

المعادلات الكيميائية

أعد شرح موازنة المعادلات الكيميائية، وأسأل الطلاب: ما المعلومات التي تتضمنها المعادلة الكيميائية الموزونة؟ **تعرف المتفاعلات والنواتج والنسبة المولية، والحالة الفيزيائية.**

اكتب على السبورة: $2Zn_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2ZnO_{(s)}$

واسأل أيضاً: ما الجزيئات الممثلة في هذا التفاعل؟ **ذرات الزنك وجزيئات الأكسجين ووحدات صيغة من أيونات أكسيد الزنك،** ثم اسأل: كيف تتكون الأيونات من الذرات أو الجزيئات؟ **باكتساب الإلكترونات أو فقدها.** أخبر الطلاب أن الكيميائيين الأوائل أطلقوا اسم تفاعلات الأكسدة على هذا النوع من التفاعلات؛ لأن الأكسجين كان أحد المتفاعلات، وقد تبين لهم فيما بعد أن الكثير من التفاعلات تتضمن اكتساب الإلكترونات أو فقدها، حتى تلك التي لا يكون الأكسجين أحد المتفاعلات فيها؛ لذا لا يزال مفهوم الأكسدة يستعمل حتى الآن.

الربط مع المعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل: الكهروسالبية التفاعلات الكيميائية وأنواعها.

استعمال الصورة

العصا الضوئية عبارة عن إنبوب مرن يحتوي فجوتين في كل منهما محلول منفصل عن الآخر، وهذين المحلولين هما أكسالات فينيل الإستر، وصبغة الفلورسنت، وهناك فجوة ثالثة صغيرة موجودة في منتصف الأنبوب تحتوي على محلول فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 تعمل مادة منشطة للتفاعل. وعند ثني العصا من المنتصف يحدث الامتزاج بين هذه المحاليل ويحدث التفاعل ويصاحبه انبعاث الضوء بلون مميز. يستمر الضوء لفترة زمنية أطول في درجات الحرارة الباردة مقارنة مع درجات الحرارة المرتفعة.

الفكرة العامة تعدُّ تفاعلات الأكسدة والاختزال من العمليات الكيميائية الشائعة في الطبيعة وفي الصناعة، وتتضمن انتقالاً للإلكترونات.

6-1 الأكسدة والاختزال

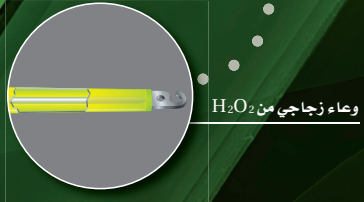
الفكرة الرئيسة يعدُّ تفاعلاً الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين؛ إذ تتأكسد ذرة وتختزل أخرى.

6-2 وزن معادلات الأكسدة والاختزال

الفكرة الرئيسة تصحح معادلات الأكسدة والاختزال موزونةً عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساويةً للانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.

حقائق كيميائية

- يمكن زيادة لمعان العصا الضوئية النشطة بتسخينها، لكن البريق لن يستمر طويلاً.
- ليس بالضرورة أن يكون الضوء الناتج عن تفاعلات الأكسدة والاختزال مصحوباً بالحرارة.
- يستعمل نحو 90% تقريباً من الأحياء البحرية شكلاً من أشكال الضوء الحيوي الذي يتولد من تفاعلات الأكسدة والاختزال.



اطلب إلى الطلاب مناقشة الحالات التي يستعملون فيها العصي الضوئية، واسأل: كيف تعمل هذه العصي؟ **عندما تُثنى العصي الضوئية ينكسر الأنبوب الزجاجي الداخلي ويتفاعل محلولان لإنتاج الطاقة، فتعمل هذه الطاقة على إثارة الإلكترونات في المادة المحيطة، وعندما تعود الإلكترونات إلى حالة الاستقرار وتفقد الطاقة المكتسبة تشع هذه المادة ضوءاً.** اسأل أيضاً: ما مزايا العصي الضوئية في حالات الطوارئ؟ **يجب أن تتضمن الإجابة ما يأتي: تبث ضوءاً بارداً، عدم الحاجة إلى مصدر طاقة خارجي، يمكن تخزينها بسهولة للاستعمالات المستقبلية.**

تجربة استهلاكية

الهدف يلاحظ الطلاب تفاعل الأوكسدة والاختزال.

احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

التخلص من النفايات يمكن سكب المحاليل في المغسلة متبوعة بكمية وافرة من الماء، ولكن يجب التخلص من كل محلول على حدة، وعدم خلط المحاليل في المغسلة، وإذا كانت مدرستك تتبع نظاماً للتخلص من الكيمائيات فلا تتخلص منها في مجاري الصرف الصحي، بل راجع كيفية التخلص من هذه النفايات.

استراتيجيات التدريس

- حضر CuSO_4 قبل أن تبدأ العمل. راجع كيفية تحضير المحاليل جميعها.
- ذكّر الطلاب بأن التفاعل هو تفاعل إحلال أحادي، واطلب إليهم تفسير ذلك.

النتائج المتوقعة يحل الحديد محل أيونات النحاس في المحلول تاركاً النحاس يترسب على المسامير. ويصبح محلول كبريتات النحاس II الأزرق عديم اللون.

تجربة استهلاكية

ماذا يحدث عندما يتفاعل الحديد وكبريتات النحاس II؟
ينتج الصدأ عندما يتفاعل الحديد والأكسجين، ويتفاعل الحديد أيضاً مع مواد أخرى غير الأكسجين.



خطوات العمل

1. اقرأ نموذج احتياطات السلامة في المختبر.
2. استعمل قطعة من ورق الصنفرة لتلميع مسامير الحديد.
3. أضف 3 mL تقريباً من محلول 1.0M من كبريتات النحاس II CuSO_4 إلى أنبوب اختبار، وضع المسامير الذي جرى تلميعه في محلول CuSO_4 ، ثم ضع أنبوب الاختبار في حامل الأنابيب، وراقبه مدة 10 دقائق، ثم سجّل ملاحظاتك.

تحليل النتائج

1. فسّر ما يحدث للون محلول كبريتات النحاس.
 2. حدّد المادة التي التصقت بالمسامير.
 3. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.
- استقصاء ماذا يمكن أن يحدث للنحاس لو وضع في محلول كبريتات الحديد؟ صمّم تجربة لاختبار فرضيتك.

المطويات

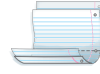
منظمات الأفكار

وزن معادلات الأوكسدة والاختزال صمّم المطوية الآتية لتساعدك على تلخيص المعلومات حول الطرائق المختلفة في وزن معادلات الأوكسدة والاختزال.

الخطوة 1 اجمع طبقتين من الورق، واجعل طرف الورقة العلوية على بعد 2 cm من حافة الورقة السفلية كما في الشكل.



الخطوة 2 اثن الحواف السفلية إلى أعلى لتكوّن أربعة تفرعات متساوية. ثم ثبت الثنية بالضغظ عليها لتحاظظ على التفرع في مكانه جيداً، كما في الشكل المجاور.



الخطوة 3 ثبت الثنيات وعنونها على النحو الآتي: وزن معادلات الأوكسدة والاختزال، طريقة عدد الأكسدة، معادلة الأوكسدة والاختزال الأيونية الكلية، أنصاف التفاعل.

المطويات استعمال المطوية في القسم 2-6،

وخصّص ما تقرؤه حول موازنة معادلات الأوكسدة والاختزال، واعرض مثلاً على كل طريقة.

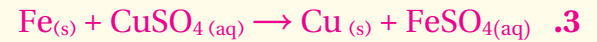
الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع:

www.obeikaneducation.com

التحليل

1. يتحول لون المحلول من الأزرق إلى اللون الأخضر الفاتح.
2. النحاس.



الاستقصاء تتنوع الإجابات؛ لن يحدث تفاعل عندما يوضع النحاس في محلول كبريتات الحديد، ويجب أن يكون الاستقصاء مشابهاً للتجربة الاستهلاكية.

6-1

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (19) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسية

إجراءات متلازمة اطلب إلى الطلاب أن يجدوا تعريفاً للمصطلح "متلازمة"، وإعطاء أمثلة على ذلك. **ستتنوع الإجابات، ولكنها يجب أن تتضمن الزوايا والألوان واستجابات وتفاعلات محددة مثل القوى، وأزواج قواعد DNA.** اشرح للطلاب أن تفاعلات الأكسدة والاختزال هما تفاعلان متلازمان؛ لأنه لا يمكن حدوث أحدهما دون حدوث التفاعل الآخر في الوقت نفسه.

2. التدريس

عرض سريع



سلك المواعين خذ قطعة صغيرة من سلك المواعين الذي يستعمل في تنظيف الأواني، وحاول تكبيرها، على أن يصبح حجمها ضعفي حجمها الأصلي. واسأل الطلاب: هل تعتقدون أن سلك المواعين سيحترق؟ يعتقد معظم الطلاب أن سلك المواعين قد يسخن ويتوهج لكنه لن يحترق. أشعل موقد بنزن، وأمسك سلك المواعين بالملقط، وقربه إلى اللهب. سيحترق مُصدرًا ضوءاً متوهجاً. ومن الأفضل القيام بذلك فوق سطح من البورسلين، أو في إناء معدني. حاول أن تقدم نموذجاً جيداً للممارسات الآمنة في المختبر؛ وذلك بلبس القفازين وارتداء النظارة الواقية عندما تقوم بهذا العرض. أخبر الطلاب أن هذا التفاعل مثال على تفاعل الأكسدة السريع الذي يتفاعل فيه عنصر الحديد مع الأكسجين في الهواء. ويمكن التخلص من سلك المواعين بعد أن يبرد، وذلك بإلقائه في سلة المهملات.

إجابة سؤال الشكل 6-1
التفاعل هو تفاعل احتراق.

6-1

الأهداف

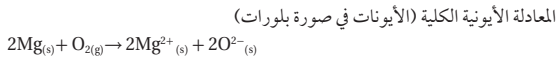
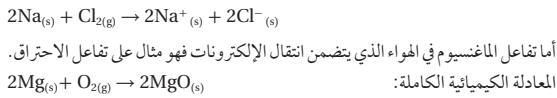
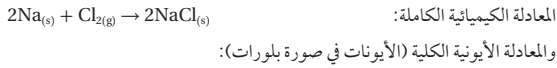
الأكسدة والاختزال Oxidation and Reduction

الفكرة الرئيسية يُعدّ تفاعل الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين؛ إذ تتأكسد ذرة وتختزل أخرى.

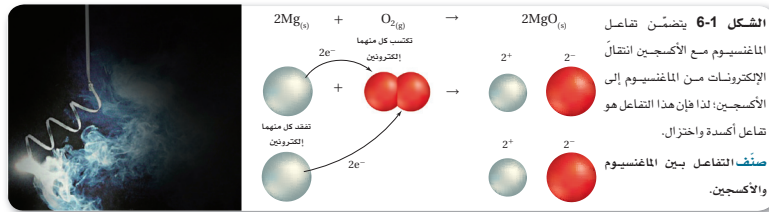
الربط مع الحياة ينتج ضوء العصا الضوئية عن تفاعل كيميائي، فعندما تكسر الكبسولة الزجاجية داخل الإطار البلاستيكي يحدث تفاعل بين مادتين، وتنتقل الإلكترونات، فتتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة ضوئية.

انتقال الإلكترون وتفاعل الأكسدة والاختزال Electron Transfer and Redox Reactions

يمكن تصنيف التفاعلات الكيميائية في العادة إلى خمسة أنواع من التفاعلات هي: التكوين والتحلل، والاحتراق، والإحلال البسيط، والإحلال المزدوج. ومن خواص تفاعلات الاحتراق والإحلال البسيط أنها يتضمنان انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى، كما هو الحال في الكثير من تفاعلات التكوين والتحلل. ففي تفاعل التكوين على سبيل المثال، يتفاعل الصوديوم Na، والكلور Cl₂ لتكوين المركب الأيوني NaCl، وينتقل إلكترونان من ذرة صوديوم إلى جزيء الكلور Cl₂ ويتكون أيونان من الصوديوم وأيونان من الكلوريد، وتكون المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل على النحو الآتي:



عندما يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين، كما في الشكل 6-1، فإن كل ذرة ماغنسيوم تعطي إلكترونين إلى كل ذرة أكسجين، وتتحول ذرة الماغنسيوم إلى أيون Mg²⁺، وتتحول



8

عرض توضيحي

اختبار مرآة تولنز الفضية

الهدف يلاحظ الطلاب كيف يغير اختزال السكر أيون الفضة إلى فلز الفضة (مرآة الفضة).

المواد والأدوات

a. AgNO₃ (12.8g). b. KOH (3.4g) D. c. جلوكوز C₆H₁₂O₆ (2.3g) dextrose 15M NH₃(aq) حمض النيتريك المركز (50 mL)، كأس زجاجية سعتها (600 mL)، قطارة، وعاء بغطاء يُطلى بالفضة (حجم 1 L أو 2 L)، مخبر مدرج، ساق تحريك، ماء مقطر (1.5 L).

احتياطات السلامة

تحذير: حمض النيتريك مادة آكلة للجلد.

التخلص من النفايات أزل Ag من داخل الإناء باستعمال 50 mL من HNO₃ بتركيز 1M. استرجع AgNO₃ بالتبخير.

الخطوات

ضع 150 مل من (a) في كأس سعتها 600 mL، وأضف 75 mL من

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة



من أكثر المفاهيم غير الصحيحة شيوعاً لدى الطلاب الخلط بين تعريف الأكسدة والاختزال.

الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

يميل الطلاب إلى الاعتقاد أن تفاعل الاختزال يتضمن فقد الإلكترونات؛ لأن الطلاب يربطون بين كلمة "يفقد" وكلمة "الاختزال"؛ لذا ذكّرهم أن عدد التأكسد هو الذي يختزل عندما يكتسب العنصر الإلكترونات.

عرض المفهوم

تأكد من ضرورة تعزيز هذا المفهوم لدى الطلاب في وقت مبكر، وذلك بإعطائهم أمثلة على أنصاف التفاعلات. واطلب إليهم تحديد أي الذرات يزيد عدد تأكسدها وأيهما يقل، سواء اكتسبت أو فقدت خلال العملية. وضع أسماء أنصاف التفاعل الصحيحة بوصفها تفاعل أكسدة أو اختزال.

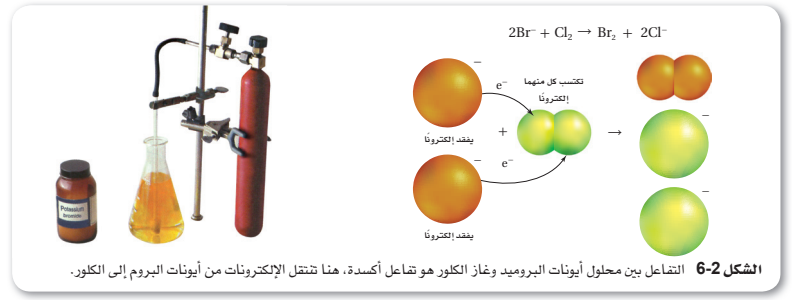
تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى مجموعات صغيرة من الطلاب اقتراح محاكاة يوضحون من خلالها المصطلحات الآتية: الأكسدة، الاختزال؛ عامل مؤكسد، عامل مختزل، ثم عرضها على الصف **ض م تعلم تعاوني**.

التقويم



المهارة اطلب إلى الطلاب البحث عن الأسئلة الآتية والإجابة عنها. ما الذي يتكون عندما يتأكسد الألددهيد؟ **حمض كربوكسيلي**. ماذا يسمى الاختبار الذي يكشف عن السكر المختزل؟ **اختبار تولنز**.



ذرة الأكسجين إلى الأيون O^{2-} ، ويُسمى التفاعل الذي انتقلت فيه الإلكترونات من إحدى الذرات إلى ذرة أخرى **تفاعل الأكسدة والاختزال**.

لنأخذ تفاعل الإحلال البسيط بين المحلول المائي للكلور وأيونات البروميد لتكوين محلول مائي من كلوريد البوتاسيوم الموضح في الشكل 6-2.



المعادلة الكلية:

$$2Br^{-}_{(aq)} + Cl_{2(aq)} \rightarrow Br_{2(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

يُلاحظ أن الكلور يكتسب الإلكترونات من أيونات البروميد ليكون أيونات الكلوريد، وعندما يفقد أيونا البروميد الإلكترونات تتحد ذرتا البروم برابطة تساهمية لتكوين جزيء Br_2 . إن تكوين الرابطة التساهمية بمشاركة الإلكترونات هو أيضاً تفاعل أكسدة واختزال.

الأكسدة والاختزال أطلقت كلمة الأكسدة فيما مضى على التفاعلات التي تتضمن اتحاد المادة بالأكسجين، أما الآن فتعرّف عملية **الأكسدة** على أنها فقدان ذرة المادة للإلكترونات. تفحص مرةً أخرى معادلة تفاعل الصوديوم والكلور الكلية، تلاحظ أن الصوديوم قد تأكسد لأنه فقد إلكترونًا.



