التجربة الاستهلالية

ماذا يحدث عند تفاعل الحديد مع كبريتات النحاس (II)؟

الهدف يلاحظ الطلاب تفاعل أكسدة واختزال.

احتياطات السلامة اقرأ تعليمات السلامة الخاصة بهذه التجربة قبل البدء في العمل.

التخلص من المواد يمكن التخلص من المحاليل في المغسلة باستخدام كمية كبيرة من الماء. تخلص من المحاليل بشكل منفصل. لا تقم بخلط المحاليل في المغسلة. إذا كان لمدرستك نظام صرف صحي خاص فلا تتخلص من المواد الكيميائية في المغسلة. راجع مع السلطات المحلية طرق التخلص الصحيح من هذه المواد.

يمكن وضع المسامير المطلية بالنحاس في سلة المهملات.

استراتيجيات التدريس

- قم بتحضير محلول $CuSO_4$ بشكل مسبق. انظر دليل المعلم للتعرف على طريقة تحضير المحاليل.
- ذكّر الطلاب بأن التفاعل هو تفاعل اسبدال أحادي. اطلب إليهم شرح السبب.

النتائج المتوقعة يستبدل الحديد أيونات النحاس في المحلول مما يسمح بتكوّن فلز النحاس على المسمار. سيتحول لون كبريتات النحاس(II) الأزرق إلى مركب عديم اللون.

الإجراء

1. اقرأ تعليمات السلامة الخاصة بهذه التجربة قبل البدء في العمل.
2. استخدم قطعة من **الصوف الفولاذي** لتلميع طرف **مسمار حديدي**.
3. أضف حوالي 3 mL من محلول **1.0 *M* كبريتات النحاس (II) ($CuSO_4$)** إلى **أنبوب اختبار**. ضع الطرف الملمع من المسمار في محلول $CuSO_4$. ضع أنبوب الأخبار على **حامل أنابيب الاختبار** وراقبه لمدة 10 دقائق. سجل ملاحظاتك.

التحليل

1. **اشرح** ماذا حدث للون محلول كبريتات النحاس (II). تحول المحلول من اللون الأزرق إلى عديم اللون
2. **حدّد** المادة الملتصقة بالمسمار. يوجد فلز النحاس على المسمار.
3. **اكتب** المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل الذي لاحظته.

$$Fe + CuSO_4 \rightarrow Cu + FeSO_4$$

استقصاء ماذا تعتقد أنه سيحدث إذا تم وضع النحاس في محلول كبريتات حديد؟ صمم دراسة لاختبار فرضيتك. ستختلف الإجابات. عند وضع النحاس في محلول كبريتات حديد، لن يحدث أي تفاعل. يجب أن تكون التحقيقات مشابهة لتلك الواردة في التجربة الاستهلالية.

الوحدة 15

تفاعلات الأكسدة والاختزال

الفكرة **الرئيسة** تعتبر تفاعلات الأكسدة والاختزال من بين أكثر العمليات الكيميائية شيوعًا في كل من الطبيعة والصناعة–وهي تتضمن انتقال للإلكترونات.

الأقسام

1 الأكسدة والاختزال

2 وزن معادلات الأكسدة والاختزال

التجربة الاستهلالية

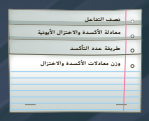
ماذا يحدث عند تفاعل الحديد مع كبريتات النحاس (II)؟

ينتج الصدأ عن التفاعل بين الحديد والأكسجين. يمكن للحديد التفاعل مع مواد أخرى غير الأكسجين. في هذه التجربة، ستدرس التفاعل بين الحديد وكبريتات النحاس (II)

المطويات® منظم الدراسة

وزن معادلات الأكسدة والاختزال

قم بعمل مطوية. قم بتسميتها كما هو موضح في الشكل. قم بإستخدامها لتلخيص الطرق المختلفة المستخدمة في وزن معادلات الأكسدة والاختزال.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مقدمة الفكرة الرئيسة

المعادلات الكيميائية راجع المعادلات الكيميائية الموزونة. اسأل الطلاب ما المعلومات التي تحتوي عليها المعادلة الكيميائية الموزونة. هويات المتفاعلات والنواتج، النسبة المولية والحالات الفيزيائية اكتب على السبورة $2Zn(s) + O_2(g) \rightarrow 2ZnO_2(s)$. اسأل الطلاب ما هي الأنواع الموجودة في التفاعل. ذرات الخارصين، جزيئات الأكسجين وحدات صيغة أكسيد الخارصين (أيونات خارصين وأكسيد) اسأل الطلاب كيف كوّنت الذرات والجزيئات الأيونات. اكتسبت أو فقدت إلكترونات. أخبر الطلاب أن الكيميائيين الأوائل أطلقوا على ذلك اسم تفاعل الأكسدة لأن الأكسجين كان مادة متفاعلة. وقد أدركوا مؤخرا أن العديد من المتفاعلات–حتى تلك التي لا يكون فيها الأكسجين مادة متفاعلة، تتضمن فقدان واكتساب الإلكترونات، على الرغم من أن مصطلح الأكسدة لا يزال يستخدم حتى الآن.

الربط بالمعرفة السابقة

أطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم التالية قبل دراسة هذه الوِحدة.

- السالبية الكهربائية electronegativity
- التفاعلات الكيميائية وأنواع التفاعلات

استخدام الصورة

عصا الإضاءة اجعل الطلاب يتناقشوا بشأن الحالات التي استخدموا فيها عصا الإضاءة. اسألهم عن طريقة عمل عصا الإضاءة عندما تميل عصا الإضاءة ينكسر الوعاء الزجاجي بداخلها ويتفاعل محلولان يطلقان الطاقة. تثير الطاقة الإلكترونات في الذرات في الصبغ المحيط. ومع عودة الذرات لحالة الاستقرار وفقدان الطاقة يضيء الصبغ. اسأل الطلاب عن فوائد عصا الضوء في الحالات الطارئة. يمكن أن تتضمن الإجابة: انبعاث ضوء بارد، لا تحتاج إلى مصدر طاقة خارجي، يمكن تخزينها بسهولة من أجل استخدامها في المستقبل.

تفاعل الأكسدة والاختزال في أنبوب الضوء (عصا التوهج) ينتج عنه ضوء بدون حرارة. من تفاعلات الأكسدة والاختزال الأخرى الشائعة التي ينتج عنها الضوء مثل الكائنات البحرية التي تعيش في الأعماق واليراعات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

أنشطة تكميلية اطلب إلى الطلاب البحث عن تعريف المصطلح متكاملة ، وإعطاء أمثلة على ذلك. ستختلف الإجابات ولكن يجب أن تحتوي على زوايا وألوان وبعض الأنشطة والتفاعلات مثل القوى والأزواج القاعدية للحمض النووي DNA. اشرح للطلاب أن تفاعلات الأكسدة والاختزال هي تفاعلات متكاملة لأنه لا يمكن أن يحدث تفاعل واحد دون أن يحدث التفاعل الآخر في الوقت نفسه.

