السينية بشكل أكبر محددين تركيب كبريتيد الخارصين (تأخذ شكل مكعب).

قد يطلب الطلبة مزيداً من المعلومات حول علم تكوين البلورات بواسطة الأشعة السينية. وسنقدم هنا بعض المعلومات المبسطة. ولا بد من إخبار الطلبة أن التحليل الرياضي معقد جداً ويتجاوز حتى دروس الرياضيات الجامعية للسنة الأولى. فنظراً إلى أن ذرة الهيدروجين تحتوي على إلكترون واحد فقط، فإن الكثافة الإلكترونية تعد منخفضة جداً مقارنة بالذرات الأثقل مثل الكربون والأكسجين. حيث يتم امتصاص الأشعة السينية (أشعة X) بشكل أفضل بواسطة الذرات الثقيلة وذات الكثافة الأعلى.

ومع ذلك، يمكن الاستدلال على موقع ذرات الهيدروجين من الخطوط الكنتورية للكثافة الإلكترونية للذرات التي ترتبط بها، وتكون في شكل "نتوءات" طفيفة في الخطوط (الكنتورية). ربما لا يكون لدى الطلبة معرفة وافية لأول تنقية حصلت لعينات من المواد مثل كلوريد الصوديوم والبنسلين والبروتينات والحمض النووي والتعقيد النسبي لهذه الجزيئات. قد تضطر إلى مساعدتهم من خلال عرض تراكيبها وسؤالهم عن مكان وجود هذه المواد، وقد تلمح إلى أنه يمكن أيضاً بلورة العديد من التراكيب الجزيئية، الذي يشمل البروتينات والحمض النووي، وكانت اليوريا من التراكيب الجزيئية الأولى التي تمّت بلورتها.

ويعد من السهل نسبياً الحصول على عينات نقية من الأملاح مثل كلوريد الصوديوم أو كبريتيد الخارصين باستخدام التقنيات الكيميائية القياسية مثل التبلور.

في هذه الحالة، يكون "الانعكاس" من طبقات الأيونات أو الذرات. وقد صُح العالمان براغ أن زاوية انعكاس الأشعة السينية مرتبطة بالمسافة بين طبقتين من الأيونات أو الذرات.

$$2d \sin\theta = n\lambda$$

حيث n يكون عدداً، λ هو الطول الموجي للأشعة السينية و d هي المسافة بين طبقتين من الذرات أو الأيونات.

من الناحية العملية، يتم وضع البلورة على قرص دوار ويتم تحريكه دائرياً بشكل تدريجي. وعندما تكون الأشعة السينية "المنعكسة" متوافقة في الطور، يُرى وميض من الضوء يتم تسجيله على لوحة فوتوغرافية أو عداد إشعاع. وتُكرّر العملية مع البلورة بزوايا مختلفة.

واستمرّ هذان العالمان في تحديد تراكيب العديد من المركبات الأيونية البسيطة الأخرى. ثم جاءت دوروثي هودجكين كواحدة من أشهر مطوري هذه التقنية، حيث كانت قادرة على بلورة الجزيئات المعقدة مثل الأنسولين واستخدام التقنية لتحديد البنية ثلاثية الأبعاد الدقيقة للجزيء.

باستخدام تشبيه موجة الماء كنقطة بداية، تسلك البلورة كسلسلة من الشقوق التي تشكل مصادر للموجات الدائرية (أو بشكل أكثر دقة، الكروية).

وتتداخل هذه الموجات فيما بينها، بحيث يلغي بعضها بعضاً أو يعزز بعضها بعضاً لإنتاج موجات أكبر (موجات متوافقة في الطور).

يتبع امتصاص وانبعاث الأشعة السينية من بلورات النمط الرياضي نفسه لانعكاس الضوء من المستويات المتوازية.

نظرة عامة

- تغطي هذه الوحدة جميع الموضوعات التي تمّ تناولها في الوحدة الثالثة من كتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة.
- يعتمد هذا الجزء من المنهاج على المفاهيم التي تمّ تعلمها في الصف الحادي عشر: وحدة (التركيب الذري)، وحدة (الترابط الكيميائي) وحدة (التغيرات في المحتوى الحراري). تتناول هذه الوحدة طاقات الشبكات البلورية والعوامل التي تؤثر على قيمتها. وسوف يتعرف الطلبة على أنواع جديدة من التغيرات في المحتوى الحراري: التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك)، والألفة الإلكترونية (E_A) والتغير في المحتوى الحراري للتميّه. وسوف يدرسون أيضاً التغيرات في المحتوى الحراري للذوبان وكيف تتأثر بقيم طاقات الشبكات البلورية والمحتوى الحراري للتميّه.
 - ستتوافر فرصة لإجراء استقصاء عملي لقياس التغير في المحتوى الحراري لذوبان مواد أيونية صلبة.

مخطط التدريس

المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة	المصادر في كتاب الطالب	عدد الحصص	الموضوع	أهداف الموضوع
سؤال نهاية الوحدة: السؤال ١ (أ)	السؤال ١	١	١-٣ طاقة الشبكة البلورية ($\Delta H_{latt}^{\ominus}$)	١-٣
نشاط ٣-٣ التغيرات في المحتوى الحراري وطاقة الشبكة البلورية سؤال نهاية الوحدة: السؤال ١ (هـ)	السؤالان ٢، ٣ سؤال نهاية الوحدة: السؤال ١ (د)، ٢ (أ)	٢	٢-٣ التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) والألفة الإلكترونية	١-٣، ٢-٣، ٣-٣، ٤-٣، ٥-٣
نشاط ١-٣ حلقات بورن-هابر أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١ (ب، ج، د)، ٢ (ج)	الأسئلة من ٤ إلى ٨ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (أ، ب، ج)، ٢ (ب، ج)، ٤، ٥ (ج)	٥	٢-٣ حلقة (دورة) بورن-هابر	٦-٣، ٧-٣، ٨-٣
نشاط ٢-٣ التغير في المحتوى الحراري للمحاليل استقصاء عملي ١-٣ التغير في المحتوى الحراري لذوبان الكلوريدات أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢	الأسئلة من ٩ إلى ١٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٣، ٥	٥	٤-٣ التغيرات في المحتوى الحراري للمحاليل	٩-٣، ١٠-٣، ١١-٣

الموضوع ١-٣ طاقة الشبكة البلورية ($\Delta H_{latt}^{\ominus}$)

الأهداف التعليمية

١-٣ يعرف المصطلحين الآتيين، ويستخدمهما:

(أ) التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) ΔH_{at} .

(ب) طاقة الشبكة البلورية ΔH_{latt} ، (التغير من أيونات في الحالة الغازية إلى شبكة بلورية صلبة).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصّة واحدة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	١-٣ طاقة الشبكة البلورية السؤال ١	• تعريف طاقة الشبكة وكتابة معادلات لها
كتاب التجارب العملية والأنشطة	سؤال نهاية الوحدة: السؤال ١ (أ)	• تعريف طاقة الشبكة البلورية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

قد يعتقد بعض الطلبة أن طاقة الشبكة البلورية تحسب من التغير الحراري اللازم لتكوين مول واحد من مركب أيوني من أيوناته في المحلول وليس من أيوناته الغازية.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

١ فكرة أ (١٥ دقيقة)

ورِّع الطلبة في مجموعات لمناقشة ما يعرفونه حول التفاعلات الطاردة للحرارة والتفاعلات الماصة للحرارة، ومخططات المحتوى الحراري، وطاقات الروابط، وحلقات المحتوى الحراري. يجب على كل مجموعة إعطاء أمثلة على هذه المفاهيم، وعند الضرورة إعطاء معادلات. كما يجب إنشاء حلقات محتوى حراري للتغيرات في المحتوى الحراري للاحتراق والتغيرات في المحتوى الحراري للتكوين.

الأنشطة الرئيسية

يرد نشاط تعليمي واحد هنا.

١ طاقة الشبكة البلورية (١٥ دقيقة)

عرّف المصطلح طاقة الشبكة البلورية، وشرح أن قيم طاقة الشبكة البلورية تكون دائماً سالبة؛ وتكون طاقات الشبكات البلورية طاردة للحرارة لأن العملية تتضمن تكوين روابط جديدة. أكد على أن طاقة الشبكة البلورية تتضمن أيونات غازية تكوّن شبكة بلورية صلبة. يمكن للطلبة كتابة معادلات تمثل طاقات الشبكة البلورية لمواد صلبة أيونية مثل فلوريد الليثيوم (LiF) وكلوريد الكالسيوم (CaCl₂).

$$\Delta H_{\text{latt}}(\text{LiF}) = -1011.6 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{latt}}(\text{CaCl}_2) = -2195.2 \text{ kJ/mol}$$

فكرة للتقويم: يمكن للطلبة الإجابة عن السؤال ١ الوارد في كتاب الطالب.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

يمكن للطلبة اقتراح سبب كون الشبكة البلورية لكلوريد الماغنيسيوم أكبر من الشبكة البلورية لكلوريد الصوديوم.

الدعم

يجب أن يجد معظم الطلبة فكرة الشبكة البلورية مباشرة، ولكن إذا واجهوا مشاكل في فهمها، فيمكن استخدام النماذج لشرح العملية.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- يستخدم الطلبة في مجموعاتهم الدرجات التي منحوها لأنفسهم في تقويمهم الذاتي لمعرفة ما إذا كانوا قد اكتسبوا المفاهيم التي قدمت في هذا الدرس. إذا لم يتمكن طالب أو أكثر في المجموعة من فهم تلك المفاهيم، فيجب على طالب آخر أن يحاول شرح ما لم يتم فهمه؛ وإذا لم يكن الأمر كذلك، فيمكن عندئذٍ تكليف مجموعة أخرى الانضمام إلى هذه المجموعة حيث يمكنهم شرح مكان الخطأ.

الموضوع ٢-٣ التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) والألفة الإلكترونية

الأهداف التعليمية

- ١-٣ يعرف المصطلحين الآتيين، ويستخدمهما:
(أ) التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) ΔH_{at} .
(ب) طاقة الشبكة البلورية ΔH_{latt} ، (التغير من أيونات في الحالة الغازية إلى شبكة بلورية صلبة).
- ٢-٣ يعرف مصطلح الألفة الإلكترونية الأولى EA_1 ويستخدمه.
- ٣-٣ يشرح العوامل المؤثرة في الألفة الإلكترونية للعناصر.
- ٤-٣ يكتب المعادلات التي تمثل الألفة الإلكترونية ويستخدمها.
- ٥-٣ يصف نمط التدرج في قيم الألفة الإلكترونية الأولى لعناصر المجموعتين 16 (VI) و 17 (VII) ويشرحه.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٢-٣ التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) والألفة الإلكترونية - التغير في المحتوى الحراري للتذير $(\Delta H_{at}^{\ominus})$ - الألفة الإلكترونية (EA) السؤالان ٢، ٣ سؤال نهاية الوحدة: السؤال ١(د)، ٢(أ)	<ul style="list-style-type: none"> تعريف التغير في المحتوى الحراري للتذير والألفة الإلكترونية (EA) كتابة معادلات تتفق مع التعريفات المعطاة للتغير في المحتوى الحراري للتذير والألفة الإلكترونية الأولى والألفات الإلكترونية المتتالية الأخذ في الحسبان للعوامل التي تؤثر على قيم الألفة الإلكترونية الأولى وشرح السبب الذي يجعل الألفات الإلكترونية المتتالية، أي الثانية والثالثة، ماصة للحرارة وتمتلك قيمًا موجبة للتغير في المحتوى الحراري إدراك أن الألفة الإلكترونية الأولى للفلور تمثل حالة غير عادية (شاذة) وشرح السبب
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٣-٣ التغيرات في المحتوى الحراري و طاقة الشبكة البلورية سؤال نهاية الوحدة: السؤال ١(هـ)	<ul style="list-style-type: none"> تعريف المحتوى الحراري للشبكة البلورية والمحتوى الحراري للتذير كتابة معادلات لتمثيل التغيرات في المحتوى الحراري

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يشير التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) دائمًا إلى تكوّن ذرة واحدة خلال هذا التغير؛ وهذا لا يمثل طاقة الرابطة، بل يمثل كسر رابطة لتكوين ذرتين من جزيء ثنائي الذرة.

أنشطة تمهيدية

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

١ فكرة أ (١٥ دقيقة)

تعدّ فقرة قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة الواردة في كتاب الطالب الموضوع الأكثر صلة بالنسبة إلى الطلبة، فيمكنك أن توزّعهم في ثنائيات وأن تختار من هذا النشاط ما يناسبك.

٢ فكرة ب (٥ دقائق)

كلف الطلبة كتابة معادلات للتغيرات الآتية:

- نصف مول من غاز الكلور يتحول إلى مول واحد من ذرات الكلور.
- مول واحد من غاز الكلور يتحول إلى مولين من أيونات الكلور.

الأنشطة الرئيسية

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

١ التغير في المحتوى الحراري للتذير (التفكك) (١٥ دقيقة)

أعط الطلبة تعريف التغير في المحتوى الحراري للتذير والمعادلات العامة للتغير في المحتوى الحراري لتذير المواد الصلبة والسوائل ثنائية الذرات والغازات ثنائية الذرات. اشرح العلاقة بين التغير في المحتوى الحراري للتذير وطاقة الرابطة للغازات والسوائل ثنائية الذرات. وبالنسبة إلى هذا النشاط والنشاط التالي، وزع الطلبة في مجموعات.

كفكرة للتقويم:

- إذا أمكن، قارن قيم المحتوى الحراري لتذير فلزّين صلبين وكلف الطلبة التعليق على هذه القيم النسبية وشرح السبب في كون إحداهما أكبر من الأخرى؛ على سبيل المثال، قيمة التغير في المحتوى الحراري لتذير الليثيوم تساوي +161 kJ/mol، بينما قيمة التغير في المحتوى الحراري لتذير الصوديوم تساوي +107 kJ/mol. كلف المجموعات مناقشة ذلك، ومن ثم كتابة السبب في هذا الاختلاف.
- ملاحظة: يجب أن تتضمن إجاباتهم الإشارة إلى كثافة الشحنة على الكاتيونات الفلزّية وقوة الرابطة الفلزّية في الشبكتين الفلزّيتين.

الإجابة: يتكوّن الليثيوم من أيونات (Li⁺) في بحر من الإلكترونات غير المتمركزة؛ ويتكوّن الصوديوم من أيونات (Na⁺) في بحر من الإلكترونات غير المتمركزة. يُعدّ أيون الليثيوم أصغر حجمًا ويمتلك كثافة شحنة أكبر مقارنةً بأيون الصوديوم، وبالتالي يمتلك قوة جذب أكبر للإلكترونات غير المتمركزة المحيطة به. هذا يعني أن الرابطة الفلزّية في الليثيوم أقوى من تلك الموجودة في الصوديوم، ما يفسر أن الطاقة اللازمة لتذير الليثيوم تكون أكبر.

- بعد ذلك يجب الطلبة عن السؤال ٢ الوارد في كتاب الطالب.

٢ الألفة الإلكترونية (٢٠ دقيقة)

- عرّف مفهوم الألفة الإلكترونية، وشرحه واكتب معادلة للألفة الإلكترونية الأولى لغاز لافلزي، على سبيل المثال: الكلور.
- لاحظ أن قيمة الألفة الإلكترونية الأولى لأي عنصر لافلزي تكون سالبة بشكل عام، أي أنها تمثل تغيرًا طاردًا للحرارة.
- تكون الألفة الإلكترونية الثانية تغيرًا ماصًا للحرارة بسبب التناظر بين الإلكترون ذي الشحنة السالبة والأيون السالب (الأنيون) المتكوّن.
- يجب أن يدرك الطلبة وجود نمط تدرج للألفة الإلكترونية، كغيرها من الخصائص الفيزيائية، عند الانتقال من أعلى إلى أسفل في مجموعة ما. ففي المجموعة 17، تقل الألفة الإلكترونية بسبب التناقص في قوة جذب النواة للإلكترونات الخارجية مع ازدياد تأثير حجب الإلكترونات في مستويات الطاقة الداخلية. ويمكن استخدام تفسير مشابه للمجموعة 16.
- ملاحظة: فكرة التقويم الآتية تقوم على تكليف الطلبة تقديم شرحهم الخاص لهاتين الحقيقتين.

كفكرة للتقويم: أعط الطلبة قيمة الألفة الإلكترونية الأولى للأكسجين (-141 kJ/mol) وقيمة الألفة الإلكترونية الثانية للأكسجين (+798 kJ/mol)، فيكتبون المعادلات التي تمثل هذه التغيرات مع التعليق على القيم المعطاة. أكد عليهم أنه إذا طلب منهم قيمة التغير في المحتوى الحراري للمعادلة الآتية: $O(g) + 2e^- \rightarrow O^{2-}(g)$ ، ينبغي لهم جمع القيمتين أعلاه لأن هذا التغير يحدث على مرحلتين.

تشرح المجموعات السبب الذي يجعل الألفة الإلكترونية الأولى للكلور والبروم واليود طاردة للحرارة، وتتناقص تدريجيًا عند الانتقال من أعلى إلى أسفل في المجموعة، بحيث يتضمن الشرح مصطلحات مثل: الحجب، قوة جذب النواة والإلكترونات التي تمّت إضافتها.

تجيب المجموعات عن السؤال ٣ من كتاب الطالب.

عند انتهاء المدة الزمنية المخصصة لهذا النشاط، أعط الطلبة مخطط توزيع الدرجات للأسئلة الثلاثة، فيقومون بعملية تقويم ذاتي لعملهم، ويكتبون تعليقات تشرح سبب إعطائهم إجابة خاطئة، والتصحيح الذي يجب أن يقوموا به. اشرح الأسباب التي تجعل الألفة الإلكترونية الأولى للفلور أقل طرداً للحرارة، والأسباب التي تجعل قيمة طاقة الرابطة في جزيء الفلور منخفضة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدّي

ارسم مخطط المحتوى الحراري للألفة الإلكترونية الأولى والألفة الإلكترونية الثانية لذرة الأكسجين، فعند رسم المخطط، يحتاج الطلبة أن يأخذوا في الحسبان أن الألفة الإلكترونية الأولى تكون طاردة للحرارة والألفة الإلكترونية الثانية تكون ماصة للحرارة.

الدعم

إذا كان الطلبة غير متمكنين من معادلة ألفة إلكترونية معيّنة، فذكّرهم أن عدد الألفات الإلكترونية يساوي عدد الشحنات السالبة التي يحملها الأنيون الناتج خلال عملية التغير. وقد يجد بعضهم صعوبة في فهم سبب كتابة التغير في المحتوى الحراري لتذير جزيء ثنائي الذرة كما يلي: $X(g) \rightarrow \frac{1}{2}X_2(g)$. اشرح أنه، كما هي الحال مع المعادلات الأخرى لتغيرات المحتوى الحراري، يتم إنتاج مول واحد من الذرات الغازية، ومن هنا تأتي قيمة النصف ($\frac{1}{2}$) على الطرف الأيسر للمعادلة: وتكون قيمته دائماً تساوي نصف قيمة المحتوى الحراري لتكسير الرابطة.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

١. اكتب المعادلات التي تمثل العمليات الآتية:
 - أ. المحتوى الحراري لتذير الكبريت.
 - ب. الألفة الإلكترونية الثانية لذرة الكبريت.
٢. اشرح سبب كون الألفة الإلكترونية الأولى للكبريت طاردة للحرارة بينما تكون الألفة الإلكترونية الثانية ماصة للحرارة.

الإجابات:

١. أ. $S(s) \rightarrow S(g)$ (لاحظ أن ذكر الحالة الفيزيائية هنا يُعدّ أساسياً)
- ب. $S^-(g) + e^- \rightarrow S^{2-}(g)$ (لاحظ أن ذكر الحالة الفيزيائية هنا يُعدّ أساسياً)
٢. في الألفة الإلكترونية الأولى يضاف الإلكترون إلى ذرة متعادلة. في الألفة الإلكترونية الثانية، يضاف الإلكترون إلى أيون سالب وبالتالي يحدث التنافر. لذلك، هنالك حاجة إلى طاقة لكي يقبل الأيون السالب الإلكترون الثاني، وبالتالي يكون هذا التغير ماصاً للحرارة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يحتاج الطلبة إلى تعلم التعريفات لأنها دقيقة، وإذا تمّ تعلمها بشكل صحيح فإنها ستساعدهم دائماً على كتابة المعادلات التي تمثل التغيرات.

عند التعليق على قيمتي ألفة إلكترونية تكون كلتاها سالبتين، ويجب أن يكون الطلبة دقيقين في إجاباتهم بحيث يذكرون أن واحدة محددة منهما تكون أقل أو أكثر طرداً للحرارة من الأخرى، وينبغي ألا يذكروا فقط أن إحداها أكثر أو أقل من الأخرى لأن هذا الأمر يُبقي المفهوم غامضاً.

المهارة الحسابية

يحتاج الطلبة إلى تقييم القيم العددية للألفة الإلكترونية الأولى والألفة الإلكترونية الثانية.

الموضوع ٣-٣ حلقة (دورة) بورن-هابر

الأهداف التعليمية

٦-٣ يرسم حلقة طاقة بسيطة أو حلقة بورن-هابر للمواد الصلبة الأيونية (والتي تقتصر على الكاتيونات +1 و +2، والأنيونات -1 و -2) ويستخدمها.

٧-٣ يجري حسابات تتضمن حلقات الطاقة الواردة في الهدف ٦-٣.

٨-٣ يشرح نوعياً، تأثير نصف القطر الأيوني والشحنة الأيونية على مقدار طاقة الشبكة البلورية والمحتوى الحراري للتميّه.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

خمس حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٣-٢ حلقة (دورة) بورن-هابر - حلقة بورن-هابر كمخطط مستوى طاقة - العوامل المؤثرة في قيمة طاقة الشبكة البلورية الأسئلة من ٤ إلى ٨ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (أ، ب، ج)، ٢ (ب، ج)، ٤، ٥ (ج)	<ul style="list-style-type: none"> وصف حلقة بورن-هابر كحلقة محتوى حراري ومن ثم كمخطط مستوى طاقة الأخذ في الحسبان مكوّنات التغيرات في المحتوى الحراري جميعها المكوّنة لحلقة بورن-هابر استخدام حلقات بورن-هابر لحساب طاقات الشبكة البلورية شرح كيف تؤثر الشحنة الأيونية ونصف القطر الأيوني على قيمة طاقة الشبكة البلورية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ١-٣ حلقات بورن-هابر أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١ (ب، ج، د)، ٢ (ج)	<ul style="list-style-type: none"> وصف طاقة الشبكة البلورية والتغيرات في المحتوى الحراري ذات الصلة رسم حلقة بورن-هابر لكل من بروميد الكالسيوم وكبريتيد الصوديوم واستخدامهما لحساب طاقات الشبكة البلورية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

1. نظرًا إلى أن الألفة الإلكترونية الثانية تكون دائمًا موجبة وعادة ما تكون قيمتها أكبر من الألفة الإلكترونية الأولى التي تمتلك تغيرًا سالبًا في المحتوى الحراري، يتم جمعها في بعض الأحيان معًا. وهذا ما يجعل المخطط أسهل، ولكنه قد يعطي انطباعًا بأن كلا الطاقين (الألفة الإلكترونية الأولى والألفة الإلكترونية الثانية) تمتلكان تغيرات موجبة في المحتوى الحراري.
2. يخلط الطلبة بين حجم الأيون وكثافة الشحنة، معتقدين أن الحجم الأكبر يعني وجود كثافة شحنة أكبر. يمكن تمثيل الشحنة كقطرة من الحبر الملون والتي يجب أن تغطي الأيون بأكمله. فبالنسبة إلى أيون أكبر، يكون اللون (الشحنة) أقل كثافة / أفصح، في حين بالنسبة إلى أيون أصغر، تكون كمية اللون (الشحنة) نفسها داكنة (غامقة) أكثر، أي أكثر كثافة.

أنشطة تمهيدية

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

١ فكرة أ (٥ دقائق)

أعط الطلبة درجات الانصهار لبعض المواد الصلبة الأيونية:

أكسيد المغنيسيوم (MgO): 2852°C

كلوريد الكالسيوم (CaCl_2): 772°C

أكسيد التيتانيوم (IV) (TiO_2): 1843°C

كلوريد الكوبالت (II) (CoCl_2): 735°C

< فكرة للتقويم: كلف الطلبة أن يشرحوا سبب صعوبة صهر المواد الصلبة الأيونية وأن يشرحوا أيضًا سبب كون أكسيد المغنيسيوم مادة جيدة لاستخدامها في تبطين الأفران.