وحتى يحدث تفاعل الأكسدة يجب أن تُكتسب الإلكترونات التي تفقدها المادة المتأكسدة من قبل ذرات أو أيونات مادة أخرى، وبعبارة أخرى يجب أن تكون هناك عملية مرافقة تتضمن اكتساب الإلكترونات المفقودة. أما عملية **الاختزال** فتعرّف على أنها اكتساب ذرات المادة للإلكترونات. وبالرجوع إلى مثال كلوريد الصوديوم فإن تفاعل الاختزال المرافق لتفاعل الأكسدة هو اختزال الكلور.



إذن فالأكسدة والاختزال عمليتان مترافقتان متكاملتان؛ فلا يحدث تفاعل الأكسدة إلا إذا حدث تفاعل اختزال، ومن المهم جداً التمييز بين تفاعلي الأكسدة والاختزال.

المحلول (b) إلى الكأس ببطء. ثم أضف كمية كافية من $NH_3(aq)$ بتركيز 15M مع التحريك حتى يذوب الراسب.

نظف الوعاء المراد طلاؤه بغسله بـ 50 mL من حمض النيتريك المركز، ثم بالماء المقطر. واسكب 50 mL من المحلول (c) وجميع محتويات الكأس في الوعاء ليصبح فضياً. ثم حرك الوعاء بشكل دوري بعد إحكام إغلاقه؛ ليبقى السطح مبللاً. سوف يبدأ تكوّن مرآة فضية بعد دقيقة أو دقيقتين. استمر في تدوير الإناء وإمالته حتى تغطي المرآة السطح الداخلي كله. ثم اسكب مزيج التفاعل، واغسل الإناء من الداخل مرتين بهاء الصنبور.

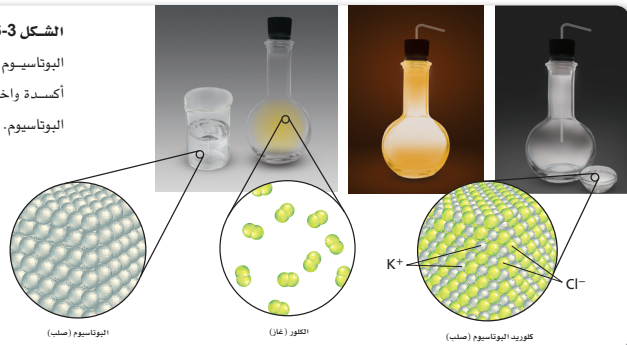
النتائج

اختزلت أيونات Ag^{+} إلى ذرات Ag التي ترسبت داخل وعاء التفاعل.

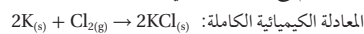
التحليل

ما تفاعل التأكسد المكمل للتفاعل؟ تتأكسد مجموعة الألددهايد من سكر العنب (ديكستروز) إلى حمض كربوكسيلي.

الشكل 3-6 يتفاعل كل من فلز البوتاسيوم وغاز الكلور تفاعل أكسدة واختزال لتكوين كلوريد البوتاسيوم.



التغيير في عدد التأكسد تذكر أن عدد التأكسد لذرة في المركب الأيوني هو عدد الإلكترونات التي فقدتها أو اكتسبتها الذرة عندما كوّنت الأيونات، وأن تفاعل البوتاسيوم مع الكلور، الموضح في الشكل 3-6، هو تفاعل أكسدة واختزال، ومعادلة تفاعل فلز البوتاسيوم مع بخار الكلور هي على النحو الآتي:



المعادلة الكيميائية الكاملة: $2K_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2K^+_{(s)} + 2Cl^-_{(s)}$

يوجد البوتاسيوم ضمن عناصر المجموعة الأولى في الجدول الدوري، التي تميل إلى فقد إلكترون واحد في التفاعل؛ بسبب انخفاض كهروسالبيتها، وعدد تأكسدها +1. ومن ناحية أخرى يوجد الكلور ضمن عناصر المجموعة 17 التي تميل إلى اكتساب الإلكترونات؛ لأن لها كهروسالبية عالية، وعدد تأكسدها -1. ففي مفهوم الأكسدة والاختزال يمكنك القول إن ذرات البوتاسيوم قد تأكسدت من حالة الصفر إلى حالة +1؛ لأن كل ذرة فقدت إلكترونًا، واختزلت ذرات الكلور من الصفر إلى الحالة -1، فكل ذرة أو أيون عند اختزاله يقل عدد تأكسده. وعلى العكس من ذلك عندما تتأكسد ذرة أو أيون يزيد عدد تأكسدها. ويعدّ عدد التأكسد أداة يستعملها العلماء لكتابة المعادلة الكيميائية لمساعدتهم على الاحتفاظ بمسار حركة الإلكترونات في تفاعل الأكسدة. ويكتب عدد التأكسد مع الإشارة السالبة أو الموجبة قبل العدد (+2، +3)، في حين تُكتب إشارة الشحنة الأيونية بعد العدد (+2، +3).

عدد التأكسد: +3 الشحنة الأيونية: +3

ماذا قرأت؟ حدد أي العناصر أكثر قابلية لاكتساب الإلكترونات: البوتاسيوم أم الكلور؟

مهن في الكيمياء

صانع الفخار فنان يصنع الفخار، ويستعمل مواد تحتوي على أيونات فلزية لإضفاء الألوان المختلفة على الفخار عند حرقه. وتظهر المواد الزجاجية، التي تحتوي على أيونات النحاس، باللون الأخضر المائل إلى الزرقة عند تأكسدها، وتعطي اللون الأحمر عند حرقها في الفرن.

10

التقويم

الأداء على الطلاب اختيار فلز لتقصّي خواصه، لذا اطلب إليهم البحث عن خاماته الأولية وكيفية استخراجها وتنقيتها. كما يجب تعريف العوامل المؤكسدة والمختزلة في كل تفاعل ويمكنهم عرض تقرير شفوي على الصف بأعمالهم. **ض م**

ماذا قرأت؟ الكلور

التقويم

المعرفة استعمل ما تعلمته في استقصاء كيفية تنظيف الأشياء والأجسام الأخرى غير المصنوعة من الفضة، من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال. **ض م**

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى اشرح كيف يكون استعمال الاختصارات أداة نافعة لتذكّر المفاهيم الصعبة الجديدة، وأشر إلى ذلك في النص. وشارك الطلاب في الطريقة الآتية لمساعدتهم على تذكر ما يحدث خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال، فالاختصاران OIL و RIGI مثلاً يذكّران الطلاب أن الأكسدة يعني فقدان الإلكترونات، وأن الاختزال يعني اكتسابها. وشجعهم أيضًا على ابتكار وسائل أخرى تساعدهم على التذكر. **د م**

تجربة

الهدف يستعمل الطلاب تفاعلات الأكسدة والاختزال لتنظيف الملاعق الفضية من الملوثات، أو تنظيف أشياء أخرى مصنوعة من الفضة.

المهارات العملية تطبيق المفاهيم، المقارنة، الملاحظة والاستدلال. احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل. وكن حذرًا عند غليان الماء، ولا تتركه يغلي، وأضف الماء عند الحاجة.

التخلص من النفايات يمكن التخلص من رقائق الألومنيوم في سلة النفايات العادية، وذلك إذا لم تكن مدرستك مشتركة في برنامج إعادة التدوير.

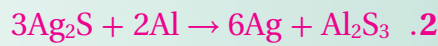
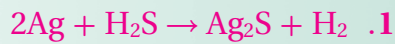
استراتيجيات التدريس

• إذا لم يتوافر لديك شيء ملوث ومصنوع من الفضة فيمكنك عندئذٍ وضع القليل من المايونيز أو الخردل، على الفضة أو السطوح الفضية؛ حيث تحتوي كلتا المادتين على الكبريتيد، وادركها ليلة واحدة ثم اغسلها بالماء، وامسح بقايا المايونيز والخل.

• اشرح للطلاب أن المركب المسؤول عن التلوث بشكل رئيسي في البيئة هو غالبًا كبريتيد الهيدروجين الذي يتكون عند تحلل المخلفات الحيوانية والنباتية، وكذلك من العمليات الصناعية.

النتائج المتوقعة يُزال التلوث من على الجسم كاملاً وليس من على الجزء المتصل بالألومنيوم فقط.

التحليل

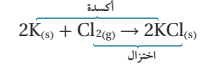


3. للألومنيوم أعلى جهد تأكسد؛ لأنه يتأكسد في التفاعل.

4. يمكن أن تتلف أوعية الألومنيوم.

العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة Oxidizing and Reducing Agents

يمكن وصف تفاعل البوتاسيوم - الكلور في الشكل 3-6 بأن البوتاسيوم قد تأكسد بواسطة الكلور. المادة التي يحدث لها اختزال (تكتسب إلكترونات) تُسمى **عاملًا مؤكسدًا**، أما المادة التي يحدث لها أكسدة (تفقد إلكترونات) فتُسمى **عاملًا مختزلًا**؛ لذا فالعامل المختزل في تفاعل البوتاسيوم - الكلور هو البوتاسيوم؛ أي المادة التي تأكسدت.



العامل المختزل: K
العامل المؤكسد: Cl₂

ومن التطبيقات الشائعة على تفاعلات الأكسدة والاختزال إزالة الشوائب من الفلزات. وتعدُّ العوامل المؤكسدة والمختزلة الأخرى مفيدة في الحياة اليومية. فعلى سبيل المثال عند إضافة مبيض الغسيل إلى الملابس لتبييضها، فإنك تستعمل محلولاً من هيبوكلوريت الصوديوم NaClO؛ وهو عامل مؤكسد يؤدي إلى أكسدة البقع والأصباغ ومواد أخرى. ويلخص الجدول 1-6 الطرائق المختلفة لوصف تفاعلات الأكسدة والاختزال.

تجربة

ملاحظة تفاعل الأكسدة والاختزال

كيف يمكن إزالة الشوائب من الفضة؟

الخطوات

1. اقرأ نموذج الأمان في المختبر.
2. جِّع قطعة من رقائق الألومنيوم برفق مستعملًا الصوف لإزالة أي طبقة مؤكسدة تغطيها.
3. لف قطعة صغيرة متأكسدة من معدن الفضة برفائق الألومنيوم، وتأكد من التصاق المنطقة المتأكسدة تمامًا برفائق الألومنيوم.
4. ضغ القطعة الملفوفة في كأس سعتها 400 mL، وأضف كمية محددة من ماء الصنبور حتى تغطيها تمامًا.
5. أضف مقدار ملعقة من صودا الخبز، ومقدار ملعقة من ملح المائدة إلى الكأس.

6.

أمسك الكأس بالماسك وضعها على سخان، وسخّن محتوياتها حتى درجة الغليان، مع الحفاظ على الحرارة لمدة 15 دقيقة تقريبًا حتى تزول الشوائب.

التحليل

1. اكتب معادلة تفاعل الفضة مع كبريتيد الهيدروجين، التي تنتج كبريتيد الفضة والهيدروجين.
2. اكتب معادلة تفاعل كبريتيد الفضة (الشوائب) مع رقائق الألومنيوم والتي تنتج كبريتيد الألومنيوم والفضة.
3. حدد أي الفلزات أكثر نشاطًا: الألومنيوم أم الفضة؟ وكيف تعرف ذلك من النتائج؟
4. هسر لماذا يجب ألا تستعمل أواني الألومنيوم عند تنظيف مواد مصنوعة من الفضة؟

مشروع الكيمياء

منظف أنابيب المغاسل يتكون منظف أنابيب المغاسل من بلورات هيدروكسيد الصوديوم، بالإضافة إلى الألومنيوم. وعند إضافتهما إلى الماء يتفاعل الألومنيوم مع الماء في الوسط القاعدي ويتأكسد. اطلب إلى الطلاب اكتشاف محتويات منظف أنابيب المغاسل السائل، واطلب إليهم أيضًا اكتشاف ما يتكون منه منظف الرغوة الحديث وآلية عمله. **ض م**

تطوير المفهوم

المعرفة السابقة راجع مع الطلاب مفهوم الكهروسالبية الذي دُرِس سابقاً، واختر مجموعة من الأيونات المتعددة الذرات والمألوفة لدى الطلاب، واطلب إليهم إيجاد قيم الكهروسالبية، وذكرهم بأن الذرة التي تكون قيمة الكهروسالبية لها أعلى ستكون العنصر الأكثر كهروسالبية عند تعيين عدد التأكسد.

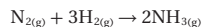
ضم

■ إجابة سؤال الشكل 4-6: F أقوى عامل مؤكسد.

Cs: أقوى عامل مختزل.

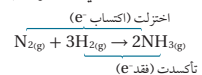
تفاعلات الأكسدة والاختزال والكهروسالبية Redox and Electronegativity

لا تقتصر تفاعلات الأكسدة والاختزال على تحول ذرات العناصر إلى أيونات أو العكس، بل تتضمن بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال تغيرات في الجزيئات أو الأيونات الذرية التي تحدث فيها الذرات تساهمياً بذرات أخرى. فعلى سبيل المثال، تمثل المعادلة الآتية تفاعل الأكسدة والاختزال المستعمل في صناعة الأمونيا NH_3 :



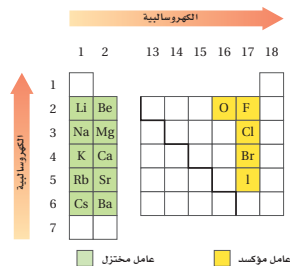
وهذه العملية لا تتضمن أيونات ولا انتقالاً للإلكترونات. فالتفاعلات والناتج جميعها مركبات جزيئية، ومع ذلك يعد تفاعل تأكسد واختزال؛ إذ يعدّ النيتروجين عاملاً مؤكسداً، والهيدروجين عاملاً مختزلاً.

في وضع مثل الأمونيا حيث تتشارك ذرتان في الإلكترونات، كيف يمكننا القول إن إحدى الذرات فقدت الإلكترونات وتأكسدت، في حين اكتسبت الذرة الأخرى الإلكترونات واختزلت؟ للإجابة عن ذلك تحتاج إلى معرفة الذرة التي تجذب الإلكترونات بقوة أكبر، أو بعبارة أخرى معرفة أي الذرات لها كهروسالبية أكبر. يوضح الشكل 4-6 تزايد الكهروسالبية من اليسار إلى اليمين عبر الدورة، وتقل بصورة عامة كلما اتجهنا في المجموعة إلى أسفل.



وتعدّ عناصر المجموعتين 1 و2 ذات الكهروسالبية المنخفضة عوامل مختزلة قوية، وعناصر المجموعة 17 والأكسجين في المجموعة 16 ذات الكهروسالبية العالية عوامل مؤكسدة قوية.

وتساوي كهروسالبية الهيدروجين 2.20 تقريباً، في حين تبلغ كهروسالبية النيتروجين 3.04 تقريباً. ويهدف دراسة تفاعلات الأكسدة والاختزال فإنه كلما زادت كهروسالبية الذرة، مثل النيتروجين في هذه الحالة، يُعامل كما لو اختزل باكتسابه الإلكترونات من الذرة الأخرى وهي الهيدروجين في هذه الحالة. وعلى العكس، فإنّ الذرة الأقل كهروسالبية وهي الهيدروجين قد تأكسدت بفقدانها الإلكترونات لصالح الذرة الأخرى وهي النيتروجين.



الشكل 4-6 تزداد كهروسالبية العناصر من اليسار إلى اليمين عبر الجدول الدوري، وتقل في الاتجاه نحو أسفل عبر المجموعة الواحدة. وتعدّ العناصر ذات الكهروسالبية المنخفضة عوامل مختزلة قوية، والعناصر ذات الكهروسالبية المرتفعة عوامل مؤكسدة قوية. توقع أي العناصر يمكن أن تكون أقوى بوصفها عوامل مؤكسدة، وأيها أقوى بوصفها عوامل مختزلة؟

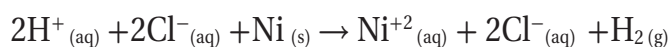
12

دفتر الكيمياء

الكيمياء والرسوم المتحركة اطلب إلى الطلاب أن يرسموا صورة ساخرة (كاريكاتيرية)، أو يكتبوا قصة كوميدية قصيرة لذرة تفقد إلكترونًا لصالح ذرة أخرى، على أن يضمّنوا قصتهم شرحًا يصف أي الذرات تتأكسد وأيها يُختزل. **ضم**

مثال في الصف

سؤال ما العنصر الذي تأكسد، وما العنصر الذي اختزل في المعادلة الآتية؟



حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في هذه المعادلة.

الإجابة



الاختزال



التأكسد

يكتسب كل أيون H^+ إلكترونًا واحدًا ويختزل؛ لذا يعد أيون H^+ هو العامل المؤكسد.

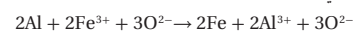
وتفقد كل ذرة Ni إلكترونين وتتأكسد، لذا تعد ذرات Ni هي العامل المختزل.