2 التدريس

عرض توضيحي سريع

صوف فولاذي خذ قطعة صغيرة من الصوف الفولاذي وقم بنفخها حتى تصبح في ضعف حجمها الأصلي. اسأل الطلاب عما إذا كانوا يعتقدون أن الصوف الفولاذي سيحترق. سيقترح معظم الطلاب أنها ستصبح ساخنة وقد تتوهج ولكنها لن تحترق. أشعل لهب بنزن واستخدم الملقط للإمساك بالصوف الفولاذي في اللهب. سيحترق الصوف الفولاذي مصدرًا توهجًا ولمعانًا. من الأفكار الجيدة أن تقوم بذلك على طبق أو سطح من الفخار. كن قدوة أثناء القيام بالممارسات المختبرية بشكل جيد عن طريق ارتداء نظارات الأمان عند القيام بهذه التجربة. أخبر الطلاب أن هذا التفاعل هو مثال على التأكسد السريع الذي يتفاعل فيه الحديد مع أكسجين الهواء. بعد أن يبرد الصوف الفولاذي يمكن إلقاؤه في القمامة.

■ **سؤال الشكل 1**
التفاعل هو تفاعل احتراق.

الأسئلة الرئيسة

- ما الأكسدة والاختزال؟
- كيف يمكن تحديد عوامل الأكسدة والاختزال؟
- كيف يتم تحديد عدد التأكسد لعنصر ما في مركب؟

مراجعة المفردات

الأيون المتفرج *spectator ion*: الأيون الذي لا يشارك في التفاعل ولا يظهر عادةً في المعادلة الأيونية

المفردات الجديدة

تفاعل الأكسدة والاختزال	*oxidation-reduction reaction*
الأكسدة	*oxidation*
الاختزال	*reduction*
عدد التأكسد	*oxidation number*
عامل مؤكسد	*oxidizing agent*
عامل مختزل	*reducing agent*

الأكسدة والاختزال

الفكرة **الرئيسة** يعتبر تفاعلا الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين، حيث تتأكسد مادة وتختزل مادة أخرى.

الكيمياء في حياتك

الضوء الناتج من عصي الإحتفالات هو نتيجة لتفاعل كيميائي. عندما تكسر الكبسولة الزجاجية داخل الأنبوب البلاستيكي تتفاعل مادتين كيميائيتين ويحدث انتقال للإلكترونات. ونتيجة لهذا التفاعل فإن الطاقة الكيميائية تتحول إلى طاقة ضوئية.

انتقال الإلكترون وتفاعل الأكسدة والاختزال

كما تعلمت سابقاً أن التفاعل الكيميائي يمكن تصنيفه كأحد الأنواع الخمسة_الاتحاد أو التفكك أو الاحتراق أو استبدال أحادي أو استبدال ثنائي. السمة المميزة للاحتراق وتفاعلات الاستبدال الأحادي أنهما يشتركا في انتقال الإلكترونات من مادة إلى أخرى كما يحدث في الكثير من تفاعلات الاتحاد والتفكك. مثال لذلك، تفاعل الاتحاد بين الصوديوم (Na) والكلور (Cl_2) لتكوين مركب كلوريد الصوديوم الأيوني (NaCl)، حيث ينتقل إلكترونان من ذرتي الصوديوم إلى جزيء Cl_2 ويتكون أيونين من Cl^-.

المعادلة الكيميائية الكاملة: $2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$

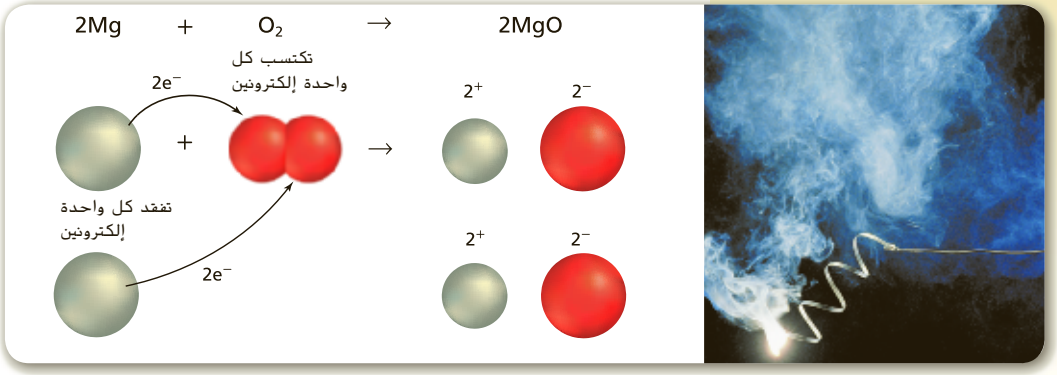
المعادلة الكيميائية الأيونية الصرفة: $2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2Na^+ + 2Cl^-$

مثال لتفاعل الاحتراق هو احتراق المغنيسيوم في الهواء والذي يتضمن انتقال للإلكترونات.

المعادلة الكيميائية الكاملة: $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$

المعادلة الأيونية الصرفة: $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2Mg^{2+} + 2O^{2-}$

عندما يتفاعل المغنيسيوم مع الأكسجين كما هو موضح في الشكل **1**، فإن كل ذرة مغنيسيوم تمنح إلكترونين لكل ذرة أكسجين. ذرتا المغنيسيوم يصبحا أيوني مغنيسيوم (Mg^{2+})، وذرتا الأكسجين تصبح أيوني أكسيد (O^{2-}). يسمى التفاعل الذي فيه تنتقل الإلكترونات من مادة إلى أخرى **تفاعل أكسدة واختزال.**



■ **الشكل 1** يتضمن تفاعل المغنيسيوم والأكسجين انتقال للإلكترونات من المغنيسيوم إلى الأكسجين. وبناءً عليه، فإن هذا التفاعل هو تفاعل أكسدة واختزال.
صنف التفاعل بين المغنيسيوم والأكسجين.

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

عرض توضيحي

اختبار المرآة الفضية لتولين

الهدف

معرفة كيف يغير السكر المختزل أيون الفضة إلى مرآة من فلز الفضة.

المواد

(A) $AgNO_3$ (12.8 g); **(B)** KOH(3.4 g); **(C)** الجلوكوز-D $C_6H_{12}O_6$، 2.3 g); الدكستروز 15 *M* $NH_3(aq)$؛ حمض النتريك المركز (50 mL)؛ كأس (600 mL)، قطّارة، وعاء مغلق بسدادة ليُطلى بالفضة. (1 إلى 2 L)؛ مخبار مدرج؛ ساق تحريك.