٢ فكرة ب (٥ دقائق)

أخبر الطلبة أن درجة انصهار أكسيد المغنيسيوم (MgO) تبلغ 2852°C وأن درجة انصهار كلوريد الصوديوم (NaCl) تبلغ 801°C . يناقش الطلبة السبب الذي يجعل درجة انصهار أكسيد المغنيسيوم أكبر من درجة انصهار كلوريد الصوديوم. ما العوامل التي يعتقدون أنها تحدد الفرق؟

الأنشطة الرئيسية

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

١ حلقة بورن هابر- حلقة طاقة بسيطة (٤٠ دقيقة)

- اشرح أنه يُعدّ من المستحيل إنتاج أيونات غازية سالبة وأيونات غازية موجبة بشكل معزول بعضها عن بعض، ومن ثم جمعها معًا لتكوين شبكة أيونية. لذلك لا يمكن الحصول على طاقات الشبكات البلورية بشكل مباشر، وإنما يتم حساب طاقات الشبكات البلورية باستخدام حلقات طاقة بسيطة (حلقات هس) وأحد أنواع هذه الحلقات يسمى حلقة بورن-هابر.
- يعطي الشكل (٣-١) الوارد في كتاب الطالب حلقة مبسطة لتوضيح التغيرات في المحتوى الحراري والمتضمنة في حساب طاقة الشبكة البلورية، ويمكن استخدام هذا المخطط المبسط كدليل عام على بناء حلقة بورن-هابر، ويُعدّ الشكل (٣-٢) الوارد في كتاب الطالب نسخة أكثر تفصيلاً.

- اشرح خطوات إنشاء حلقة بورن-هابر. لقد درس الطلبة سابقاً طاقات التأيّن، ولكن قد تكون هناك حاجة إلى بعض التحفيز من أجل كتابة المعادلات ذات الصلة، فأكد أنه من أجل حفظ عدد التغيرات التي تمّت كتابتها، فقد اصطلح على أن التغيرات الخاصة بالفلز تتم أولاً، ثم تليها التغيرات الخاصة باللافلزات. يشير الشكل (٣-٢) الوارد في كتاب الطالب إلى فلوريد الليثيوم (LiF) الذي يُعدّ مثالاً بسيطاً، وقد تمّ تقديمه كحلقة محتوى حراري. ويجب أن تشرح للطلبة أن حلقة بورن-هابر هي حلقة هس يتم تطبيقها على المواد الأيونية، إذ يفضل الطلبة عادةً التغيرات الموضحة في مخطط مستوى طاقة كما في الشكل (٣-٣) الوارد في كتاب الطالب لأنه يُوضح التغيرات الطاردة للحرارة، حيث يتجه السهم نحو الأسفل (إذ إن التغيرات في المحتوى الحراري تكون سالبة) والتغيرات الماصة للحرارة حيث يتجه السهم نحو الأعلى (إذ إن التغيرات في المحتوى الحراري تكون موجبة).
 - تُعدّ حلقة بورن-هابر نوعاً خاصاً من حلقات هس (حلقة محتوى حراري) وينبغي اتباع قانون هس في هذه الحلقة كما هي الحال في أي حلقة محتوى حراري أخرى. في هذه الحلقة، تلتقي الأسهم جميعها عند المادة الصلبة الأيونية، فيترتب على ذلك أن التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين المادة الصلبة الأيونية يساوي مجموع التغيرات الأخرى في المحتوى الحراري (بما في ذلك طاقة الشبكة البلورية).
 - راجع أيضاً الشكل (٣-٤) حول كلوريد الماغنيسيوم (MgCl₂) الوارد في كتاب الطالب.
- ✎ **فكرة للتقويم:** يجب الطلبة عن السؤال ٤ (أ) الوارد في كتاب الطالب.

٢ حساب طاقات الشبكة البلورية باستخدام حلقة بورن-هابر (٣٠ دقيقة)

- يعمل الطلبة ضمن مجموعات.
- يجب الطلبة عن السؤال ٤ (ب) الوارد في كتاب الطالب، فيرسمون حلقة بورن-هابر ويتأكدون من أن التغيرات متناسبة مع نوع التغير في المحتوى الحراري الذي يحدث. فعلى سبيل المثال، بالنسبة إلى طاقات التأيّن دائماً ما تكون الأسهم متجهة إلى أعلى لأنها تُعدّ تغيرات ماصة للحرارة، وتحتاج إلى طاقة حرارية كي تحدث. وعادةً ما تكون الألفة الإلكترونية الأولى تغيراً طارداً للحرارة، وبالتالي يتم تمثيلها بسهم متجه نحو الأسفل على حلقة بورن هابر.
- زوّد الطلبة بمخطط مستوى طاقة غير مكتمل لبروميدي البوتاسيوم (KBr) (انظر الشكل ٣-١) أدناه.
- كلّف الطلبة أن يكتبوا في المستطيلات ما يتم إنتاجه وأن يربطوا المستطيلات بأسهم معنونة وفق التغيرات المعنية. لقد تمّ إعطاؤهم المربع الأول؛ وعليهم إكمال باقي المستطيلات.

$K(s) + \frac{1}{2} Br_2(l)$	

الشكل ٣-١

- يجب الطلبة عن السؤال ٦ من كتاب الطالب.

ما الذي يحدد قيمة طاقة الشبكة البلورية؟ (١٥ دقيقة)

بعد النشاط التمهيدي، على الأرجح أن يكون الطلبة قد أدركوا أن شحنة وحجم كل من الكاتيون والأنيون يؤديان دوراً مهماً في تحديد قوة الرابطة الأيونية وبالتالي قيمة طاقة الشبكة البلورية. يستخدم الطلبة الشكلين (٦-٣ و ٧-٣) الواردين في كتاب الطالب لاستنتاج العلاقة بين نصف القطر الأيوني وطاقة الشبكة البلورية.

بعد توزيعهم ضمن مجموعات، يجب الطلبة عن السؤال رقم ٨ الوارد في كتاب الطالب، والذي يطلب تقديم اقتراحات، ولكن يجب عليك تشجيعهم على تقديم إجابات أكثر تفصيلاً تتضمن مصطلحات مثل الشحنة وكثافة الشحنة وتجاذب أقوى.

الإجابات:

١. أكسيد الباريوم (BaO) بسبب الشحنات الأكبر على أيون الباريوم وأيون الأكسيد، وبالتالي تكون كثافة الشحنة أكبر على كل أيون، ما يعني روابط أيونية أقوى وطاقة شبكة بلورية أكبر.
٢. الإجابة هي يوديد الماغنيسيوم (MgI₂). الأنيون مشترك لكلا المركبين، لكن الماغنيسيوم يمتلك نصف قطر أيوني أصغر من السترونشيوم، ما يعني أنه يمتلك كثافة شحنة أكبر وقوة جذب أكبر لأيون اليوديد.
٣. يمتلك أكسيد الكالسيوم (CaO) طاقة شبكة بلورية أكبر بسبب الشحنات الأكبر على أيوني أكسيد الكالسيوم وبالتالي كثافة شحنة أكبر على كل أيون وهكذا.

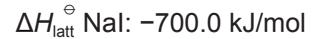
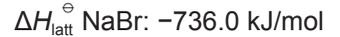
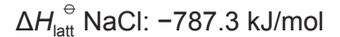
عند الإجابة عن هذا النوع من الأسئلة، يجب على الطلبة البحث عن أي أيونات مشتركة لكل من المركبين والشحنات الموجودة على هذه الأيونات.

فكرة للتقويم: يمكن للطلبة الإجابة عن أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان (ج) ١ و (ج) ٢.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

اكتب الخطوات الرئيسية في حلقة بورن-هابر لتتريد الماغنيسيوم (Mg₃N₂).
يشرح الطلبة نمط التدرج في قيم طاقة الشبكة البلورية لهاليدات الصوديوم.



الدعم

تم إعطاء خطوات إنشاء حلقة بورن-هابر في نشاط (٣-١) الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، ولمساعدة الطلبة، يمكنك عرض ذلك على الشاشة الأمامية أو توفيره لهم كورقة منفصلة بحيث يمكنهم اتباع الخطوات بسهولة. أخبر الطلبة عن نمط التدرج في حجم أيونات الهاليد، بحيث يمكنهم شرح نمط التدرج في طاقات الشبكة البلورية لهاليدات الصوديوم، كما هي الحال في جزء التوسع والتحدي.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

قد تعتمد إلى إعطاء إجابات الأسئلة في هذا الدرس إلى الصف ككل أو توزيعها على ورقة، فتعمل المجموعات بعد ذلك على تقويم عملهم وإبلاغك بالدرجات التي حصلوا عليها. يمكن القيام بذلك أمام الجميع أو بتسليم عملهم عند نهاية الدرس.

تجيب المجموعات عن السؤال المفصلي ٧ الوارد في كتاب الطالب حول طاقة الشبكة البلورية لأكسيد الصوديوم (Na_2O). وكما هي الحال مع الأسئلة المفصلية الأخرى، يجب على الطلبة أيضاً التفكير في ما يجعل الإجابات غير الصحيحة خاطئة (راجع الجدول ١-٣) أدناه.

الإجابة	التعليق
أ	إجابة غير صحيحة. لم يأخذ الطالب في الحسبان وجود موليّن من الصوديوم لكل مول من أكسيد الصوديوم.
ب	إجابة غير صحيحة. قام الطالب بمضاعفة الألفة الإلكترونية الأولى للأكسجين مرتين بدلاً من إضافة الألفة الإلكترونية الأولى إلى الألفة الإلكترونية الثانية.
ج	إجابة غير صحيحة. لقد نسي الطالب تذير جزيء الأكسجين.
د	إجابة صحيحة.

الجدول ١-٣

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يجب على الطلبة ترجمة التعريفات إلى معادلات وبالعكس أيضاً، إذ يوجد عدد كبير من المصطلحات المستخدمة في هذا المفهوم، بعضها مثل طاقة التأيّن وطاقة التذير، استخدمها الطلبة من قبل ولكنهم سيحتاجون إلى تذكر التعريفات وكيفية ترجمتها إلى معادلات؛ أمّا المصطلحات الأخرى التي سيتعرفون عليها فهي حلقة طاقة بسيطة وحلقة بورن هابر والألفة الإلكترونية وطاقة الشبكة البلورية.

المهارة الحسابية

عند حساب طاقة الشبكة البلورية أو أي قيمة أخرى في حلقة بورن-هابر، يجب أن يكون الطلبة على دراية بكيفية التعامل مع القيم الموجبة والسالبة واستخدام قواعد الجبر.

الموضوع ٣-٤ التغيرات في المحتوى الحراري للمحاليل

الأهداف التعليمية

- ٣-٩ يعرف المصطلحين الآتيين ويستخدمهما:
- (أ) التغير في المحتوى الحراري للتمييه ΔH_{hyd} .
- (ب) التغير في المحتوى الحراري للذوبان ΔH_{sol} .
- ٣-١٠ يرسم حلقة طاقة بسيطة أو حلقة بورن-هابر تتضمن تغيراً في المحتوى الحراري للذوبان وطاقة شبكة بلورية وتغيراً في المحتوى الحراري للتمييه، ويستخدمها.
- ٣-١١ يجري حسابات تتضمن حلقات الطاقة الواردة في الهدف ٣-١٠.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

خمس حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٣-٤ التغيرات في المحتوى الحراري للمحاليل - التغير في المحتوى الحراري القياسي للذوبان ($\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus}$) مهارات عملية ٣-١ استراتيجيات قياس التغيرات في الحرارة - التغير في المحتوى الحراري للتمييه ($\Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus}$) - حساب التغيرات في المحتوى الحراري للمحاليل الأسئلة من ٩ إلى ١٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤالان ٣، ٥	<ul style="list-style-type: none"> تعريف التغير في المحتوى الحراري للذوبان مثال على تحديد التغير في المحتوى الحراري للذوبان بوساطة مسعر حراري تعريف التغير في المحتوى الحراري للتمييه الروابط أيون-ثنائي القطب الدائم ومخططات تمييه كاتيونات وأنيونات معادلات التمييه التعرف على التغيرات في المحتوى الحراري للذوبان والتغيرات في المحتوى الحراري للتمييه والتمييز بينها استخدام حلقة طاقة بسيطة لحساب التغير في المحتوى الحراري للذوبان استخدام حلقة بورن هابر لتحديد التغير في المحتوى الحراري للذوبان شرح التدرج في الذوبانية في ضوء التغيرات في طاقة الشبكة البلورية وطاقة التمييه عند الانتقال من أعلى إلى أسفل في المجموعة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٣-٢ التغير في المحتوى الحراري للمحاليل استقصاء عملي ٣-١ التغير في المحتوى الحراري لذوبان الكلوريدات أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٢	<ul style="list-style-type: none"> رسم حلقات طاقة بسيطة وحلقات بورن هابر لحساب التغير في المحتوى الحراري للذوبان

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

ينبغي عدم الخلط بين قوى أيون-ثنائي القطب الدائم وقوى ثنائي القطب الدائم-ثنائي القطب الدائم. إذ تكون قوى أيون-ثنائي القطب أقوى حيث تتم مقارنة قوى التجاذب بين شحنة "كاملة" وشحنة "جزئية" في الروابط أيون-ثنائي القطب الدائم، مع قوى التجاذب بين شحنتين "جزئيتين" لقوى ثنائي القطب الدائم-ثنائي القطب الدائم.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

١ فكرة أ (١٥ دقيقة)

- أعط الطلبة مجموعة من المواد إضافة إلى الماء، ثم كلفهم مقارنة ذوبانيتها في الماء.
- قدّم للطلبة أربع مواد - كبريتات الماغنيسيوم ($MgSO_4$) وكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) وكلوريد الصوديوم $NaCl$ وكبريتات الباريوم ($BaSO_4$) (أو بعض المواد الصلبة الأيونية الأخرى غير الذائبة في الماء).
- أضف كلاً من هذه المواد إلى الماء في أنبوبة اختبار.

كفكرة للتقويم:

- يكتب الطلبة ملاحظاتهم ثم يشرحون السبب الذي يجعل هذه المواد الأربع إما ذائبة أو غير ذائبة.
- يذوب كلوريد الصوديوم وكبريتات الماغنيسيوم في الماء بشكل جيد بينما لا تذوب كبريتات الباريوم وكربونات الكالسيوم فيه. ربما سيتمكن الطلبة من شرح هاتين الملاحظتين، وسوف يضمن بعضهم عبارات حول تفاعلات تحدث وتكون مؤاتية من حيث الطاقة.

الأنشطة الرئيسية

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

١ التغير في المحتوى الحراري للذوبان والتغير في المحتوى الحراري للتميه (٣٥ دقيقة)

- عرّف التغير في المحتوى الحراري للذوبان والتغير في المحتوى الحراري للتميه، ثم اكتب بعض المعادلات التي توضح كلا العمليتين، وناقش كيف تتناسب هذه المعادلات مع التعريفات.
- اشرح أن التغيرات في المحتوى الحراري للذوبان يمكن أن تكون ماصة للحرارة أو طاردة للحرارة، ولكن التغيرات في المحتوى الحراري للتميه تكون دائماً طاردة للحرارة. ومن المرجح أيضاً أن تذوب المواد الصلبة في الماء إذا كانت تمتلك إما قيمة سالبة للتغير في المحتوى الحراري للذوبان أو قيمة موجبة صغيرة (أقل من $+50 \text{ kJ/mol}$).

كفكرة للتقويم ١:

- يجب الطلبة عن السؤال ١١ الوارد في كتاب الطالب.
- يرسم الطلبة تميه الأيونات والكاتيونات بوساطة جزيئات الماء ويشرحون أن الأيونات تكون روابط أيون-ثنائي قطب دائم مع جزيئات الماء.
- اشرح أن التغير في المحتوى الحراري للتميه سيكون أكبر كلما ازدادت كثافة الشحنة على الأيون. فعلى سبيل المثال، كما هو موضح في الموضوع ٣-٤ "التغير في المحتوى الحراري للتميه" الوارد في كتاب الطالب، يكون التغير في المحتوى الحراري للتميه طارداً أكثر للحرارة بالنسبة إلى أيونات الليثيوم بالمقارنة مع أيونات الصوديوم نظراً إلى أن نصف القطر الأيوني لأيون الليثيوم أصغر، وبالتالي تكون كثافة الشحنة عليه أكبر مقارنة بالصوديوم. وبشكل مماثل،

إذا كانت الأيونات تمتلك أنصاف أقطار أيونية متشابهة، فإن الأيونات ذات الشحنة الأكبر ستمتلك كثافة شحنة أكبر، وبالتالي يكون التغير في المحتوى الحراري للتميه أكبر.

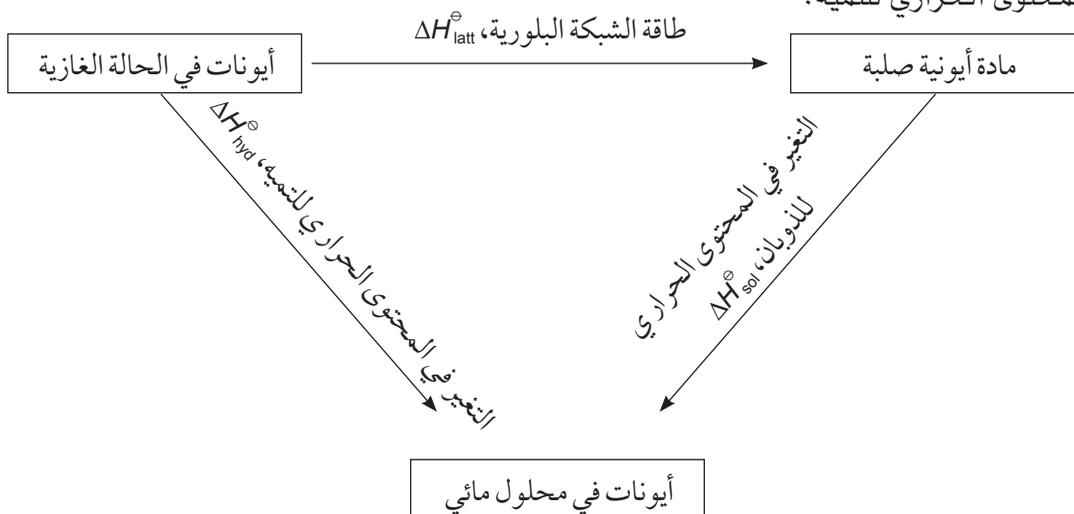
- يمكنك توضيح ذلك من خلال النظر إلى مواد صلبة مثل كلوريد الماغنيسيوم ($MgCl_2$) وكلوريد الليثيوم ($LiCl$) ومقارنتهما بكلوريد الباريوم ($BaCl_2$) وكلوريد البوتاسيوم (KCl)، حيث يمتلك الكلوريدان الأولان كاتيونات ذات كثافة شحنة كبيرة نسبياً، وغالباً ما تكون هاتان المادتان الصلبتان رطبتين وتحتويان في تركيبهما على الكثير من ماء التميّه، بينما يكون كلوريد الباريوم وكلوريد البوتاسيوم منزوعَي الماء نسبياً.

﴿ فكرة للتقويم ٢: يجب الطلبة عن السؤالين ٩ و ١٠ الواردين في كتاب الطالب.

يناقش الطلبة إجابات كلا مجموعتي الأسئلة ويقومون أنفسهم.

٢ لماذا تذوب بعض المواد الصلبة الأيونية في الماء؟ (٣٠ دقيقة)

- اشرح أنه لكي تذوب المادة الصلبة الأيونية في الماء، يجب التغلب على قوى التجاذب بين الأيونات، إذ تتوافر الطاقة اللازمة لهذا الموضوع عن طريق التغير في المحتوى الحراري لتميّه الأيونات بواسطة جزيئات الماء.
- عندما تذوب مادة صلبة في الماء، فهذا يعني أن الطاقة المنطلقة خلال تكوين الروابط أيون-ثنائي قطب دائم تكون كافية لتعويض الطاقة اللازمة لفصل الأيونات المترابطة فيما بينها في الشبكة البلورية.
- اشرح للطلبة حلقة المحتوى الحراري التي تربط طاقة الشبكة البلورية والتغير في المحتوى الحراري للذوبان والتغير في المحتوى الحراري للتميّه.



الشكل ٢-٣

باستخدام الشكل (٢-٣) وقانون هس نحصل على ما يلي: $\Delta H_{\text{hyd}}^{\circ} = \Delta H_{\text{latt}}^{\circ} + \Delta H_{\text{sol}}^{\circ}$.

﴿ فكرة للتقويم:

- وُزِع الطلبة ضمن مجموعات لمناقشة كيف يمكنهم رسم (١) مخطط مستوى طاقة لتغير في المحتوى الحراري للذوبان يكون ماصاً للحرارة، (٢) مخطط مستوى طاقة لتغير في المحتوى الحراري للذوبان يكون طارداً للحرارة. ثم يقومون بعد ذلك برسم هذين المخططين.
- عند انتهاء الوقت المخصص، يناقش الطلبة جميعهم هذين المخططين لمستوى الطاقة، ويمكن لكل مجموعة التعليق على محاولاتهم الخاصة، وفي حال أعطى الطلبة مخططاً خاطئاً، فعليهم شرح سبب الخطأ ومن ثم تصحيحه.
- يجب الطلبة عن السؤال ١٢ الوارد في كتاب الطالب.

٣ استقصاء عملي ٣-١: التغير في المحتوى الحراري لذوبان الكلوريدات

- وزّع الطلبة ضمن ثنائيات عملية.
- تمّ وصف الطريقة في كتاب التجارب العملية والأنشطة، بحيث يقوم الطلبة بإذابة كمّيات متساوية (بوحدّة المول) من كلوريد الليثيوم (LiCl) وكلوريد الصوديوم (NaCl) وكلوريد البوتاسيوم (KCl) وكلوريد المغنيسيوم (MgCl₂) وكلوريد الكالسيوم (CaCl₂) في حجّوم متساوية من الماء. ثمّ يسجلون درجات الحرارة لكل محلول في مدد زمنية منتظمة، ويرسمون تمثيلات بيانية لتناجهم لتحديد درجة الحرارة القصوى الصحيحة التي تمّ الوصول إليها في كل محلول. يمكن للطلبة الرجوع إلى صندوق المهارات العملية ٣-١ الوارد في كتاب الطالب للتعرف على كيفية استخدام التمثيل البياني لتحديد درجة حرارة صحيحة، ثمّ يحسبون التغير في المحتوى الحراري للذوبان لكل مادة.

﴿ فكرة للتقويم: يحدد الطلبة الأخطاء المرتبطة بهذه الطريقة العملية ويشرحون السبب الذي يؤدي إلى عدم الدقة في نتائجهم. ﴾

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتّحدي

خلال تحديد التغير في المحتوى الحراري للذوبان، يكون هنالك العديد من الأخطاء المنهجية التي قد تنتج من قياسات درجة الحرارة وحجم الماء وكتلة المذاب. ما النسبة المئوية للخطأ بسبب هذه القياسات؟ يمكن للطلبة الرجوع إلى النشاط حول الأخطاء التجريبية الوارد في الصف الحادي عشر.

الدعم

يمكن استخدام مجموعات النماذج لبناء نماذج لشبكة أيونية ولجزيئات الماء، ولتوضيح عمليتي الذوبان والتميه.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- وزّع الطلبة ضمن مجموعات.
- كلفهم بإنشاء سؤال بأسلوب أسئلة نهاية الوحدة. يجب أن يتضمن هذا السؤال المفاهيم التي تمّت دراستها في هذه الوحدة. قد يحتاجون إلى بيانات لمساعدتهم في إنشاء الأسئلة، ويكون ذلك متوافراً عبر الشبكة الدولية للاتصالات (الإنترنت) عن طريق البحث عن بيانات محددة، مثل المحتوى الحراري لتميه الأيونات الموجبة. سوف يحتاجون إلى بيانات حول طاقات الشبكة البلورية، المحتوى الحراري للتميه ونصف القطر الأيوني.
- يجب عليهم أيضاً تقديم مخطط توزيع درجات لهذا السؤال. وعند انتهاء الوقت المخصص، تقدم المجموعات أسئلتها إلى المجموعات الأخرى، كما يمكن تقديم بعض المعايير "للطلبة" لمساعدتهم في عملية تقويم جودة الأسئلة، على سبيل المثال: هل كانت الأسئلة واضحة؟ وهل كانت ذات صلة؟ هل يطابق مخطط توزيع الدرجات السؤال؟ وهل كان واضحاً؟

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

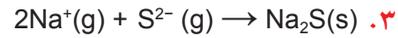
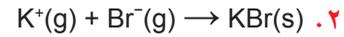
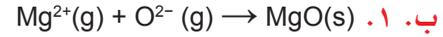
تحتاج عملية شرح ذوبان المواد الصلبة الأيونية تنظيمًا للأفكار وتقدمًا منطقيًا في صياغة التعابير.

المهارة الحسابية

في الحسابات يتعامل الطلبة مع كمّيات موجبة وسالبة ويتبعون قواعد الجبر.