مسائل تدريبية

1. a. اختزال
b. تأكسد
c. تأكسد
d. اختزال
2. a. يتأكسد Br، ويختزل Cl
b. يتأكسد Ce، ويختزل Cu^{2+}
c. يتأكسد Zn، ويختزل O_2
d. يتأكسد Na، ويختزل H^+
3. Ag^+ هو العامل المؤكسد، و Fe هو العامل المختزل؛ لذا تُختزل أيونات Ag^+ ، وتتأكسد ذرات Fe.
4. a. I_2 هو العامل المؤكسد، و Mg هو العامل المختزل.
b. Cl_2 هو العامل المؤكسد، و H_2S هو العامل المختزل.

مثال 6-1

تفاعلات الأكسدة والاختزال تمثل المعادلة الآتية تفاعل أكسدة واختزال الألمنيوم والحديد.



حدّد المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت في هذا التفاعل. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل.

1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت المتفاعلات والنواتج في التفاعل، لذا عليك تحديد انتقال الإلكترونات الحاصل، ثم يمكنك تطبيق تعريف العامل المؤكسد والعامل المختزل للإجابة عن السؤال.

2 حساب المطلوب

حدّد عمليتي التأكسد والاختزال.

فقد الألمنيوم 3 إلكترونات (فقدان الإلكترونات - أكسدة) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$
وأصبح أيون الألمنيوم.

اكتسب الحديد 3 إلكترونات (اكتساب الإلكترونات - اختزال) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$
فقدتها الألمنيوم.

لأن الألمنيوم تأكسد لذا فهو العامل المختزل، ولأن الحديد اختزل لذا فهو العامل المؤكسد.

3 تقويم الإجابة

تأكسد الألمنيوم في هذه العملية بفقدته الإلكترونات، في حين اختزل الحديد واكتسب الإلكترونات، ومن ثم يتفق تعريف كل من الأكسدة والاختزال والعامل المؤكسد والعامل المختزل مع ما تقدم. لاحظ أن عدد تأكسد الأكسجين لم يتغير في هذا التفاعل؛ لذا لا يعدّ الأكسجين عاملاً مفتاحياً لحل المسألة.

مسائل تدريبية

1. حدّد التغيرات، في كل مما يلي سواء أكانت أكسدة أم اختزالاً؟ وتذكر أن e^- هو رمز الإلكترون:
a. $\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$. a
b. $\text{K} \rightarrow \text{K}^+ + \text{e}^-$. b
c. $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$. c
d. $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$. d
2. حدّد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت في العمليات الآتية:
a. $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$. a
b. $2\text{Ce} + 3\text{Cu}^{2+} \rightarrow 3\text{Cu} + 2\text{Ce}^{3+}$. b
c. $2\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO}$. c
d. $2\text{Na} + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{H}_2$. d
3. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:
 $\text{Fe}(\text{s}) + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s})$
4. تحفيز حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:
a. $\text{Mg}(\text{s}) + \text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \text{MgI}_2(\text{s})$. a
b. $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{S}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g})$. b

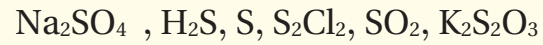
13

دفتر الكيمياء

صناعة المعادن اطلب إلى الطلاب كتابة قائمة بأسماء ثلاثة أشياء مصنوعة من المعادن تُستخدم في حياتهم اليومية، واطلب إليهم البحث في كيفية صناعة هذه المعادن، وأن يكتبوا في دفاترهم تفسيراً لعمليات التأكسد والاختزال التي تتضمنها صناعة المعادن. **ضم**

التعزيز

عدد التأكسد اكتب مركبات الكبريت الآتية على السبورة:



وأخبر الطلاب أن للكبريت في كل مركب عدد تأكسد مختلفاً، واطلب إليهم أن يرتبوا هذه المواد تبعاً لزيادة عدد تأكسد الكبريت فيها.



التقويم

المهارة زود الطلاب بعشرة مركبات موضوعة في عبوات شفافة محكمة الإغلاق، على أن تكون الصيغة الجزيئية للمركب مكتوبة على العبوة. ثم اطلب إليهم تحديد عدد تأكسد كل عنصر في كل مركب. وحاول أن تتضمن هذه المركبات مركبات صلبة ملونة، منها: $\text{CuSO}_4, \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{NaNO}_3, \text{Co}(\text{NO}_3)_3$ **ض م**

مختبر الكيمياء

يمكن استعمال مختبر الكيمياء الموجود في نهاية الفصل عند هذه النقطة من القسم.

تحديد أعداد التأكسد

Determining Oxidation Numbers

لنفهم جميع أنواع تفاعلات الأكسدة والاختزال لا بد من تعرّف الطريقة التي يتم بها تحديد عدد التأكسد (n) لذرات العناصر الداخلة في التفاعل، ويلخص الجدول 2-6 القواعد التي يستعملها الكيميائيون لتسهيل عملية التحديد. لاحظ أن الجدول لا يتضمن العناصر الانتقالية وأشباه الفلزات واللافلزات التي قد يكون لها أكثر من عدد تأكسد في المركبات المختلفة. فعلى سبيل المثال للتحديد أعداد تأكسد مختلفة يُستدل عليها من خلال الألوان الموضحة في الشكل 5-6.



الشكل 5-6 صخر يوضح طبقات من الحديد ناتجة عن الاختلاف في حالة تأكسد الحديد.

الجدول 2-6 قواعد تحديد أعداد التأكسد للعناصر

القاعدة	مثال	عدد التأكسد (n)
1. عدد تأكسد الذرة غير المتحدية يساوي صفراً.	Na, O ₂ , Cl ₂ , H ₂	0
2. عدد تأكسد الأيون الأحادي الذرة يساوي شحنة الأيون.	Ca ²⁺	+2
	Br ⁻	-1
3. عدد تأكسد الذرة الأكثر كهروسالبية في الجزيء أو الأيون المعقد هو الشحنة نفسها التي سيكون عليها كما لو كان أيوناً.	NH ₃ في N	-3
	NO في O	-2
4. عدد تأكسد العنصر الأكثر كهروسالبية (الفلور) هو دائماً -1 عندما يرتبط بعنصر آخر.	LiF في F	-1
5. عدد تأكسد الأكسجين في المركب دائماً يساوي -2 ما عدا مركبات فوق الأكاسيد كما في المركب فوق أكسيد الهيدروجين H ₂ O ₂ ، حيث يساوي -1. وعندما يرتبط بالفلور العنصر الوحيد الذي له كهروسالبية أعلى من الأكسجين يكون عدد تأكسده موجباً.	NO ₂ في O	-2
	H ₂ O ₂ في O	-1
	OF ₂ في O	+2
6. عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته يساوي +1، ما عدا الهيدريدات فيساوي -1.	NaH في H	-1
7. عدد تأكسد فلزات المجموعتين الأولى والثانية والألومنيوم يساوي عدد إلكترونات المدار الخارجي.	K	+1
	Ca	+2
	Al	+3
8. مجموع أعداد التأكسد في المركبات المتعادلة يساوي صفراً.	CaBr ₂	(+2) + 2(-1) = 0
9. مجموع أعداد التأكسد للمجموعات الذرية يساوي شحنة المجموعة.	SO ₃ ²⁻	(+4) + 3(-2) = -2

تحديد أعداد التأكسد استعمل قواعد تحديد أعداد التأكسد لحساب عدد التأكسد لكل عنصر في مركب كلورات البوتاسيوم $KClO_3$ وفي أيون الكبريتيت SO_3^{2-} .

1 تحليل المسألة

أعطيت أعداد التأكسد في قواعد تحديد أعداد التأكسد لكل من الأكسجين والبوتاسيوم، وأعطيت الشحنة الكلية للأيون أو المركب. استخدم هذه المعلومات، وطبق القواعد، وحدد عدد التأكسد لكل من الكلور والكبريت (اجعل n عدد التأكسد للعنصر في السؤال).

المطلوب	المعطيات
$n_{Cl} = ?$	$KClO_3$
$n_S = ?$	SO_3^{2-}
	$n_O = -2$
	$n_K = +1$

2 حساب المطلوب

بين أعداد التأكسد لكل من العناصر المعروفة، واجعل مجموع أعداد التأكسد للعناصر في المركب أو الأيون مساوية للصفر أو لشحنة الأيون، ثم جد القيمة المجهولة من أعداد التأكسد.

مجموع أعداد التأكسد للمركب المتعادل هو صفر.

ولفترات المجموعة الأولى يكون $n = +1$.

عوض $n_K = +1, n_O = -2$

جد قيمة n_{Cl} .

مجموع أعداد التأكسد للأيون المتعدد الذرات يساوي شحنة الأيون.

عوض $n_O = -2$

جد قيمة n_S .

3 تقويم الإجابة

لقد طبقت قواعد حساب أعداد التأكسد تطبيقاً صحيحاً. فجميع أعداد التأكسد لكل عنصر أخذت القيمة الصحيحة لها.

مسائل تدريبية

5. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في الصيغ الجزيئية الآتية:

HNO_2 .c	$AlPO_4$.b	$NaClO_4$.a
------------	-------------	--------------
6. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في صيغ الأيونات الآتية:

CrO_4^{2-} .c	AsO_4^{3-} .b	NH_4^+ .a
-----------------	-----------------	-------------
7. حدّد عدد التأكسد للنيتروجين في الجزيئات الآتية:

N_2H_4 .c	KCN .b	NH_3 .a
-------------	----------	-----------
8. تخفّض حدّد التغير الكلي في عدد تأكسد كل من العناصر في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$.a
$Cl_2(g) + ZnI_2(s) \rightarrow ZnCl_2(s) + I_2(s)$.b
$CdO(s) + CO(g) \rightarrow Cd(s) + CO_2(g)$.c

مثال في الصف

سؤال أوجد عدد تأكسد كل ذرة عنصر في NH_4NO_3 و



الإجابة



مجموع أعداد التأكسد في المركب يساوي صفرًا



من القاعدة: $H = +1, N(\text{الأمونيا}) = -3$ و $O = -2$ ، العنصر

الوحيد المجهول عدد تأكسده هو N (في النترات)

$-3 + 4(+1) + (N) + 3(-2) = 0.0$

$(N) + 4 - 9 = 0.0$

$N - 5 = 0.0$

$N = +5$



مجموع أعداد التأكسد يجب أن يكون مساويًا لشحنة الأيون السالب.

$2Cr + 7O = -2$

من القاعدة $O = -2$ ، والقيمة المجهولة هي عدد التأكسد لـ Cr .

$2Cr + 7(-2) = -2$

$2Cr - 14 = -2$

$12 = 2Cr = 14 - 2$

$Cr = \frac{12}{2} = +6$

مسائل تدريبية

5. a. +7 b. +5 c. +3

6. a. -3 b. +5 c. +6

7. a. -3 b. -3 c. -2

8. a. C، +4، O، -2

b. I، +1، Cl، -1، Zn، لا تغيير

c. Cd، -2

C، +2

O، لا تغيير

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى اطلب إلى الطلاب الذين يجدون صعوبة في حل المسائل 5، 6، 7، أن يكتبوا رقم القاعدة لتحديد أعداد التأكسد. واطلب إليهم أيضًا أن يحدّدوا سبب اختيارهم هذه القاعدة مما يساعدهم على التركيز على المهمة، ويزودهم بطريقة أكثر تحديدًا لمساعدتهم على الإجابة عن السؤال. **دم**

3. التقويم

التحقق من الفهم

اكتب المعادلة الآتية على السبورة، واطلب إليهم تحديد قيمة عدد التأكسد لكل عنصر، ثم تحديد العامل المؤكسد والعامل المختزل: $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

يتغير عدد تأكسد الحديد Fe من صفر إلى +3، ويتغير عدد تأكسد الأكسجين من صفر إلى -2. وبذلك يكون الأكسجين هو العامل المؤكسد ويتم اختزاله، ويكون الحديد هو العامل المختزل ويتم أكسدته. **ض م**

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب إعداد جدول بعمودين، يعنون أحدهما بـ "الأكسدة"، ويعنون الآخر بـ "الاختزال". واطلب إليهم إكمال الجدول من خلال الإجابة عن الأسئلة الآتية:

a. ما الذي يحدث للإلكترونات عندما تحدث عملية الأكسدة؟ تفقد ذرات المادة الإلكترونات. وما الذي يحدث للإلكترونات عندما تحدث عملية الاختزال؟ تكتسب ذرات المادة الإلكترونات.

b. ما الذي يحدث لشحنة الذرة التي تتعرض للأكسدة؟ تزيد شحنتها. وما الذي يحدث لشحنة الذرة التي تتعرض للاختزال؟ تقل شحنتها.

c. أي العمليتين تعطي العامل المؤكسد؟ الاختزال، وأيهما تعطي العامل المختزل؟ التأكسد.

التقويم 1-6

9. إذا فقدت ذرة إلكترونًا فلا بد من وجود مادة أخرى تكتسب الإلكترون المفقود.

10. يؤدي العامل المؤكسد إلى تأكسد عامل آخر، وذلك بانتزاع الإلكترونات منه، أما العامل المختزل فيختزل المادة الأخرى بمنحها إلكترونات.

11. $2Fe + 6HBr \rightarrow 2FeBr_3 + 3H_2$ ، يتأكسد Fe، ويختزل H.

12. a. +5 b. -3 c. +5 d. +6

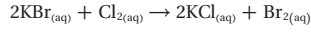
13. a. +7 b. +7 c. +3 d. -3

14. عندما نتجه إلى أسفل في الجدول الدوري ضمن المجموعة الواحدة، يزداد الميل نحو فقد الإلكترونات، وبذلك تزداد قابلية الاختزال.

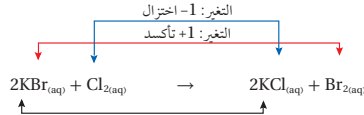
أعداد التأكسد في تفاعلات الأكسدة والاختزال

Oxidation Numbers in Redox Reactions

بعد أن درست أعداد التأكسد عليك أن تكون قادرًا على الربط بين تفاعلات الأكسدة والاختزال والتغير في عدد التأكسد. وبالرجوع إلى معادلة التفاعل الذي شاهدته في بداية الدرس وهو استبدال البروم بالكلور Cl_2 في محلول بروميد البوتاسيوم KBr.



ابدأ أولاً بتحديد عدد التأكسد لجميع العناصر في المعادلة الموزونة مستخدمًا الجدول 3-6، ثم راجع التغيرات كما هو موضح في المعادلة أدناه.



لاحظ أن عدد تأكسد البروم قد تغير من -1 إلى صفر، بزيادة مقدارها 1. وقد تغير في الوقت نفسه عدد تأكسد الكلور من صفر إلى -1؛ أي قل بمقدار 1؛ لذا اختزل الكلور وتأكسد البروم.

عندما تتأكسد الذرة يزيد عدد التأكسد، وعندما تختزل يقل عدد التأكسد. لاحظ أنه ليس هناك تغير في عدد تأكسد البوتاسيوم؛ لأن أيون البوتاسيوم لا يشترك في التفاعل؛ لذا يُعد أيونًا متفرجًا.

عدد التأكسد	+1	+2	+3	-1	-2
الألمنيوم			×		
الباريوم		×			
البروم				×	
الكاديوم		×			
الكالسيوم		×			
السترونسيوم			×		
الكلور				×	
الفلور				×	
الهيدروجين			×		
اليود				×	
الليثيوم			×		
الماغنسيوم		×			
الأكسجين				×	
البوتاسيوم			×		
الصدويوم			×		
الفضة			×		
الإسترونتيوم		×			

التقويم 1-6

الخلاصة

- فسر لماذا يجب أن يحدث تفاعلات الأكسدة والاختزال دائمًا معًا؟
- تضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى. عندما تختزل ذرة أو أيون يقل عدد تأكسدها، وعندما تتأكسد ذرة أو أيون يزداد عدد تأكسدها.
- في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تتضمن مركبات جزيئية وأيونات متعددة الذرات بروابط تساهمية، فالذرات الأعلى كهروسالبية تختزل، في حين تتأكسد الذرات ذات الكهروسالبية الأقل.
- صف دور كل من العوامل المؤكسدة والمختزلة في تفاعلات الأكسدة والاختزال. وكيف يتغير كل منهما في التفاعل؟
- اكتب معادلة تفاعل فلز الحديد مع حمض الهيدروبروميك لتكوين بروميد الحديد III وغاز الهيدروجين. ثم حدّد التغير الكلي في عدد تأكسد العنصر الذي اختزل والعنصر الذي تأكسد.
- حدّد عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في المركبات الآتية: a. HNO_3 b. Ca_3N_2 c. Sb_2O_5 d. $CuWO_4$
- حدّد عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في الأيونات الآتية: a. IO_4^- b. MnO_4^- c. $B_4O_7^{2-}$ d. NH_2^-
- الرسم البياني واستعمله تعدّد الفلزات القلوية عوامل مختزلة قوية. ارسم رسمًا بيانيًا توضح فيه كيف تزداد أو تقل قابلية الفلزات القلوية للاختزال كلما اتجهنا أسفل المجموعة ابتداءً من الصوديوم حتى الفرانسيوم.