ماء مقطر (1.5 L) ارجع لدليل المعلم بشأن تحضير جميع المحاليل.

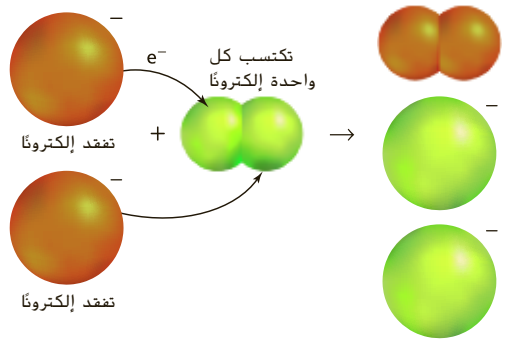
احتياطات السلامة

تحذير: حمض النيتريك حمض يسبب التأكل

التخلص من المواد تخلص من الفضة في الوعاء 1 *M* HNO_3؛ استرجع $AgNO_3$ بالتبخير.

الإجراء

ضع 150 mL من **(A)** في كأس 600 mL.



■ **الشكل 2** التفاعل بين أيونات البروميد وغاز الكلور تفاعل أكسدة واختزال. هنا، يتم انتقال الإلكترونات من أيونات البروميد إلى الكلور.

تأمل تفاعل الاستبدال الأحادي حيث يتفاعل فيه الكلور مع أيونات البروميد الناتجة من محلول مائي لبروميد البوتاسيوم الموضح في **الشكل 2**.

المعادلة الكيميائية الكاملة: $2KBr(aq) + Cl_2(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + Br_2(aq)$

المعادلة الأيونية الصرفة: $2Br^-(aq) + Cl_2(aq) \rightarrow Br_2(aq) + 2Cl^-(aq)$

علمًا بأن الكلور يستقبل الإلكترونات من أيونات البروميد ليصبح أيونات الكلوريد. عندما يفقد أيونا البروميد الإلكترونات ترتبط ذرتا البروم وتشكل رابطة تساهمية مع بعضها لتكوين جزيء Br_2.

الأكسدة والاختزال في الأصل، تشير كلمة الأكسدة إلى التفاعلات التي تتحد فيها المادة مع الأكسجين. حالياً، **الأكسدة** تُعرف بأنها فقد للإلكترونات من قِبَل المادة المتفاعلة. انظر مرة أخرى إلى المعادلة الأيونية الصرفة لتفاعل الصوديوم والكلور. تأكسد الصوديوم لأنه فقد إلكترون.

الأكسدة: $Na \rightarrow Na^+ + e^-$

لكي تحدث الأكسدة، فإنه يجب أن تُكتسب الإلكترونات المفقودة من المادة التي تأكسدت من قبل ذرات أو أيونات مادة أخرى. وبمعنى آخر، يجب أن يكون هناك عملية مصاحبة تتضمن اكتساب الإلكترونات. **الاختزال** هو اكتساب للإلكترونات من قبل المادة المتفاعلة. بتتبع مثال كلوريد الصوديوم فإن تفاعل الاختزال الذي يُصاحب أكسدة الصوديوم هو اختزال الكلور.

الاختزال: $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

الأكسدة والاختزال هما عمليتان مترافقتان؛ الأكسدة لا يمكن أن تحدث ما لم يحدث الاختزال أيضاً. من المهم أن تفرق وتميز بين الأكسدة والاختزال.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تحديد المفاهيم الخاطئة

أحد أكثر الأخطاء التي يرتكبها الطلاب شيوعًا هي الخلط بين تعريفات الأكسدة والاختزال.

استكشاف المفاهيم الخاطئة

يميل الطلاب لاعتقاد بأن الاختزال يتضمن فقدان إلكترونات لأنهم يربطون كلمة فقد بالاختزال. يجب تذكيرهم بأن عدد التأكسد يقل حين يكتسب عنصر ما إلكترونات.

عرض المفهوم

تأكد من تعزيز هذا المفهوم عن طريق تقديم أمثلة لأنصاف التفاعلات للطلاب. اجعلهم يقرروا ما هو عدد التأكسد الذي قل أو زاد في العنصر وما إذا كان قد تم فقد أو اكتساب إلكترونات أثناء العملية وتسمية نصف التفاعل بشكل صحيح إما كعملية أكسدة أو اختزال.

تقويم المعرفة الجديدة

اجعل مجموعات صغيرة من الطلاب تقوم بتطوير تشابه جزئي يوضح كل من المصطلحات الآتية: الأكسدة، الاختزال، عامل مؤكسد وعامل مختزل. اجعلهم يعرضوا نماذجهم المشابهة. ض م

التعلم التعاوني

أضف 75 mL من **(B)** إلى الكأس. قم ببطء بإضافة قدر كافٍ من 15 *M* $NH_3(aq)$ مع التحريك حتى تُذيب الراسب.اغسل الكأس الذي سيطلى بالفضة بمقدار 50 mL من حمض النيتريك المركز ثم اغسله تمامًا بالماء المقطر. صب 50 mL من **(C)** وكامل محتويات الكأس ($AgNO_3 + KOH + NH_3$) في الوعاء التي سيتم طلاؤها بالفضة. قم بتدوير الوعاء المغلق وقم بإمالته للمحافظة على رطوبة السطح. بعد دقيقة أو دقيقتين، سيبدأ تكوّن مرآة من الفضة. استمر في تدوير وإمالة الوعاء حتى تغطي المرآة كل السطح الداخلي. صب خليط التفاعل واغسل الوعاء من الداخل مرتين بماء الصنبور.

النتائج

يُختزل Ag^+ إلى Ag^0 والذي يترسب في وعاء التفاعل من الداخل.

التحليل

ما هو تفاعل الأكسدة المكمل؟ تتأكسد مجموعة الألدهيد من الجلوكوز لتصبح حمض كربوكسيليك.