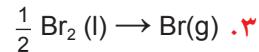
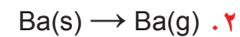
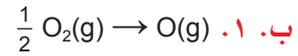
إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. درجة الحرارة في الظروف القياسية = 298 K
الضغط في الظروف القياسية = 101 kPa
أو 1.01×10^5 Pa



٢. أ. طاقة الرابطة للكلور هي التغير في المحتوى الحراري لكسر مول واحد من جزيئات الكلور وفق المعادلة الآتية: $Cl_2(g) \rightarrow 2Cl(g)$ ، أما التغير في المحتوى الحراري لتذيرير الكلور فهو الطاقة اللازمة لتكوين مول واحد من ذرات الكلور الغازية وفق المعادلة الآتية: $\frac{1}{2}Cl_2(g) \rightarrow Cl(g)$ لذلك فإن التغير في المحتوى الحراري للتذيرير يكون نصف قيمة طاقة الرابطة.

$$\frac{+244}{2} = +122 \text{ kJ/mol}$$



ج. 0 kJ/mol

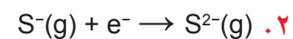
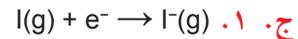
- لأن الهيليوم يوجد في الطبيعة كذرات غازية أحادية منفردة، لذلك لا تتضمن هذه العملية أي تغيير: $He(g) \rightarrow He(g)$

٣. أ. لأنه يجب توفير طاقة للتغلب على قوى التنافر بين الإلكترونات السالبة والمضافة والأيون السالب.

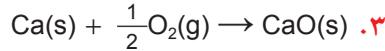
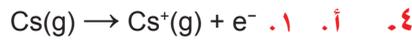
ب. $EA_1 + EA_2$

$= (-200) + (+640)$

$= +440 \text{ kJ/mol}$



- د. عند الانتقال في هذه المجموعة من الأعلى إلى الأسفل (من S إلى Te)، يزداد عدد مستويات الطاقة فتكون الإلكترونات الخارجية أبعد عن النواة وبالتالي تضعف قوى التجاذب بين الإلكترونات المضافة والنواة. وبالإضافة إلى ذلك، يصبح تأثير الحجب أقوى مع ازدياد عدد مستويات الطاقة الإلكترونية، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل قوى التجاذب بين الشحنة النووية والإلكترونات المضافة، فتقل قيمة الألفة الإلكترونية من S إلى Te.



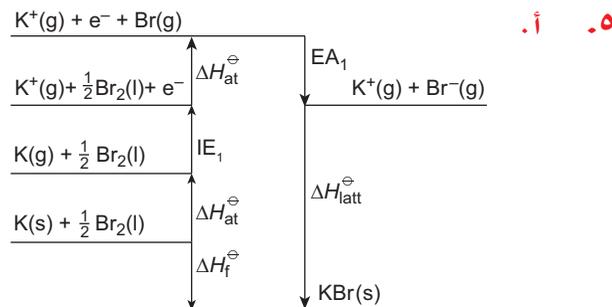
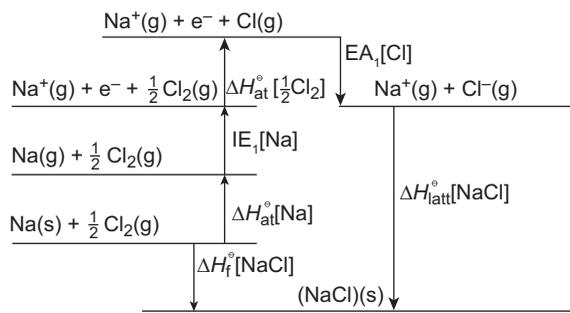
ب. $\Delta H_{latt}^\ominus =$

$$\Delta H_f^\ominus - \{\Delta H_{at}^\ominus [Na(s)] + IE_1[Na(g)] + \Delta H_{at}^\ominus [\frac{1}{2} Cl_2(g)] + EA_1[Cl(g)]\}$$

$$\Delta H_{latt}^\ominus = (-411) - \{(+107) + (+496) + (+122) + (-348)\}$$

$$\Delta H_{latt}^\ominus = (-411) - (+377) = -788 \text{ kJ/mol}$$

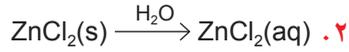
- كما يمكن الاستفادة من حلقة بورن هابر لتوضيح الإجابة وإثرائها.



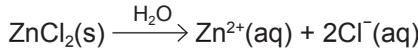
تصبح طاقة الشبكة البلورية أكثر طرداً للحرارة عندما تكون الأيونات أصغر حجماً، لذلك $\text{LiF} > \text{RbCl}$



أو



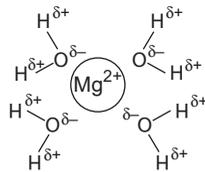
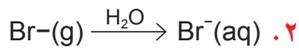
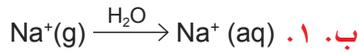
أو



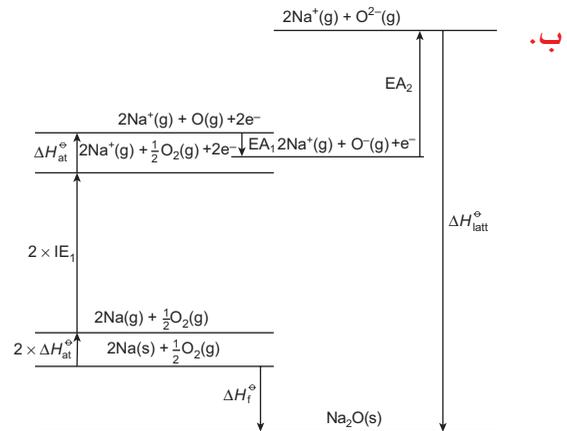
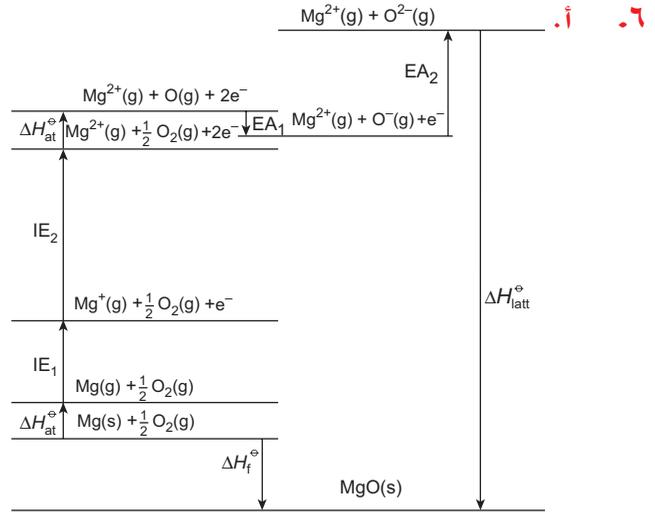
ب. يعد كل من كلوريد الصوديوم وبرومييد الصوديوم قابلين للذوبان في الماء لأنهما يمتلكان قيم $\Delta H_{\text{sol}}^\ominus$ سالبة أو موجبة قليلاً أي أقل من $(+50 \text{ kJ/mol})$ ويعد كل من كلوريد الفضة وبرومييد الفضة غير قابلين للذوبان في الماء لأنهما يمتلكان قيم $\Delta H_{\text{sol}}^\ominus$ موجبة ومرتفعة أكبر من $(+50 \text{ kJ/mol})$.

تشير البيانات إلى أن بروميد الفضة أقل ذوبانية من كلوريد الفضة لأن قيمة $\Delta H_{\text{sol}}^\ominus$ له ماصة أكثر للحرارة، كما تشير إلى أن كلوريد الصوديوم أقل ذوبانية من بروميد الصوديوم لأن قيمة $\Delta H_{\text{sol}}^\ominus$ له موجبة قليلاً (أقل من $+50 \text{ kJ/mol}$)، في حين أن قيمة $\Delta H_{\text{sol}}^\ominus$ لبرومييد الفضة سالبة.

١٠. أ. بسبب تكوّن روابط أيون-ثنائي قطب دائم بين الأيونات الغازية وجزيئات الماء ممّا يؤدي إلى انطلاق كمية من الحرارة.



- ب. ١. التغير في المحتوى الحراري لتذيرير اليود.
٢. الألفة الإلكترونية الأولى للنيتروجين.
٣. التغير في المحتوى الحراري لتكوين كلوريد السترونشيوم.
٤. طاقة الشبكة البلورية لكلوريد الكاديوم.



٧. د

٨. أ. ١. BaO

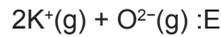
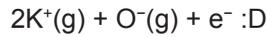
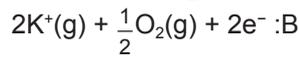
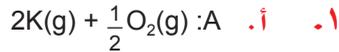
٢. MgI₂

٣. CaO

ب. $\text{RbCl} < \text{LiF} < \text{MgO}$

تكون طاقة الشبكة البلورية أكثر طرداً للحرارة عندما تصبح الشحنة التي يحملها الأيون أكبر، لذلك $\text{LiF} > \text{RbCl}$ و MgO .

إجابات أسئلة نهاية الوحدة



ب. $\Delta H_{latt}^\ominus =$

$$\Delta H_f^\ominus - \left\{ 2\Delta H_{at}^\ominus [K] + 2IE_1[K] + \Delta H_{at}^\ominus \left[\frac{1}{2}O_2 \right] + EA_1[O] + EA_2[O] \right\}$$

$\Delta H_{latt}^\ominus =$

$$(-361) - \{ 2 \times (+89) + 2 \times (+418) + (+249) + (-141) + (+798) \}$$

$\Delta H_{latt}^\ominus = (-361) - (+1920)$

$= -2281 \text{ kJ/mol}$

ج. تكون طاقة الشبكة البلورية لأكسيد الصوديوم أكثر طرداً للحرارة؛

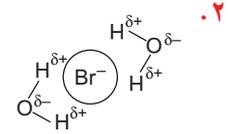
يمتلك أيون الصوديوم حجماً أصغر وتكون كثافة الشحنة عليه أكبر مقارنةً بأيون البوتاسيوم؛

يمتلك أيون الأكسيد حجماً أصغر وتكون كثافة الشحنة عليه أكبر مقارنةً بأيون الكبريتيد؛

تكون طاقة الشبكة البلورية أكثر طرداً للحرارة كلما كان الأيون أصغر أو كلما كانت كثافة الشحنة أكبر على الأيونات.

د. لضم شحنتين سالبتين معاً في مستوى طاقة يلزم إضافة (امتصاص) طاقة للتغلب على التنافر بين الإلكترون وأيون O^- .

2. أ. الطاقة اللازمة / التغير في المحتوى الحراري اللازم لتكوين مول واحد من الذرات الغازية من عنصر ما في حالته القياسية.



د. يمتلك أيون المغنيسيوم الشحنة $2+$ في حين يمتلك أيون البوتاسيوم الشحنة $1+$. يمتلك أيون المغنيسيوم أيضاً نصف قطر أصغر من أيون البوتاسيوم. لذلك فإن أيون المغنيسيوم يمتلك كثافة شحنة أكبر من أيون البوتاسيوم. وكلما ازدادت كثافة الشحنة، تزداد قوة التجاذب بين الأيون وجزيئات الماء القطبية وبالتالي تزداد قيمة ΔH_{hyd}^\ominus .

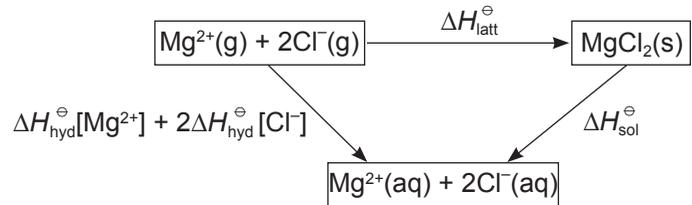
11. أ. التغير في المحتوى الحراري لذوبان KBr

ب. التغير في المحتوى الحراري لتمييه K^+

ج. طاقة الشبكة البلورية لـ KBr

د. التغير في المحتوى الحراري لتمييه Br^-

12. أ.



ب. $\Delta H_{latt}^\ominus + \Delta H_{sol}^\ominus = \Delta H_{hyd}^\ominus [Mg^{2+}] + 2\Delta H_{hyd}^\ominus [Cl^-]$

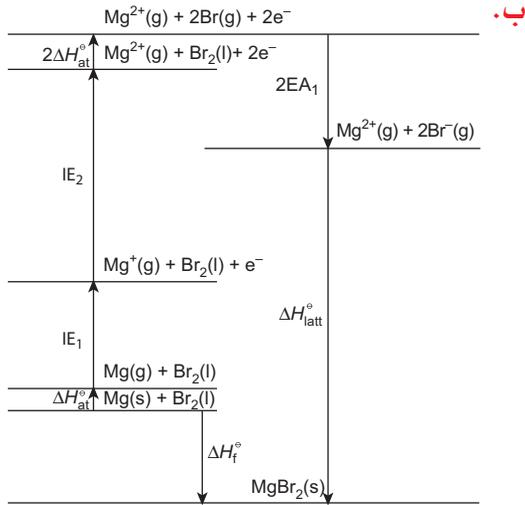
$$\Delta H_{hyd}^\ominus [Mg^{2+}] = \Delta H_{latt}^\ominus + \Delta H_{sol}^\ominus - 2\Delta H_{hyd}^\ominus [Cl^-]$$

$$\Delta H_{hyd}^\ominus [Mg^{2+}] = (-2523) + (-155) - 2 \times (-364)$$

$$= -2523 + 573$$

$$\Delta H_{hyd}^\ominus [Mg^{2+}] = -1950 \text{ kJ/mol}$$

٤. أ. الطاقة المنطلقة عندما يتكوّن مول واحد من مركب أيوني صلب من أيوناته الغازية في الظروف القياسية.



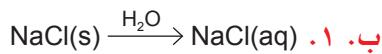
$$\Delta H_{\text{latt}}^{\ominus} = \Delta H_f^{\ominus} - \left\{ \begin{array}{l} \Delta H_{\text{at}}^{\ominus} [\text{Mg}] + \text{IE}_1 [\text{Mg}] \\ + \text{IE}_2 [\text{Mg}] + 2\Delta H_{\text{at}}^{\ominus} \\ \left[\frac{1}{2} \text{Br}_2 + 2\text{EA}_1 [\text{Br}] \right] \end{array} \right\}$$

$$\Delta H_{\text{latt}}^{\ominus} = (-524) - \{ (+150) + (+736) + (+1450) + 2 \times (+112) + 2 \times (-325) \}$$

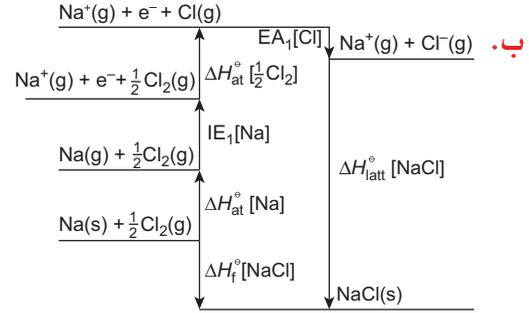
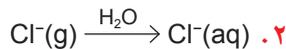
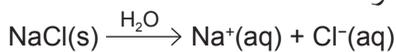
$$\Delta H_{\text{latt}}^{\ominus} = (-524) - (+1910) = -2434 \text{ kJ/mol}$$

٥. أ. ١. التغير في المحتوى الحراري للذوبان هو الطاقة الممتصة أو المنطلقة عند إذابة مول واحد من مركب أيوني صلب في كمية كافية من الماء لتكوين محلول مخفف جداً.

٢. التغير في المحتوى الحراري للتميّه هو التغير في المحتوى عند إذابة مول واحد من أيون غازي معيّن في كمية كافية من الماء لتكوين محلول مخفف جداً.



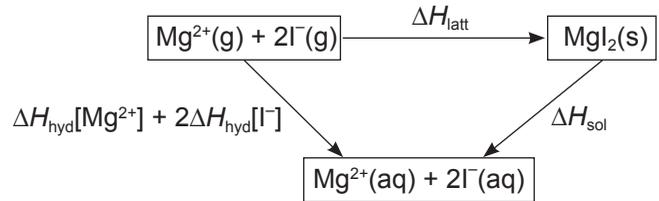
أو:



ج. يمتلك أيون الصوديوم كثافة شحنة أقل ونصف قطر أيوني أكبر من أيون الليثيوم؛

تكون طاقة الشبكة البلورية أكثر طرداً للحرارة كلما كان الأيون أصغر أو كلما ازدادت كثافة الشحنة على الأيون.

٣. أ.

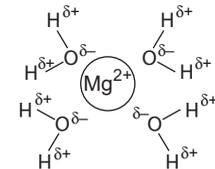


ب. التغير في المحتوى الحراري لمول واحد من الأيونات الغازية عندما تذوب تماماً في كمية كافية من الماء لتكوين محلول مخفف جداً.

ج. $\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus} = \Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus} [\text{Mg}^{2+}] + 2 \times \Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus} [\text{I}^-] - \Delta H_{\text{latt}}^{\ominus}$

$\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus} = (-1920) + 2 \times (-314) - (-2327)$

$\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus} = -221 \text{ kJ/mol}$



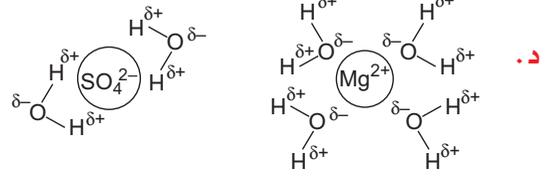
هـ. لأن كثافة الشحنة أكبر على أيون الماغنيسيوم؛ وبالتالي قوى تجاذب أكبر بين الأيونات وتشائيات الأقطاب على جزيئات الماء.

ج. A: طاقة الشبكة البلورية أو المحتوى الحراري للشبكة

$$\Delta H_{\text{latt}}^{\ominus}$$

B: التغير في المحتوى الحراري للتميه $\Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus}$ لأيونات الصوديوم والكلوريد.

C: التغير في المحتوى الحراري للذوبان $\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus}$

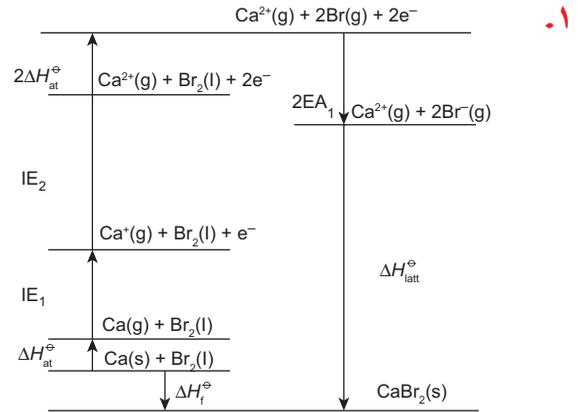


إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

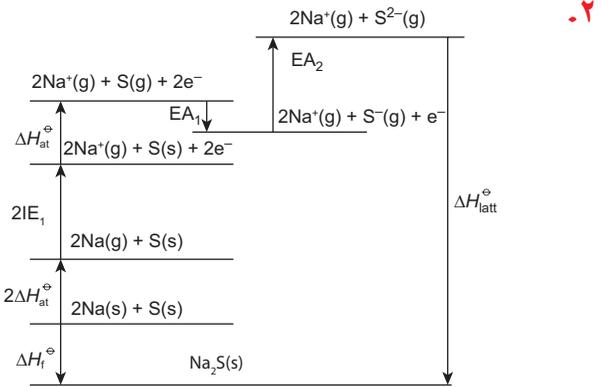
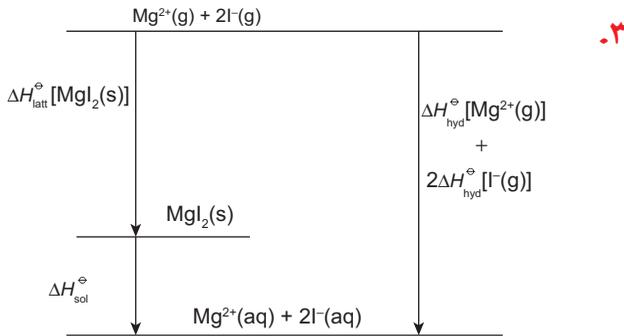
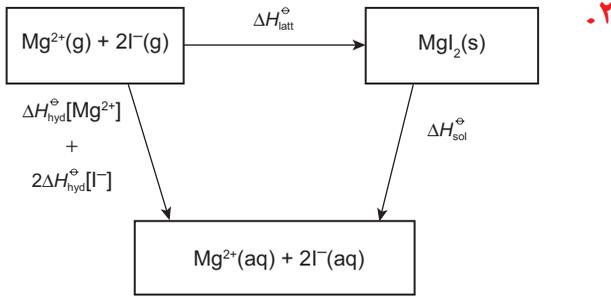
نشاط ١-٣

مع ازدياد حجم الأنيون من الأكسيد (O^{2-}) إلى الكبريتيد (S^{2-})، تقل طاقة الشبكة البلورية (تصبح أقل طردًا للحرارة).



نشاط ٢-٣

١. الممتصة، واحد، مركب أيوني، مخفف، مول، غازي، مخفف.



٣.

$$\Delta H_{\text{lat}}^{\ominus} + \Delta H_{\text{x}}^{\ominus} = \Delta H_{\text{f}}^{\ominus}$$

$$\Delta H_{\text{lat}}^{\ominus} = \Delta H_{\text{f}}^{\ominus} - \Delta H_{\text{x}}^{\ominus}$$

$$\Delta H_{\text{x}}^{\ominus} = 2\Delta H_{\text{at}}^{\ominus}[\text{Na}] + 2IE_1[\text{Na}] + \Delta H_{\text{at}}^{\ominus}[\text{S}] + EA_1[\text{S}] + EA_2[\text{S}]$$

$$\Delta H_{\text{x}}^{\ominus} = 2(107.3) + 2(496) + 278.5 + -200.4 + 640 = +1924.7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{lat}}^{\ominus} = -364.8 - 1924.7 = -2289.5 \text{ kJ/mol}$$

٤. مع ازدياد حجم الكاتيون من Li^+ إلى Rb^+ ، تقل طاقة الشبكة البلورية (تصبح أقل طردًا للحرارة).

نشاط ٣-٣

١. مول، الغازية، العنصر، القياسية.
٢. طاقة الشبكة البلورية هي التغير في المحتوى الحراري عندما يتكوّن مول واحد من مركب أيوني من أيوناته الغازية في الظروف القياسية.
- الألفة الإلكترونية الأولى هي التغير في المحتوى الحراري عند إضافة مول واحد من الإلكترونات إلى مول واحد من الذرات الغازية لتكوين مول واحد من الأيونات الغازية التي تحمل شحنة قيمتها -1 في الظروف القياسية.
٣. أ. تزداد، تقل، الأول
ب. التجاذب، الموجبة، شحنة، الإلكترون، طاقة، قوة، نصف القطر، تقل.
٤. أ. $Al^+(g) \rightarrow Al^{2+}(g) + e^-$
ب. $N^{2-}(g) + e^- \rightarrow N^{3-}(g)$
ج. $Mg(s) + S(s) + 2O_2(g) \rightarrow MgSO_4(s)$
د. $2K^+(g) + O^{2-}(g) \rightarrow K_2O(s)$
٥. 1 مع ج، 2 مع أ، 3 مع هـ، 4 مع د، 5 مع و، 6 مع ب.

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٣-١: التغير في المحتوى الحراري لذوبان الكلوريدات

المدة

سيستغرق هذا الاستقصاء العملي 40 دقيقة؛ وتستغرق أسئلة التحليل والاستنتاج والتقويم 30 دقيقة.

التحضير للاستقصاء

- ينبغي أن يمتلك الطلبة بعض الخبرة حول التغيرات الماصّة للحرارة والطاردة للحرارة من دراساتهم السابقة. في هذا الاستقصاء، يقيس الطلبة التغير في المحتوى الحراري للذوبان عند إذابة بعض المواد الصلبة الأيونية في الماء.
- قبل البدء بالتجربة، يجب أن يكون الطلبة على دراية بكيفية وزن المركبات بدقة وبأهمية القياسات الدقيقة.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• كوب من البوليستيرين وكأس زجاجية سعة 250 mL	• قوارب للوزن
• غطاء يناسب كوب البوليستيرين، مع فتحة لوضع ميزان الحرارة	• كلوريد الليثيوم اللامائي (LiCl)
• مخبر مدرج سعة 20 mL (أو 10 mL)	• كلوريد الصوديوم اللامائي (NaCl)
• ميزان حرارة، 100°C - 10°C (يفضل أن يكون التدرج فيه 0.1°C)	• كلوريد البوتاسيوم اللامائي (KCl)
• ماء مقطر	• كلوريد الماغنيسيوم اللامائي (MgCl ₂)
• ميزان رقمي يقرأ حتى منزلة عشرية واحدة على الأقل	• كلوريد الكالسيوم اللامائي (CaCl ₂)
• ساق التقليب	• يجب أن تكون هذه المواد في حاويات منفصلة ومغلقة مع ملعقة كيميائيات

ملاحظات ونصائح إضافية

- يمتص كلوريد الكالسيوم الرطوبة من الهواء ويذوب كونه مادة مائعة، لذلك يجب تجفيفه باستخدام وعاء تجفيف. وينبغي عدم ترك زجاجات هذا الملح مفتوحة، إذ يجب أن تكون الأملاح جافة تماماً.
- لتجنب تلوث الأملاح، يمكنك وضع كمية صغيرة من كل ملح في كأس زجاجية صغيرة أو أنبوبة تسخين مع ملعقة كيميائيات، تحمل اسم الملح. ويجب إغلاق الكؤوس أو الأنابيب لتجنب امتصاص الرطوبة.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة ارتداء نظارات واقية للعينين أثناء إجراء التجربة.
- يعد كلوريد الكالسيوم اللامائي مادة مهيجة.
- تعد الكلوريدات الأخرى منخفضة الخطورة.