16

التوسع

اطلب إلى الطلاب البحث في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تحدث في الفرن اللاصق، وأن يصمموا ملصقًا يوضحون فيه هذه العملية، ويشيروا إلى العوامل المؤكسدة والمختزلة في كل تفاعل. **ض م**

2-6

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (20) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسية

حفظ الشحنة راجع مع الطلاب قانون حفظ المادة، واطلب إليهم ربط القانون بالمعادلات الكيميائية. **كتلة المواد المتفاعلة تساوي كتلة المواد الناتجة.** وأخبرهم أن الشحنة محفوظة في التفاعل الكيميائي أيضاً. **ض م**

2. التدريس

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

يميل الطلاب عند التفكير في تفاعل الأكسدة والاختزال إلى معرفة ما يتأكسد وما يُختزل.

استكشاف المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

قد يعتقد الطلاب أنه لا وجود لأيونات H^+ ، وأيونات OH^- وجزئيات الماء التي تستعمل لوزن معادلة التفاعل، وأن هذه المواد قد أضيفت لتسهيل وزن المعادلة؛ لذا ذكّرهم بأن أغلب تفاعلات الأكسدة والاختزال هي تفاعلات تحدث في محاليل مائية، وتتضمن الأحماس (H^+) أو القواعد (OH^-).

عرض المفهوم

ابدأ بكتابة التفاعل الأصلي الكامل (الحمض / القاعدة / الماء) قبل أن تبسط التفاعل في صورة معادلة التفاعل الأيوني الكلية، ثم وضح كيف تستعمل هذه المعادلة في إكمال خطوات الوزن. وأخيراً ساعد الطلاب على الربط بين معادلة التفاعل الموزونة مستعملاً الطرائق التي تم تعلمها في هذا القسم مع التفاعل الأصلي.

تقويم المعرفة الجديدة

أعط الطلاب تفاعلاً، واطلب إليهم أن يشرحوا سبب استعمال أيونات H^+ وأيونات OH^- والماء لوزن تفاعل الأكسدة والاختزال. **ض م**

2-6

الأهداف

- تربط التغير في عدد التأكسد بانتقال الإلكترونات.
- تستعمل التغير في عدد الأكسدة لوزن معادلات الأكسدة والاختزال.
- ترن معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية مستعملاً طريقة نصف التفاعل.

مراجعة المفردات

المعادلة الأيونية الكلية: معادلة أيونية تتضمن الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط.

المفردات الجديدة

طريقة عدد التأكسد
نصف التفاعل

وزن معادلات الأكسدة والاختزال

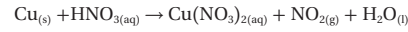
Balancing Redox Reactions

المفكرة الرئيسية تصبح معادلات الأكسدة والاختزال موزونة عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساوية للانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.

الربط مع الحياة عندما تفسد المواد الدهنية في الأطعمة، يقال إنها أصبحت حمضية؛ إذ تكسر الجزيئات الكبيرة خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال منتجة راحة كريهة. وتعد المعادلة الخاصة بهذه العملية معقدة جداً، ولكننا نستطيع وزنها باستعمال القواعد نفسها التي استعملناها في وزن المعادلات الأيسب.

طريقة عدد التأكسد The Oxidation-Number Method

يجب وزن المعادلات الكيميائية لتوضيح الكميات الصحيحة للمتفاعلات والنواتج. لذا ادرس المعادلات غير الموزونة الآتية للتفاعل الذي يحدث عندما يوضع النحاس في محلول مركز من حمض النيتريك، كما في الشكل 6-6. ينتج غاز بُني اللون هو ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 من اختزال أيونات النترات NO_3^- ، أما المحلول الأزرق فينتج عن تأكسد النحاس Cu إلى أيون النحاس (III) Cu^{2+} .



لاحظ أن الأكسجين يظهر فقط في مادة متفاعلة واحدة هي HNO_3 ، ولكنه يظهر في النواتج الثلاثة جميعها، أما النيتروجين فيظهر في HNO_3 وفي اثنين من النواتج. مثل معادلة الأكسدة والاختزال هذه التي يظهر فيها العنصر نفسه في عدة مواد متفاعلة وناتجة يصعب وزنها. وكما تعلم، فعندما تفقد الذرة الإلكترونات يزداد عدد تأكسدها، وعندما تكتسب الذرة الإلكترونات يقل عدد تأكسدها. ويجب أن يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة عدد الإلكترونات المفقودة. ولذا يجب أن يكون مجموع الزيادة في عدد التأكسد مساوياً لمجموع الانخفاض في أعداد التأكسد للذرات المشتركة في التفاعل. وتسمى مثل هذه الطريقة **طريقة عدد التأكسد**، وتعتمد على المبادئ في الجدول 6-4.

الجدول 6-4	طريقة عدد التأكسد
حدّد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.	
حدّد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.	
حدّد التغير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.	
اجعل التغير في أعداد التأكسد متساوياً في القيمة؛ وذلك بضبط المعاملات في المعادلة.	
استعمل الطريقة التقليدية في وزن المعادلة الكيميائية الكلية، إذا كان ذلك ضرورياً.	

17

الشكل 6-6 من الصعب أحياناً وزن بعض المعادلات الكيميائية كما في تفاعلات الأكسدة والاختزال بين النحاس وحمض النيتريك؛ لأن العناصر تظهر أكثر من مرة في كل جهة من المعادلة.



طرائق تدريس متنوعة

تعلموا اللغة اطلب إلى الطلاب أن يجمعوا صوراً لإعلانات حول عمليات متنوعة تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال، أو تلك التي تنتج عنها. قد تتضمن الأمثلة إعلانات المبيضات المنزلية أو المنظفات التي تتضمن المواد القاصرة للألوان والدهانات، والشحوم التي تقي من الصدأ، ومضادات الأكسدة التي توجد في الأطعمة وفي آلات التصوير والأفلام. ثم اطلب إليهم تسمية هذه الأشياء ووصفها بلغتهم الخاصة. اطلب إليهم أيضاً أن يبحثوا عن اشتقاق مصطلح الأكسدة والاختزال، والتأكيد على أن لغة الكيمياء لغة عالمية. زوّدهم بأسماء كيميائية ورموز لبعض المفردات مشيراً إلى أنها لا تتغير بتغير اللغة المحلية. **ض م**

طريقة عدد التأكسد زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية: $\text{Cu}_{(s)} + \text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq) + \text{NO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

1 تحليل المسألة

استخدم قواعد تحديد عدد التأكسد، ويجب أن تتساوى زيادة عدد التأكسد للذرات المتأكسدة مع نقصان عدد التأكسد للذرات المختزلة.
ثم اضبط المعاملات لوزن المعادلة.

2 حساب المطلوب

حدّد أعداد التأكسد للذرات كلها في المعادلة:

يزداد عدد التأكسد للنحاس من صفر إلى +2.

ويقل عدد التأكسد للنيتروجين من +5 إلى +4.

حدّد أعداد التأكسد للذرات كلها في المعادلة:

Cu تأكسدت N اختزلت H لم تتغير O لم تتغير N لم تتغير في أيون النترات NO₃⁻

حدّد التغيرات في عدد التأكسد لجميع الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.

تأكسد النحاس؛ لأنه خسر إلكترونات

اختزل النيتروجين؛ لأنه اكتسب إلكترونات

التغير في عدد تأكسد Cu = +2

التغير في عدد تأكسد N = -1

اجعل التغير في أعداد التأكسد متساويًا في القيمة؛ وذلك بضبط المعاملات في المعادلة:

لما كان التغير في عدد التأكسد لـ N هو -1، فإنه يجب إضافة المعامل 2

إلى الوزن. وهذا المعامل ينطبق على كل من HNO₃ و NO₂.

استعمل الطريقة التقليدية في وزن بقية المعادلة:

يجب زيادة معامل HNO₃ من 2 إلى 4 لموازنة 4

ذرات نيتروجين في النواتج.

أضف المعامل 2 إلى H₂O لموازنة 4 ذرات

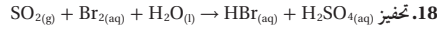
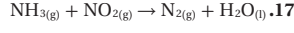
هيدروجين في الجهة اليسرى.

3 تقويم الإجابة

عدد ذرات كل عنصر متساوية على جانبي المعادلة.

مسائل تدريبية

استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



مثال في الصف

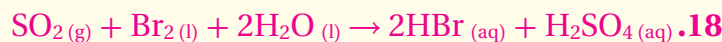
سؤال زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية؟



الإجابة



مسائل تدريبية



دفتر الكيمياء

الاتزان في الحياة كلف الطلاب أن يكتبوا كتابة حرة يصفون من خلالها ميل بيئتنا الطبيعية إلى التوازن. قد يعدون قوائم بأشياء من حولنا تظهر متوازنة، أو يكتبون مقالاً حول أهمية الاتزان في عالمنا. اطلب إليهم كذلك وصف عواقب عدم الاتزان. **ضم م**

مختبر تحليل البيانات

حول التجربة

• راجع قوانين الغازات وتطبيقاتها على الحجم ودرجة الحرارة، وكذلك على الانفجارات، ثم فسر تفاعل الفعل ورد الفعل في محركات الصواريخ، حيث تتمدد الغازات بزيادة درجة الحرارة، وعندما يصطدم الغاز بالسطح العلوي فإنه يدفع المركبة الفضائية إلى أعلى (الفعل)، وعندئذ يدفع السطح جسيمات الغاز إلى أسفل (رد الفعل). وكلما ارتفعت سخونة درجة حرارة الغاز كانت القوة أكبر.

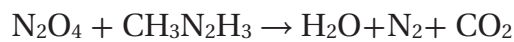
• يتميز الوقود الصلب بالكثافة العالية لجسيماته؛ لذا يمكن أن يوضع بكميات كبيرة في خزانات أكبر مما لو كان في حالة أخرى كالمسائل مثلاً. وبعد أن يُحرق المقدار الضخم من الوقود يتم التخلص من خزاناته الثقيلة؛ لذا تصبح المركبة أخف.

التفكير الناقد

1. $6\text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s}) + 10\text{Al}(\text{s}) \rightarrow 5\text{Al}_2\text{O}_3(\text{g}) + 6\text{HCl}(\text{g}) + 3\text{N}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
2. يتأكسد النيتروجين والألومنيوم، ويختزل الكلور.
3. لذا يمكن أن يوضع بكميات كبيرة في خزانات أكبر مما لو كان في حالة أخرى كالمسائل مثلاً. وبعد أن يُحرق المقدار الضخم من الوقود يتم التخلص من خزاناته الثقيلة، لذا تصبح المركبة أخف.
4. $4.16 \times 10^6 \text{ mol H}_2\text{O}$

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب موازنة معادلات الدفع التلقائية التي يستعملها المكوك في مداره. علماً أن مادة الوقود هي أحادي ميثيل الهيدرازين، والمادة المؤكسدة هي أكسيد النيتروجين الرباعي.



إن أعداد تأكسد الكربون والنيتروجين في المركب $\text{CH}_3\text{N}_2\text{H}_3$ هي -4، -1، على التوالي. **فام**

مختبر تحليل البيانات

* مبنية على بيانات واقعية

حل واستنتج

كيف تعمل تفاعلات الأكسدة والاختزال على إطلاق المكوك الفضائي؟ يكسب المكوك الفضائي 72% تقريباً من قوة اندفاعه من صواريخ الإطلاق التي تستعمل الوقود الصلب خلال الدقيقتين الأوليين من عملية إطلاق الصاروخ، ويرتبط صاروخان على هيئة قلم الرصاص معاً من كلا الجانبين بخزان الهيدروجين السائل ووقود الأكسجين. ويحتوي كل صاروخ على 499,000 kg تقريباً من مزيج الدفع.

البيانات والملاحظات

مزيج الدفع في صواريخ الإسناد	
النسبة المئوية	المكونات
69.6	فوق كلورات الأمونيوم
16	ألومنيوم
0.4	المادة المحفزة
12.04	الأسمنت
1.96	معامل المعالجة

أخذت هذه البيانات من:

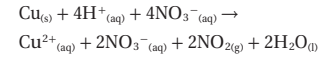
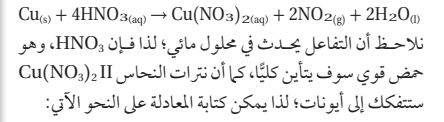
"Dumoulin, Jim. "Solid Rocket Boosters." NSTS Shuttle Reference Manual. 1988

التفكير الناقد

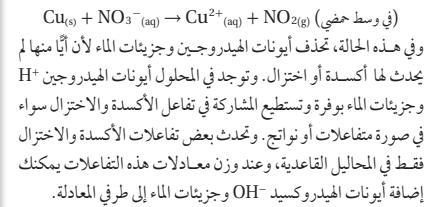
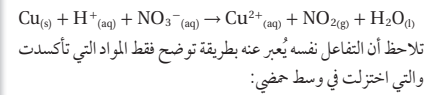
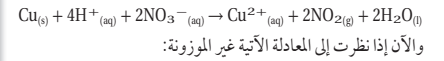
1. زن استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلة الكيميائية لتفاعل صاروخ الإسناد.
2. حدّد أي العناصر تأكسدت، وأنها اختزلت؟
3. استدل ما مزاي استعمل تفاعل وقود الصواريخ الصلب (SRB) solid rocket boosters في الدقيقتين الأوليين من الإطلاق؟
4. احسب ما عدد مولات بخار الماء الناتجة عن تفاعل واحد من (SRB)؟

وزن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية Balancing Net Ionic Redox Equations

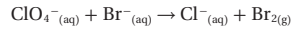
يفضل الكيميائيون في بعض الأحيان التعبير عن تفاعلات الأكسدة والاختزال بأبسط ما يمكن، كما في المعادلات التي توضح عمليات الأكسدة والاختزال فقط. وبالرجوع مجدداً إلى المعادلة الموزونة لتفاعل تأكسد النحاس في محلول حمض النيتريك:



توجد أربعة أيونات من النترات في طرف المواد المتفاعلة؛ اثنان منها فقط قد تغيرا إلى ثاني أكسيد النيتروجين، وبقي الأيونان الآخران متفجرين، بحيث يمكن حذفها من المعادلة. ولتبسيط الأمور، يكتب الكيميائيون أيونات الهيدروجين في صورة $\text{H}^+(\text{aq})$ مع الاتفاق على وجودها في صورة $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$. والآن يمكن كتابة المعادلة لبيان المواد المشتركة في التفاعل على النحو الآتي:



وزن معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية:

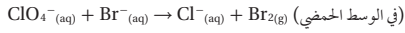


1 تحليل المسألة

استعمل قواعد تحديد عدد التأكسد. يجب أن تتساوى الزيادة في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت مع النقصان في عدد التأكسد للذرات التي اختزلت. يحدث التفاعل في وسط حمضي، اضبط المعاملات لوزن التفاعل.

2 حساب المطلوب

حدّد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.



استعمل القواعد في الجدول 1-2

حدّد الذرات التي اختزلت والذرات التي تأكسدت.

Br تأكسدت

ازداد عدد تأكسد البروم من -1 إلى الصفر

Cl اختزلت

نقص عدد تأكسد الكلور من +7 إلى -1

حدّد التغير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت. التغير في عدد التأكسد:

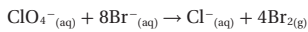
+1 = Br التغير في عدد تأكسد

ازداد عدد تأكسد البروم من -1 إلى الصفر

-8 = Cl التغير في عدد تأكسد

نقص عدد تأكسد الكلور من +7 إلى -1

اجعل التغير في قيم عدد التأكسد متساويًا، وذلك بضبط معاملات المعادلة:

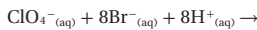


بما أن التغير في عدد التأكسد لـ Br هو +1؛ لذا يجب أن تضيف المعامل

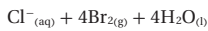
8 لوزن المعادلة الكيميائية. 4Br₂ تمثل 8 ذرات Br بوزن 8Br في

الجانب الأيسر.

أضف عددًا كافيًا من أيونات الهيدروجين وجزيئات الماء إلى المعادلة؛ لوزن ذرات الأكسجين على طرفي المعادلة:



بما أنك تعرف أن التفاعل يتم في وسط حمضي، يمكنك



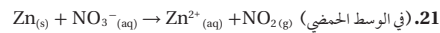
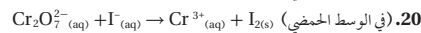
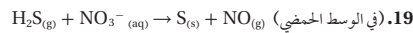
إضافة أيونات الهيدروجين H⁺ إلى طرفي المعادلة.

3 تقويم الإجابة

عددا ذرات كل عنصر متساويان في كلا طرفي المعادلة. وكما في المعادلة الأيونية فإن الشحنة الكلية في الطرف الأيمن تساوي الشحنة الكلية في الطرف الأيسر.