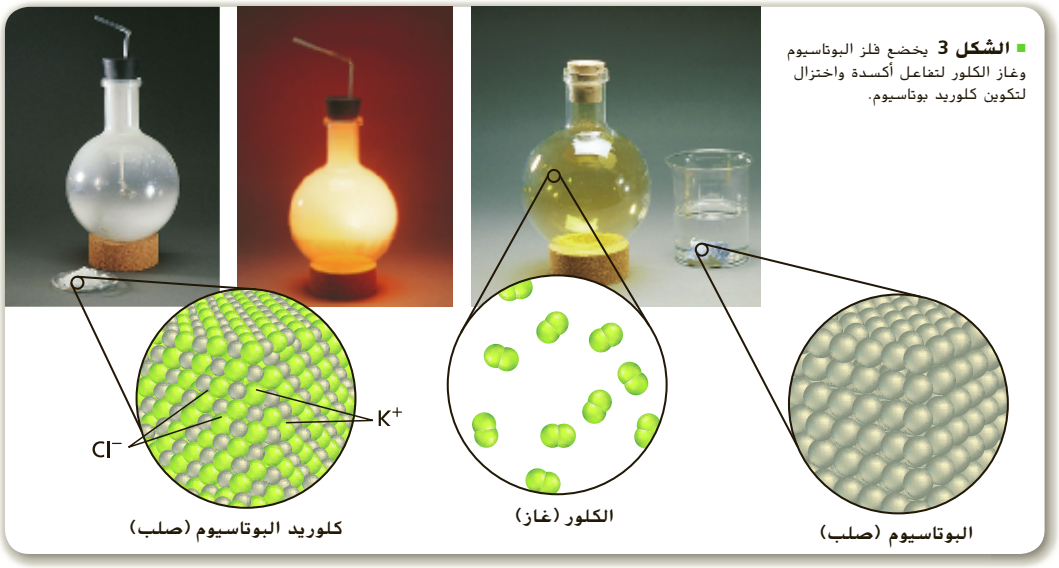
التقويم

المهارة اجعل الطلاب يبحثوا ويجيبوا عن هذه الأسئلة. ما الذي يتكون عند تأكسد الألدهيد؟ حمض كربوكسيلي ما اسم الاختبار الذي يكشف من السكر المختزل؟ اختبار تولين ض م

التقويم

الأداء اجعل الطلاب يختاروا أحد الفلزات لدراستها. اجعلهم يبحثوا عن الخامة الأساسية وكيف يتم استخلاص الفلز وتنقيته من هذا الخام. يجب التعرف على العوامل المؤكسدة والمختزلة في كل تفاعل. يمكن للطلاب الإدلاء بتقارير شفوية للصف. ض م

☑ **التأكد من فهم النص** الكلور



■ **الشكل 3** يخضع فلز البوتاسيوم وغاز الكلور لتفاعل أكسدة واختزال لتكوين كلوريد بوتاسيوم.

أعداد التأكسد يسمى الرقم المحدد لذرة أو لأيون ليوضح درجتها من الأكسدة أو الاختزال **عدد التأكسد**. على سبيل المثال، يرتبط عدد التأكسد لعنصر في المركب الأيوني بعدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة من ذرة العنصر عندما تصبح أيون. تفاعل فلز البوتاسيوم مع غاز الكلور، كما هو مبين في **الشكل 3**، هو تفاعل أكسدة واختزال. معادلة التفاعل تكون كالتالي.

المعادلة الكيميائية الكاملة: $2K(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2KCl(s)$

المعادلة الأيونية الصرفة: $2K(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2K^+(s) + 2Cl^-(s)$

يقع البوتاسيوم في المجموعة 1 التي تميل إلى فقدان إلكترون واحد في التفاعلات بسبب سالبيتها الكهربائية المنخفضة فيكون عدد تأكسده 1+ في KCl. من ناحية أخرى، الكلور يقع في المجموعة 17 الذي تميل ذراتها لاكتساب إلكترون واحد في التفاعلات بسبب سالبيتها الكهربائية العالية فيكون عدد تأكسده 1− في KCl. في شروط الأكسدة والاختزال، يمكنك القول بأن ذرات البوتاسيوم تأكسدت من 0 إلى الحالة 1+ لأن كل ذرة تفقد إلكترون واحد وذرات الكلور اختزلت من 0 إلى الحالة 1− لأن كل ذرة تكتسب إلكترون واحد. عندما تُختزل ذرة أو أيون، فإنه تنخفض القيمة الرقمية لعدد التأكسد. وعلى العكس من ذلك، عندما تتأكسد ذرة أو أيون فإنه يزداد عدد التأكسد.

أعداد التأكسد هي أدوات يستخدمها العلماء في كتابة المعادلات الكيميائية لمساعدتهم على تتبع مسار حركة الإلكترونات في تفاعل الأكسدة والاختزال. مثل بعض الأدوات الأخرى التي عرفتها، أعداد التأكسد تكتب بطريقة محددة بحيث توضع الإشارة السالبة أو الموجبة قبل الرقم (2+, 3+). بينما تُكتب الشحنة الأيونية بوضع الإشارة بعد الرقم (2+, 3+).

عدد التأكسد: 3+ الشحنة الأيونية: 3+

☑ **التحقق من فهم النص** **تحديد** ما العنصر الأكثر مقدرة على اكتساب الإلكترونات، البوتاسيوم أم الكلور؟

مهن في الكيمياء

حرفي الخزف حرفي الخزف هو الفنان الذي يصنع الفخار. يستخدم هو أو هي مواد تحتوي أيونات فلزية لها حالات أكسدة متعددة لتحقيق مجموعة متنوعة من الألوان على الخزف. تُنتج المواد التي تحتوي على أيونات نحاس لون أخضر مائل للأزرق عندما تتأكسد وتنتج لون مِحمر عندما تُختزل في الموقد.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اشرح كيف يُعد فن الاستذكار أداة مفيدة لتذكر المفاهيم الصعبة أو الجديدة. وضح فن الاستذكار في النص وشارك تعليمات الاستذكار التالية مع الطلاب لمساعدتهم على تذكر ما يحدث أثناء عمليات الأكسدة والاختزال. حاول صياغة عبارة سهلة تذكر الطلاب بأن الأكسدة هي فقدان إلكترونات والاختزال هي اكتساب إلكترونات. اجعل الطلاب يحاولوا التفكير في مساعدات أخرى لتقوية الذاكرة. قم

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف ©

العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

تفاعل البوتاسيوم والكلور كما في **الشكل 3** يمكن أيضاً وصفه بقول"البوتاسيوم يتأكسد بالكلور" هذا الوصف مفيد نظراً لأنه يحدد بوضوح كلاً من المادة التي تتأكسد والمادة التي اختزلت. المادة التي تؤكسد مادة أخرى باكتسابها إلكترونات تسمى **عامل مؤكسد.** يصف هذا المصطلح المادة المُختزلة. المادة التي اختزلت مادة أخرى بفقدان الإلكترونات تسمى **عامل مختزل.** يعطي العامل المختزل إلكترونات للعامل المؤكسد. يتأكسد العامل المختزل لأنه يفقد إلكترونات. العامل المختزل في تفاعل البوتاسيوم أو الكلور هو البوتاسيوم_المادة التي تأكسدت.