توجيهات حول الاستقصاء

- في هذا الاستقصاء، يقيس الطلبة التغير في المحتوى الحراري للذوبان عند إذابة بعض المواد الصلبة الأيونية في الماء.
- تنفيذ الاستقصاء بالتعلم التعاوني؛ كل مجموعة تنفذ الاستقصاء لأحد الأملاح ومن ثم تتبادل النتائج مع المجموعات الأخرى.
- تكون بعض التغيرات في درجة الحرارة صغيرة، لذا فإن القراءة الدقيقة لميزان الحرارة تعد أمرًا أساسيًا.
- يجب أن يقوم الطلبة بتقليب المحلول باستخدام ساق زجاجية للتقليب.
- انصح الطلبة بعدم تحريك الكأس دائرياً في حالة وجود أي بلورات على جوانب الكأس لم تتم إذابتها. ومن أجل الحصول على نتائج مقبولة، يجب ألا تستغرق عملية الإذابة أكثر من دقيقتين إلى 3 دقائق، وإلا فإن فقدان الحرارة يكون كبيراً جداً.
- قد يحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في استقرار التمثيل البياني لتحديد التغير المصحح في درجة الحرارة في سؤال تحليل البيانات ٢.
- قد يحتاجون أيضاً في السؤال ٧ إلى تلميح حول درجات الحرارة النسبية للمحلول ومحيطه في هذا التفاعل الماص للحرارة.
- قد يغفل الطلبة في السؤال ١٠ عن إدراك أن المحاليل المتكونة مركزة إلى حد ما، وهذا لا يتناسب تماماً مع التعريف، الذي يشير إلى محاليل مخففة جداً (تخفيف غير محدود).
- إذا أنهى الطلبة الأكثر قدرة النشاط في وقت مبكر، فيمكن تكليفهم شرح العلاقة بين التغير في المحتوى الحراري للذوبان وموقع كلوريدات فلزات عناصر المجموعة الأولى، في ضوء الاختلافات في طاقة الشبكة البلورية وطاقة التمييه.

عيّنة نتائج

يعطي الجدولان (١-٣) و(٢-٣) فكرة عن النتائج التي قد يحصل عليها الطلبة خلال الاستقصاء باستخدام نحو 0.04 mol من الملح لكل 20 mL من الماء.

التغيرات القصوى في درجات الحرارة عند إضافة الأملاح إلى الماء.

التغير في درجة الحرارة	الكلوريد
+12.5°C	LiCl
-0.9°C	NaCl
-7.0°C	KCl
+40.2°C	MgCl ₂
+28.5°C	CaCl ₂

الجدول ١-٣ جدول النتائج

بيانات التغير في درجة الحرارة خلال إذابة كلوريد البوتاسيوم.

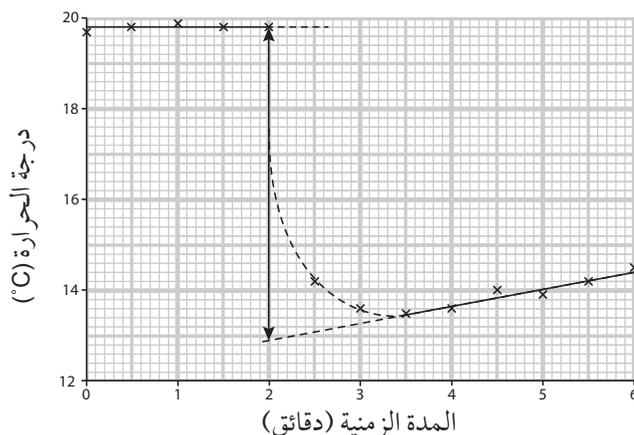
الزمن / دقائق	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6
درجة الحرارة (°C)	19.7	19.8	19.9	19.8	19.8	14.2	13.6	13.5	13.6	14.0	13.9	14.2	14.5

الجدول ٢-٣

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة باستخدام عينة نتائج

١. راجع الجدولين ١-٣ و ٢-٣.

٢. راجع الشكل ١-٣



الشكل ١-٣

٣. كمية الحرارة المتبادلة (J)

$$q = mc\Delta T$$

$$q = 20 \text{ (g)} \times 4.18 \times (-7) \text{ (}^\circ\text{C)} = -585.2 \text{ J}$$

تفترض هذه النتيجة أن السعة الحرارية النوعية للمحلول تساوي السعة الحرارية النوعية للماء.

٤. التغير في المحتوى الحراري لذوبان مول واحد من كلوريد البوتاسيوم (KCl):

$$\Delta H_{\text{sol}}^\ominus = \frac{\Delta H}{n} = \frac{+5852}{0.04} = +14630 \text{ J/mol}$$

$$(+ 14.6 \text{ kJ/mol})$$

تعد هذه القيمة أقل من القيمة الفعلية +16 kJ/mol بسبب فقدان كمية من الحرارة.

٥. عند الانتقال من الأعلى إلى الأسفل في المجموعة ا، يتحوّل التغير في المحتوى الحراري للذوبان من طارد للحرارة إلى ماص للحرارة ليصبح ماصاً للحرارة أكثر فأكثر. تميل الكلوريدات إلى امتصاص كمية أكبر من الحرارة كلما ازداد حجم الكاتيون.

٦. يذوب كلوريد الماغنيسيوم وكلوريد الكالسيوم ويكون التغير في الطاقة طارداً أكثر للحرارة مقارنةً بكلوريد الصوديوم وكلوريد البوتاسيوم المقابلين في الدورة نفسها. يمكن لهذا الأمر أن يكون مرتبطاً بوجود كاتيون ذي شحنة أكبر وعدد أكبر من أيونات الكلوريد.

٧. يمتلك محيط التفاعل درجة حرارة أعلى من المحلول، وبالتالي يكتسب (يمتص) المحلول الحرارة من محيطه طوال الوقت بعد الخلط. تحاول الطريقة المستخدمة تعويض اكتساب الحرارة عن طريق استقرار المخطط إلى النقطة (الزمن) التي تمّت إضافة المادة الصلبة عندها.

٨. كان يمكن استخدام سحاحة أو ماصة مدرّجة لإضافة الماء بدلاً من المخبر المدرج الأقل دقة.

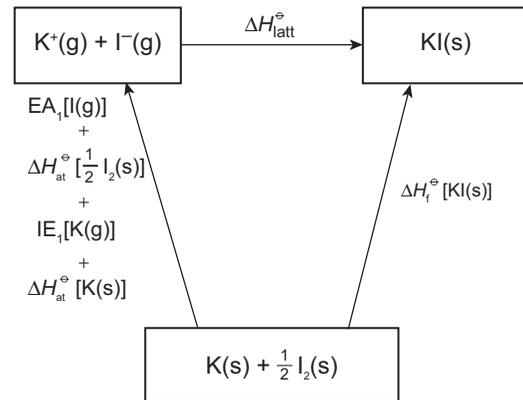
٩. يمكن وضع عينة المادة الصلبة في أنبوبة اختبار نظيفة وجافة ثم غمس الأنبوبة لبضع دقائق في كوب آخر من البوليسترين يحتوي على كمية قليلة من الماء، ويجب أن يكون الماء من الحاوية نفسها التي استخدمت في الاستقصاء الرئيسي حيث ستكون عند درجة الحرارة نفسها.
١٠. تعريف التغير في المحتوى الحراري للذوبان يشير إلى محاليل مخففة جداً. وتعد المحاليل التي استخدمت هنا مركزة إلى حد ما: $0.04 \text{ mol} / 20 \text{ mL}$ تعني أن تركيز المحلول يساوي 2.0 mol/L ، ومع أي تخفيف إضافي سيمتص هذا المحلول (أو يطلق) طاقة أكثر، ولكن في هذه الحالة سنحتاج إلى ميزان حرارة شديد الدقة لتسجيل التغيرات في درجة الحرارة.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

السؤال ١

- أ. الطاقة المنطلقة عندما يتكوّن مول واحد من مركب أيوني من أيوناته الغازية عند الظروف القياسية.
- ب. مع ازدياد حجم الكاتيون، تقل طاقة الشبكة البلورية (تصبح أقل طردياً للحرارة). ومع ازدياد الحجم، تقل كثافة الشحنة على الكاتيون، فينتج عن ذلك قوى إلكتروستاتيكية أضعف بين الأيونات.
- مع ازدياد شحنة الكاتيون، تزداد طاقة الشبكة البلورية (تصبح أكثر طردياً للحرارة). ومع ازدياد الشحنة، تزداد كثافة الشحنة أيضاً، فينتج عن ذلك قوى إلكتروستاتيكية أقوى بين الأيونات.

ج.



د.

$$\Delta H_{latt}^\circ + \Delta H_x^\circ = \Delta H_f^\circ$$

$$\Delta H_{latt}^\circ = \Delta H_f^\circ - \Delta H_x^\circ$$

$$\Delta H_x^\circ = \Delta H_{at}^\circ [K] + IE_1[K] + \Delta H_{at}^\circ \left[\frac{1}{2} I_2 \right] + EA_1[I]$$

$$\Delta H_x^\circ = (89.20) + (419.0) + 106.8 + -295.4$$

$$= +319.6 \text{ kJ/mol}$$

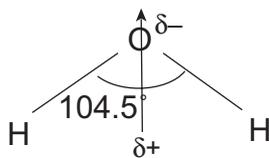
$$= -327.9 - 319.6 = -647.5 \text{ kJ/mol}$$

هـ.

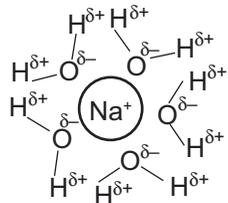
لأنه قد تمّت إضافة إلكترون إلى أيون سالب. يلزم إضافة طاقة للتغلب على قوى التنافر بين شحنتين سالبتين (الأيون السالب والإلكترون المضاف).

السؤال ٢

- أ. يمتلك جزيء الماء شكلاً منحنياً (V)، مع زاوية روابط تساوي 104.5°



ب.



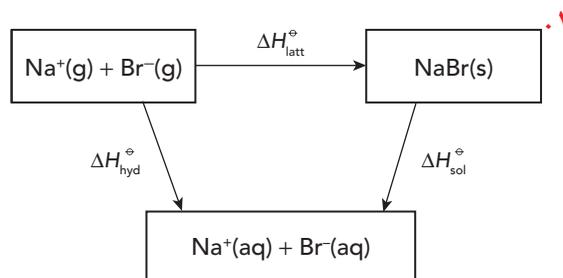
ملاحظة: يجب أن يتجه الأكسجين الموجود في جزيئات الماء نحو الكاتيون.

٢. رابطة أيون-ثنائي قطب دائم.

- ج. ١. عندما تتكوّن قوى تجاذب بين جزيئات الماء والأيونات، يحدث إطلاق للطاقة.

عندما تتكسر قوى التجاذب بين الأيونات في التركيب الأيوني الضخم، يحدث امتصاص للطاقة.

٢. بما أن بروميد الصوديوم يذوب في الماء، يكون التغيير في الطاقة طاردياً للحرارة أو لا يكون ماصاً للحرارة بشدة.



٢.

$$\Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus} [\text{Na}^+] + \Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus} [\text{Br}^-] = \Delta H_{\text{latt}}^{\ominus} [\text{NaBr}] + \Delta H_{\text{sol}}^{\ominus} [\text{NaBr}]$$

$$-390 - 337 = -742 + \Delta H_{\text{sol}}^{\ominus} [\text{NaBr}]$$

$$\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus} [\text{NaBr}] = (-390 - 337) + 742$$

$$= +15 \text{ kJ/mol}$$

هـ. إن كلاً من طاقة الشبكة البلورية وطاقة التميّه لـ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ تكونان أكبر من تلك الموجودة في $\text{Ba}(\text{OH})_2$ لأن الأيون Mg^{2+} أصغر من الأيون Ba^{2+} . يعد الفرق بين طاقتي الشبكة البلورية لـ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ $\Delta H_{\text{latt}}^{\ominus} = -2339 \text{ kJ/mol}$ و $\Delta H_{\text{latt}}^{\ominus} = -3006 \text{ kJ/mol}$ كبيراً نسبياً، ويعد الفرق بين طاقتي التميّه لـ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ $\Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus} = -2940 \text{ kJ/mol}$ و $\Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus} = -2380 \text{ kJ/mol}$ صغيراً نسبياً. التغير في المحتوى الحراري للذوبان = التغير في المحتوى الحراري للتميّه - طاقة الشبكة البلورية لذا فإن التغير في المحتوى الحراري للذوبان لـ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ $\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus} = -41 \text{ kJ/mol}$ يكون سالباً بينما يكون التغير في المحتوى الحراري للذوبان لـ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ $\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus} = +66 \text{ kJ/mol}$ موجباً مع قيمة أكبر من $+50 \text{ kJ/mol}$ ما يعني ذوبانية أكبر لـ $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

مشتقات الهيدروكربونات (أ)

العلوم ضمن سياقها

تحضير الإيثانول كوقود حيوي

تستخدم العديد من البلدان مزيجاً من الإيثانول والبنزين كوقود للمحركات. ويتزايد استخدام الإيثانول الحيوي كوقود للسيارات. إلا أن الإيثانول الحيوي المائي يمكن أن يسبب مشكلة تآكل محركات السيارات. ومن أجل استخدام الإيثانول الحيوي النقي، يجب تجهيز محركات السيارات لهذا الأمر. تستخدم معظم البلدان مزيجاً من الإيثانول الحيوي والبنزين، عادةً ما بين 5% و 10% من الإيثانول والذي يمكن استخدامه من دون تجهيز المحرك.

95% تقريباً من كل الإيثانول المنتج في العالم هو عبارة عن إيثانول حيوي بينما يتم إنتاج الكمية المتبقية (5%) من النفط الخام.

الإيثانول الحيوي هو وقود متجدد مصنوع من مواد تُعرف مجتمعة باسم الكتلة الحيوية (biomass). وتشمل هذه المواد السكر ونشاء الذرة والسليولوز، مثل بقايا المحاصيل الزراعية ورقائق (أو صفائح) الخشب. إذا تم استخدام مواد أولية من النشاء أو السليولوز، فيجب أن تخضع للتحلل المائي لتحويل النشاء أو السليولوز إلى سكر. يتم بعد ذلك تخمير السكر لإنتاج الإيثانول، والذي يتم فصله عن مخلوط التفاعل عن طريق التقطير. نواتج التقطير عادة ما تكون نقية بنسبة بين 95% و 96%. وتستخدم تفاعلات إزالة الماء (dehydration) لإزالة الكمية المتبقية من الماء للحصول على إيثانول نقي بنسبة تزيد على 99%.

نظرة عامة

- تغطي هذه الوحدة جميع الموضوعات التي تم تناولها في الوحدة الرابعة من كتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة.
- يعتمد هذا الجزء من المنهاج على المفاهيم التي تم تعلمها في الصف الحادي عشر في الوحدة الثامنة (مبادئ الكيمياء العضوية) والوحدة التاسعة (الهيدروكربونات والهالوجينوألكانات). تتناول هذه الوحدة مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بالكربون كمجموعة وظيفية، وتأثيرها على الجزيئات التي تحتويها. كما أنه يتناول مركبات الألدريد والكيتون التي تحتوي على مجموعة الكربونيل $C=O$.
 - تغطي هذه الوحدة:
 - السلسلة المتجانسة للكحولات
 - السلسلة المتجانسة لكل من الألدهيدات والكيتونات
 - السلسلة المتجانسة للأحماض الكربوكسيلية
 - السلسلة المتجانسة للإسترات
 - تفاعلات الكحولات
 - تحضير الكحولات
 - سيجري الطلبة استقصاءات عملية لتحديد الكحولات، والأحماض الكربوكسيلية، والألدهيدات والكيتونات.

مخطط التدريس

المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة	المصادر في كتاب الطالب	عدد الحصص	الموضوع	أهداف الموضوع
نشاط ٤-١ تصنيف الكحولات نشاط ٤-٦ بعض تفاعلات الكحولات (٤) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(د)	السؤالان ١ و ٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٥(أ) (٢، ٤)	٢	٤-١ السلسلة المتجانسة للكحولات	٤-١، ٤-٢، ٤-٣، ٤-٤
نشاط ٤-٢ مركبات الكربونيل: التحضير والاختزال (١، ٢) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤(ب)	الأسئلة من ٣ إلى ٥ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٥(أ) (١، ٣، ٥، ٦)، (ب، ج)، ٦	٢	٤-٢ السلسلتان المتجانستان للألدهيدات والكيوتونات	٤-١، ٤-٥
نشاط ٤-٣ الأحماض الكربوكسيلية وتحضيرها (١) نشاط ٤-٤ تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية (١، ٢، ٣) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١(ج)،	السؤال ٦	٢	٤-٣ السلسلة المتجانسة للأحماض الكربوكسيلية	٤-١، ٤-٦ (أ)، (ب، ج)
نشاط ٤-٥ الإسترات أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١(د)، ٢(أ)	السؤال ٧ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(د)	٢	٤-٤ السلسلة المتجانسة للإسترات	٤-١، ٤-٦، (د)، ٤-٧ (هـ)، ٤-٩ (د)
نشاط ٤-٦ بعض تفاعلات الكحولات (١، ٢، ٣) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(ب، ج)	الأسئلة من ٨ إلى ١١ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(ب)	٢	٤-٥ تفاعلات الكحولات	٤-٧ (أ، ب)، (ج، د)
نشاط ٤-٢ مركبات الكربونيل: التحضير والاختزال (٣) نشاط ٤-٣ الأحماض الكربوكسيلية وتحضيرها (٢) نشاط ٤-٦ بعض تفاعلات الكحولات (٥)، (٦، ٧) أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١(أ، ب)، ٣(أ)، ٤(أ)	الأسئلة من ١٢ إلى ١٥ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢، ٣(ج)، ٤، ٥(د)	٢	٤-٥ تفاعلات الكحولات	٤-٧ (و)، ٤-٨
نشاط ٤-٤ تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية (٤) نشاط ٤-٧ تحضير الكحولات استقصاء عملي ٤-١ تحديد أربعة مركبات عضوية مجهولة أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(ب)، ٤(ج)	السؤالان ١٦ و ١٧ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١، ٣(أ)، ٥(هـ)	٥	٤-٦ تفاعلات تحضير الكحولات	٤-٩

الموضوع ٤-١ السلسلة المتجانسة للكحولات

الأهداف التعليمية

- ١-٤ يفهم قواعد التسمية النظامية (IUPAC) للمركبات العضوية الأليفاتية للسلاسل المتجانسة المدرجة في الجدول ٤-١ (حتى عشر ذرات كربون في السلسلة) ويستخدمها.
- ٢-٤ يصنف الكحولات إلى كحولات أولية وثانوية وثالثية وإلى كحولات أحادية الهيدروكسيل وثنائية الهيدروكسيل وثلاثية الهيدروكسيل وعديدة الهيدروكسيل.
- ٣-٤ يفهم أن مجموعة الهيدروكسيل تحدد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للكحولات.
- ٤-٤ يصف اختبار ثلاثي يودوميثان للكشف عن وجود مجموعة $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$ في كحول ما.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	١-٤ السلسلة المتجانسة للكحولات - تصنيف الكحولات - خصائص الكحولات - الكشف عن مجموعة $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$ السؤالان ١ و ٢ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٥ (أ، ب، ج، د)	<ul style="list-style-type: none"> تعريف المجموعة الوظيفية والصيغة العامة للسلسلة المتجانسة للكحولات تصنيف الكحولات ككحولات أولية، وثانوية، وثالثية تصنيف الكحولات ككحولات أحادية وثنائية وثلاثية وعديدة الهيدروكسيل وصف اختبار ثلاثي يودوميثان (CHI_3) لكشف وجود المجموعة $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ١-٤ تصنيف الكحولات نشاط ٦-٤ بعض تفاعلات الكحولات (٤) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣ (د)	<ul style="list-style-type: none"> تحديد الكحولات الأولية والثانوية والثالثية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

بما أن الكحولات تحتوي على المجموعة OH ، قد يعتقد الطلبة أن الكحولات هي مواد قلوية أو قواعد ذات أرقام هيدروجينية pH أكبر من 7.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

١ فكرة أ (١٥ دقيقة)

أخبر الطلبة أن الكحولات تُعدّ سلسلة متجانسة تمتلك المجموعة الوظيفية OH ، واكتب على اللوح الصيغة العامة للكحولات $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}(\text{OH})$.

﴿ فكرة للتقويم: يستتج الطلبة صيغ الكحولات التي تمتلك $n = 1$ ، $n = 2$ ، $n = 3$. يمكن للطلبة استخدام كتاب الطالب للتعرف على كيفية تسمية الكحولات وبالتالي اقتراح أسماء لهذه الكحولات.

الأنشطة الرئيسية

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

١ تصنيف الكحولات (٢٠ دقيقة)

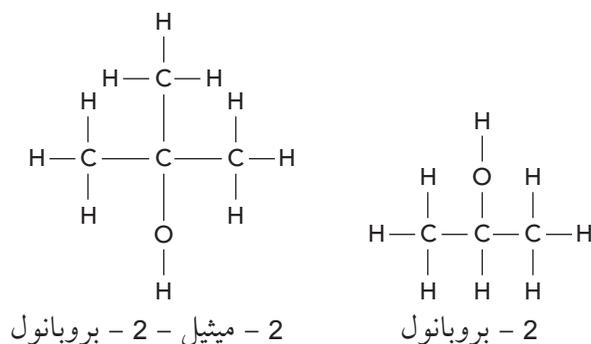
يعمل الطلبة في ثنائيات، ويحتاج كل فريق إلى مجموعة من النماذج الجزيئية. كلف الطلبة إعداد نماذج لجزيئات كل من الميثانول، والإيثانول و 1 - بروبانول. ذكّرهم أن العدد 1 في 1 - بروبانول يحدد موقع المجموعة الوظيفية OH. وشرح أن هذه الكحولات تُعدّ كحولات أولية، وأن ذرة الكربون المرتبطة بالمجموعة OH ترتبط بذرة كربون واحدة (أو ذرة هيدروجين: الميثانول).

كلف الطلبة إعادة ترتيب 1 - بروبانول ليعطي بنية بديلة أو متشاكلاً. يمكنهم تسمية الجزيء (2 - بروبانول). اشرح أن هذا الكحول يُعدّ ثانوياً لأن ذرة الكربون المرتبطة بالمجموعة OH ترتبط بذرتي كربون أخريين.

أخبر الطلبة أن ذرة الكربون المرتبطة بمجموعة OH في كحول ثالثي ترتبط بثلاث ذرات كربون أخرى. كلف الطلبة:

- إعداد نموذج للكحول الثالثي الذي يمتلك أقل عدد ممكن من ذرات الكربون وتسمية هذا الجزيء.
- اقتراح اسم للجزيء (2 - ميثيل - 2 - بروبانول).
- رسم الصيغة الموسعة لهذا الجزيء.

ترد أدناه الصيغة الموسعة لكل من 2 - بروبانول و 2 - ميثيل - 2 - بروبانول:



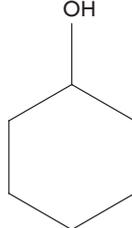
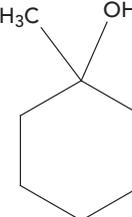
يمكن للطلبة الاستعانة بكتاب الطالب للتعرف على كيفية تسمية الكحولات التي تحتوي على أكثر من مجموعة OH واحدة.

﴿ فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن السؤال ١ الوارد في كتاب الطالب.

٢ تسمية وتصنيف الكحولات (١٠ دقائق)

أعط الطلبة سبعة أو ثمانية كحولات ليسموها ويصنفوها. يُعدّ 1 - بروبانول، و 2 - بروبانول، والهكسانول الحلقي (سايكلوهكسانول)، و 1 - ميثيل-هكسانول حلقي (1 - ميثيل-سايكلوهكسانول) والكحولات التي تمتلك أربع ذرات كربون أمثلة جيدة لأنها تتضمن التصنيفات الثلاثة، وهي ليست معقدة.

﴿ فكرة للتقويم: يكمل الطلبة، ضمن ثنائيات، الجدول (٤-١).