مسائل تدريبية

استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلات الأيونية الكلية الآتية:



20

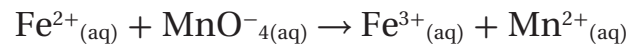
الخلفية النظرية للمحتوى

الإطلاق يتكون المكوّن الفضائي من المسبار؛ الذي يقيم فيه رواد الفضاء، والخزان الخارجي الذي يحمل مليوني لتر من الهيدروجين والأكسجين السائل، واثنين من صواريخ الوقود الصلب (SRBs) المعززة والتي يحتوي كل منهما على 495.000 kg من الوقود؛ لذا فإن النظام الكلي فوق منصة الإطلاق يزن مليوني كجم تقريبًا.

إن تفاعل فوق كلورات الأمونيوم والألومنيوم طارد لكميات هائلة من الحرارة، ونواتجه ذات كتلة أكبر كثيرًا من كتلة نواتج تفاعل الماء الذي يحدث في الخزان الخارجي. وعندما تنطلق هذه الجزيئات الثقيلة فإنها تزود المكوّن بالمقدار الذي يحتاج إليه دفعه نحو الفضاء.

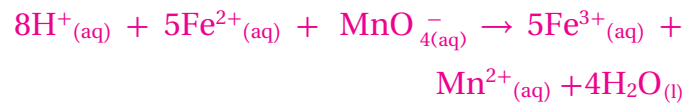
مثال في الصف

سؤال زن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال الآتية:



(في وسط حمضي)

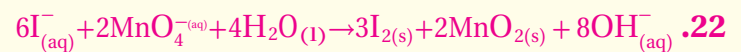
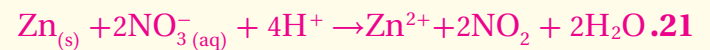
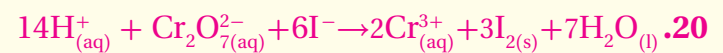
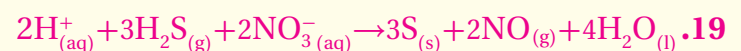
الإجابة



مشروع الكيمياء

الأكسدة والاختزال في المنزل تتوافر قطع القماش التي تستعمل لمنع أكسدة الفضة والمعادن الأخرى في قسم المنظفات المنزلية في العديد من محال بيع المواد المنزلية. لذا اطلب إلى الطلاب البحث عن أنواع هذه القطع من الأقمشة، وتعرّف طريقة عملها في منع أكسدة المعادن، واطلب إليهم أيضًا كتابة ملصق إعلاني لإحدى هذه المواد. **ف م**

مسائل تدريبية



عرض سريع

السخان يستعمل سخان الطعام العديم اللهب FRH (flameless ration heater) لتوضيح للطلاب كيف تكون تفاعلات الأكسدة والاختزال مفيدة؛ حيث توفر هذه التفاعلات في السخان الحرارة التي يحتاج إليها طهو الطعام في الظروف التي لا تتوفر فيها النار لهذا الهدف.

اعرض سخان FRH، واطلب إلى الطلاب وصف ما يلاحظونه في دفاتر الكيمياء. أحد التفاعلات التي تحدث في سخان FRH هو:

حرارة $Mg + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2 +$ ، ثم اطلب إليهم موازنة معادلة هذا التفاعل بطريقة نصف التفاعل.

ض م

التقويم

الأداء اطلب إلى الطلاب أن يبحثوا في أحد موضوعات الأكسدة والاختزال الآتية ويكتبوا تقريراً حوله: اختبار التنفس، التصوير الأبيض والأسود، استعمال المبيض في غرفة الغسيل، فوق أكسيد الهيدروجين بوصفه مطهرًا، الضوء الخافت. واطلب إليهم أيضًا تفسير مبادئ الأكسدة والاختزال وكتابة معادلات تفاعلات الأكسدة والاختزال لبعض هذه المواد. ض م

تطوير المفهوم

التوازن نظم طلاب الصف في مجموعات ثنائية، وأحضر عددًا كافيًا من بطاقات الفهرسة كتب عليها معادلات تفاعلات، واطلب إلى كل مجموعة موازنة معادلة التفاعل بصورة مستقلة، ثم مقارنتها بأعمال أفراد المجموعات الأخرى ومناقشتهم في ذلك.

ض م تعلم تعاوني



الشكل 6-7 تُصدر بعض الكائنات الحية ضوءًا لأهداف مختلفة: لجذب الإنساث، أو للدفاع عن الصغار. ويساعد الضوء المنبعث على الرؤية والتمييز والإدراك.

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

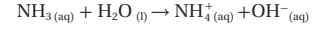
المواد (Species)

الاستعمال العلمي يطلق هذا التعبير في الكيمياء على أي جسيمات متضمنة في العملية: يتفاعل نوعان مختلفان من المواد في تفاعلات الاتحاد لتكوين مركب مفرد. الاستعمال الشائع صنف من الأفراد يملكون صفات أو قدرات معينة.

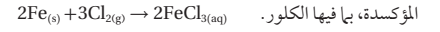
الرابط علم الأحياء فيم تشترك أسماك أعماق المحيط والذباب الناري مع البكتيريا المضيئة؟ إن هذه الأنواع من الكائنات -وكائنات أخرى- تطلق الضوء والضوء المنبعث ما هو إلا تحويل لطاقة الوضع في الروابط الكيميائية إلى طاقة ضوئية خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال. وينبعث الضوء بوسائط مختلفة اعتمادًا على أنواع الكائنات. ففي الذباب الناري الموضح في الشكل 6-7، ينتج الضوء عن تأكسد جزيئات اللوسيفيرين Luciferin. ولا يزال العلماء يكتشفون سر الإضاءة الحيوية؛ فبعض الكائنات المضيئة تطلق الضوء باستمرار، في حين تطلق الكائنات الأخرى ضوءًا عندما تتعرض للمضايقة. ويبدو أن بعض أسماك أعماق البحار وقناديل البحر لها قدرة على التحكم في الضوء الذي تطلقه.

وزن معادلة الأكسدة والاختزال باستعمال طريقة نصف التفاعل Balancing Redox Reactions Using Half-Reactions

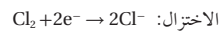
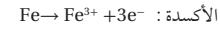
المواد في الكيمياء هي أي جسيمات توجد في المعادلة؛ حيث يوجد في معادلة الاتزان الآتية:



أربعة أنواع من المواد، هي جزيئات H_2O و NH_3 ، وأيونان من NH_4^+ و OH^- . وتحدث تفاعلات الأكسدة والاختزال عندما توجد مواد قادرة على منح الإلكترونات (عوامل مختزلة) لمواد أخرى قريبة منها، ولها قدرة على كسب هذه الإلكترونات (عوامل مؤكسدة). فعلى سبيل المثال يمكن للحديد أن يختزل أنواعًا عدة من العوامل المؤكسدة، بما فيها الكلور.



وفي هذا التفاعل تتأكسد كل ذرة حديد بفقدان 3 إلكترونات لتصبح أيون Fe^{3+} . وفي الوقت نفسه، فإن كل ذرة كلور في Cl_2 تختزل باكتسابها إلكترونًا واحدًا لتصبح أيون Cl^- .



تمثل هذه المعادلات أنصاف تفاعلات؛ حيث يُمثل كل نصف تفاعل أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال؛ أي تفاعل الأكسدة أو تفاعل الاختزال. ويبين الجدول 6-5 التنوع في أنصاف تفاعلات الاختزال التي تتضمن تأكسد Fe^{3+} إلى Fe^{2+} .

الجدول 6-5 تفاعلات الأكسدة والاختزال التي يحدث فيها تأكسد الحديد		
النصف تفاعل الاختزال	نصف تفاعل التأكسد	التفاعل الكلي (غير الموزون)
$O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$		$Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$
$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$		$Fe + F_2 \rightarrow FeF_3$
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$	$Fe + HBr \rightarrow H_2 + FeBr_3$
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$		$Fe + AgNO_3 \rightarrow Ag + Fe(NO_3)_3$
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$		$Fe + CuSO_4 \rightarrow Cu + Fe_2(SO_4)_3$

الرياضيات في الكيمياء

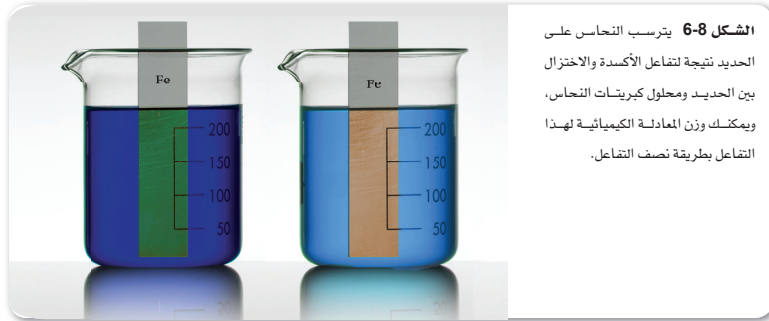
طريقة نصف التفاعل عندما تقوم بموازنة تفاعلات الأكسدة والاختزال بطريقة نصف التفاعل، تذكر الخطوات الأساسية في موازنة المعادلات. توضح الخطوة 4 للطلاب أن المجموع الكلي للإلكترونات المفقودة في نصف تفاعل الأكسدة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في نصف تفاعل الاختزال. وضح ذلك بإيجاد القاسم المشترك الأصغر لنصفي التفاعل، وضرب جميع المواد في نصف التفاعل في ذلك الرقم، وعند جمع نصفي التفاعل مرة أخرى معاً يكون عدد الإلكترونات المفقودة مساوياً لعدد الإلكترونات المكتسبة.

التقويم

المعرفة نظم الطلاب في مجموعات ثنائية، وخصص لكل مجموعة مسألتين من مسائل الكتاب التي حلت من قبل ليكون واجباً منزلياً. ثم اطلب إلى الطالب الأول أن يوضح لزميله كيف حل المسألة الأولى، على أن يتبادل الطلاب الأدوار فيما بينهم عند حل المسألة الثانية. **تعلم تعاوني**

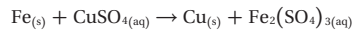
المطويات

اطلب إلى الطلاب تضمين معلومات من هذا القسم في مطويتهم.



الشكل 6-8 يترسب النحاس على الحديد نتيجة لتفاعل الأكسدة والاختزال بين الحديد ومحلول كبريتات النحاس، ويمكنك وزن المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل بطريقة نصف التفاعل.

سوف تتعلم المزيد عن أهمية أنصاف التفاعلات عند دراستك الكيمياء الكهربائية لاحقاً، ولكن في الوقت الحالي سوف تتعلم كيف تستعمل أنصاف التفاعل لوزن معادلة الأكسدة، فعلى سبيل المثال، تمثل المعادلة غير الموزونة الآتية التفاعل الذي يحدث عند وضع صفيحة من الحديد في محلول كبريتات النحاس II، كما في الشكل 6-8.



تتأكسد ذرات الحديد عندما تفقد الإلكترونات لأيونات النحاس II. أما خطوات وزن معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل فهي موضحة في الجدول 6-6.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

المفردات

المفردات الأكاديمية

الطريقة (Method)

آلية لعمل شيء ما. يستعد الطلبة لامتحان بطرائق مختلفة.

الجدول 6-6 طريقة نصف التفاعل

1. اكتب المعادلة الأيونية الكلية للتفاعل، مهملًا الأيونات المتفرجة.

$$\text{Fe}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}_{(s)} + 2\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 3\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$$

$$\text{Fe}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}_{(aq)} + 2\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$$
2. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال للمعادلة الأيونية الكلية.

$$\text{Fe}_{(s)} \rightarrow 2\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 6e^-$$

$$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$$
3. زن الذرات والشحنات في كل نصف تفاعل.

$$2\text{Fe}_{(s)} \rightarrow 2\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 6e^-$$

$$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$$
4. زن المعادلات على أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال.

$$2\text{Fe}_{(s)} \rightarrow 2\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 6e^-$$

$$3\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 6e^- \rightarrow 3\text{Cu}_{(s)}$$
5. اجمع نصفي التفاعل الموزونين، وأعد الأيونات المتفرجة.

$$2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{Cu}^{2+}_{(aq)} \rightarrow 3\text{Cu}_{(s)} + 2\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$$

$$2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{CuSO}_{4(aq)} \rightarrow 3\text{Cu}_{(s)} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_{3(aq)}$$

22

التنوع الثقافي

تاريخ الأكسدة والاختزال اطلب إلى الطلاب تذكر فترات زمنية تاريخية متنوعة، مثل العصر النحاسي، والعصر البرونزي، والعصر الحديدي، والتي نشأ معظمها في الشرق الأوسط. ساعد الطلاب على تحديد المناطق الرئيسة لهذه الحقب على خريطة العالم، والخواص الكيميائية والفيزيائية لكل من النحاس والبرونز والحديد التي مكنت كل أمة من التفوق على جيرانها، والدور الذي لعبته كيمياء الأكسدة والاختزال في التاريخ.

وزن معادلة الأكسدة والاختزال باستعمال طريقة نصف التفاعل

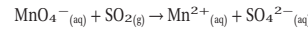
زن معادلة التأكسد والاختزال للتفاعل الآتي مستعملاً طريقة نصف التفاعل:
 $\text{KMnO}_4(\text{aq}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{MnSO}_4(\text{aq}) + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ (في الوسط الحمضي)

1 تحليل المسألة

يجد التفاعل في الوسط الحمضي، استعمل قواعد تحديد أعداد التأكسد وخطوات وزن المعادلة بطريقة نصف التفاعل لوزن معادلة التفاعل بين برمنجنات البوتاسيوم وثاني أكسيد الكبريت.

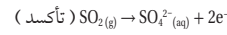
2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الأيونية الكلية للتفاعل.

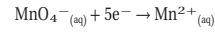


احذف المعاملات، والأيونات المتفرجة.

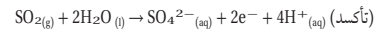
اكتب معادلة نصف تفاعل الأكسدة والاختزال للمعادلة الأيونية الكلية، متضمنة أعداد التأكسد.



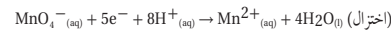
استخدم القواعد الواردة في الجدولين 1-2 و 1-6



زن الذرات والشحنات في نصف التفاعل.

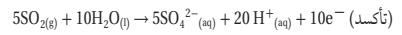


توافر جزيئات H_2O في الوسط الحمضي بكثرة، ويمكن

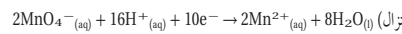


استخدامها في وزن ذرات الأكسجين في أنصاف التفاعل، وكذلك توافر أيونات H^+ بسهولة، ويمكن أن تستخدم في وزن الشحنة.

اضبط المعاملات على أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد (2) يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال (5).

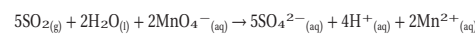
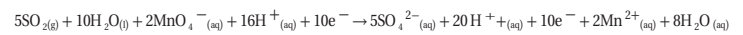


المضاعف المشترك الأصغر هو 10، وبالضرب التبادلي

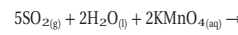


استحصل على وزن لنصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

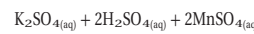
اجمع نصفي التفاعل اللذين تم وزنهما، وبسط المعادلة بحذف أو تجميع المواد المشابهة في طرفي المعادلة.



أعد وضع الأيونات المتفرجة (K^+)، وكذلك حالات المواد.



أضف أيونات K^+ إلى أيونات MnO_4^- في الجهة اليسرى، وأحد أيونات SO_4^{2-}



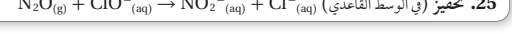
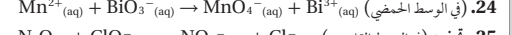
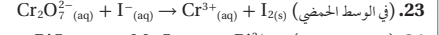
إلى الجهة اليمنى، ثم وزع الأيونات المتبقية بين أيون H^+ وأيونات Mn^{2+} .

3 تقويم الإجابة

تشير مراجعة المعادلة الموزونة إلى أن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.

مسائل تدريبية

استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



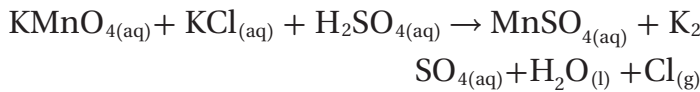
تطبيقات في الكيمياء

الضغط اطلب إلى الطلاب البحث في تقنيات استخراج المعادن المختلفة المستخدمة في الصناعة لإنتاج المعادن النقية، ومنها الحديد والفضة والألومنيوم والذهب والنحاس والتيتانيوم. واطلب إليهم تقصي تكلفة المعادن الخام من مصادرها مقارنة بتكلفة المعادن النقية، والبحث في تأثير سُميَّة هذه المعادن في العاملين والبيئة. واطلب إليهم أيضاً تحديد أي تغيرات أدخلت على صناعة المعادن لتوفير حماية أفضل للعاملين، والتقليل من مشكلات البيئة. **ف م**

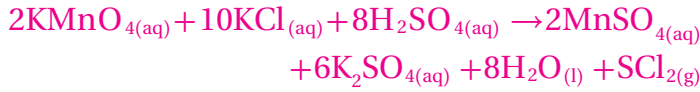
مثال في الصف

سؤال زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية باستعمال طريقة

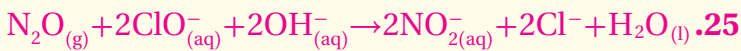
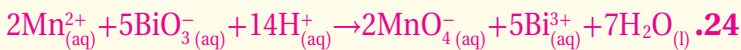
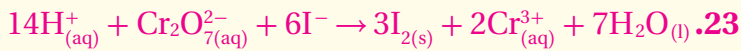
نصف التفاعل.