أكسدة

$$2K(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2KCl(s)$$

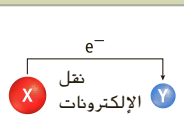
اختزال

عامل مؤكسد: Cl_2

عامل مختزل: البُوتاسيُوم

من التطبيقات الشائعة لتفاعلات الأكسدة والاختزال تنظيف أسطح الفلزات. تكون العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة الأخرى مفيدة في الحياة اليومية. على سبيل المثال، عندما تضيف مبيض الغسيل لتبييض الملابس فأنت تستخدم محلول مائي من هيبوكلوريت الصوديوم (NaClO) وهو عامل مؤكسد. يؤكسد الصبغات والبقع وغيرها من المواد التي تلطخ الملابس. **جدول 1** يلخص الطرائق المختلفة لوصف تفاعلات الأكسدة والاختزال.

جدول 1 ملخص تفاعلات الأكسدة والاختزال

عمليات	
الأكسدة • يفقد المتفاعل إلكترون. • العامل المختزل يتأكسد. • زيادة عدد التأكسد.	• X يفقد إلكترون. • X عامل مختزل ويتأكسد. • عدد تأكسد X يزداد.
الاختزال • يكتسب المتفاعل الآخر إلكترون. • العامل المؤكسد يُختزل. • يقل عدد التأكسد.	• Y يكتسب إلكترون. • Y عامل مؤكسد ويُختزل. • عدد تأكسد Y يقل.

تجربة مصغَّرة

ملاحظة أحد تفاعلات الأكسدة والاختزال

كيف يمكن إزالة الشوائب عن الفضة؟

الإجراء

1. اقرأ تعليمات السلامة الخاصة بهذه التجربة قبل بداية العمل.
2. ادلك برفق رقائق من الألمنيوم بقطعة من الصوف الفولاذي لتنظيفها من الشوائب.
3. قم بلف قطعة صغيرة من الفضة التي عليها شوائب في رقائق الألمنيوم، وتأكد من تلامس منطقة الشوائب جيدًا مع رقائق الألمنيوم.
4. ضع القطعة الملفوفة في كأس سعة 400 mL وأضف مقدارًا كافيًا من ماء الصنبور لتغطيتها تمامًا.
5. أضف حوالي ملعقة واحدة ممتلئة من **صودا الخبيز** وحوالي ملعقة واحدة ممتلئة من **ملح الطعام** إلى الكأس.
6. باستخدام ماسك احمل الكأس وضعه، بمحتوياته على سخان كهربائي، وقم بالتسخين حتى غليان الماء. مع الحفاظ على الحرارة لمدة 15 min تقريبًا حتى تختفي الشوائب.

التحليل

1. **اكتب** معادلة تفاعل الفضة مع كبريتيد الهيدروجين الذي ينتج كبريتيد الفضة والهيدروجين.
2. **اكتب** معادلة تفاعل الشوائب (كبريتيد الفضة) مع رقائق الألمنيوم التي تنتج كبريتيد الألمنيوم والفضة.
3. **حدد** أي فلز (الألمنيوم أم الفضة)، يكون أكثر تفاعلاً. كيف عرفت ذلك من النتائج الخاصة بك؟
4. **فسر** لماذا يجب عليك عدم استخدام أواني الألمنيوم عند تنظيف أواني الفضة.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تجربة مصغَّرة

الهدف يستخدم الطلاب تفاعل أكسدة – اختزال لإزالة الشوائب من ملعقة مصنوعة من الفضة أو أي جسم فضي آخر.

مهارات عملية طبق المفاهيم وقارن وبيّن الفرّق ولاحظ واستدل

احتياطات السلامة اقرأ تعليمات السلامة الخاصة بهذه التجربة قبل البدء في العمل. اتخذ الاحتياطات عند غلي الماء على سطح ساخن. لا تترك الماء يغلي حتى يجف. أضف ماء إذا تطلب الأمر.

التخلص من المواد إذا كانت مدرستك مشتركة في برنامج محلي لإعادة التدوير، يمكن وضع ورق الألمنيوم في صندوق تجميع الألمنيوم. أو يمكن التخلص منه في أي صندوق قمامة عادي.

استراتيجيات التدريس

- إذا لم يكن لديك أي عنصر فضي به شوائب، فقم برش بعض المايونيز أو المسطردة اللذان يحتويان على الكبريتيد على الفضة أو أي غرض مطلي بالفضة واتركه طوال الليل. اغسل الغرض المطلي بالماء وامسح كل بقايا المايونيز أو المسطردة.
- اشرح أن المركب الملوّث في البيئة هو في الأساس كبريتيد الهيدروجين. وهو يتكون من تحلل النباتات والحيوانات ومن العمليات الصناعية.

النتيجة المتوقعة يتم إزالة التلوث عن الجسم بالكامل وليس فقط من الجزء الملامس للألمنيوم.

التحليل

1. $2Ag + H_2S \rightarrow Ag_2S + H_2$
2. $3Ag_2S + 2Al \rightarrow 6Ag + Al_2S_3$
3. يمتلك الألمنيوم أكبر قوة تأكسد لأنه يتأكسد في التفاعل.
4. يفسد وعاء الألمنيوم.

التقويم

المعرفة فكر في قدر المعرفة المكتسب من هذه التجربة وتحقق من الطريقة التي يمكن بها تطبيق عملية التنظيف بتفاعل أكسدة واختزال على أشياء أخرى غير الفضة الملوثة. ض م

مشروع الكيمياء

منظف أنابيب الصرف الصحي منظف الأنابيب البلوري هو هيدروكسيد صوديوم صلب يحتوي على الألمنيوم. عند إضافته للماء، يتفاعل الألمنيوم مع الماء في المحلول القاعدي ويتأكسد. اطلب إلى الطلاب اكتشاف المكونات الموجودة في منظفات أنابيب المغاسل السائلة. ثم اطلب منهم إجراء أبحاث حول المكونات الموجودة في المنظفات الجديدة ذات الرغوة وكيفية عملها. ض م

تطوير المفاهيم

المعرفة السابقة راجع مع الطلاب مفهوم السالبية الكهربائية. اختر عدة أيونات متعددة الذرات يكون طلابك معتادون عليها واجعلهم يبحثوا عن قيم السالبية الكهربائية وذكّرهم بأن الذرة ذات قيمة السالبية الكهربائية الأعلى ستكون العنصر الأكثر سالبية عند تعيين أعداد التأكسد. ض م

■ **الشكل 4** إجابة السؤال
F; Cs

تفاعلات الأكسدة والاختزال والسالبية الكهربائية

كيمياء تفاعلات الأكسدة والاختزال ليست مقتصرة على ذرات العناصر التي تتحول إلى أيونات أو العكس. تتضمن بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال تغيرات في المواد الجزيئية أو الأيونات متعددة الذرات حيث ترتبط فيها الذرات بروابط تساهمية بذرات أخرى. على سبيل المثال، تمثل المعادلة التالية تفاعل الأكسدة والاختزال المستخدم في صناعة الأمونيا (NH_3).