التصنيف	اسم	الكحول
أولي / 1°	1 - بروبانول	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH
ثانوي / 2°	2 - بروبانول	CH ₃ CH(OH)CH ₃
أولي / 1°	1 - بيوتانول	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH
ثانوي / 2°	2 - بيوتانول	CH ₃ CH(OH)CH ₂ CH ₃
أولي / 1°	2 - ميثيل - 1 - بروبانول	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH
ثالثي / 3°	2 - ميثيل - 2 - بروبانول	(CH ₃) ₃ COH
ثانوي / 2°	هكسانول حلقي 1 - هكسانول حلقي (1 - سايكلو هكسانول)	
ثالثي / 3°	1 - ميثيل - 1 - هكسانول حلقي (1 - ميثيل - 1 - سايكلو هكسانول)	

الجدول ٤-١

٣ اختبار يودوميثان (٢٠ دقيقة)

كلف الطلبة برسم الصيغ الموسعة للميثانول والإيثانول و 2 - بروبانول. إذ يمكنهم تحديد الكحولات التي تحتوي على مجموعة -CH₃CH(OH) ورسم دائرة حولها (لا يحتوي الميثانول على مجموعة -CH₃CH(OH)).
قدّم عرضاً عملياً للتفاعل بين كحول ومحلّول قلوي من اليود، ثم 3 mL من الإيثانول في أنبوبة اختبار، وأضف محلّول اليود، ثم أضف ما يكفي من محلّول هيدروكسيد الصوديوم المخفف لإزالة اللون الأرجواني لليود. لاحظ النتيجة. فإذا لم يحدث شيء، فقد يكون من الضروري تدفئة مخلوط التفاعل. الراسب الأصفر الذي يتكوّن هو ثلاثي يودوميثان. معادلة التفاعل هي:



< فكرة للتقويم: يمكن للطلبة شرح السبب في أن الميثانول يعطي نتيجة سلبية، والإجابة عن السؤال ٢ الوارد في كتاب الطالب.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

يشرح الطلبة السبب الذي يجعل جزيئات الكحولات الأصغر أكثر ذوبانية في الماء مقارنةً بجزيئات الكحولات الأكبر. ثم يرسمون الصيغ الهيكلية للكحولات في هذا الدرس.

الدعم

سيساعد التوسع في استخدام النماذج الجزيئية على تصور تراكيب الكحولات.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يحدد الطلبة أوجه الشبه والاختلاف بين السلاسل المتجانسة التي تم تعلمها حتى الآن (الألكانات، والألكينات، والهالوجينوألكانات، والكحولات).

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة
يحتاج الطلبة إلى التعرف على البادئات المشتقة من الألكانات واستخدام اللاحقة "ول" لتسمية الكحولات.

الموضوع ٤-٢ السلسلتان المتجانستان للألدهيدات والكيتونات

الأهداف التعليمية

- ١-٤ يفهم قواعد التسمية النظامية (IUPAC) للمركبات العضوية الأليفاتية للسلاسل المتجانسة المدرجة في الجدول ٤-١ (حتى عشر ذرات كربون في السلسلة) ويستخدمها.
- ٥-٤ يميز بين الألدهيد والكيتون بواسطة نتائج اختبارات بسيطة (كاشف فehling وكاشف تولن Tollens).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٤-٢ السلسلتان المتجانستان للألدهيدات والكي-tonات - الألدهيدات Aldehydes - الكي-tonات Ketones - التمييز بين الألدهيدات والكي-tonات مهارات عمليّة ٤-١ اختبار باستخدام كاشف تولن مهارات عمليّة ٤-٢ اختبار باستخدام كاشف فهلينج الأسئلة من ٣ إلى ٥ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٥ (أ)، ٣، ٥، ٦ (ب، ج)، ٦	<ul style="list-style-type: none"> • استخدام التسمية وفق نظام IUPAC لتسمية الألدهيدات والكي-tonات • تمييز بين ألدهيد وكي-ton باستخدام كاشف تولن
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٤-٢ مركبات الكريونيل: التحضير والاختزال (١، ٢) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٤ (ب)	

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

لا يدرك العديد من الطلبة أن أيون الفضة في اختبار تولن هو العامل المؤكسد في هذا التفاعل لأنه في العديد من المعادلات يتم تمثيله ك [O]. وبشكل مماثل، ينبغي أن يدركوا أنه في اختبار فهلينج، يكون الأيون Cu^{2+} هو العامل المؤكسد.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

١ فكرة أ (٥ دقائق)

يستخدم الطلبة الجدول (٤-١) الوارد في كتاب الطالب للعثور على المجموعات الوظيفية للألدهيدات والكي-tonات، فاطلب إليهم التنبؤ بالصيغ الهيكلية لأول ثلاثة ألدهيدات وكي-tonات. يمكنهم استخدام الجدولين (٤-٢) و(٤-٣) الواردين في كتاب الطالب للتحقق من تنبؤاتهم.

الأنشطة الرئيسية

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

١ تسمية وتشاكل الألدهيدات والكي-tonات (٣٠ دقيقة)

اعرض أمام الطلبة ثلاثة نماذج من متشاكلات الألدهيدات والكي-tonات ذات الصيغة الجزيئية (C_4H_8O) . هذه النماذج هي: $CH_3CH_2CH_2CHO$ و $(CH_3)_2CHO$ و $CH_3COCH_2CH_3$.

كلف الطلبة الإجابة عن السؤال الآتي: «ما الذي توضحه هذه النماذج حول السلسلتين المتجانستين؟»

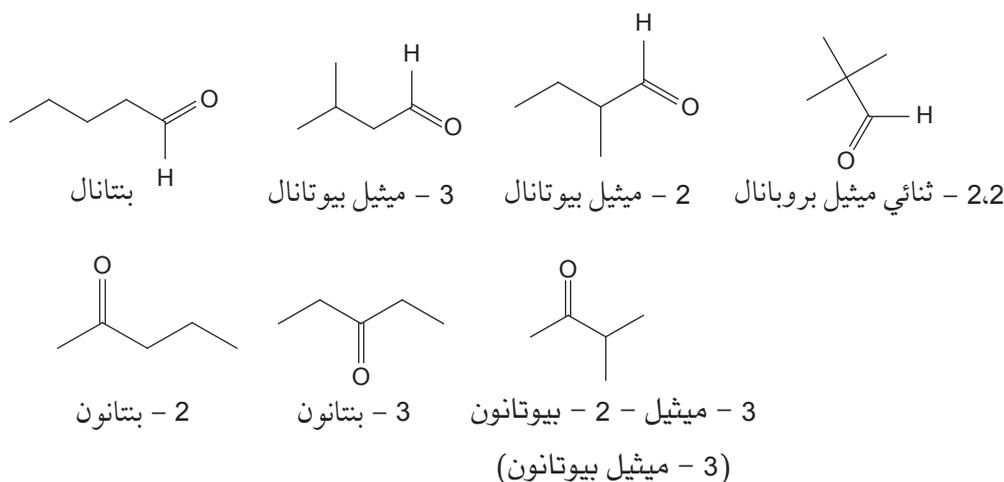
الإجابات:

- تمتلك جميعها الصيغة العامة (C_nH_{2n}O) نفسها.
- تكون مجموعة الألدheid CHO دائماً على أحد طرفي السلسلة وتكون مجموعة الكيتون $\begin{matrix} R \\ \diagdown \\ C=O \\ \diagup \\ R' \end{matrix}$ في وسط (داخل) السلسلة.
- توضح هذه النماذج تشاكلاً من حيث موقع المجموعة الوظيفية.

كفكرة للتقويم: وزع الطلبة في مجموعات من ثلاثة، ثم كلفهم القيام بما يلي:

أعط الأسماء والصيغ الهيكلية والموسعة للمتراكبات السبعة جميعها للألدهيدات والكيتونات ذات الصيغة الجزيئية C₅H₁₀O.

الإجابة: يوضح الشكل (٤-١) الصيغ الهيكلية السبع.



الشكل ٤-١

٢ استقصاء عملي: التمييز بين الألدهيدات والكيتونات باستخدام كاشف تولن ومحلول فهلينج (٢٥ دقيقة)

استخدام كاشف تولن: تم وصف الإجراء بالتفصيل في المهارات العملية ٤-١: كشف وجود مجموعة ألدheid بوساطة كاشف تولن.

للحصول على مرآة من الفضة، يجب أن تكون أنبوبة الاختبار نظيفة جداً ويفضل أن تكون جديدة. إذا نجحت التجربة، فسيكون الطلبة سعداء بمرآة الفضة الخاصة بكل منهم. وبمجرد إثبات قدرتهم على إجراء الاختبار بكفاءة، يمكنك إعطاؤهم مركباً كربونيلياً مجهولاً لاختبار ما إذا كان «كيتون» أم «ألدheid». يشير الحصول على مرآة الفضة إلى أن المركب هو ألدheid، في حين أن عدم حدوث أي تفاعل يوضح أن المركب هو كيتون.

استخدام محلول فهلينج: تتوافر طريقة إعداد محلول فهلينج على نطاق واسع على شبكة الاتصالات الدولية (الإنترنت). حضر المحلولين (فهلينج A و فهلينج B) بشكل منفصل، واخلطهما بكميات متساوية قبل استخدامهما مباشرة، ثم أضف قطرتين أو ثلاث قطرات من الألدheid أو الكيتون إلى محلول فهلينج المحضر، ثم سخّن المخلوط. يشير تكوّن راسب أحمر إلى وجود ألدheid، وإذا لم يحدث أي تفاعل فذلك يعني أن المركب الكربونيلي هو كيتون.

يمكنهم بعد ذلك استخدام هذه المعلومات لإعطاء تحديد مؤكد للمركب الكربونيلي المجهول الخاص بهم باستخدام البيانات المعطاة. لاحظ أن البيانات الخاصة بالمركبات الكربونيلية الشائعة تكون متوافرة بسهولة على شبكة الاتصالات الدولية (الإنترنت)، فابحث عن درجات انصهار مشتقات 4،2 - ثنائي نيتروفينيل هيدرازون.

﴿ فكرة للتقويم: يكتب الطلبة ملاحظاتهم عن تفاعلات الألدهيدات والكيتونات مع كاشف تولن ومحلول فهلينج. يسجل الطلبة نتائج الاختبارات نفسها على المركب المجهول الخاص بهم ويستنتجون ما إذا كان ألدheid أو كيتون.﴾

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- غالباً ما يتم توضيح التفاعل بين كاشف تولن والألدهيدات ببساطة على شكل: $RCHO + [O] \rightarrow RCOOH$
- هذا لا يمثل ما يحدث واقعاً، إذ يتم اختزال أيونات الفضة إلى فلز الفضة. نصف-المعادلة لهذا التفاعل هي:
$$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$$
- نصف-معادلة أكسدة الألدheid هي: $RCHO + H_2O \rightarrow RCOOH + 2H^+ + 2e^-$
- يكتب الطلبة المعادلة العامة الكاملة للتفاعل بين أيونات الفضة والألدهيدات.
- يمكنهم أيضاً شرح سبب اختزال أيونات الفضة وأكسدة الألدheid.
- وبشكل مماثل، فإن التفاعل مع محلول فهلينج هو اختزال لأيونات Cu^{2+} إلى Cu^+ . يمكن للطلبة كتابة معادلاتهم الخاصة لهذا التفاعل إذا كانوا قد أنجزوا نشاط اختزال الفضة.

الدعم

هدف الدرس بسيط جداً: تحديد المركب الكربونيلي المجهول الخاص بهم. قد يحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في تحضير كاشف تولن؛ أمّا سوى ذلك من الأنشطة فلن يحتاجوا فيها إلى دعم يذكر.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

ما مدى نجاح الاستقصاء العملي الذي قام به الطلبة؟ هل حددوا المركبات بشكل صحيح؟ إذا لم يحدث ذلك، فما هي الأخطاء التي ارتكبوها؟ يمكن للطلبة إضافة محتوى هذا الدرس إلى خرائطهم الذهنية اللاحقة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يجب على الطلبة قراءة التعليمات وترجمتها إلى إجراءات عملية.

المهارة الحسابية

يجب على الطلبة قياس كميات المواد المتفاعلة المفصلة في التعليمات العملية.

الموضوع ٤-٣ السلسلة المتجانسة للأحماض الكربوكسيلية

الأهداف التعليمية

- ٤-١ يفهم قواعد التسمية النظامية (IUPAC) للمركبات العضوية الأليفاتية للسلاسل المتجانسة المدرجة في الجدول ٤-١ (حتى عشر ذرات كربون في السلسلة) ويستخدمها.
- ٤-٦ يصف تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية مع:
- (أ) القواعد لإنتاج ملح و $H_2O(l)$ (تفاعل تعادل)
- (ب) الفلزات النشطة كيميائياً لإنتاج ملح وغاز الهيدروجين $H_2(g)$ (تفاعل أكسدة-اختزال)
- (ج) الكربونات لإنتاج ملح و $H_2O(l)$ و $CO_2(g)$ (تفاعل حمض-قاعدة)

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٤-٣ السلسلة المتجانسة للأحماض الكربوكسيلية السؤال ٦	<ul style="list-style-type: none"> وصف خصائص الأحماض الكربوكسيلية وصف السلسلة المتجانسة للأحماض الكربوكسيلية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٤-٣ الأحماض الكربوكسيلية وتحضيرها (١) نشاط ٤-٤ تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية (١، ٢، ٣) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ١(ج).	<ul style="list-style-type: none"> خصائص الأحماض الكربوكسيلية تسمية وصيغ الأحماض الكربوكسيلية وتفاعلاتها

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ينسى بعض الطلبة، أو يسيئون فهم تسمية الأحماض الكربوكسيلية. فعند تحديد عدد ذرات الكربون لإعطاء البادئة للاسم فإن ذرة الكربون في مجموعة الكربوكسيل $-COOH$ تكون متضمنة بالعدد، وبالتالي فإن CH_3COOH هو حمض الإيثانويك وليس الميثانويك.
- قد يسيء بعض الطلبة فهم كيفية تأين الأحماض الكربوكسيلية، إذ يأتي أيون الهيدروجين من كسر الرابطة في $O-H$ وليس من الروابط $C-H$.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي نشاط واحد.

١ فكرة أ (٥ دقائق)

عرّف الطلبة على السلسلة المتجانسة للأحماض الكربوكسيلية. يستخدم الطلبة الجدول (٤-٤) الوارد في كتاب الطالب ومجموعات النماذج الجزيئية لتركيب نماذج للأحماض الكربوكسيلية الخمسة الأولى، ثم يكملون الجدول عبر رسم الصيغة الموسعة لكل حمض كربوكسيلي.

اطلب إلى الطلبة تذكّر الخصائص الكيميائية النموذجية لحمض ما وإعطاء مثال على كل منها. قد يكون هذا العمل نشاطاً للصف بكامله، حيث يمكنهم أن يتوزعوا ضمن ثنائيات.

الأنشطة الرئيسية

يرد في ما يلي نشاط واحد.

١ تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية (٢٠ دقيقة)

اشرح أن الأحماض الكربوكسيلية تمتلك خصائص حمضية نموذجية، وتنتج حمضيتها من تكسير الرابطة في مجموعة الكربوكسيل، وفقاً لمعادلة الاتزان الآتية:



يتنبأ الطلبة بتفاعلات حمض الإيثانويك مع كل من:

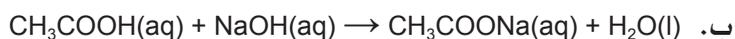
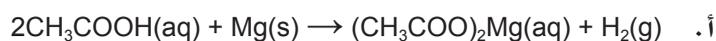
أ. الفلزات النشطة مثل الماغنيسيوم.

ب. القواعد، مثل محلول هيدروكسيد الصوديوم.

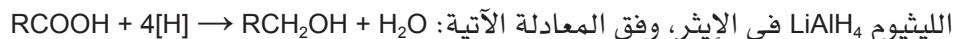
ج. الكربونات، مثل كربونات الصوديوم.

ثم يكتبون معادلات موزونة لهذه التفاعلات.

الإجابات:



أخبر الطلبة أنه يمكن اختزال الأحماض الكربوكسيلية إلى كحولات أولية عن طريق استخدام رباعي هيدريدو ألومينات



تعتمد قدرة الأحماض الكربوكسيلية على منح البروتونات على ضعف الرابطة O-H بسبب السالبة الإلكترونية لمجموعة الكربونيل (C=O) التي تجذب الإلكترونات بعيداً عن الرابطة (O-H)، وبالتالي تضعفها. هناك أيضاً عدم تمركز الشحنة السالبة في أيونات الكربوكسيلات المتكوّنة عند حدوث التأيّن، ما يؤدي إلى استقرار هذه الأيونات. بالمقابل فإن الكحولات تُعدّ أحماضاً أضعف بكثير لأن الرابطة O-H فيها يتم تعزيزها بوساطة مجموعة الألكيل التي تدفع إلكتروناتها باتجاه تلك الرابطة، ما يجعلها أقوى ويكون تكسيرها أصعب. اشرح للطلبة أن هذا يسمى التأثير الحثي الموجب.

كفكرة للتقويم: يجب الطلبة عن النشاط ٤-٤ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

يكتب الطلبة معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك والأمونيا.

الدعم

زوّد الطلبة بالمعادلات العامة:

هيدروجين + ملح → فلز + حمض

ماء + ملح → أكسيد فلز + حمض

ثاني أكسيد الكربون + ماء + ملح → كربونات فلز + حمض

يستخدم الطلبة هذه المعادلات كنموذج (أو نمط أو قالب) لكتابة معادلات للأحماض الكربوكسيلية.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

يُعدّ نشاط ٤-٤ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة تقويمًا نهائيًا لهذا الموضوع، ويجمع كل ما تم إنجازه عن الأحماض الكربوكسيلية.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يحتاج الطلبة إلى استخدام مصطلحات صحيحة لوصف تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية.

المهارة الحسابية

• يجب أن يكون الطلبة قادرين على وزن المعادلات الكيميائية بشكل صحيح.

الموضوع ٤-٤ السلسلة المتجانسة للإسترات

الأهداف التعليمية

- ١-٤ يفهم قواعد التسمية النظامية (IUPAC) للمركبات العضوية الأليفاتية لسلاسل المتجانسة المدرجة في الجدول ٤-١ (حتى عشر ذرات كربون في السلسلة) ويستخدمها.
- ٦-٤ يصف تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية مع:
 - (د) الكحولات في وجود H_2SO_4 مركز كعامل حفّاز لإنتاج إسترات (تفاعل أسترة).
 - ٧-٤ يصف التفاعلات الآتية للكحولات:
 - (هـ) تكوين إسترات عن طريق تفاعل التكثيف مع أحماض كربوكسيلية باستخدام H_2SO_4 المركز أو H_3SO_4 المركز كعامل حفّاز (الهدف ٤-٦ د).
 - ٩-٤ يذكر تفاعلات تحضير الكحولات (المواد المتفاعلة وظروف التفاعل)، وهي:
 - (د) التحلل المائي لإستر باستخدام حمض مخفف أو مادة قلوية مخففة مع التسخين (الهدف ٤-١٠ اب).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٤-٤ السلسلة المتجانسة للإسترات - التحلل المائي للإسترات السؤال ٧ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(د)	<ul style="list-style-type: none"> • وصف السلسلة المتجانسة للإسترات • كتابة معادلات تكوين الإسترات
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٤-٥ الإسترات أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١(د)، ٢(أ)	<ul style="list-style-type: none"> • تسمية الإسترات وكتابة صيغها ومعادلات تفاعلاتها • تحضير إستر

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

قد يسيء الطلبة فهم تسمية الإسترات، إذ يأتي الجزء الأول من اسم الإستر من حمض الكربوكسيل ويأتي الجزء الثاني من الكحول، لذا فإن تفاعل الإيثانول مع حمض البيوتانويك ينتج الإستر بيوتانوات الإيثيل، وليس إيثانوات البيوتيل.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي نشاط واحد .

١ فكرة أ (١٠ دقائق)

أخبر الطلبة أنهم سوف يتعرفون على السلسلة المتجانسة للإسترات، وأن الإستر ينتج من تفاعل بين كحول ما وحمض كربوكسيلي. اعرض لهم الفيديو التالي لأحد الإسترات:

<https://www.shutterstock.com/video/clip-1009486547-ethyl-formate-molecule-molecular-structure-flavoring-agent>.

اطلب إليهم تسمية الكحول وحمض الكربوكسيل المستخدم في إنتاج هذا الإستر.

الإجابة: إيثانول وحمض الميثانويك.

يمكنك أيضاً استخدام الفيديو واطلب من الطلبة استنتاج اسم الكحول وحمض الكربوكسيل المستخدم في إنتاج هذا الإستر:

<https://www.shutterstock.com/shutterstock/videos/1070064424/preview/stock-footage--realistic-d-view-of-hexyl-acetate-as-a-seamless-loop-over-a-black-opaque-background-also.webm>

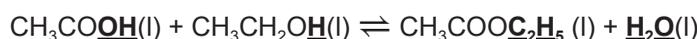
الإجابة: هكسانول وحمض الإيثانويك.

الأنشطة الرئيسية

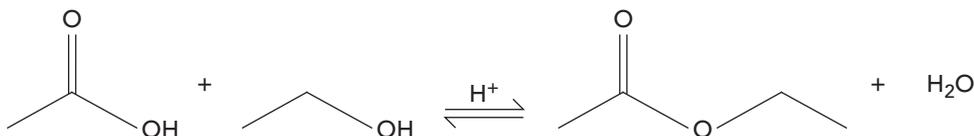
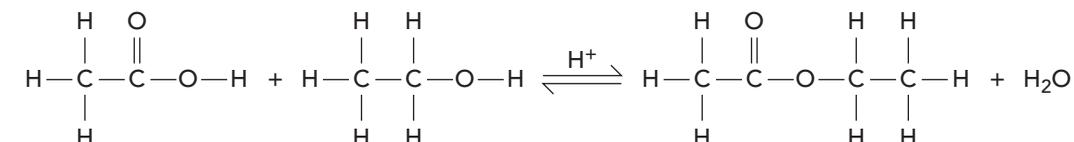
يرد في ما يلي العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما يناسب منها لتكييف الدرس وفقاً لاحتياجات الطلبة.

١ مقدمة عن الإسترات والأسترة (٢٠ دقيقة).

- قدّم الإسترات كسلسلة متجانسة من المركبات التي تتكوّن من تفاعل الكحولات والأحماض الكربوكسيلية بوجود حمض كعامل حفاز. يجب توضيح أن الإسترات لا تُعدّ أملاحًا، بل تحتوي على مجموعة الإستر CO-O وأنها هي المسؤولة عن الروائح والنكهات الموجودة في الفواكه، وتستخدم في العطور.
- مثال على ذلك إيثانوات الإيثيل، $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$. الجزء _____ يل من الاسم يشير إلى الكحول المستخدم، والجزء _____ وات يشير إلى الحمض الكربوكسيلي المستخدم. بالنسبة إلى إيثانوات الإيثيل، فالكحول المستخدم هو الإيثانول (وبالتالي الإيثيل) والحمض الكربوكسيلي المستخدم هو حمض الإيثانويك (وبالتالي إيثانوات).
- تكتب معادلة التفاعل هنا باستخدام الصيغ البنائية الموسعة والهيكلية. توضح الرموز المكتوبة بخط غامق وتحتها خط الذرات المستخدمة في تكوين الماء خلال التفاعل.



- يوضح الشكل (٢-٤) أدناه معادلتَي الصيغ الهيكلية الموسعة.



الشكل ٢-٤

كفكرة للتقويم: يكمل الطلبة الجدول (١-٤).

الصيغة البنائية للإستر	اسم الإستر المتكوّن	الكحول	الحمض الكربوكسيلي
HCOOCH_3	ميثانوات الميثيل	الميثانول CH_3OH	حمض الميثانويك HCOOH
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	بروبانوات البروبيل	1 - بروبانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	حمض البروبانويك $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$	بيوتانوات الميثيل	الميثانول CH_3OH	حمض البيوتانويك $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	إيثانوات البروبيل	1 - بروبانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	حمض الإيثانويك CH_3COOH

الجدول ١-٤

٢ عرض توضيحي: تحضير الإسترات (٣٠ دقيقة)

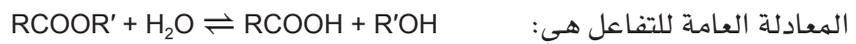
- قبل التطبيق العملي، يمكنك توضيح قابلية الإسترات للتطاير واستخدامها في العطور بالاعتماد على عطر ما بعد الحلاقة أو رائحة برتقالة.
- يرد وصف تحضير الإستر بالتفصيل في دليل المعلم: تحضير الإسترات. هناك بعض النقاط التي تحتاج إلى توضيح. أولاً، في حالة عدم توافر غلاية كهربائية، وقبل التعامل مع أي سوائل عضوية، يقوم الطلبة (في ثنائيات) بتسخين بعض الماء في كأس زجاجية حتى يقترب من الغليان، ويتم بعد ذلك إطفاء جميع مواقد بنزن طول فترة النشاط العملي.
- تُعدّ الأحماض الكربوكسيلية متطايرة ولها روائح يمكن أن تحجب الرائحة الزكية للإسترات الناتجة، ثم استخدام محلول كربونات الصوديوم لمعادلة فائض الأحماض وإزالة رائحتها.
- تُعدّ الأسترة مثلاً على تفاعل التكثيف، وذلك لأن جزيئاً أكبر يتكوّن من جزيئين (أو أكثر) أصغر مع إزالة (حذف) جزيء صغير وهو الماء في هذه الحالة.