الإجابة



مسائل تدريبية



دفتر الكيمياء

الأكسدة والاختزال في علم الأحياء اطلب إلى الطلاب الرجوع إلى كتب في علم الأحياء وشبكة الإنترنت للبحث عن أهم التفاعلات الحيوية التي تعد تفاعلات أكسدة واختزال، وأن يلخصوها في دفتر الكيمياء. **ض م**

3. التقويم

التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا بكلماتهم الخاصة طريقة وزن معادلات الأكسدة والاختزال بطريقة نصف التفاعل.

التفاعل. **ض م**

إعادة التدريس

من المشكلات التي تواجه الطلاب عند موازنة معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل - التنظيم والمحافظة على تسلسل الخطوات. لذا شجعهم على استعمال مساحات أوسع في أوراقهم للكتابة عليها، وإعادة فحص كل معادلة أكسدة واختزال يقومون بموازنتها. **ض م**

التوسع

ادع أحد أفراد المجتمع المحلي المتخصصين في تحليل الماء في برك السباحة أو أنابيب المياه الساخنة ليصف كيمياء الأكسدة والاختزال التي تضمن المحافظة على الماء في تلك البرك أو الأنابيب.

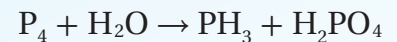
استراتيجية حل المسألة

حل طبق الاستراتيجية



طبق الاستراتيجية

زن المعادلة الآتية:



التقويم 2-6

26. عندما يحدث انتقال للإلكترونات من ذرة إلى أخرى خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال يحدث تغير في الشحنة الكلية لهذه الذرات؛ وذلك لأن النواة وبخاصة عدد البروتونات فيها لا تتغير أبداً خلال هذا النوع من التفاعلات.
27. من المهم معرفة وجود H^+ و OH^- لموازنة المعادلة.
28. يجب أن تكون الإجابات مماثلة للمعلومات في الجدول 4-6.
29. يوضح نصف تفاعل الأكسدة مقدار عدد الإلكترونات التي يفقدها العنصر. ويوضح نصف تفاعل الاختزال عدد الإلكترونات المكتسبة.

30. الأكسدة: $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$

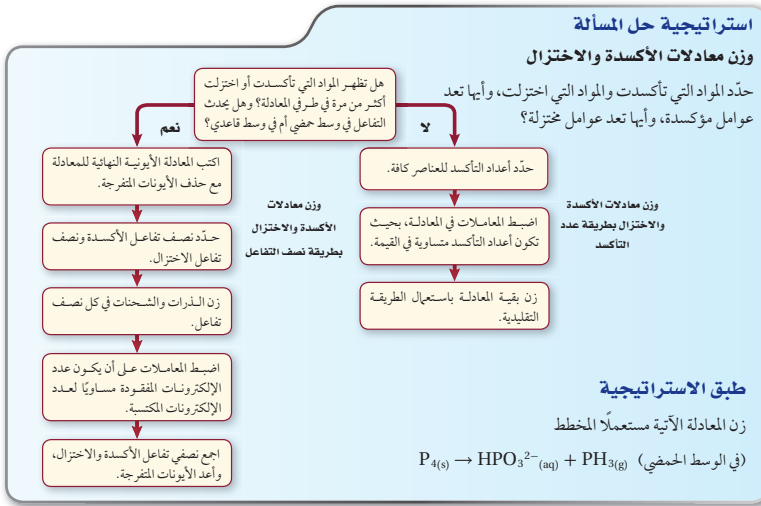
الاختزال: $\text{Pd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pd}$

31. أيونات Sn^{2+} ، أيونات Au^{3+}

32. a. $3\text{HClO}_3 \rightarrow 2\text{ClO}_2 + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

b. $5\text{H}_2\text{SeO}_3 + 2\text{HClO}_3 \rightarrow 5\text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

c. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$



التقويم 2-6

الخلاصة

26. **العنصر الرئيسي** فسّر كيف يرتبط التغير في عدد التأكسد بعمليات الأكسدة والاختزال؟
27. **صف** لماذا يُعدّ من المهم معرفة الظروف التي يتم فيها تفاعل الأكسدة والاختزال في المحلول المائي بهدف وزن معادلة التفاعل؟
28. **فسّر** خطوات طريقة عدد التأكسد لوزن المعادلة.
29. **حدد** ماذا يوضح نصف تفاعل التأكسد؟ وماذا يوضح نصف تفاعل الاختزال؟
30. **اكتب** نصف تفاعل الأكسدة ونصف تفاعل الاختزال لتفاعل الأكسدة والاختزال الآتي: $\text{Pb}(\text{s}) + \text{Pd}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{Pd}(\text{s})$
31. **حدد** إذا كان نصف تفاعل الأكسدة هو $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^-$ ونصف تفاعل الاختزال هو $\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$ ، فما أقل عدد من أيونات القصدير II وأيونات الذهب III يمكن أن تتفاعل حتى لا يتبقى إلكترونات؟
32. **طبق** زن المعادلات الآتية:
a. $\text{HClO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{ClO}_2(\text{g}) + \text{HClO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
b. $\text{H}_2\text{SeO}_3(\text{aq}) + \text{HClO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
c. (في الوسط الحمضي) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$

في الميدان

الهدف

يتعلم الطلاب عن المادة الكيميائية (الليمونول) الباعثة للضوء والمستخدم في الطب الشرعي.

الخلفية النظرية للمحتوى

عندما يتأكسد الليمونول يحرر طاقة على شكل ضوء مرئي، وتسمى هذه العملية التوهج الكيميائي. وفي هذا العملية تنتقل الإلكترونات من مستوى عالٍ من الطاقة إلى مستوى أقل، ويتحدد لون الضوء المنبعث بقيمة الفرق في الطاقة بين المستويين. لاحظ أنه على عكس الضوء الناتج عن التيار الكهربائي، لا يعتمد الضوء المنبعث على درجة الحرارة، ولكنه يتحدد اعتماداً على الخواص الكيميائية للمواد المتفاعلة.

استراتيجيات التدريس

- طوّر قائمة بالظروف التي قد لا تظهر معها بقع الدم بسبب الظروف المحيطة بالجريمة.
- إذا علمنا أن الليمونول يحتاج إلى الظلام ليصبح مرئياً، فما أوجه القصور في ذلك؟ وكيف يمكن التغلب عليها؟
- عندما يجدد موضع الدم باستخدام الليمونول يمكن تطبيق فحص DNA لتحديد مصدر الدم. لذا فكّر في طرائق أخرى قد تكون ذات قيمة لتطبيقها قانونياً، مضمناً تحليلك إمكانية توافر بقع دم لمخلوقات حية أخرى غير الإنسان أو لشخص آخر غير المجرم.

في الميدان

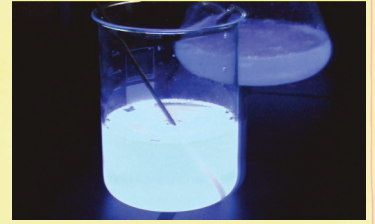
المهنة : محقق البحث الجنائي

الدم المضيء، Blood That Glows

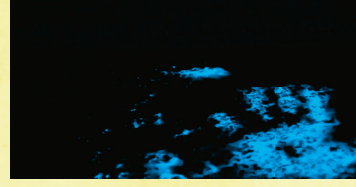
في الطب الشرعي الحديث يمكن استخدام مادة كيميائية تسمى "الليمونول"؛ حيث تتيح للمحققين القدرة على رؤية الآثار.

الأثر الأزرق المخضر **Blue-green whisper** يتأكسد الليمونول عندما يلامس الحديد، كما في الشكل 1. وتنتج في هذه العملية جزيئات الطاقة في صورة ضوء أزرق مخضر واضح، ويظهر الوهج الباهت الأزرق للليمونول في الغرفة المظلمة للمحققين عند وجود آثار الدماء غير الظاهرة، وهي ما لا يمكن رؤيته بالعين المجردة. حيث تتكون خلايا الدم بشكل أساسي من الهيموجلوبين، وهو بروتين يحتوي على حديد.

ولاستخدام الليمونول، يلجأ المحققون إلى مزج مسحوق أبيض $C_6H_7O_5N_3$ بفوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 ، وكيمياءات أخرى؛ مما يجعل من المزيج سائلاً يمكن أن يُنشر في المنطقة التي يتوقع أن تحتوي على كمية ضئيلة من الآثار فيجعلها تتوهج. يقوم المصور الفوتوجرافي للطب الشرعي بالتقاط صور فوتوجرافية سريعة بكاميرات خاصة يمكنها التقاط كل من الوهج الخافت للليمونول والمنطقة المضيئة من حولها.



شكل 1 يتأكسد الليمونول في الكأس عند إضافة مسمار من الحديد.



شكل 2 يمكن مقارنة مظهر الليمونول من مسرح الجريمة ببصمات يد المتهم.

الأدلة التوهجة **Glowing evidence** يمكن أن تكشف بقع الدم عن أنماط البقع، معطية دلائل حول نوعية السلاح المستخدم في إتمام الجريمة. إذ يمكن أن يُرشد وهج الليمونول على السجاد المحققين حول بقع الدم. كما قد تدل البصمات الدموية في الشكل 2 على المجرم.

وهناك آخرون يستخدمون الليمونول غير المحققين؛ ففي حوادث السيارات، يمكن أن يكشف الليمونول ما إذا كان المهاجم مرتدياً حزام الأمان أم لا، حتى لو صدمت السيارة في أثناء المطر، أو البرد، أو كانت متعرضة لأشعة الشمس المباشرة التي قد تغير بقع الدم.

رذاذ الملاذ الأخير **Spray of last resort** هناك مواد أخرى تحتوي على الحديد، بالإضافة إلى الدم، وتعمل الليمونول بتوهج، ويمكن للخبراء فقط معرفة الاختلافات. والأكثر أهمية أن الليمونول يمكن أن يتداخل مع اختبارات أخرى؛ ولهذا السبب لا يلجأ رجال التحقيق إلى استخدام الليمونول حتى يكملوا جميع اختباراتهم الأخرى.

الكتابة في الكيمياء

صحيفة الأخبار كتب مقالة لصحيفة الأخبار تصف فيها كيف يفود الليمونول المحققين إلى الاشتباه بالمجرمين. صف نوع الإثبات المستخدم في التحقيق.

25

الكتابة في الكيمياء

صحيفة الأخبار ستتنوع الإجابات، ولكنها يجب أن تتضمن قدرة المستكشفين على الربط بين بصمة الليمونول والمهاجم. تتضمن الأدلة التي يمكن استعمالها في التقصي بصمات الأيدي، وأنماط انتشار بقع دم الضحية، وبقع الدم الأخرى.

مختبر الكيمياء

التعرف على شاحنة متهاكة (قديمة)

الزمن المخصص حصه واحدة

المهارات العملية جمع البيانات وتنظيمها، تصميم التجربة، البحث، استنباط صيغ النماذج، استعمال المتغيرات والثوابت والضوابط، التفكير الناقد.

التخلص من النفايات يمكن التخلص من المحاليل جميعها بسكبها في الحوض وسكب كمية وافرة من الماء بعدها، أما المواد الصلبة فيجب إلّاؤها في سلة النفايات الخاصة بذلك.

تحضير المواد قطع صغيرة من عينات المعادن يمكن وضعها في حجرات طبق التفاعلات البلاستيكية.

خطوات العمل

- استعمال المجهر لتحسين قدرتك على ملاحظة التفاعلات.
- استخدم أحد المحاليل القياسية بوصفه محلولاً مجهولاً.
- التدخل من قبل المعلم مسألة مهمة؛ إذ على الطلاب عدم مزج المحاليل حتى لا تتفاعل معاً وتبدل النتائج.

التحليل والاستنتاج

1. ستعتمد الإجابات على المحلول المجهول المستخدم.
2. $Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$
3. $Fe(s) + 3AgNO_3(aq) \rightarrow Fe(NO_3)_3(aq) + 3Ag(s)$
4. $Pb(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Pb(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$
5. $Mg(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$
3. تعتمد الإجابات على المحلول المجهول المستخدم.
4. ستتنوع الإجابات، ولكن المقارنة بمحلول واحد لا توفر بيانات كافية للإجابة.
5. ستتنوع الإجابات.
6. لن تتفاعل نترات الرصاص مع النحاس Cu أو الرصاص Pb، ولكنها تتفاعل مع Fe و Mg.

مختبر الكيمياء

تعرف شاحنة متهاكة (قديمة)

الملاحظات			
محلل مجهول	ZnSO ₄	HCl	AgNO ₃
			Cu
			Pb
			Fe
			Mg

10. كرر الخطوة 8 بإضافة محلول كبريتات الحارصين ZnSO₄ إلى العمود الثالث.

11. كرر الخطوة 8، بإضافة المحلول المجهول إلى العمود الرابع.

12. اسمح باستمرار التفاعلات مدة خمس دقائق، ثم صفها، واكتب "لا تفاعل" لأي حجرة لم يكن هناك دليل على حدوث تفاعل فيها.

13. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من النفايات الصلبة والمحاليل كما يرشدك المعلم، واغسل المواد والأدوات، وأعدّها إلى أماكنها.

التحليل والاستنتاج

1. فحص النتائج التي لاحظتها في كل فجوة. كيف عرفت بحدوث تفاعل كيميائي؟

2. اعمل نموذجاً اكتب معادلة تفاعل موزونة لكل تفاعل شاهدته، وحدد في كل معادلة المواد التي تأكسدت والمواد التي اختزلت.

3. استنتج استناداً لبياناتك، أي المحاليل أكثر تلويثاً للمياه؟ فسّر إجابتك.

4. استخدم المتغيرات والثوابت والضوابط لماذا كان مهياً مقارنة التفاعلات للمحلول المجهول مع أكثر من محلول معروف واحد؟

5. ابحث اكتب تقريراً حول أهمية الكبريتات التي توجد في النظام البيئي.

6. توسع ماذا توقع إذا كان محلول نترات الرصاص II Pb(NO₃)₂ أحد المحاليل المستعملة؟

7. تحليل الخطأ قارن إجابتك بإجابات الطلبة الآخرين في المختبر. فسّر وجود أي من الفروق.

الاستقصاء

صمّم تجربة ضع فرضية حول الطريقة التي يمكنك بها إزالة الكبريتات من مصادر المياه دون إلحاق أذى إضافي بالبيئة والمنطقة المحيطة بها، ثم صمّم تجربة لاختبار فرضيتك.

الخلفية النظرية هناك شيء ما يتفاعل مع المعادن التي توجد على أجسام العديد من القوارب في النهر المجاور لشاحنة متهاكة (قديمة). وقد ربط المحقق ذلك بثلاثة أسباب محتملة، ترتبط بثلاثة ملوثات كيميائية. ومهمتك أن تختبر هذه الملوثات وتقارن بها بعينة من النهر. والحيوانات التي تعتمد على مياه النهر بوصفها مصدرًا أساسيًا لها، تحتاج إلى مساعدتك لحل لغز الشاحنة المتهاكة ومن ثم معرفة الملوثات الحقيقية لمياه النهر.

سؤال كيف يمكن استخدام سلسلة تفاعلات كيميائية في تحديد طبيعة الشيء الذي يؤدي إلى تلوث مصدر المياه؟

المواد الكيميائية والأدوات اللازمة

برادة Fe	0.1 M AgNO ₃
خرابطة Mg	0.1 M HCl
ملقط	0.1 M ZnSO ₄
محلول مجهول المكونات	قطارة عدد (4)
أسلاك نحاس	طبق تفاعلات بلاستيكي 24 فجوة
Pb صلب	

إجراءات السلامة

تحذير: تُعد نترات الفضة AgNO₃ مادة شديدة السمية، وتؤدي إلى تكوّن البقع على الجلد والملابس.

خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. صمّم جدولاً لتسجيل بياناتك.
3. ضع طبق التفاعلات البلاستيكي على ورقة بيضاء.
4. ضع قطعة من أسلاك النحاس في أربع فجوات من الصف الأول.
5. كرر الخطوة 4، وذلك بإضافة عينات صغيرة من الحديد إلى أربع فجوات في الصف الثاني.
6. كرر الخطوة 4، وذلك بإضافة عينات صغيرة من الرصاص إلى أربع فجوات في الصف الثالث.
7. كرر الخطوة 4، وذلك بإضافة قطع من شريط الماغنسيوم إلى أربع فجوات في الصف الرابع.
8. ضع 20 قطرة من محلول نترات الفضة AgNO₃ في كل فجوة من العمود الأول.
9. كرر الخطوة 8، بإضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى العمود الثاني.