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

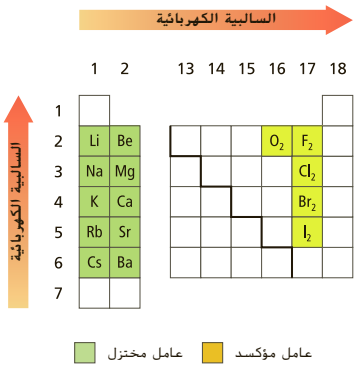
لا تتضمن هذه العملية أيونات ولا انتقال واضح للإلكترونات. المواد المتفاعلة والنواتج كلها مركبات جزيئية. إلا أنه لايزال هناك تفاعل أكسدة واختزال حيث يكون النيتروجين هو العامل المؤكسد ويكون الهيدروجين هو العامل المختزل.

في حالات مثل تكون الأمونيا حيث تتشارك ذرتان الإلكترونات، كيف يمكن أن نقول أن ذرة واحدة فقدت الإلكترونات وتأكسدت في حين أن ذرة أخرى اكتسبت الإلكترونات وأختزلت؟ للإجابة على ذلك، ينبغي عليك معرفة أي الذرات تجذب الإلكترونات بقوة أكبر أو بمعنى آخر أي الذرات هي أكثر سالبية كهربائية. قد تجد أنه من المفيد مراجعة مناقشة أنماط السالبية الكهربائية في الجدول الدوري.

الشكل 4 يوضح زيادة السالبية الكهربائية من اليسار إلى اليمين عبر الدورة وتقل عموماً عند الانتقال للأسفل في المجموعة. العناصر ذات قيم السالبية الكهربائية المنخفضة (مجموعات 1 و 2) هي عوامل مختزلة قوية وتلك العناصر ذات قيم السالبية الكهربائية العالية (مجموعة17 والأكسجين في المجموعة 16) هي عوامل مؤكسدة قوية.

الهيدروجين لديه سالبية كهربائية قدرها 2.20، والنيتروجين لديه سالبية كهربائية قدرها 3.04. لغرض دراسة تفاعلات الأكسدة والاختزال فإنه يتم التعامل مع العنصر الأكثر سالبية كهربائية (النيتروجين) كما لو كان قد تم اختزاله بإكتساب إلكترونات من عنصر آخر (الهيدروجين). على العكس من ذلك، يتم التعامل مع العنصر الأقل سالبية كهربائية (الهيدروجين) كما لو كان قد تم أكسدته بفقدان إلكترونات إلى العنصر الآخر (النيتروجين).

$$\underbrace{N_2(g)}_{\text{اختزال (اكتساب جزئي لـ } e^-)} + \underbrace{3H_2(g)}_{\text{تأكسد (فقدان جزئي لـ } e^-)} \rightarrow 2NH_3(g)$$



■ **الشكل 4** تزداد السالبية الكهربائية للعناصر من اليسار إلى اليمين عبر الدورات في الجدول الدوري وتقل كلما اتجهنا إلى أسفل في المجموعة. العناصر ذات قيم السالبية الكهربائية المنخفضة هي عوامل مختزلة قوية والعوامل ذات قيم السالبية الكهربائية العالية عوامل مؤكسدة قوية.

تنبأ ما العنصر الذي سيكون أقوى عامل مؤكسد. وأيها أقوى كعامل مختزل؟

دفتر الكيمياء

الكيمياء في الرسوم الكرتونية اجعل الطلاب يرسموا رسمًا كرتونيًا أو قصة مصورة مختصرة لذرة تفقد إلكترونًا وتمنحه لذرة أخرى. اجعلهم يدرجوا في قصتهم بعض الرسوم التي توضح ما الذرة التي تتأكسد وما الذرة التي تختزل. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال 1

التعرف على تفاعلات الأكسدة والاختزال المعادلة الآتية تمثل تفاعل أكسدة واختزال للألمنيوم والحديد.

$$2Al + 2Fe^{3+} + 3O^{2-} \rightarrow 2Fe + 2Al^{3+} + 3O^{2-}$$

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

1 تحليل المسألة

معروف لديك المواد المتفاعلة والنواتج في التفاعل. يجب عليك تحديد انتقال الإلكترونات الذي حدث. وبعد ذلك، يمكنك تطبيق مفهومي العامل المؤكسد والعامل المختزل للإجابة على السؤال.

2 حساب المجهول

تعرف على عمليات الأكسدة وعمليات الاختزال.

(أكسدة – فقد إلكترونات) $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$ ذرة الألمنيوم تفقد ثلاثة إلكترونات وتصبح أيون ألمنيوم.

(اختزال – كسب إلكترونات) $Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$ أيون الحديد يكسب الثلاثة إلكترونات المفقودة من الألمنيوم ويصبح ذرة حديد.

Al تأكسد وبالتالي فهو عامل مختزل. Fe^{3+} اكتسب إلكترونات وبالتالي فهو عامل مؤكسد.

3 تقييم الإجابة

في هذه العملية، ذرات الألمنيوم تفقد إلكترونات وهي التي تأكسدت بينما أيونات الحديد تكتسب إلكترونات وهي التي اختزلت. تنطبق تعريفات الأكسدة والاختزال والعامل المؤكسد والعامل المختزل. ملاحظة أن الشحنة الأيونية للأكسجين لم تتغير في هذا التفاعل وبالتالي فإن الأكسجين ليس عاملاً رئيسًا في هذه المسألة.

مسائل للتمرين

1. حدد إذا كانت كل من التغيرات التالية أكسدة أم اختزال.

   a. $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$
   b. $K \rightarrow K^+ + e^-$
   c. $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$
   d. $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

2. تعرف على المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت في العمليات الآتية:

   a. $2Br^- + Cl_2 \rightarrow Br_2 + 2Cl^-$
   b. $2Ce + 3Cu^{2+} \rightarrow 3Cu + 2Ce^{3+}$
   c. $2Zn + O_2 \rightarrow 2ZnO$
   d. $2Na + 2H^+ \rightarrow 2Na^+ + H_2$

3. تعرف على العامل المؤكسد والعامل المختزل في المعادلة الآتية. فسر إجابتك.