كفكرة للتقويم:

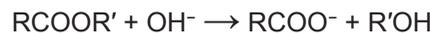
- قم بتقويم الطلبة على قدرتهم على تنفيذ النشاط العملي وفق التعليمات، وعلى قدرتهم على العمل متبوعين احتياطات الأمان والسلامة. يُعدّ هذا النشاط فرصة جيدة جداً لهم لكتابة معادلات الأسترة، وبخاصة كتابة صيغ الإسترات.

٣ التحلل المائي للإسترات (٢٠ دقيقة)

ذُكر الطلبة أنه بوجود حمض كعامل حفاز، تتحلل الإسترات بالماء لتتحول إلى حمض كربوكسيلي وكحول، ويُعدّ هذا التفاعل منعكساً. وإذا سمح الوقت، أضف الإستر إلى محلول مائي لحمض (حمض الكبريتيك مثلاً) في أنبوبة تسخين، ثم ضع بجانبه مخلوطاً مماثلاً تم تحضيره وتركه لبضعة أيام. تكون المجموعة الجديدة من المواد المتفاعلة في طبقتين لأن الإستر غير قابل للامتزاج (لا يختلط) مع الطبقة المائية، في حين أن مخلوط التفاعل "الأقدم" يكون في طبقة واحدة لأن حمض الكربوكسيل والكحول المتكوّنين يمتزجان تماماً بالماء.



تتحلل الإسترات أيضاً بوساطة المواد القلوية، والاختلاف هنا هو أن المادة القلوية تؤدي إلى تكوّن الملح (أيون الكربوكسيلات)، وفق المعادلة الآتية:



كفكرة للتقويم: يمكن للطلبة تسمية الكحول الناتج من التحلل المائي لكل من الإسترات الآتية:

- إيثانوات البروبيل
- بروبانوات البيوتيل
- بيوتانوات الإيثيل

الإجابات:

- 1 - بروبانول
- 1 - بيوتانول
- ج. إيثانول

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اشرح سبب كون الإسترات أكثر قابلية للتطاير من الأحماض الكربوكسيلية أو الكحولات. ما القوى الجزيئية التي تجعل هذه المركبات في الحالة السائلة عند درجة حرارة الغرفة ولكن مع درجات غليان أقل مقارنةً بالمركبات المستخدمة لتحضيرها؟
- لماذا تكون الإسترات غير قابلة للامتزاج بالماء، بينما تكون الكحولات التي تحتوي على أقل من خمس ذرات كربون قابلة للامتزاج؟

الدعم

عند رسم الإستر، حدد الحمض وارسمه، ولكن توقف بعد الجزء $C=O$ ($-CO$). ثم خذ الكحول، وأزل الهيدروجين من OH ، وضم O إلى CO في جزء الحمض، ثم ارسم سلسلة الكحول. على سبيل المثال، إيثانوات الإيثيل. الحمض هو CH_3COOH ، لذا ارسم CH_3CO وضم هذا الجزء إلى OCH_2CH_3 من الإيثانول لتحضير $CH_3COOCH_2CH_3$.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

ينجز الطلبة النشاط ٤-٥ الوارد في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يحتاج الطلبة إلى تنظيم ملاحظاتهم عند مشاهدة عرض إيضاحي ووصف ما يرونه.

الموضوع ٤-٥ تفاعلات الكحولات

الأهداف التعليمية

- ٤-٧ يصف التفاعلات الآتية للكحولات:
- (أ) الاحتراق بوجود الأكسجين.
 - (ب) الاستبدال إلى هالوجينوات، عن طريق التفاعل مع HX أو التفاعل مع PCl_3 والتسخين.
 - (ج) التفاعل مع فلز الصوديوم ($Na(s)$).
 - (د) إزالة الماء من الكحول وتحويله إلى ألكين، وذلك باستخدام عامل حفّاز ساخن، مثل Al_2O_3 أو حمض مركز.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٤-٥ تفاعلات الكحولات - التفاعل مع الأكسجين (الاحتراق) - التفاعل مع الهاليدات (الاستبدال النيوكليوفيلي) مهارات عملية ٣-٤ هلجنة كحول - التفاعل مع فلز الصوديوم - تفاعل إزالة الماء الأسئلة من ٨ إلى ١١ أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(ب)	وصف التفاعلات مع • الأكسجين (الاحتراق) • الصوديوم • هاليدات الهيدروجين (على سبيل المثال: حمض الهيدروكلوريك المركز) • ثلاثي كلوريد الفوسفور • عامل حفاز ساخن Al_2O_3 أو حمض مركز كعامل حفاز
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٤-٦ بعض تفاعلات الكحولات (١)، (٢، ٣) أسئلة نهاية الوحدة: السؤال ٣(ب، ج)	• تفاعلات الكحولات • استبدال الكحولات بالهالوجينوات كالكانات

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

عندما تتفاعل الكحولات مع هاليدات الهيدروجين مع تكوّن هاليد الهيدروجين "في الموقع" (مثل $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow HCl + NaHSO_4$)، تكون المواد المتفاعلة المستخدمة لتحضير هاليد الهيدروجين غير موضحة في المعادلة النهائية، ويتم استخدام هاليد الهيدروجين فقط.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

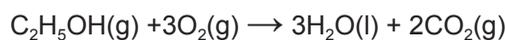
١ فكرة أ (٢٠ دقيقة)

اعرض الفيديو الآتي للطلبة:

<https://www.shutterstock.com/shutterstock/videos/1008778748/preview/stock-footage-one-biofireplace-burn-on-ethanol-gas-contemporary-mount-biofuel-on-ethanol-fireplot-fireplace.webm>

هذا الفيديو يظهر فرنًا عصريًا يعمل على الإيثانول. يمكن للطلبة كتابة معادلة لتفاعل الاحتراق.

الإجابة:



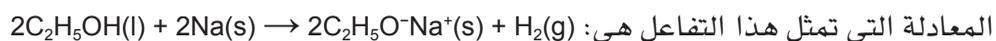
الأنشطة الرئيسية

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

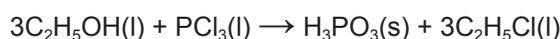
التفاعل مع فلز الصوديوم (٢٠ دقيقة)

قدّم عرضاً حول تفاعل الإيثانول مع الصوديوم. يجب التأكيد على احتياطات الأمان والسلامة، ويجب أن يتعد الطلبة ٣ أمتار على الأقل من موقع العرض.

يمكنك إضافة مكعب صغير من الصوديوم إلى الإيثانول الموجود إما في وعاء زجاجة ساعة كبير أو في حوض تبخير كبير (يجب إجراء التجربة مع كحول منزوع الماء - جاف تماماً، ويجب إجراء التجربة في جو معزول كلياً عن الرطوبة الجوية). وإذا أمكن، يمكن تصوير التفاعل بالفيديو وعرضه على الشاشة الأمامية، حيث يقدر للطلبة أن يروا الفوران الذي يحدث والمادة الصلبة البيضاء التي تتكوّن، وهي إيثوكسيد الصوديوم (C₂H₅ONa) (يمكن أن يروا ذلك إذا تبخر الإيثانول؛ وإذا كانت الرطوبة الجوية مرتفعة، فسوف تتفاعل هذه المادة مع الماء لتكوين هيدروكسيد الصوديوم). يعود حدوث هذا الفوران إلى إنتاج الهيدروجين، إذ يكون التفاعل بطيئاً مقارنةً بالتفاعل مع الماء، وهو مؤشر إلى أن حمضية الكحول تكون أقل من حمضية الماء، حيث تدفع مجموعة الإيثيل الإلكترونيات بعيداً عنها ما يزيد من الكثافة الإلكترونية على الرابطة O-H الأمر الذي يجعل فقدان هذا الهيدروجين أكثر صعوبة وبالتالي تكون الحمضية أقل.



يمكنك إخبار الطلبة أن الإيثانول يتفاعل أيضاً مع ثلاثي كلوريد الفوسفور لإنتاج كلوروايثان، وفق المعادلة الآتية:



كفكرة للتقويم: يكتب الطلبة ملاحظاتهم حول التفاعل بين الصوديوم والإيثانول.

مراجعة (٤٠ دقيقة)

راجع تفاعلات الكحول التي تمّت دراستها في الصف الحادي عشر، الهيدروكربونات والهالوجينوألكانات.

كفكرة للتقويم:

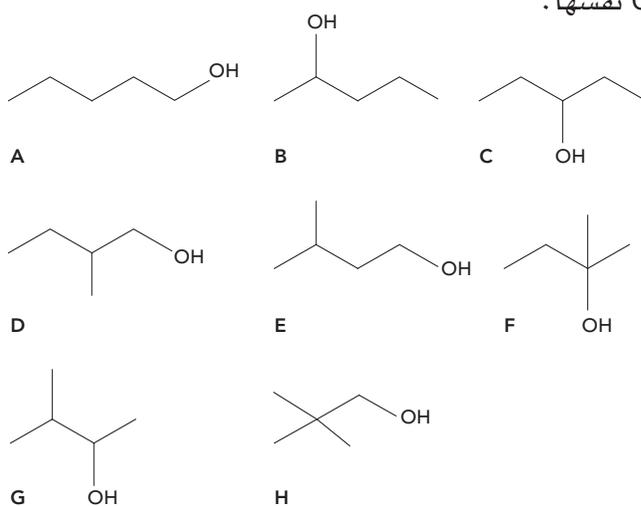
- وزّع الطلبة إلى مجموعات وخصص كحولاً لكل مجموعة، بحيث لا يكون هنالك مجموعتان تعملان على الكحول نفسه. ويجب عليهم اختيار نوع الصيغة التي سيكتبون فيها معادلاتهم؛ الموسعة أو الهيكلية أو البنائية. إذا لم تكن المجموعات مختلطة، أي مكوّنة من طلبة ذوي قدرات مختلفة، فعندها خصص الكحولات الأبسط، أي الكحولات ذات السلسلة الكربونية الأقصر، لمجموعات الطلبة الأقل قدرة؛ ويمكن الطلب إلى المجموعات نفسها العمل مع الصيغ الموسعة.
- إذا كانت المجموعات ذات قدرات جيدة، فيمكن اختيار الكحولات بشكل عشوائي، وكذلك نوع الصيغة المستخدمة.
- يكتب الطلبة المعادلات، التي تتضمن الظروف اللازمة، لتفاعلات كحولاتهم مع المواد المتفاعلة الآتية: هاليدات الهيدروجين، ثلاثي كلوريد الفوسفور، أكسيد الألومنيوم الساخن أو حمض الفوسفوريك المركز (تعدّ المادتان الأخيرتان عوامل حفازة تستخدم لإزالة الماء). يمكن للطلبة الرجوع إلى القسم ٤-٦ الوارد في كتاب الطالب.
- عندما تنقضي مدة زمنية مناسبة وتنتهي المجموعات عملها، تقدم كل مجموعة النتائج التي توصلت إليها. يمكن للمجموعات الأخرى المساهمة من خلال اقتراح تعديلات، والإشارة إلى أخطاء معيّنة، وتقويم العمل من خلال الإشارة إلى نقطتي قوة على الأقل، وتقديم اقتراح للقيام بتحسين واحد.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

قد ترغب في استخدام الأسئلة الآتية لاختبار فهم الطلبة:

توجد ثمانية كحولات تمتلك جميعها الصيغة الجزيئية $C_5H_{11}OH$ نفسها.

ترد الصيغ الهيكلية لها أدناه في الشكل ٣-٤:



الشكل ٣-٤

١. سم الكحولات الثمانية جميعها.

٢. اكتب الرمز الأبجدي لكل كحول من الثمانية والذي:

أ. يُعدّ كحولاً أولياً.

ب. يُعدّ كحولاً ثانوياً.

ج. يُعدّ كحولاً ثالثياً.

د. لا يمكن أن يخضع لتفاعل إزالة الماء لتكوين ألكين. اشرح إجابتك.

هـ. يمكن أن يخضع لتفاعل إزالة الماء لتكوين 1 - بنتين كمادة ناتجة.

و. سيعطي ثلاث مواد ناتجة بعد تفاعل إزالة الماء، ويكون اثنان منها متشاكلين: سيس/ ترانس. اشرح إجابتك.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يجب على الطلبة استخدام المفردات ذات الصلة بشكل صحيح.

المهارة الحسابية

يتطلب وزن المعادلات استخدام النسب والعد الصحيح للذرات على طرفي المعادلة.

الموضوع ٤-٥ تفاعلات الكحولات

الأهداف التعليمية

٧-٤ يصف التفاعلات الآتية للكحولات:

(و) الأكسدة بواسطة $K_2Cr_2O_7$ أو $KMnO_4$ في وسط حمضي إلى:

(١) مركبات كربونيلية باستخدام التقطير.

(٢) أحماض كربوكسيلية بوساطة التقطير المرتدّ لكحولات أولية لتكوين ألدهيدات يمكن أن تتأكسد أكثر إلى

أحماض كربوكسيلية (الهدف ٤-١٠ أ).

٨-٤ يصف كيف يمكن استخدام محلول حمضي من ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم للتمييز بين الكحولات الثالثية والكحولات الأولية والثانوية.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

حصتان.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٤-٥ تفاعلات الكحولات - أكسدة الكحولات مهارات عملية ٤-٤ الكشف عن الكحول الثالثي مهارات عملية ٤-٥ أكسدة كحول أولي، أكسدة كحول ثانوي الأسئلة من ١٢ إلى ١٥ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢، ٣ (ج) ٤، ٥ (د)	<ul style="list-style-type: none"> • وصف أكسدة الكحولات الأولية والثانوية وعدم إمكانية أكسدة الكحولات الثالثية • وصف الأكسدة الجزئية للكحولات الأولية لإنتاج الألدهيدات والأكسدة الكاملة لإنتاج الأحماض الكربوكسيلية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٤-٢ مركبات الكربونيل: التحضير والاختزال (٣) نشاط ٤-٣ الأحماض الكربوكسيلية وتحضيرها (٢) نشاط ٤-٦ بعض تفاعلات الكحولات (٥، ٦، ٧) أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١ (أ، ب)، ٣ (أ)، ٤ (أ)	<ul style="list-style-type: none"> • أكسدة الكحولات

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

تتوقف أكسدة الكحولات الثانوية عند الكيتونات، إذ يعتقد بعض الطلبة أنه نظرًا إلى أن الكحولات الأولية يمكن أن تخضع لمزيد من الأكسدة، فإن الأمر نفسه ينطبق على الكحولات الثانوية، ولكن ذلك ليس صحيحًا.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد.

١ فكرة أ (١٥ دقيقة)

اعرض على الطلبة الجهاز المستخدم لتقطير المواد، والجهاز المستخدم للتقطير المرتد، ليناقشوا الغرض من كل مجموعة من الأجهزة.

الأنشطة الرئيسية

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

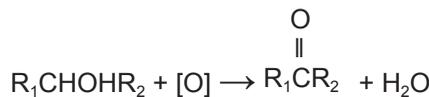
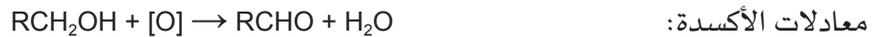
١ أكسدة الإيثانول (٢٠ دقيقة)

• المهارات العملية ٤-٥: أكسدة كحول أولي إلى ألدهيد أو إلى حمض كربوكسيلي، هذا عرض إيضاحي.

- يجب تكييف جهاز التقطير الموضح في المخطط (المهارات العملية ٤-٥) ليتضمن قمع تنقيط في الجزء العلوي من الجهاز، فضع الكحول الأولي في قمع التنقيط.
- استخدم الجهاز الموضح للتقطير.
- يمتلك 1 - بروبانول درجة غليان تساوي 97°C وسوف ينتج البروبانال درجة غليانه 48.8°C (ألدهيد). درجة غليان الإيثانول تساوي 78°C وسوف ينتج الإيثانال (ألدهيد) درجة غليانه 20.2°C .
- أثناء تنفيذ التجربة، يمكنك شرح ما يحدث في التحضير، ويمكن للطلبة تسجيل وإبداء ملاحظات.
- عندما يتفاعل الكحول مع ثنائي الكرومات (VI) الحمضي والساخن في وعاء التفاعل، يتأكسد على الفور إلى ألدهيد بواسطة العامل المؤكسد.
- يمتلك الألدهيد درجة غليان منخفضة ويتبخر.
- قبل أن يتأكسد أكثر (إلى حمض كربوكسيلي) يدخل الألدهيد في المكثف ويتكثف إلى سائل.
- يتغير لون محتويات وعاء التفاعل من البرتقالي ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) إلى الأخضر (Cr^{3+}) موضحاً أن ثنائي كرومات (VI) قد اختزل.
- < **فكرة للتقويم:** يكتب الطلبة ملاحظاتهم ويشرحون في فقرة كيف يتم التحضير. يجب عليهم أيضاً كتابة معادلة لإظهار أكسدة الكحول إلى الألدهيد.

٢ استقصاء عملي: تمييز الكحولات الثالثية من الكحولات الأولية والثانوية (١٥ دقيقة).

- يمكن للطلبة استقصاء طريقة للتمييز بين الكحولات الثالثية والكحولات الأخرى، ويكون ذلك إما من خلال تقديم عرض إيضاحي أو كنشاط عملي صفي. يجب عليهم إجراء تدقيق من حيث الأمان والسلامة قبل إجراء النشاط العملي، فاستخدم التوجيهات بخصوص المخاطر للحصول على المعلومات حول شروط الأمان والسلامة. يجب ربط الشعر الطويل للخلف ويجب على الطلبة ارتداء قفازات بلاستيكية.
- استخدم الكحولات الثلاثة: 1 - بيوتانول (كحول أولي)، 2 - بيوتانول (كحول ثانوي) و 2 - ميثيل- 2 - بروبانول (كحول ثالثي).
- يقوم الطلبة بتسخين بعض الماء في دورق حتى يكاد يغلي. ثم يتم إيقاف تشغيل مواقد بنزن. بدلاً من ذلك، يمكن استخدام غلاية.
- أضف 1 mL من ثنائي كرومات البوتاسيوم الحمضي بحذر إلى ثلاث أنابيب اختبار.
- أضف قطرتين أو ثلاث قطرات من كحول مختلف إلى كل أنبوبة اختبار، ورجّها جيداً، ثم ضع كل أنبوبة اختبار في الماء الدافئ.
- قم بتسجيل الملاحظات، بحيث ينتج من كلا الكحولين الأولي والثانوي تغير في اللون من البرتقالي إلى الأخضر، في حين لا يحدث أي تغيير في حالة الكحول الثالثي.
- الاستنتاجات هي أن ثنائي الكرومات الحمضي يتم اختزاله بواسطة الكحولات الأولية والثانوية ولكن ليس مع الكحولات الثالثية، وبالتالي يمكن استخدام هذا التفاعل لتمييز الكحولات الثالثية عن الكحولات الأولية والثانوية.

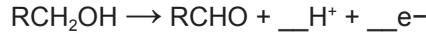


فكرة للتقويم: يمكنك تقويم الطلبة من حيث مدى اتباعهم للتعليمات، وتسجيلهم للنتائج واستنتاجاتهم.

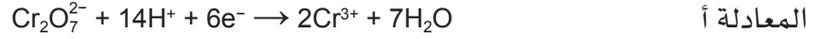
التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

أكمل نصف-معادلة أكسدة كحول أولي إلى ألدهيد، على سبيل المثال:

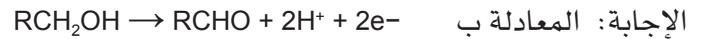


ترد معادلة اختزال ثنائي الكرومات أدناه:



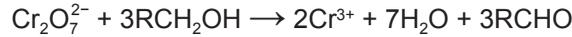
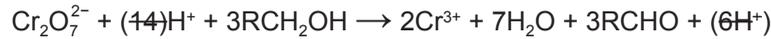
المعادلة أ

اكتب المعادلة الأيونية الكاملة لأكسدة كحول أولي إلى ألدهيد.



الإجابة: المعادلة ب

اضرب المعادلة أ في 1 والمعادلة ب في 3 لإعطاء المعادلة الآتية، ثم قم بإلغاء أي مكوّنات من المعادلة عند الضرورة:



الدعم

قد يجد بعض الطلبة صعوبة في إنشاء جدول نتائج مناسب، لذا يمكنك إعطاء العناوين في الجدول (٢-٤) لمساعدتهم.

الملاحظات	الكحول

الجدول ٢-٤

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

فكرة للتقويم

يجيب الطلبة عن النشاط ١-٤. يلخص هذا النشاط محتوى الدرس بشكل جيد، وسوف يعطي مدى إجادتهم للإجابات فكرة عن مدى فهمهم للمحتوى.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يجتاز الطلبة إلى تنظيم ملاحظاتهم عند مشاهدة عرض إيضاحي ووصف ما يرونه.

يجتازون أيضاً إلى أن يكونوا قادرين على شرح سبب حدوث الأكسدة الجزئية بدلاً من الأكسدة الكاملة.

المهارة الحسابية

يتطلب وزن المعادلات استخدام النسب المولية والعد الصحيح للذرات على طرفي المعادلة.

الموضوع ٤-٦ تفاعلات تحضير الكحولات

الأهداف التعليمية

- ٤-٩ يذكر تفاعلات تحضير الكحولات (المواد المتفاعلة وظروف التفاعل)، وهي:
- (أ) الإضافة الإلكتروليفية لبخار الماء $H_2O(g)$ إلى ألكين، بوجود العامل الحفاز H_3PO_4 المركز.
- (ب) الاستبدال النيوكليوفيلي (الإحلال) في هالوجينوألكان باستخدام $NaOH(aq)$ مع التسخين.
- (ج) أكسدة الألكينات باستخدام محلول منجنات (VII) البوتاسيوم البارد والمخفف في وسط حمضي (محمّض) لتكوين دايول (كحول ثنائي).
- (د) التحلل المائي لإستر باستخدام حمض مخفف أو مادة قلوية مخففة مع التسخين (الهدف ٤-١٠ (أ)).
- (هـ) اختزال ألدهيد أو كيتون باستخدام $NaBH_4$ أو $LiAlH_4$.
- (و) اختزال حمض كربوكسيلي باستخدام $LiAlH_4$. (الهدف ٤-٦ (هـ)).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

خمس حصص.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٤-٦ تفاعلات تحضير الكحولات - اختزال الألدهيدات والكيونات - اختزال الأحماض الكربوكسيلية السؤالان ١٦ و ١٧ أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ١، ٣(أ)، ٥(هـ)	• تحضير الكحولات من الألكينات والهالوجينوالكانات والكيونات والألدهيدات والأحماض الكربوكسيلية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٤-٤ تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية (٤) نشاط ٤-٧ تحضير الكحولات استقصاء عملي ٤-١ تحديد أربعة مركبات عضوية مجهولة أسئلة نهاية الوحدة: الأسئلة ٢(ب)، ٤(ج)	• وصف طرائق إنتاج الكحول • كتابة معادلة اختزال حمض كربوكسيلي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- تتم كتابة صيغة الألدهيدات على أنها CHO وليس COH . الأمر نفسه ينطبق على رسم الصيغ الموسعة للكحولات، إذ هنالك خطأ مكرر بكتابة $C-H-O$ بدلاً من $C-O-H$ الصحيحة.
- "الاختزال" في الكيمياء هو نوع من التفاعلات الكيميائية يقابله تفاعل الأكسدة؛ وهو لا يؤدي إلى اختزال (تصغير) حجم الجزيء.

أنشطة تمهيدية

يرد في ما يلي اقتراح واحد .

١ فكرة أ (١٥ دقيقة)

١. يكتب الطلبة الاختلافات بين الأكسدة والاختزال عند تطبيقها على تفاعلات تتضمن مركبات عضوية، فاستخدم هذه المصطلحات في هذه الوحدة.
٢. يكتب الطلبة الاختلافات بين الإزالة والتحلل المائي ويعطون مثالاً (أو أمثلة):
 - تفاعل الإزالة هو فقد جزيء بسيط من جزيء أكبر. على سبيل المثال، إزالة HBr من البروموبروبان لإعطاء البروبين، أو إزالة الماء من 2 - بروبانول لإعطاء البروبين.
 - التحلل المائي هو كسر رابطة باستخدام الماء، إذ ينقسم الماء إلى H و OH- ومن هنا جاء مصطلح التحلل المائي. مثال على ذلك هو التحلل المائي للبروموايثان لإنتاج الإيثانول و HBr. ستستخدم هذه المصطلحات في هذه الوحدة.

الأنشطة الرئيسية

يرد في ما يلي ثلاثة اقتراحات، ويمكنك اختيار الأنشطة التي تناسب الطلبة.