26

7. ستتنوع الإجابات.

الاستقصاء

ستتنوع الإجابات. ويستطيع الطلاب القيام بالتجربة مع إضافة مواد متنوعة تتفاعل مع المحلول المجهول. وستعتمد الإجابات على المحلول المستخدم بوصفه محلولاً مجهولاً.

دليل المراجعة

استعمال المفردات

لتعزيز معرفة الطلاب بمفردات الفصل، اطلب إليهم كتابة جملة واحدة عن كل مصطلح في الفصل.

استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب إعطاء مثال واحد على كل قاعدة تستعمل لتحديد عدد التأكسد. **ض م**
- اطلب إلى الطلاب أن يصمموا مخططاً أو جدولاً يقارنون فيه بين طريقتي موازنة معادلات تفاعلات التأكسد والاختزال. **ض م**
- اطلب إلى الطلاب تلخيص خطوات موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل مستخدمين تعابيرهم الخاصة. **ض م**

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

- لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته، ارجع إلى الموقع الإلكتروني: www.obeikaneducation.com وذلك من أجل:
- مراجعة الفصل ودراسته عبر الشبكة.
 - الوصول إلى المواقع التي تزودك بمزيد من المعلومات والمشاريع والأنشطة.
 - مراجعة المحتوى عبر الشبكة بالإضافة إلى التفاعل والاختبارات الذاتية.
 - الحصول على اختبارات الفصل والتدريب على (الأنشطة) والاختبارات المقننة.

الفقرة (النافذة) **النافذة** تعدّ تفاعلات الأكسدة والاختزال من العمليات الكيميائية الشائعة في الطبيعة وفي الصناعة، وتتضمن انتقالاً للإلكترونات.

6-1 الأكسدة والاختزال

الفقرة (النافذة) يعدّ تفاعل الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين؛ إذ تتأكسد ذرة وتختزل أخرى.

- المفاهيم الرئيسية**
- تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى.
 - عندما تختزل ذرة أو أيون فإن عدد التأكسد ينخفض، وعندما تتأكسد ذرة أو أيون فإن عدد التأكسد يزداد.
 - تُعامل الذرات ذات الكهروسالبية العالية، في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تتضمن مركبات جزيئية (والأيونات المتعددة الذرات التي تحتوي على روابط تساهمية) كما لو اختزلت، في حين تُعامل الذرات ذات الكهروسالبية المنخفضة كما لو تأكسدت.

التأكسد ←

	1	2	13	14	15	16	17	18
↑ التأكسد		Li Be				O F		
	3	Na Mg				Cl		
	4	K Ca				Br		
	5	Rb Sr				I		
	6	Cs Ba						
	7							

عامل مختزل عامل مؤكسد

- المفردات**
- تفاعل الأكسدة والاختزال
 - الأكسدة
 - الاختزال
 - العامل المؤكسد
 - العامل المختزل

6-2 وزن معادلات الأكسدة والاختزال

الفقرة (النافذة) تصبح معادلات الأكسدة والاختزال موازنة عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساوية للانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.

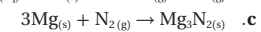
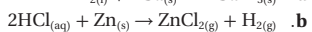
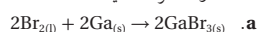
- المفاهيم الرئيسية**
- يصعب وزن معادلات الأكسدة والاختزال التي يظهر فيها العنصر نفسه في كل من المواد المتفاعلة والناجمة باستعمال الطريقة التقليدية.
 - تعتمد طريقة عدد التأكسد على مساواة عدد الإلكترونات التي تفقد من الذرات مع عدد الإلكترونات التي تكتسب من ذرات أخرى.
 - تُضاف أيونات الهيدروجين وجزيئات الماء لوزن معادلات التفاعلات في الوسط الحمضي.
 - تُضاف أيونات الهيدروكسيد وجزيئات الماء لوزن معادلات التفاعلات في الوسط القاعدي.
 - نصف التفاعل هو أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال.

- المفردات**
- طريقة عدد التأكسد
 - نصف التفاعل

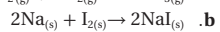
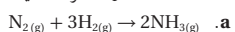
6-1

إتقان حل المسائل

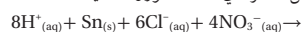
41. حدّد المواد التي تأكسدت والتي اختزلت في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



42. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



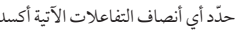
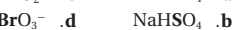
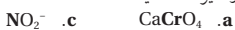
43. ما العامل المختزل في المعادلة الموزونة الآتية؟



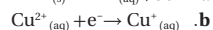
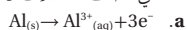
44. ما عدد التأكسد للمنتج في KMnO_4 ؟

45. حدّد عدد التأكسد للعنصر الظاهر باللون الداكن في المواد

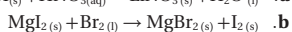
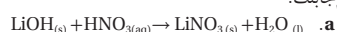
والأيونات الآتية:



46. حدّد أي أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة، وأيها اختزال؟

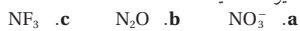


47. أي المعادلات الآتية لا تمثل تفاعل أكسدة واختزال؟ فسّر إجابتك.



48. حدّد عدد التأكسد للنيتروجين في كل من الجزيئات أو

الأيونات الآتية:



إتقان المفاهيم

33. ما أهم خواص تفاعلات الأكسدة والاختزال؟

34. فسّر، لماذا لا تتضمن جميع تفاعلات الأكسدة الأوكسجين؟

35. ماذا يحدث للإلكترونات في الذرة عندما تتأكسد، أو تختزل؟

36. عرّف عدد التأكسد.

37. ما عدد التأكسد لكل من الفلزات القلوية الأرضية والفلزات القلوية في مركباتها؟

38. كيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات التأكسد بعدد الإلكترونات المفقودة؟ وكيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات الاختزال بعدد الإلكترونات المكتسبة؟



الشكل 6-9

39. ما سبب الاختلاف في أشكال خراطة النحاس الموضحة في الشكل 6-9؟

40. النحاس والهواء تبدأ تفاعل النحاس في الظهور بلون أخضر بعد تعرضها للهواء. ويتفاعل فلز النحاس في عملية الأكسدة هذه مع الأوكسجين لتكوين أكسيد النحاس الصلب، والذي يكون الغطاء الأخضر. اكتب تفاعل الأكسدة والاختزال، وعرّف ما الذي تأكسد، وما الذي اختزل في هذه العملية.

6-1

إتقان المفاهيم

33. تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال جميعها انتقالاً للإلكترونات.

34. تعود كلمة الأكسدة في الأصل إلى التفاعلات التي تتضمن الأوكسجين فقط، إلا أن الأكسدة الآن تعرّف على أنها فقد

ذرات المادة للإلكترونات.

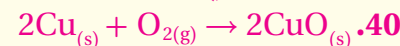
35. تفقد الإلكترونات، تكتسب الإلكترونات.

36. عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة من قبل الذرة في المركب الأيوني عندما تتكون الأيونات.

37. القلويات الترابية = +2، الفلزات القلوية = +1

38. التغير في عدد التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد، أو عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال.

39. الاختلاف في عدد تأكسد النحاس، +1، +2



يتأكسد Cu، ويختزل O

إتقان حل المسائل

41. a. يتأكسد Ga، ويختزل Br_2

b. يتأكسد Zn، ويختزل H

c. يتأكسد Mg، ويختزل N_2

42. a. N_2 عامل مؤكسد، H_2 عامل مختزل

b. I_2 عامل مؤكسد، Na عامل مختزل

43. Sn

44. +7

45. a. +6

b. +6

46. a. أكسدة. b. اختزال

47. لا يمثل الاختيار a الأكسدة والاختزال؛ لأنه لم يحدث تغيير في أعداد تأكسد أي من ذرات التفاعل.

48. a. +5

b. +1

c. +3



مركب، وعدد تأكسد الكبريت فيه +6

6-2

إتقان المفاهيم

51. يمكن لـ H^+ و H_2O أن تشارك في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تحدث في المحاليل الحمضية، إما بوصفها متفاعلات أو نواتج. ويتضمن تفاعل الأكسدة والاختزال في المحلول القاعدي OH^- و H_2O إما على صورة متفاعلات أو نواتج.

52. تتحد أيونات الهيدروجين بالماء في المحاليل المائية في شكلها المائي، أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ ، ولا يمكن أن توجد في صورة H^+ . ولكنها تكتب في بعض الأحيان في صورة H^+ لتبسيط المعادلة الكيميائية المكتوبة.

53. لأنه إذا كان الوسط حمضياً يتم موازنة ذرات الهيدروجين بإضافة أيونات الهيدروجين، وفي الوسط القاعدي يتم إضافة عدد من أيونات الهيدروكسيد يساوي عدد أيونات الهيدروجين.

54. الأيونات المتفرجة هي الأيونات التي توجد في الحسابات الكيميائية على طرفي معادلة الأكسدة والاختزال بالمقدار نفسه. لكنها لا تتغير في خلال التفاعل؛ لذا يمكن حذفها من المعادلة.

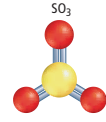
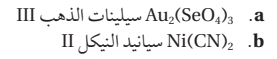
55. المادة أي صنف من الوحدات الكيميائية توجد في عمليات الأكسدة أو الاختزال، وقد تكون أيوناً أو جزيئاً، أو ذرات حرة.

56. لا تساوي الشحنة الكلية في الجهة اليسرى الشحنة الكلية في الجهة اليمنى.

57. اختزال؛ تكتسب الإلكترونات ويقل عدد التأكسد Zn .

58. تُكتسب الإلكترونات من قبل بعض المواد خلال نصف تفاعل الاختزال، وتفقد الإلكترونات من بعض المواد خلال نصف تفاعل الأكسدة.

49. حدّد أعداد التأكسد لكل عنصر في المركبات أو الأيونات الآتية:



الشكل 10-6

50. فتر كيف يختلف أيون الكبريتيت SO_3^{2-} عن ثالث أكسيد الكبريت SO_3 ، الموضح في الشكل 10-6؟

6-2

إتقان المفاهيم

51. قارن بين معادلة الأكسدة والاختزال الموزونة في الوسط الحمضي والوسط القاعدي.

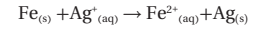
52. فسر لماذا تعد كتابة أيون الهيدروجين على هيئة H^+ في تفاعلات الأكسدة والاختزال تبسيطاً للواقع.

53. لماذا يتعين عليك قبل أن تبدأ بوزن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال معرفة ما إذا كان التفاعل يحدث في وسط حمضي أو قاعدي؟

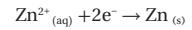
54. فسر ما الأيون المتفرج؟

55. عرّف مصطلح أنواع المواد بدلالة تفاعلات الأكسدة والاختزال.

56. هل المعادلة الآتية موزونة؟ فسر إيجابتك.



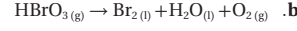
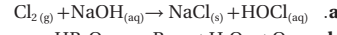
57. هل المعادلة الآتية تمثل عملية أكسدة أم عملية اختزال؟ فسر إيجابتك.



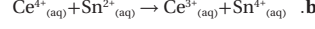
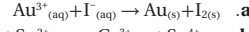
58. صف ما يحدث للإلكترونات في كل نصف تفاعل من عملية الأكسدة والاختزال.

إتقان حل المسائل

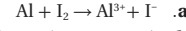
59. استعمل طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



60. زن المعادلات الأيونية الكلية لتفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية:

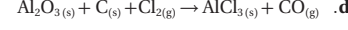
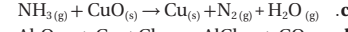
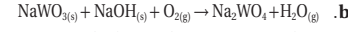
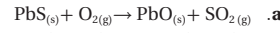


61. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية:



b. $MnO_2 + Br^- \rightarrow Mn^{2+} + Br_2$ (في الوسط الحمضي)

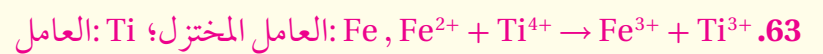
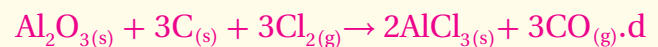
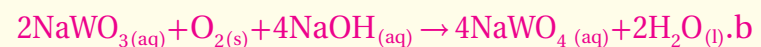
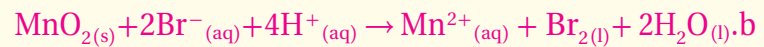
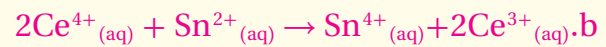
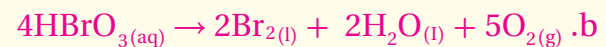
62. استعمل طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



الشكل 11-6

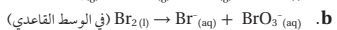
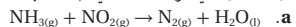
63. الياقوت يتكون معدن الكورندوم من أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 وهو عديم اللون، ويعد أكسيد الألومنيوم المكون الرئيس للياقوت، إلا أنه يحتوي على مقادير بسيطة من Ti^{4+} و Fe^{2+} . ويعزى لون الياقوت إلى انتقال الإلكترونات من Fe^{2+} إلى Ti^{4+} . استناداً إلى الشكل 11-6، استنتج التفاعل الذي يحدث ليتنج المعدن في الجهة اليمنى، وحدد العامل المؤكسد، والعامل المختزل.

إتقان حل المسائل

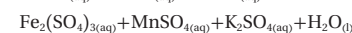
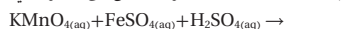


المؤكسد.

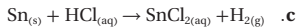
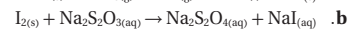
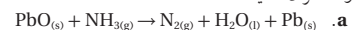
69. استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية، مضيفاً جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين (في الوسط الحمضي)، أو أيونات الهيدروكسيد (في الوسط القاعدي) إذا تطلب الأمر ذلك:



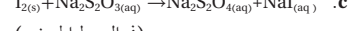
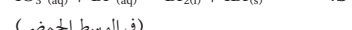
70. زن معادلة التأكسد والاختزال الآتية، وأعد كتابتها بشكلها الأيوني الكامل، ثم اشتق المعادلة الأيونية الكلية، وزنها بطريقة نصف التفاعل. على أن تكون الإجابة النهائية بمعاملات الوزن ولكن على النحو الآتي:



71. استخدم طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



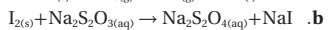
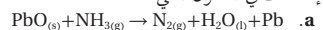
72. استخدم طريقة نصف التفاعل في وزن هذه المعادلات مضيفاً جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين (في الوسط الحمضي)، أو أيونات الهيدروكسيد (في الوسط القاعدي) عند الحاجة. واحتفظ بالمعادلات الموزونة في صورة معادلة أيونية نهائية:



64. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال في كل من

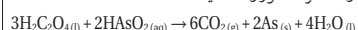
معادلات الأكسدة والاختزال الآتية على الصورة الأيونية

إذا حدث في المحلول المائي:

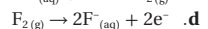
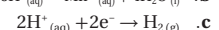
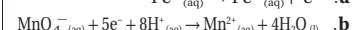
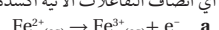


65. اكتب نصفي التفاعل اللذين يكونان معادلة الأكسدة

والاختزال الموزونة الآتية:



66. أي أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة، وأيها اختزال؟



الشكل 6-12

67. النحاس عندما توضع شرائح النحاس في محلول نترات

الفضة كما في الشكل 6-12 يبدو فلز الفضة أزرق اللون،

وتتكون نترات النحاس II. اكتب المعادلة الكيميائية

غير الموزونة، ثم حدد حالة التأكسد لكل عنصر فيها.