   $Fe(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

4. **تحدي** تعرف على العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل تفاعل:

   a. $Mg + I_2 \rightarrow MgI_2$
   b. $H_2S + Cl_2 \rightarrow S + 2HCl$

الكيمياء في الحياة اليومية

الأكسدة

صدأ عندما يتفاعل الهواء الرطب مع الحديد، يتأكسد الحديد. أكسيد الحديد (Fe_2O_3)، الذي يطلق عليه اسم الصدأ. وهو شائع لأن الحديد يتفاعل مع الأكسجين. الحديد النقي غير منتشر في الطبيعة. الفولاذ خليط يحتوي على حديد، وهو يستخدم بدلًا من الحديد. يوجد طرائق مختلفة للحماية، مثل الدهان والطلاء الكهربائي أوالتغطية بالبلاستيك أو الجلفنة، جميعها يمكن أن تمنع تكون أكسيد الحديد.

مثال في الصف

سؤال ما الذي يتأكسد وما الذي يختزل في المعادلة التالية؟

$$2H^+ + 2Cl^- + Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2Cl^- + H_2$$

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في المعادلة.

الإجابة

اختزال: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
أكسدة: $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$

يكتسب كل H^+ إلكترونًا ويكون هو المادة التي اختزلت. H^+ هو العامل المؤكسد.

يفقد كل Ni إلكترونين ويكون هو المادة الي تأكسدت. Ni هو العامل المختزل.

تطبيق

1. a. اختزال
   b. أكسدة
   c. أكسدة
   d. اختزال
2. a. Br^- يتأكسد، Cl يُختزل
   b. Ce يتأكسد، Cu^{2+} يُختزل
   c. Zn يتأكسد، O_2 يختزل
   d. Na يتأكسد، H^+ يُختزل
3. Ag^+ هو العامل المؤكسد، Fe هو العامل المختزل؛ Ag^+ يختزل، Fe يتاكسد
4. a. I_2 هو العامل المؤكسد، Mg هو العامل المختزل
   b. Cl_2 هو العامل المؤكسد، H_2S هو العامل المختزل

دفتر الكيمياء

صنع الفلز اجعل الطلاب يعدوا قائمة تضم ثلاثة أغراض فلزية يستخدمونها في أنشطتهم اليومية. اجعلهم يجروا بحثًا عن طريقة صناعة هذه الفلزات، ويكتبون في دفاترهم شرحًا لعمليات الاختزال المدرجة ضمن التفاعل. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

التعزيز

عدد التأكسد اكتب قائمة بالمواد التالية التي تحتوي على الكبريت على السبورة. Na_2SO_4, H_2S, S, S_2Cl_2, SO_2, $K_2S_2O_3$. أخبر الطلاب بأن الكبريت يحمل عدد تأكسد مختلفًا في كل مادة. اجعلهم يرتبوا هذه المواد تصاعديًا بحسب عدد التأكسد للكبريت. H_2S, S, S_2Cl_2, $K_2S_2O_3$, SO_2, Na_2SO_4 ض م

التقويم

المهارة زوّد الطلاب بعشرة مركبات في أوعية مغلقة وشفافة. يجب تسمية الأوعية باسم صيغة المركب. اجعل الطلاب يحددوا عدد التأكسد لكل عنصر في كل مركب. حاول وضع مركبات عبارة عن مواد صلبة ملونة. يمكن أن تتضمن المركبات $CuSO_4$ أو $NaNO_3$ أو $K_2Cr_2O_7$ أو $Co(NO_3)_3$. نبه الطلاب إلى أنه لا ينبغي عليهم فتح هذه الأوعية المغلقة. ض م

تجربة كيميائية

تجربة الكيمياء الموجودة في نهاية الوحدة يمكن استخدامها عند هذه المرحلة.

■ **الشكل 5** صخور الحديد الرسوبية— الموضَّحة في هذا المقطع العرضي للصخور —تعتبر نتيجة وجود عدة حالات أكسدة للحديد كما أنها تعتمد على المعادن الموجودة.

تحديد أعداد التأكسد

لفهم جميع أنواع تفاعلات الأكسدة والاختزال يجب أن يكون لديك وسيلة لتحديد عدد التأكسد ($n_{عنصر}$) لكل عنصر مشترك في التفاعل. **الجدول 2** يحدد القواعد التي يستخدمها الكيميائيون لجعل هذا التحديد أسهل.

الجدول أدناه لا يتضمن العناصر الانتقالية والفلزات واللافلزات التي يكون لها أكثر من عدد تأكسد في المركبات. على سبيل المثال، لدى الحديد أعداد تأكسد مختلفة، يتم التعرف عليها من خلال تنوع الألوان كما هو مبين في **الشكل 5**، والتي تعتمد أيضًا على المعادن الموجودة.

الجدول 2 **قواعد تحديد أعداد التأكسد**

القاعدة	مثال	$n_{عنصر}$
1. عدد التأكسد لذرة عنصر غير متحد يساوي صفر.	Na, O_2, Cl_2, H_2	0
2. عدد تأكسد الأيون أحادي الذرة يساوي شحنة الأيون.	Ca^{2+}	+2
	Br^-	−1
3. عدد التأكسد للذرة الأكثر سالبية كهربائية في الجزيء أو الأيون المعقد هو نفس مقدار شحنته لو كان أيونًا.	N في NH_3	−3
	O في NO	−2
4. عدد التأكسد للعنصر الأكثر سالبية كهربائية، الفلور هو دائماً 1− عندما يرتبط بعنصر آخر.	F في LiF	−1
5. عدد تأكسد الأكسجين في المركبات يساوي دائماً 2− ماعدا في فوق الأكاسيد مثل بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2). يكون 1−. وعندما يرتبط مع الفلور وهو العنصر الوحيد الأكثر سالبية كهربائية من الأكسجين فإن عدد التأكسد للأكسجين يكون موجب.	O في NO_2	−2
	O في H_2O_2	−1
6. يكون عدد التأكسد للهيدروجين في معظم مركباته 1+. ما عدا في هيدريدات الفلزات يكون عدد التأكسد 1−.	H في NaH	−1
7. أعداد التأكسد للمجموعة 1 و 2 والألمنيوم موجبة وتساوي عدد إلكترونات التكافؤ.	K	+1
	Ca	+2
	Al	+3
8. مجموع أعداد التأكسد في مركب متعادل يساوي صفر.	$CaBr_2$	(+2) + 2(−1) = 0
9. مجموع أعداد التأكسد للذرات في أيون متعدد الذرات يساوي شحنة الأيون.	SO_3^{2-}	(+4) + 3(−2) = −2

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال 2

تحديد أعداد التأكسد

استخدم قواعد تحديد عدد التأكسد لايجاد عدد التأكسد لكل العناصر الموجودة في كل من

$KClO_3$

SO_3^{-2}

1 تحليل المسألة

في القواعد المرتبطة بتحديد عدد التأكسد، يتم إعطاؤك أعداد التأكسد للأكسجين والبوتاسيوم. وتم إعطاؤك أيضاً الشحنة الكلية للمركب أو الأيون. باستخدام هذه المعلومات وتطبيق القواعد، حدد أعداد التأكسد. (ليكن n يساوي عدد التأكسد للعنصر في سؤال).