١ مراجعة تكوين الكحولات من وحدات أخرى وبعض الطرائق الجديدة (٣٠ دقيقة)

يراجع الطلبة تكوّن الكحولات من:

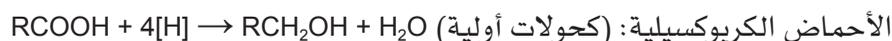
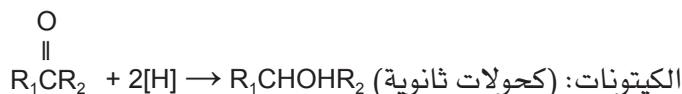
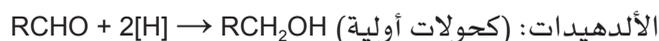
- تفاعل الألكينات مع بخار الماء عند درجة حرارة 300 °C، وضغط من 30 atm إلى 50، بوجود الحمض المركز H_3PO_4 كعامل حفاز. ملاحظة: يجب الأخذ في الاعتبار قاعدة ماركوفنيكوف لتفاعلات الإضافة.
 - الهالوجينوألكانات من خلال التقطير المرتد لهاالوجينوألكان مع محلول مائي من NaOH. ويتم أيضاً تحضير مركبات الدايلول (تحتوي على مجموعتي OH)، من خلال تفاعل الألكينات مع محلول حمضي بارد ومخفف من منجنات (VII) البوتاسيوم.
- كفكرة للتقويم ١: اعرض على الطلبة ألكينات مختلفة واطلب إليهم إعطاء أسماء الكحولات التي يمكن تكوينها منها، والظروف المستخدمة لذلك. يعطي الجدول (٤-٤) أدناه بعض الأمثلة.

الكحول المتكوّن	الظروف المستخدمة	المادة المتفاعلة الأولية
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ 2 - بيوتانول	بخار ماء عند درجة حرارة 300°C ، بوجود الحمض المركّز H_3PO_4 كعامل حفاز، وضغط 30 atm	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ 2 - بيوتانول (المادة الناتجة الرئيسية)	بخار ماء عند درجة حرارة 300°C ، بوجود الحمض المركّز H_3PO_4 كعامل حفاز، وضغط 30 atm	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ 3:2 - بيوتان دايلول	محلول حمضي بارد ومخفف من منجنات (VII) البوتاسيوم	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$
$\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ 2:1 - بيوتان دايلول	محلول حمضي بارد ومخفف من منجنات (VII) البوتاسيوم	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ 2 - بيوتانول	تقطير مرتد مع NaOH	$\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 3:1 - بيوتان دايلول	تقطير مرتد مع NaOH	$\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_2\text{I}$

الجدول ٤-٤

اعرض على الطلبة كيف تتكوّن الكحولات من الألدهيدات (إلى كحولات أولية) ومن الكيتونات (إلى كحولات ثانوية) باستخدام NaBH_4 أو LiAlH_4 في الإيثر الجاف. تختزل الأحماض الكربوكسيلية إلى كحولات أولية، ويتم تمثيل العامل المختزل في هذه المعادلات بـ $[\text{H}]$.

ترد المعادلات العامة أدناه:



< فكرة للتقويم ٢: وفّر للطلبة نشاطاً مماثلاً للنشاط السابق. أعط اسم المادة المتفاعلة الابتدائية التي تكون إما ألدheid أو كيتون أو حمضاً كربوكسيليّاً. ثم كلفهم كتابة معادلة التفاعل واسم الكحول المتكوّن. يعطي الجدول (٤-٤) أدناه بعض الأمثلة.

المادة المتفاعلة الابتدائية	معادلة التفاعل واسم الكحول المتكوّن
CH ₃ CH ₂ CHO بروبانال	CH ₃ CH ₂ CHO + 2[H] → CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH (1 - بروبانول)
CH ₃ COCH ₂ CH ₃ 2 - بيوتانون (بيوتانون)	CH ₃ COCH ₂ CH ₃ + 2[H] → CH ₃ CH(OH)CH ₂ CH ₃ (2 - بيوتانول)
(CH ₃) ₃ CCHO 2،2 - ثنائي ميثيل بروبانال	(CH ₃) ₃ CCHO + 2[H] → (CH ₃) ₃ CCH ₂ OH 2،2 - ثنائي ميثيل - 1 - بروبانول
(CH ₃) ₂ CHCOCH ₂ CH ₃ 2 - ميثيل - 3 - بنتانون	(CH ₃) ₂ CHCOCH ₂ CH ₃ + 2[H] → (CH ₃) ₂ CHCH(OH)CH ₂ CH ₃ 2 - ميثيل - 3 - بنتانول
CH ₃ COOH حمض الإيثانويك	CH ₃ COOH + 4[H] → CH ₃ CH ₂ OH (إيثانول)
(CH ₃) ₂ CHCOOH حمض 2 - ميثيل البروبانويك	(CH ₃) ₂ CHCOOH + 4[H] → (CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH + H ₂ O 2 - ميثيل - 1 - بروبانول

الجدول ٤-٤

٢ اختزال الألدهيدات والكيونات (٢٠ دقيقة)

اشرح للطلبة أنه يمكن اختزال الألدهيدات والكيونات إلى كحولات، إذ يمكنهم استنتاج أن الألدهيدات تُختزل إلى كحولات أولية وأن الكيونات تُختزل إلى كحولات ثانوية.

المركب الكربونيلي	العامل المختزل والظروف	اسم الكحول الناتج	نوع الكحول الناتج	المعادلة
1. إيثانال (ألدهيد)				
2. بروبانون (كيون)				

الجدول ٤-٥

يكتب الطلبة بعد ذلك معادلات التفاعلات، ثم يمكن لبعضهم تقويم جداول بعضهم الآخر.

فكرة للتقويم: يجب الطلبة عن السؤال ١٦ الوارد في كتاب الطالب.

التعليم المتميز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

يمكن للطلبة معرفة كيفية استخدام خصائص الكحولات هذه في الحياة اليومية.

الدعم

يرسم الطلبة خريطة ذهنية بسيطة توضح تفاعلات الكحولات، ويمكنهم إضافة تفاعلات الأكسدة إلى الخريطة في الموضوع التالي.

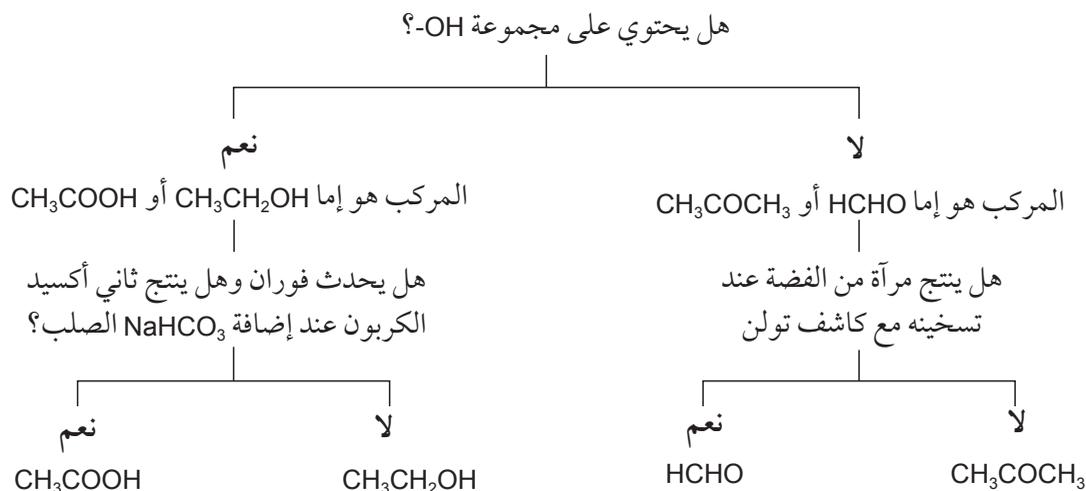
٣ استقصاء عملي ٤-١: تحديد أربعة مركبات عضوية غير معروفة (٤٠ دقيقة)

لخص الاختبارات المستخدمة لتحديد كحول، وحمض كربوكسيلي، وألدهيد وكيون؛ ثم أجرِ اختباراً للتمييز بين كحول أولي وكحول ثانوي. يمكن للطلبة إكمال الجدول (٤-٦).

الاختبار	ماذا يختبر؟	النتيجة المتوقعة
كاشف تولن	ألدهيد/كيون	تكوّن مرآة من الفضة مع الألدهيد؛ لا تفاعل مع الكيون
كاشف (محلول) فهلينج	ألدهيد/كيون	تكوّن راسب برتقالي محمر مع الألدهيدات؛ لا تغيير في لون المحلول الأزرق الفاتح مع الكيونات
الأكسدة باستخدام ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم الحمضي	ألدهيد/كيون وكحول أولي أو ثانوي/كحول ثالثي	تغير اللون من البرتقالي إلى الأخضر؛ لا تغيير في حالة الكيونات والكحولات الثالثية
الأسطرة باستخدام H_2SO_4 المركز؛ ومحلول كربونات الصوديوم	تفاعل الكحول مع الأحماض الكربوكسيلية	تنتج رائحة فاكهة من الإستر المتكوّن
إضافة $NaHCO_3$ الصلب إلى المحلول واختبار الغاز المنطلق بماء الجير	حمض كربوكسيلي	يحدث فوران ويحوّل الغاز ماء الجير إلى عكر (حليبي)
اختبار ثلاثي يودوميثان (CHI_3) بالتسخين مع محلول قلوي من اليود	مجموعة $CH_3CH(OH)-$	يتكوّن راسب أصفر من ثلاثي يودوميثان (يودوفورم)

الجدول ٤-٦

يعمل الطلبة في ثنائيات لإتمام الاستقصاء العملي المفصّل في كتاب التجارب العملية والأنشطة، فتأكد من أنهم يدركون السلسلة المتجانسة (السلاسل المتجانسة) التي يحددها وأن المركبات جميعها تحتوي على ثلاث ذرات كربون. يجيب الطلبة عن أسئلة الاستقصاء الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة. < فكرة للتقويم: إذا سمح الوقت، يمكن للطلبة إنشاء مفتاح رموز لتحديد المركبات. يُعدّ المفتاح الآتي مناسباً:



التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اشرح الظروف المستخدمة في صناعة الكحولات من الألكينات.
- يرفع الضغط المرتفع تراكيز المواد المتفاعلة، وبالتالي معدل سرعة التفاعل، كما أنه يؤدي إلى تكوّن كميات أقل من الجزيئات الغازية، وبالتالي يعزز تكوّن الكحول.
 - تضمن الحرارة المرتفعة أن يكون الماء في الحالة الغازية ما يؤدي إلى زيادة معدل سرعة التفاعل.
 - حمض الفوسفوريك المركز الذي يعمل كعامل حفاز يسرّع التفاعل من خلال خفض طاقة التنشيط.

الدعم

عند استنتاج أسماء الكحولات، سوف يساعدك ذلك على رسم الصيغ الموسعة أو الهيكلية لأنه سيعطي مواقع المجموعات المرتبطة بالسلسلة الكربونية وطولها.

تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- يناقش الطلبة في مجموعات، المفاهيم التي تمّت تغطيتها في هذا الموضوع. هل أصبحوا أكثر دراية بالمواضيع التي تعلموها سابقاً في الصف الحادي عشر، في الوحدتين الثامنة والتاسعة؟ هل يفهمون المعلومات الجديدة عن الاختزال؟
- يمكن للطلبة الإجابة عن النشاط ٤-٧ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، ثم كتابة إجاباتهم على ألواحهم الخاصة (ألواح المسح الجاف).

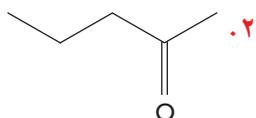
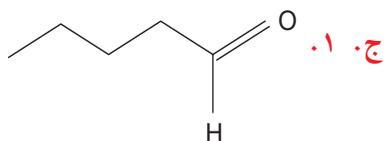
التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يجب استخدام المصطلحين أكسدة واختزال بشكل صحيح.

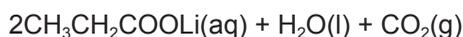
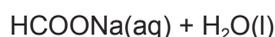
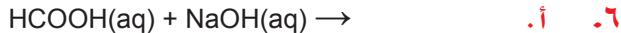
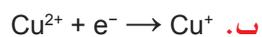
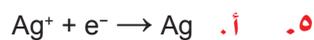
المهارة الحسابية

وزن المعادلات: تتطلب كتابة المعادلات التي تمثل اختزال الألهيدرات، والكيتونات، وغيرها عمليات عد للذرات.



٤. أ. المركب المجهول هو ألدهيد.

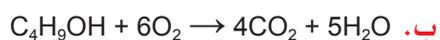
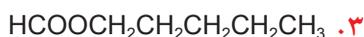
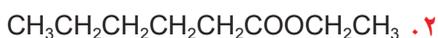
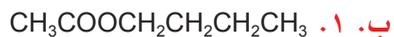
ب. تتأكسد الألدهيدات بواسطة أيونات الفضة الموجودة في كاشف تولن الدافئ لتكوين أيونات الكربوكسيلات. في هذه العملية، يتم اختزال أيونات الفضة إلى ذرات فلز الفضة، التي تكوّن مرآة فضية لامعة على السطح الداخلي لوعاء التفاعل. لا يحدث أي تفاعل بين البيوتانول وكاشف تولن.



٧. أ. ١. إيثانوات البيوتيل

٢. هكسانوات الإيثيل

٣. ميثانوات البنثيل



إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

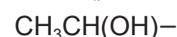
١. أ. كحول أولي

ب. كحول ثانوي

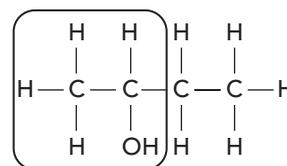
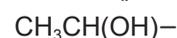
ج. كحول ثالثي

د. كحول أولي

٢. أ. ١. لا يحتوي 1 - بروبانول على مجموعة

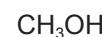


٢. يحتوي 2 - بيوتانول على مجموعة



٣. لا يحتوي الميثانول على مجموعة

$CH_3CH(OH)-$ ؛ فصيغة الميثانول هي

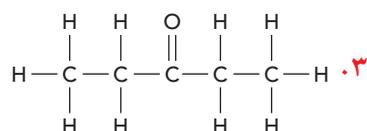
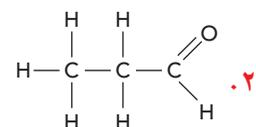
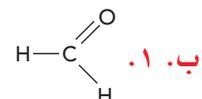


ب. لا يتكوّن راسب؛ لأن 2 - ميثيل - 2 - بروبانول

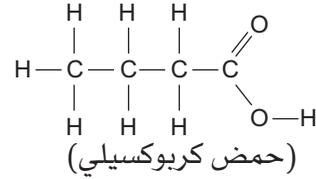
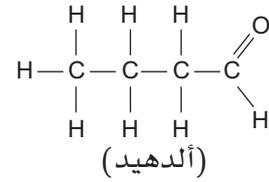
لا يحتوي على مجموعة $CH_3CH(OH)-$

٣. أ. ١. هكسانال

٢. 2 - أوكتانون



ب. ١. البيوتانال وحمض البيوتانويك



٢. نحصل على الألدهيد عند التسخين بشكل

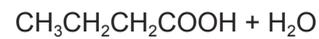
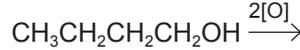
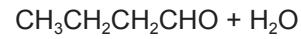
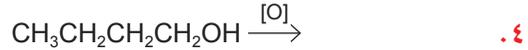
معتدل والتقطير الفوري؛

يتكوّن الحمض الكربوكسيلي بعد التقطير

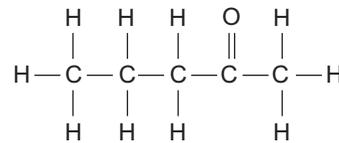
المرتد مع فائض من العامل المؤكسد.

٣. الألدهيدات

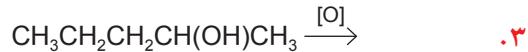
الأحماض الكربوكسيلية.



ج. ١. 2 - بنتانول



٢. الكيتونات



د. لا توجد ذرة H على ذرة C المرتبطة بالمجموعة

الوظيفية -OH.

٥. أ. ١. بروبانول

٢. 1 - بروبانول

٣. إيثانول

٤. 2 - بروبانول

٥. بيوتانول

٦. بروبانول

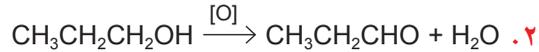
ب. في الجزئية أ: ٢ و ٤ هما من الكحولات؛ ١

و ٣ و ٥ و ٦ هي مركبات الكربونيل

ج. في الجزئية أ: ٣ و ٦ هما من الألدهيدات؛ ١

و ٥ هما من الكيتونات

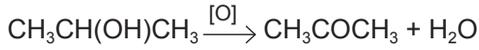
د. ١. ابدأ ب ٢ لتحضير ٦؛ ابدأ ب ٤ لتحضير ١



محلول حمضي (بحمض الكبريتيك المخفف)

دافئ من ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم، مع

تقطير فوري.



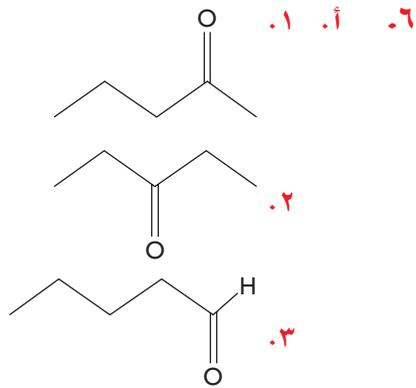
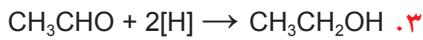
محلول حمضي (بحمض الكبريتيك المخفف)

من ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم، مع تقطير

مرتد.

هـ. ١. المركب ٣ من الجزئية أ

٢. NaBH_4 : رباعي هيدريدوبورات الصوديوم



ب. لا يحدث أي تفاعل مع 3 - بنتانول.

يعطي البنتانول مرآة فضية لأمعة؛ المادة الناتجة

هي حمض البنتانويك (في الحقيقة، البنتانوات

في الوسط القاعدي/القلوي)؛ يُعدّ هذا التفاعل

تفاعل أكسدة.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٤-١

١. A = أولي ؛ B = ثالثي؛ C = ثانوي؛ D = ثانوي؛
E = ثالثي

١. أ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
ب. HCOOH

نشاط ٤-٢

٢. A: 1 - بروبانول؛ B: 2 - ميثيل - 2 - بروبانول؛
C: 2 - بيوتانول؛ D: 2 - بنتانول؛ E: 2 - ميثيل -
2 - بيوتانول

٢. أ. ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم المركز الحمضي،
مع التقطير المرتد.

ب. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{2[\text{O}]}$
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

ج. يجب كسر رابطة C - C في السلسلة الكربونية
لاستيعاب ذرة الأكسجين الإضافية؛ الأمر الذي
يؤدي إلى تكسير هذه السلسلة.

نشاط ٤-٤

١. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
أو:

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}^+$

٢. أ. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$

ب. $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{Mg} \rightarrow$
 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Mg} + \text{H}_2$

ج. $2\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
 $2\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

٣. إيثانات البوتاسيوم
بيوتانات الماغنيسيوم

٤. أ. $\text{CH}_3\text{COOH} + 4[\text{H}] \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

ب. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + 4[\text{H}] \rightarrow$
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

١. أ. ميثانال

ب. 3 - هكسانون

ج. بيوتانال

٢. أ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$

ب. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$

٣. أ. ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم الحمضي.

ب. Cr^{3+} و $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

ج. لأنه يتقطر قبل الكحول.

د. لأنه إذا تعرّض للتقطير المرتد فإنه يتأكسد
إلى حمض البروبانويك.

هـ. بروبانون

و. لا يمكن أن تتأكسد الكيتونات بشكل أكبر إلى
أحماض كربوكسيلية/الأكسدة القوية جداً
تؤدي إلى تكسير السلسلة الكربونية.

نشاط ٤-٥

٤. ج؛ لأن جزيء هذا الكحول يحتوي على المجموعة
 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$

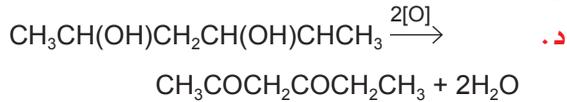
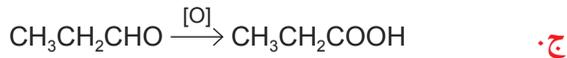
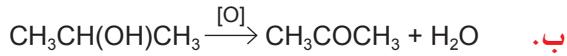
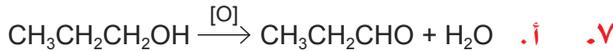
٥. الكحولات الأولية: يتحوّل لون ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم من البرتقالي إلى الأخضر، وتكون المادة المقطرة الناتجة أدهيد. تؤدي الأوكسدة الإضافية لهذه المادة إلى تكوين حمض كربوكسيلي.

الكحولات الثانوية: يتحوّل لون ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم من البرتقالي إلى الأخضر، وتكون المادة الناتجة كيتون، ولا يمكن أكسدة هذه المادة أكثر.

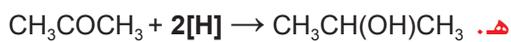
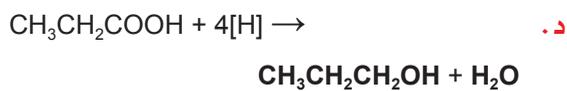
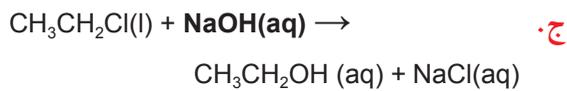
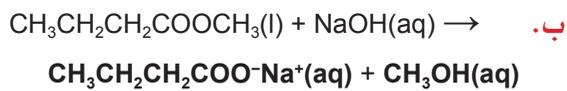
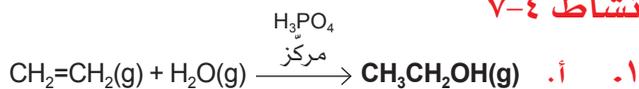
الكحولات الثالثية: لا يتغير لون ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم؛ لا يحدث أي تفاعل.

٦. أ. منجنات (VII) البوتاسيوم الحمضي.

ب. من اللون الأرجواني إلى عديم اللون.



نشاط ٤-٧



١. أ. بيوتانوات الإيثيل

ب. هكسانوات البروبيل

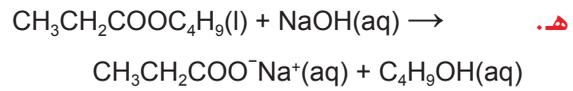
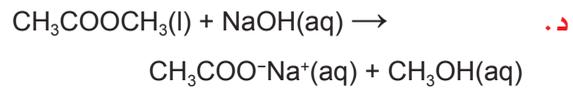
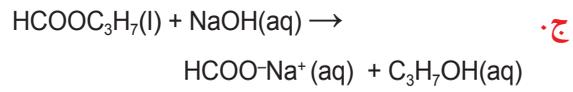
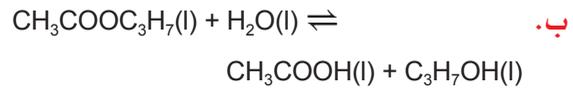
ج. بنتانوات الميثيل

٢. أ. ميثانوات البيوتيل

ب. إيثانوات البنثيل

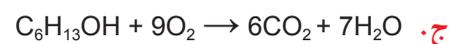
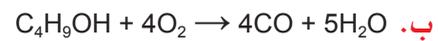
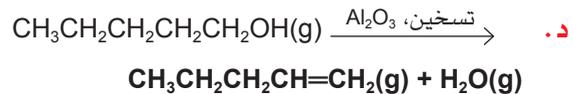
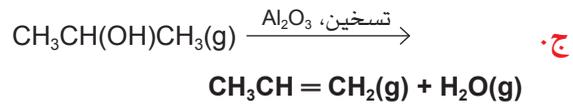
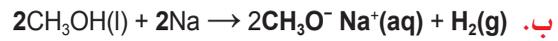
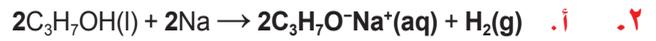
ج. بيوتانوات البروبيل

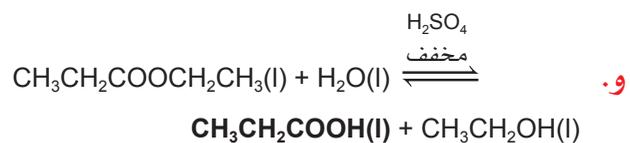
٣. أ. عامل حفاز



نشاط ٤-٦

١. 1 - و؛ 2 - د؛ 3 - أ؛ 4 - ب؛ 5 - ج؛ 6 - هـ





٢. أ. إضافة

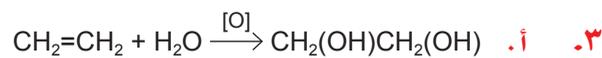
ب. تحلل مائي في وسط قلوي

ج. تحلل مائي/استبدال

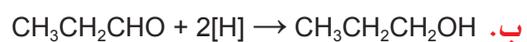
د. اختزال

هـ. اختزال

و. تحلل مائي في وسط حمضي



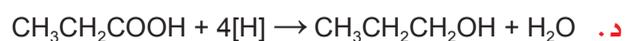
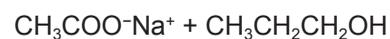
٣. أ.



ب.



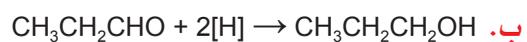
ج.



د.



٤. أ.



ب.