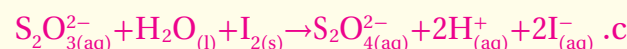
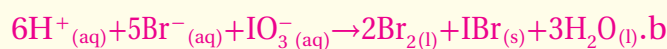
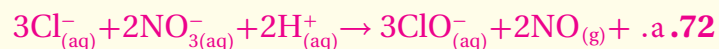
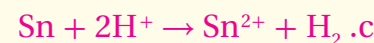
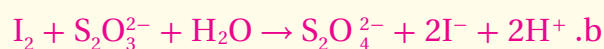
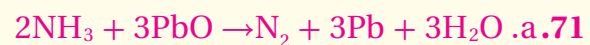
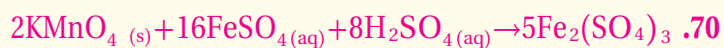
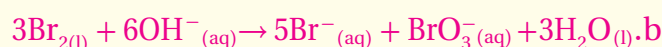
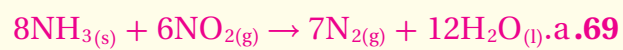
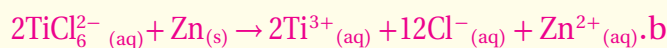
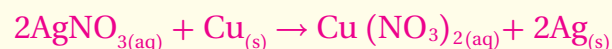
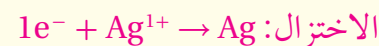
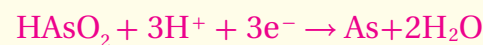
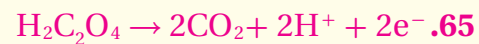
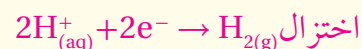
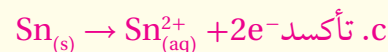
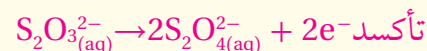
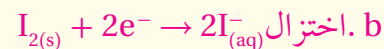
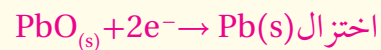
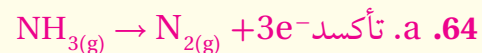
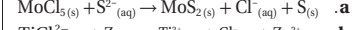
اكتب أيضاً نصفي معادلة التفاعل، وحدد أيها تأكسد،

وأيهما اختزل. وأخيراً اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة

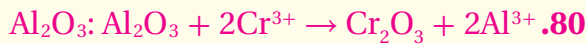
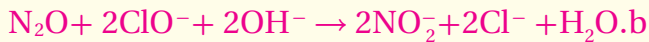
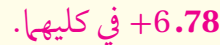
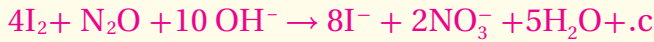
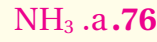
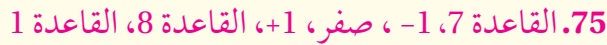
للتفاعل.

68. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة

والاختزال الأيونية الآتية:



مراجعة عامة



ليس تفاعل أكسدة واختزال؛ وبذلك لا يوجد تغير في أعداد التأكسد.

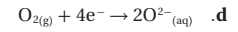
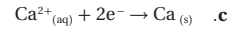
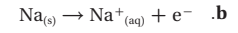
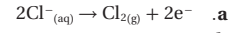


مراجعة عامة

73. حدّد عدد التأكسد لكل عنصر من العناصر الظاهرة بلون داكن:



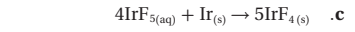
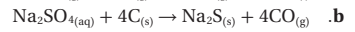
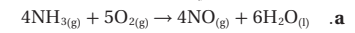
74. حدّد كلّاً من التغيرات الآتية إذا كانت أكسدة أو اختزال:



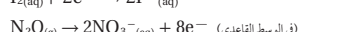
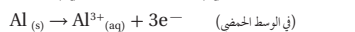
75. استعمل قواعد تحديد عدد التأكسد لإكمال الجدول 6-7.

الجدول 6-7 بيانات المركبين		
العنصر	عدد التأكسد	القاعدة
K in KBr	+1	
Br in KBr		8
Cl in Cl ₂		1
K in KCl		7
Cl in KCl	-1	
Br in Br ₂	0	

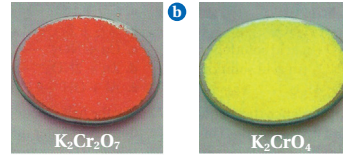
76. حدد العوامل المختزلة في المعادلات الآتية:



77. اكتب معادلة أيونية موزونة مستعملاً أزواج أنصاف تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية:

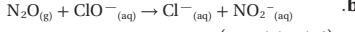
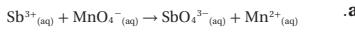


78. ما عدد تأكسد الكروم في كل من المركبات الموضحة في الشكل 6-13؟



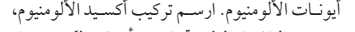
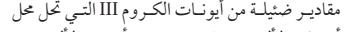
الشكل 6-13

79. زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية بأي طريقة من طرائق وزن المعادلات.

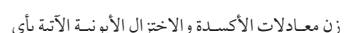
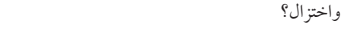


80. الأحجار الكريمة الباقوت حجر كريم يتكون من أكسيد الألومنيوم، أما لونه الأحمر فقد جاء من احتوائه على مقادير ضئيلة من أيونات الكروم III التي تحل محل أيونات الألومنيوم. ارسم تركيب أكسيد الألومنيوم، ووضح التفاعل الذي تحل فيه أيونات الكروم محل أيونات الألومنيوم. هل هذا التفاعل تفاعل تأكسد واختزال؟

81. زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية بأي طريقة من طرائق الوزن:



82. زن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية بأي طريقة من طرائق الوزن:



التفكير الناقد

83. a. ارجع إلى كتاب دليل حلول المسائل.

b. N^3- إلى N_2 يفقد $3e^-$ (أكسدة)

N^3+ إلى N_2 اكتساب $3e^-$ (اختزال)

N^3- إلى N^{1+} يفقد $4e^-$ (أكسدة)

N^{5+} إلى N^{1+} اكتساب $4e^-$ (اختزال)

c. NO_2^- و NO_3^- (عوامل مؤكسدة) و NH_4^+ (عامل مختزل)

d. في التفاعلين الأولين تأكسد النيتروجين واختزل، أما في

التفاعل الثالث فقد حدث تفاعل الأكسدة والاختزال

بين عنصرين مختلفين.

84. (في الوسط الحمضي) $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

85. للفوسفور حالات تأكسد متعددة (-3، +3، +5) مما يجعله مرناً عند اتحادها بالفلزات.

86. $2MnO_4^- + 10Cl^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5Cl_2 + 8H_2O$

87. انخفض عدد تأكسد N من +5 إلى -3؛ لذا يجب أن يكون N قد اكتسب 8 إلكترونات على الجانب الأيسر؛

$NO_3^- + 8e^- \rightarrow NH_4^+$

88. $6I^- + 14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 3I_2 + 7H_2O + 2Cr^{3+}$

مسألة تحفيز

89. a. الأكسدة $O^{2-} \rightarrow O_2 + 2e^-$

الاختزال $Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$

$2HgO(s) \rightarrow O_2(g) + 2Hg(l)$

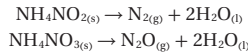
b. الأكسدة $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

الاختزال $Ag^+ + 2e^- \rightarrow Ag$

$2AgNO_3(aq) + Cu(s) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

التفكير الناقد

83. طبق تين المعادلات الآتية تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تستخدم لتحضير غاز النيتروجين النقي وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد النيتروجين N_2O في المختبر:

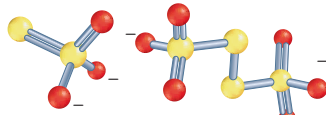
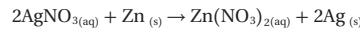


a. حدّد عدد التأكسد لكل عنصر في المعادلتين، ثم ارسم مخططاً توضح فيه التغير في عدد التأكسد الذي يحدث في كل تفاعل.

b. حدّد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في كلا التفاعلين.

c. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل لكلا التفاعلين.

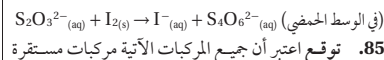
d. اكتب جملة توضح فيها كيفية انتقال الإلكترونات الذي حدث في هذين التفاعلين عن التفاعل الآتي:



الشكل 6-14
أيون رابع ذرات (NO_3^-) أيون ثنائي ذرات (NO_2^-)

الشكل 6-14

84. حلّل ادرس المعادلة الأيونية الكلية أدناه، للتفاعل الذي يحدث عند تأكسد أيون الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ إلى أيون رابع ثيونات $S_4O_6^{2-}$. زن المعادلة مستعملاً طريقة نصف التفاعل. وسوف يساعدك الشكل 6-14 على تحديد أعداد التأكسد لاستعمالها.



85. توقع اعتبر أن جميع المركبات الآتية مركبات مستقرة حقيقية. ما الذي يمكنك أن تستدل عليه عن حالة التأكسد للفوسفور في مركباته؟



32

86. جد الحل تؤكسد برمنجنات البوتاسيوم أيونات الكلوريد لتكون غاز الكلور وأيون منجنيز Mn^{2+} . قم بموازنة معادلة تفاعل التأكسد والاختزال الذي يحدث في الوسط الحمضي.

87. في نصف التفاعل $NO_3^- \rightarrow NH_4^+$ ، في أي الطرفين يجب إضافة الإلكترونات؟ قم بإضافة العدد الصحيح من الإلكترونات للطرف الذي يحتاج إلى ذلك، ثم أعد كتابة المعادلة.



الشكل 6-15

88. استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال الذي يحدث بين أيونات الدايمرومات وأيونات اليوديد في الوسط الحمضي، والذي يوضحه الشكل 6-15.

مسألة تحفيز

89. اكتب المعادلة الكيميائية لكل تفاعل موصوف فيما يأتي دون كتابة المعاملات لوزنها، ثم حدّد حالة التأكسد لكل عنصر في المعادلة. ثم اكتب نصفي التفاعل محدداً أيها نصف تفاعل أكسدة وأيها نصف تفاعل اختزال.

a. عند وضع أكسيد الزئبق (II) الصلب في أنبوب وتسخينه بلطف يتكون الزئبق السائل في قاع أنبوب الاختبار وتتصاعد فقاعات غاز الأكسجين من أنبوب الاختبار.

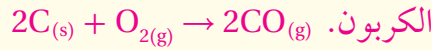
b. عند وضع قطع من النحاس الصلب في محلول نترات الفضة، تتكون نترات النحاس III الأزرق ويظهر فلز الفضة في المحلول.

تقويم إضافي

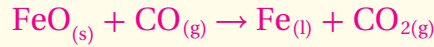
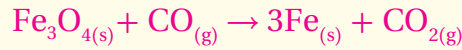
الكتابة في الكيمياء

94. قد تتضمن إجابات الطلاب وصفاً ورسوماً لبعض الخامات الآتية أو جميعها:

الخامات الرئيسة للحديد وأكاسيده: الهيماتيت (Fe_2O_3)، الماجنتيت (Fe_3O_4)، و كربونات الحديد $FeCO_3$ II، وهذه أكثر خامات الحديد شيوعاً والتي تختزل في الفرن اللافيح. والتفاعل المهم في هذا الفرن هو تفاعل تأكسد الفحم لأول أكسيد الكربون.



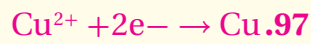
وكذلك اختزال خام الحديد بواسطة أول أكسيد الكربون الذي يتم في العادة على خطوات هي:



95. تتنوع الإجابات، ولكن على الطلاب ابتداء طريقة منطقية تعتمد على المفاهيم التي تعلموها في مختبر الكيمياء لهذا الفصل.

96. تتنوع الإجابات.

أسئلة المستندات



98. الأكثر اختزالاً Cu^+ ، والأكثر تأكسداً Cu^{2+} .

96. النحاس كان النحاس فلزاً مهماً قبل استخلاص فلزات الحديد والفضة والذهب خاصة، واستعمال خاماتها في صناعة الأدوات والأواني والمجوهرات والأعمال الفنية. وكان يصهر بتسخين خاماته مع الفحم إلى درجة حرارة عالية كما كان الحال قبل 8000 سنة. قارن بين عمليات استخراج النحاس واستعماله في الحضارات القديمة والآن.

أسئلة المستندات

أعمال الزجاج تتأثر الألوان المتكونة في زجاج السيراميك كما في الشكل 6-16 بدرجة حرارة التسخين؛ حيث تُكسب الأيونات الفلزية النحاس الذي له أكثر من حالة أكسدة ألواناً مختلفة عند تسخينه. تتوافر كميات كبيرة من الأكسجين في أثناء عمليات الحرق مما يجعل أيونات النحاس الموجودة في الزجاج تلون اللهب باللون الأخضر المائل إلى الزرقة. وفي حالة الاختزال يوجد الأكسجين بكميات قليلة، وتزداد كمية ثاني أكسيد الكربون مما يجعل أيونات النحاس في الزجاج تميل إلى اللون الأحمر.



الشكل 6-16

97. اكتب معادلة لما يحدث في الآنية الخزفية الموضحة في الشكل 6-16.

98. استناداً إلى لون آنية النحاس الخزفية، أيها أكثر ميلاً للتأكسد، وأيها أكثر ميلاً للاختزال؟

مراجعة تراكمية

استخدم القائمة الآتية للإجابة عن الأسئلة من 90 إلى 93. تحتوي خمس كؤوس على 500 mL من محلول مائي تركيزه 0.250 M على المواد الكيميائية الآتية:

A. KCl

B. CH_3OH

C. $Ba(OH)_2$

D. CH_3COOH

E. NaOH

90. أي المواد مستنفكك إلى أكبر عدد من الجسيمات عندما تكون في المحلول؟

91. أي المواد لها أكبر كتلة مولية؟

92. أي الكؤوس يمكن أن تحتوي على 9.32g من المادة الكيميائية؟

93. أي الكؤوس تتكون محتوياته من 18.6% أكسجين؟

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

94. الفولاذ ابحث عن دور تفاعلات الأكسدة والاختزال في صناعة الفولاذ، وكتب ملخصاً للنتائج التي حصلت عليها متضمناً الرسوم المناسبة والمعادلات التي تمثل التفاعلات.

95. الأواني الفضية اكتب طريقة لتنظيف الأواني الفضية من الملوثات الناتجة عن عمليات الأكسدة والاختزال. وتأكد من تضمين ذلك معلومات نظرية تصف فيها العملية في خطوات متسلسلة تجعل أي شخص قادراً على تنفيذ هذه المهمة.

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أي مما يأتي لا يعد عاملاً مختزلاً في تفاعل الأكسدة والاختزال؟
- المادة التي تأكسدت
 - مستقبل الإلكترون
 - المادة الأقل كهروسالبية
 - مانح الإلكترون
- التفاعل بين النيكل وكلوريد النحاس II موضح على النحو الآتي:
- $$\text{Ni}_{(s)} + \text{CuCl}_{2(aq)} \rightarrow \text{Cu}_{(s)} + \text{NiCl}_{2(aq)}$$
- استعمل المعادلة الكيميائية في الإجابة عن السؤالين 2 و 3.
2. ما نصف تفاعل الأكسدة والاختزال للتفاعل؟
- $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, $\text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Cl}^{-}_{(aq)} + 2e^{-}$
 - $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + e^{-}$, $\text{Cu}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
 - $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
 - $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, $2\text{Cu}^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
3. العامل المختزل في المعادلة هو:
- NiCl_2
 - Cu
 - CuCl_2
 - Ni
4. رقم التأكسد للكlor في HClO_4 هو:
- +7
 - +5
 - +3
 - +1
5. العنصر الأعلى كهروسالبية بين العناصر الآتية هو:
- Cl
 - N
 - O
 - F
6. المادة التي عدد تأكسدها يساوي صفراً هي:
- Cu^{2+}
 - H_2
 - SO_3^{2-}
 - Cl^{-}
7. التفاعل بين يوديد الصوديوم والكلور موضح على النحو الآتي:
- $$2\text{NaI}_{(aq)} + \text{Cl}_{2(aq)} \rightarrow 2\text{NaCl}_{(aq)} + \text{I}_{2(aq)}$$
- أي الأسباب الآتية تبقى حالة تأكسد الصوديوم دون تغيير:
- Na^{+} أيون متفح.
 - Na^{+} لا يمكن أن يختزل.
 - Na^{+} عنصر غير متحد.
 - Na^{+} أيون أحادي الذرة.

أسئلة الإجابات القصيرة

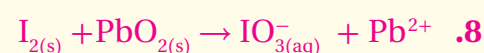
- استعمل المعادلة أدناه للإجابة عن السؤالين 8 و 9، علماً أن المعادلة الأيونية الكلية بين اليود وأكسيد الرصاص IV موضحة على النحو الآتي:
- $$\text{I}_{2(s)} + \text{PbO}_{2(s)} \rightarrow \text{IO}_3^{-}_{(aq)} + \text{Pb}^{2+}_{(aq)}$$
8. حدّد عدد التأكسد لكل مشارك في التفاعل.
9. فسّر كيف تحدّد العنصر الذي تأكسد والعنصر الذي اختزل؟

اختبار مقنن

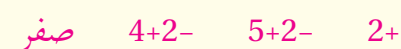
أسئلة الاختيار من متعدد

- b
- c
- d
- a
- d
- b
- a

أسئلة الإجابات القصيرة



أعداد التأكسد هي:



9. العناصر التي تأكسدت زاد عدد تأكسدها (I) أما العناصر التي اختزلت فقد قل عدد تأكسدها (Pb).

أسئلة الإجابات المفتوحة

F.10

Cs.11

Cs.12

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل جدول العناصر الآتي للإجابة عن الأسئلة من 10 إلى 12.

		الكهرسالية															
		1	2	13	14	15	16	17	18								
الكهرسالية	1																
	2	Li	Be					O	F								
	3	Na	Mg							Cl							
	4	K	Ca							Br							
	5	Rb	Sr							I							
	6	Cs	Ba														
	7																

10. أي العناصر تمثل أقوى عامل مؤكسد؟

11. أي العناصر تمثل أقوى عامل مختزل؟

12. أي العناصر لها أقل كهروسالية؟