٥. 2 - بيوتانول

1 - بروبانول

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٤-١: تحديد أربعة مركبات عضوية مجهولة

المقدمة

يتكوّن الاستقصاء من جزأين، ويتضمن اختبارات مختلفة ستسمح بتحديد أربعة مركبات عضوية ينبغي تأمينها:

P: بروبانون CH_3COCH_3

Q: حمض الإيثانويك CH_3COOH

R: الميثانال (الفورمالدهيد) HCHO

S: الإيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

يتم إخبار الطلبة أن كل مركب يحتوي على ثلاث ذرات كربون وأن Q و S يحتويان على مجموعة هيدروكسيل.

المدة

سيستغرق هذا الاستقصاء العملي حصتين تقريباً

التحضير للاستقصاء

- يجب على الطلبة إكمال الجزء ١ عن المركبين Q و S والجزء ٢ عن المركبين P و R.
- يمكنك أن تقرر تقديم عرض لتوضيح بعض الإجراءات الأخرى قبل أن يكملها الطلبة.
- إذا كان الحصول على أي من مركبات الاختبارات المقترحة محدوداً أو لم يكن لديك كميات كافية، فيمكنك استخدام مركبات أخرى تعطي نتائج إيجابية في الاختبارات نفسها. على سبيل المثال، يمكن استبدال 2 - بروبانول بالإيثانول لأنه يخضع للأسترة مع حمض الإيثانويك النقي (الجليدي) وسيعطي نتيجة إيجابية في اختبار اليودوفورم.
- يجب أن يكون الطلبة على معرفة بتفاعلات المجموعات الوظيفية قبل أن يقوموا بالاستقصاء العملي.

الجزء ١: استقصاء المركبات التي تحتوي مجموعة هيدروكسيل

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• كربونات الصوديوم الهيدروجينية	• أنابيب اختبار عدد 6
• محلول كربونات الصوديوم 0.1 mol/L	• حامل أنابيب الاختبار
• محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 2.00 mol/L	• موقد بنزن وحصيرة عازلة للحرارة
• محلول ماء الجير	• أعواد ثقاب
• قنينة غسيل	• ملعقة كيمائيات
• ماء مقطر	• صحن تبخير عدد 2
• حمض الكبريتيك المركز تركيزه 1 mol/L أو 2	• قطارات زجاجية مدرجة
• زجاجة بقطارة لحمض الكبريتيك	• كأس زجاجية سعة 250 mL
• محلول اليود	• عينة من كل من المركبين المجهولين
	S و Q

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة ارتداء نظارات واقية للعينين أثناء إجراء التجربة.
- يُعدّ ماء الجير مادة قلووية ويجب التعامل معه على أنه مادة أكالة.
- يُعدّ محلول هيدروكسيد الصوديوم مادة أكالة.
- تُعدّ المركبات العضوية قابلة للاشتعال ويجب إبعادها عن أي مصدر لهب.
- يجب أيضاً اعتبار المركبات العضوية ضارة. إذا أمكن، يجب ارتداء القفازات البلاستيكية لتقليل التلامس. لا تتنشق (أو تستنشق) الأبخرة.
- يُعدّ حمض الكبريتيك المركز مادة أكالة، فقم دائماً بإضافة الحمض إلى الماء، وليس العكس. وفي حال لامس الحمض جلدك، فاغسله على الفور باستخدام كميات وافرة من الماء البارد.
- ينبغي توفير الماء الساخن بوساطة غلاية.
- تُعدّ المادة الناتجة من التفاعل في الجزء ١-ب مادة مهيجة جداً للعيون. عند الانتهاء من تسجيل ملاحظاتك، اغسل مخلوط التفاعل في الحوض مع الكثير من الماء.
- يسبّب محلول اليود بقعاً جلدية، لذا تعامل معه بحذر.

الجزء ١ أ: اختبار مجموعة الكربوكسيل -COOH

نتائج العينة

راجع الجدول أدناه.

المركب غير المعروف	الملاحظات
Q	عند إضافة كربونات الصوديوم الهيدروجينية إلى المحلول المائي من Q، يحدث فوران ويحوّل الغاز المتكوّن ماء الجير الصافي إلى عكر.
S	لا يوجد تفاعل

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

١. يحتوي المركب Q على مجموعة الكربوكسيل (-COOH).
٢. يتفاعل المركب Q مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون. يُعدّ هذا التفاعل تفاعلاً نموذجياً للمحلول المائي لحمض كربوكسيلي.
٣. المركب هو حمض الإيثانويك (CH₃COOH). معادلة التفاعل هي الآتية:



الجزء ١ ب: تفاعل اليودوفورم: اختبار المجموعة -CH₂OH

نتائج العينة

يتكوّن راسب أصفر ببطء.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

المركب هو الإيثانول، وذلك لأنه أعطى نتيجة إيجابية في اختبار اليودوفورم، لأنه يحتوي على مجموعة $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$.

الجزء ٢: تحديد المركبات التي تحتوي على مجموعة كربونيل

ستحتاج إلى

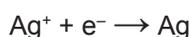
المواد والأدوات:	
• قفازات زجاجية مدرجة عدد 3	• محلول نترات الفضة تركيزه 0.10 mol/L
• قلم حبر ثابت	• محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 2.0 mol/L
• أنبوبة اختبار نظيفة لاختبار تولن عدد 2	• محلول أمونيا تمّ تحضيره حديثاً تركيزه 2 mol/L
• كأس زجاجية سعة 250 mL	• ماء ساخن أو غلاية

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة ارتداء نظارات واقية للعينين أثناء إجراء التجربة.

التحضير للاستقصاء

- من المستحسن إجراء اختبار كاشف تولن باستخدام أنبوبة اختبار جديدة. وإذا لم تتوافر أنبوبة جديدة، فيجب غسل أنابيب الاختبار القديمة جيداً بالماء المقطر، وشطفها بالبروبانول ثم تجفيفها.
- فإذا تمّ إجراء هذا الاختبار بعناية، فستكوّن مرآة جميلة من الفضة على السطح الداخلي للأنبوبة.
- تُعدّ معادلة أكسدة الألدهيدات باستخدام كاشف تولن مبسطة إلى حد ما ولا تُوضح ما يحدث بالفعل. تتمثل الطريقة البديلة في شرح كيفية اختزال أيونات الفضة للطلبة الأكثر قدرة عن طريق قبول إلكترونات من الألدهيد.



- يمكن أيضاً تكليف الطلبة رسم مفتاح رموز يساعدهم في تنظيم أفكارهم فيما يتعلق بالتفاعلات المختلفة للمجموعات الوظيفية.

الجزء ٢ أ: التفاعل مع كاشف تولن

نتائج العينة

- P = لا يحدث تفاعل
- R = يتكوّن راسب أسود أو مرآة من الفضة

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

١. يحتوي كلا المركبين على ثلاث ذرات كربون. يجب أن يكون P كيتون لأنه لا يعطي مرآة من الفضة مع كاشف تولن، ويجب أن يكون P بروبانون (CH_3COCH_3). R هو ألدهيد لأنه يعطي مرآة من الفضة مع كاشف تولن، لذا يجب أن يكون R بروبانال ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$).

٢. P = بروبانون CH_3COCH_3

Q: حمض الإيثانويك CH_3COOH

R: الميثانال (الفورمالدهيد) HCHO

S: الإيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

مهارات عملية ٤-١: كشف وجود مجموعة ألدهيد باستخدام كاشف تولن

احتياطات الأمان والسلامة

ارتد نظارات واقية للعينين في جميع مراحل الاستقصاء.

يتفكك كاشف تولن (نترات الفضة الأمونية) مع مرور الزمن ليكون مواد ناتجة متفجرة.

يجب تحضير هذا الكاشف مباشرة قبل استخدامه. يكون تفاعل كاشف تولن مع المركبات العضوية أيضاً مادة ناتجة متفجرة (AgONC) مع مرور الزمن. يجب شطف جميع المواد الكيميائية المستخدمة بفائض كبير من الماء لتصريفها في مصرف المياه الملوثة بمجرد انتهاء التجربة.

يُعدّ محلول نترات الفضة بتركيز 0.1 mol/L منخفض الخطورة، لكنه يترك بقعاً على الجلد والملابس.

يُعدّ محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.4 mol/L مادة مهيجة.

تُعدّ البروبانال والبروبانون والإيثانول مواد سريعة الاشتعال، لذا يجب الابتعاد عن أي مصدر لهب أو مصادر إشعال أخرى عند إجراء التجربة؛ كما أنها تُعدّ مواد ضارة وقد تسبب تهيجاً في العينين والرتتين.

المواد والأدوات (لكل مجموعة من الطلبة)

- محلول نترات الفضة تركيزه 0.1 mol/L
- ميزان حرارة
- محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.4 mol/L
- قطارة عدد 5
- محلول أمونيا تركيزه 1 mol/L
- أنبوبة اختبار عدد 3 مع سدادات وملصقات
- بروبانال
- حامل أنابيب الاختبار
- بروبانون
- مصدر للماء الساخن
- إيثانول
- نظارات واقية للعينين
- كأس زجاجية سعة 500 mL

الطريقة

1. خذ ثلاث أنابيب اختبار وأضف محلول نترات الفضة بتركيز 0.1 mol/L بارتفاع 2 cm في كل منها، ثم أضف قطرة من محلول هيدروكسيد الصوديوم في كل أنبوبة.
2. أضف محلول أمونيا بتركيز 1 mol/L قطرة قطرة في كل أنبوبة من أنابيب الاختبار التي تحتوي على نترات الفضة. في البداية سوف ترى تكوّن راسب من هيدروكسيد الفضة، ولكن كلما أضفت المزيد من محلول الأمونيا، سيذوب هذا الراسب. توقف عن إضافة محلول الأمونيا عندما يذوب الراسب تمامًا. يسمّى المحلول الناتج في كل من هذه الأنابيب الثلاث كاشف تولن.
3. تأكد من عدم وجود أي مصدر لهب في المختبر، ثم أضف ثلاث قطرات من البروبانال إلى الأنبوبة الأولى، وثلاث قطرات من البروبانول إلى الأنبوبة الثانية، وثلاث قطرات من الإيثانول إلى الأنبوبة الثالثة. بعد الانتهاء أقلل الأنابيب بالسدادات وعنونها، ثم ضع الأنابيب الثلاث المعنونة في حمام ماء دافئ (60 °C).
4. راقب الأنابيب الثلاث: يجب أن يصبح راسب فلز الفضة مرئيًا في إحدى الأنابيب. إذا يجري الاستقصاء بطريقة دقيقة، فستكوّن طبقة رقيقة أو "مرآة من الفضة" داخل الأنبوبة. لهذا السبب يسمّى هذا الاختبار غالبًا "اختبار مرآة الفضة".
5. قم بتخفيف محتويات الأنابيب الثلاث بماء الصنبور ثم اسكبها في الحوض، واترك الماء جاريًا لمدة دقيقتين بعد ذلك.
6. اكتب وصفًا مفصلاً لهذا النشاط العملي وحدد المجموعة الوظيفية التي تعطي نتيجة إيجابية في الاختبار، واكتب المعادلة الرمزية الموزونة للتفاعل الذي حدث. يُعدّ هذا تفاعل أكسدة-اختزال، فحدد أي مادة قد تأكسدت وأي مادة قد اختزلت.

عرض توضيحي ٤-٢: تحضير الإسترات

احتياطات الأمان والسلامة

- ارتد نظارات واقية للعينين في جميع مراحل الاستقصاء.
- يُعدّ حمض الكبريتيك المركز مادة أكالة ويمكن أن يسبب حروقًا شديدة، فارتد القفازات والنظارات الواقية للعينين عند استخدامه.
- يُعدّ حمض الإيثانويك النقي (الجليدي) مادة أكالة وقابلة للاشتعال ويمكن أن يسبب حروقًا وتقرحات.
- تُعدّ المركبات العضوية جميعها قابلة للاشتعال ويجب إيقاف تشغيل مواقد بنزن جميعها أثناء تسخين مخاليط التفاعل في الأحواض المائية.

المواد والأدوات (لكل مجموعة من الطلبة)

- حمض الإيثانويك النقي (الجليدي)
- الإيثانول
- 1 - بروبانول
- 1 - بيوتانول
- قطارة مدرجة عدد 6
- أنبوبة اختبار عدد 3
- كأس زجاجية سعة 250 mL
- منشفة ورقية مطوية أو حامل أنابيب الاختبار

- محلول مشبع من كربونات الصوديوم
- حمض الكبريتيك المركز
- أحجار منع الاهتزاز (ضبط الغليان)
- حوض تبخير
- مصدر للماء المغلي
- قفازات للاستعمال لمرة واحدة
- نظارات واقية للعينين

الطريقة

1. أضيف نحو 50 mL من المحلول المشبع من كربونات الصوديوم إلى حوض التبخير.
2. باستخدام قطارات مدرجة، أضيف 2 mL من حمض الإيثانويك النقي (الجليدي) إلى أنبوبة اختبار، ثم 2 mL من الإيثانول وبعد ذلك أضيف ثلاثاً إلى أربع قطرات من حمض الكبريتيك المركز.
3. أضيف قليلاً من رقائق منع الاهتزاز.
4. املاً الكاس الزجاجية سعة 250 mL بالماء المغلي حتى النصف.
5. ضع أنبوبة الاختبار التي تحتوي على مخلوط الحمض والكحول في الحمام المائي واتركه حتى يبدأ بالغليان.
6. أخرج أنبوبة الاختبار بعناية من خلال إمساكها بمنشفة ورقية مطوية أو ضعها على حامل أنابيب الاختبار.
7. قم بتبريد أنبوبة الاختبار عبر وضعها في ماء بارد، ثم أضيف هذا المخلوط إلى محلول كربونات الصوديوم، وراقب الرائحة وسطح السائل.
8. كرر الخطوات من 2 إلى 7 باستخدام 1 - بروبانول ثم 1 - بيوتانول.
9. اكتب وصفاً مفصلاً لهذا النشاط العملي. رتب ملاحظتك وتعليقاتك حول كيمياء ومعادلات هذه التفاعلات.

مهارات عملية ٤-٣ (عرض توضيحي): أكسدة كحول أولي إلى ألدهيد أو إلى حمض كربوكسيلي

احتياطات الأمان والسلامة

- ارتد نظارات واقية للعينين في جميع مراحل الاستقصاء. يجب أن يجري المعلم هذه التجربة كعرض إيضاحي.
- يُعد حمض الكبريتيك المركز مادة أكالة ويمكن أن يسبب حروقاً شديدة؛ لذا ارتد القفازات في جميع الأوقات عند استخدامه.
- يُعد ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم عاملاً مؤكسداً ومادة سامة.
- يُعد كل من الإيثانول والإيثانال سريعاً الاشتعال ومن المواد الضارة.
- تأكد من عدم وجود أي تلامس محتمل بين بخار الإيثانال وأي مصدر لهب.

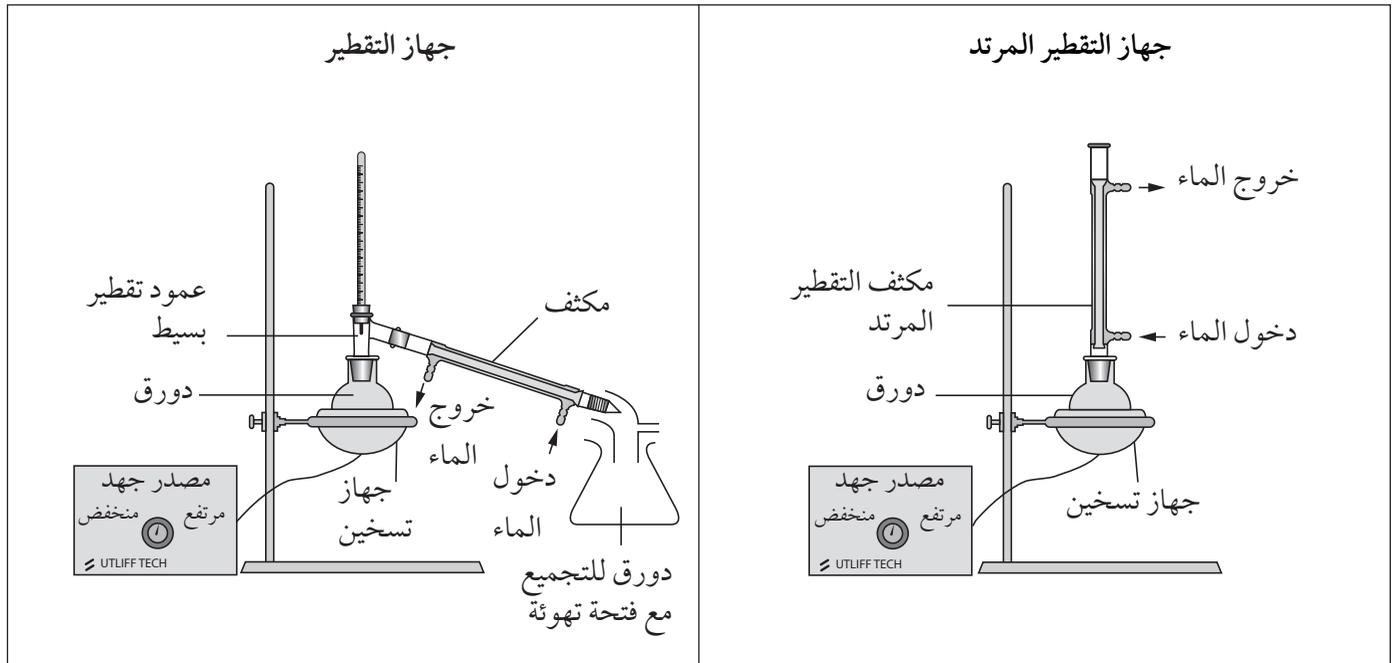
المواد والأدوات (للعرض التوضيحي للمعلم)

- 1 - بروبانول
- مسحوق ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم
- حمض الكبريتيك المخفف
- حمض الكبريتيك المركز
- دورق ذو شكل كمثري
- جهاز زجاجي للكيمياء Quickfit مناسب وسهل وسريع
- التحضير وسخان كهربائي لإجراء التقطير والتقطير المرتد
- عمود تجزئة
- أحجار منع الاهتزاز (ضبط الغليان)
- قمع تنقيط
- مخبر مدرج سعة 10 mL وآخر سعة 25 mL
- ملعقة كيماويات
- مسحوق ثلج في وعاء
- حاجز أمان
- قفازات أمان

طريقة العرض

تحضير ألدهيد

١. أضف 12.5 mL من حمض الكبريتيك المخفف في دورق ذي شكل كمثري، ثم أضف مقدار ملعقتي كيماويات من مسحوق ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم وقم بإذابتها، ثم أضف قليلاً من رقائق منع الاهتزاز.
٢. أضف رأساً ثابتاً ومكثفاً للتقطير، ثم ضع حاجز أمان بين الجهاز والطلبة.
٣. قم بتسخين الدورق على شكل الكمثرى برفق.
٤. أضف 5 mL من الإيثانول قطرة قطرة بوساطة قمع التنقيط.
٥. اجمع البروبانال، الذي يتقطر أولاً عند 48°C، وتأكد من عدم وجود أي تلامس محتمل بين بخار البروبانال وأي مصدر لهب.



تحضير حمض الإيثانويك

١. اخلط 12.5 mL من حمض الكبريتيك المخفف و 5 mL من حمض الكبريتيك المركز في دورق ذي شكل كمثري، مع تبريد الدورق في مسحوق الثلج أثناء القيام بذلك، ثم أضف مقدار خمس ملاعق كيماويات من مسحوق ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم وقم بإذابتها، ثم قليلاً من رقائق منع الاهتزاز و 2.5 mL من 1 - بروبانول.
٢. ضع مكثف التقطير المرتد، ولا تتسّر أن تضع حاجز أمان بين الجهاز والطلبة.
٣. قم بالتقطير المرتد لمدة 30 دقيقة. سيحتاج هذا الأمر إلى تحكّم دقيق في عملية التسخين لتجنب أي غليان مفاجئ.
٤. أوقف التسخين وانزع مكثف التقطير المرتد، ثم أضف رأساً ثابتاً وعمود التجزئة ومكثف التقطير، ثم قم بالتقطير التجزيئي ببطء واجمع حمض الإيثانويك، والذي يجب أن يتقطر عند 118°C .

أسئلة

١. اكتب وصفاً للنشاط العملي بما في ذلك المعادلات الرمزية الموزونة لأي تفاعلات قد تحدث.
٢. اشرح سبب عدم استخدام التقطير المرتد لتحضير الألهيد.
٣. لماذا لا يستخدم التقطير لتحضير الحمض الكربوكسيلي؟

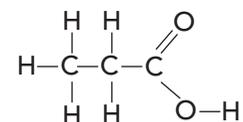
إجابات أسئلة نهاية الوحدة

السؤال ١

أ. التسخين مع ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم الحمضي.

يحوّل 1 - بروبانول لون ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم من البرتقالي إلى الأخضر. لا يحدث تفاعل مع 2 - ميثيل - 2 - بروبانول / يبقى لون محلول ثنائي كرومات (VI) برتقالياً.

ب. ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم الحمضي تركيز مرتفع لكل من ثنائي الكرومات (VI) والحمض مع التقطير المرتد.



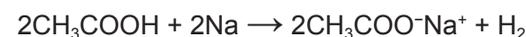
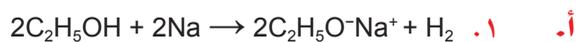
ج. ١. أضف الميثانول إلى مخلوط من حمض البروبانويك وحمض الكبريتيك في دورق، ثم قم بعملية تقطير مرتد.

٢. قم بمعادلة الحمض مع كربونات الصوديوم، ثم قم بالتقطير وجمع الإستر كقطارة.



٣. بروبانوات الميثيل

السؤال ٢



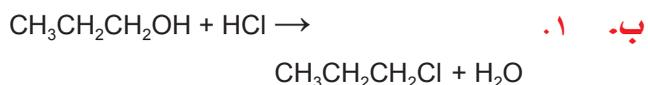
٢. كلتا المعادلتين تنتجان غازاً وتظهران فقاعات نتيجة لحدوث فوران.



السؤال ٣

أ. الخطوة ١: تفاعل بخار الماء مع الإيثين في وجود حمض الفوسفوريك المركز كعامل حفاز.

الخطوة ٢: أضف محلولاً حمضياً مركزاً من ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم؛ تقطير مرتد.

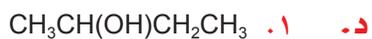


ب. ١. يستقبل أيون الهيدروجين من كلوريد الهيدروجين.

ج. نستخدم الصوف الخزفي لامتناس 1 - بيوتانول في قاع أنبوبة الاختبار.

يتم تسخين 1 - بيوتانول، ثم تبخيره يتم تمرير بخار 1 - بيوتانول فوق أكسيد الألومنيوم الساخن.

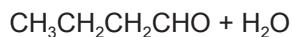
يتم جمع 1 - بيوتين في أنبوبة اختبار مقلوبة فوق الماء.



د. ١. يتكوّن راسب أصفر

٢. يحتوي المتشاكل على المجموعة -CH(OH)-

السؤال ٤



٢. بيوتانال

٣. التغيّر من البرتقالي إلى الأخضر.

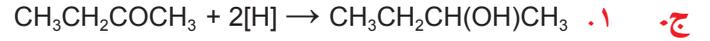
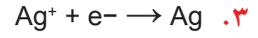
٤. لمنع أي أكسدة إضافية، وبالتالي منع تكوين حمض البيوتانويك.

ب. ١. أضف كاشف تولن إلى المركب الكربونيلي في أنبوبة اختبار وقم بتدفئته بلطف.

إذا تكوّنت مرآة من الفضة على الجوانب الداخلية للأنبوبة، يكون المركب المجهول ألدهيد.

إذا لم تتكوّن مرآة من الفضة، يكون المركب المجهول كيتون.

٢. محلول مائي من نترات الفضة وفائض من الأمونيا.



٢. 2 - بيوتانول

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الكيمياء - دليل المعلم

يُعدّ دليل المعلم المكوّن الداعم المصاحب لكتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث يقدم الدعم للمعلم للتخطيط لدروس رائعة وتغطية محتوى المنهج الدراسي، بما في ذلك الاستقصاءات العملية، إضافة إلى ذلك فإنه يوفر مجموعة متنوعة من أفكار التدريس النشطة في كل الموضوعات، مع تحديد المدة الزمنية المقترحة لكل فكرة. كما يتضمن دعمًا لتطوير مهارات الاستقصاء لدى الطلبة وتعزيزها، من خلال شرح مفصل تم تصميمه بما يتوافق مع أهداف التعلم، وتتوافر في الدليل إرشادات للملخص، ودعم التعليم المتميز (تفريد التعليم)؛ بالإضافة إلى أفكار خالقة عن الكثير من الأنشطة، ما يعطي السلسلة قيمة إضافية.

كما يتضمن هذا الدليل إجابات نموذجية لأسئلة كتاب الطالب، وأسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة.

يشمل منهج الكيمياء للصف الثاني عشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب.
- كتاب التجارب العملية والأنشطة.