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

2 حساب المجهول

حدد أعداد التأكسد المعروفة لعناصرها، واضبط مجموع كل أعداد التأكسد إلى الصفر أو إلى شحنة الأيون وقم بإيجاد حل لعدد التأكسد المجهول.

$(n_K) + (n_{Cl}) + 3\,(n_O) = 0$ — مجموع أعداد التأكسد في مركب متعادل تساوي صفر.

$(+1) + (n_{Cl}) + 3(-2) = 0$ — لمجموعة 1، $+1 = n_{العنصر}$. عوض $n_K = +1$, $n_O = -2$.

$1 + n_{Cl} + (-6) = 0$

$n_{Cl} = +5$ — حل لإيجاد n_{Cl}.

$(n_S) + 3\,(n_O) = -2$ — مجموع أعداد التأكسد للأيون متعدد الذرات تساوي مقدار الشحنة في الأيون. عوض $n_O = -2$.

$(n_S) + 3(-2) = -2$

$n_S + (-6) = -2$

$n_S = +4$ — حل لإيجاد n_S.

3 تقييم الإجابة

لقد تم تطبيق قواعد أعداد التأكسد بشكل صحيح.

مسائل للتمرين

5. حدد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بخط سميك في صيغ المركبات التالية:
   a. $NaClO_4$ b. $AlPO_4$ c. HNO_2
6. حدد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بخط سميك في صيغ الأيونات التالية:
   a. NH_4^+ b. AsO_4^{3-} c. CrO_4^{2-}
7. حدد عدد التأكسد للنيتروجين في كل من الجزيئات التالية:
   a. NH_3 b. KCN c. N_2H_4
8. **تحدي** حدد التغير الكلي في عدد تأكسد جميع العناصر الموجودة في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:
   a. $C + O_2 \rightarrow CO_2$
   b. $Cl_2 + ZnI_2 \rightarrow ZnCl_2 + I_2$
   c. $CdO + CO \rightarrow Cd + CO_2$

مثال في الصف

سؤال أوجد عدد التأكسد لكل ذرة عنصر في NH_4NO_3 و $Cr_2O_7^{2-}$.

الإجابة

NH_4NO_3

مجموع أعداد التأكسد في المركب هي صفر.

$N(\text{أمونيوم}) + 4H + N(\text{نيترات}) + 3O = 0$

من القاعدة: N (في الأمونيوم) $= -3$, $H = +1$ و $O = -2$. العنصر المجهول الوحيد هو N (في النترات).

$-3 + 4(+1) + N(\text{نيترات}) + 3(-2) = 0$

N (في النيترات) $= +5$

$Cr_2O_7^{2-}$

إنه أنيون (أيون سالب)، لذا يجب أن يكون مجموع أعداد التأكسد مساويًا لشحنة الأنيون.

$2Cr + 7O = -2$

بحسب القاعدة $O = -2$، لذا تكون القيمة المجهولة هي Cr.

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

$2Cr - 14 = -2$

$2Cr = -2 + 14 = 12$

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

تطبيق

a. +7.5
b. +5
c. +3
a. −3.6
b. +5
c. +6
a. −3.7
b. −3
c. −2
8. a. C, +4; O, −2
   b. I, +1; Cl, −1 لا تغيير Zn.
   c. C, +2; Cd, −2، لا تغيير O.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى بالنسبة للطلاب الذين يجدون صعوبة في حل المسائل 5 و 6 و 7. اجعلهم يكتبوا رقم القاعدة من أجل تحديد أعداد التأكسد (كما يرد بالنص) مع ذكر أسباب اختيارهم لهذه القاعدة. سيساعد ذلك الطلاب على التركيز على المهمة التي بين أيديهم ويمنحهم طريقة ملموسة أكثر لمساعدتهم على الإجابة عن السؤال.

ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 التقويم

التحقق من الاستيعاب

أعط الطلاب المعادلة الآتية: $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$. اجعلهم يعينوا أعداد التأكسد ويحددوا العوامل المؤكسدة والمختزلة. يتحول Fe من 0 إلى 3+. ويتحول الأكسجين من 0 إلى 2−. إذا فالأكسجين هو العامل المؤكسد ويتم اختزاله. والحديد هو العامل المختزل ويتم أكسدته. ض م

إعادة التدريس

اجعل الطلاب يرسموا جدولاً بعمودين. تتم تسمية أحد العمودين أكسدة والعمود الثاني اختزال. اطلب إلى الطلاب إكمال الجدول بالنسبة للأسئلة التالية:

a. ماذا يحدث للإلكترونات حين يحدث التأكسد؟ تُفقد الإلكترونات من جسيمات المادة اختزال؟ تكتسب جسيمات المادة الإلكترونات.

b. ماذا يحدث لشحنة ذرة معينة تخضع للتأكسد؟ تزداد. ولشحنة الذرة التي تُختزل؟ تقل.

c. ما العملية التي توفر العامل المؤكسد؟ الاختزال. والتي توفر العامل المختزل؟ أكسدة. ض م

التوسع

اجعل الطلاب يجروا بحثًا عن تفاعلات أكسدة – اختزال تحدث في الفرن اللافح وعمل ملصق يوضح العملية. يجب أن يوضح الطلاب العوامل المؤكسدة والمختزلة في كل تفاعل. ض م

جدول 3 أعداد التأكسد لبعض العناصر

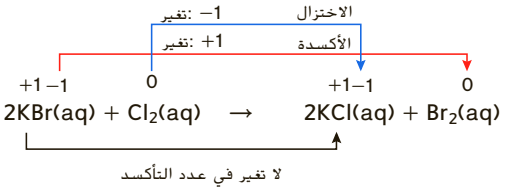
عدد التأكسد	+1	+2	+3	−1	−2
الألمنيوم			X		
الباريوم		X			
البروم				X	
الكادميوم		X			
الكالسيوم		X			
السيزيوم	X				
الكلور				X	
الفلور				X	
الهيدروجين	X			X	
اليود				X	
الليثيوم	X				
المغنيسيوم		X			
الأكسجين					X
البوتاسيوم	X				
الصوديوم	X				
الفضة	X				
السترانشيوم		X			

أعداد التأكسد في تفاعلات الأكسدة والاختزال

كما درست أعداد التأكسد فإنه يجب أن تكون قادر على ربط تفاعلات الأكسدة والاختزال بالتغيرات في عدد التأكسد. ارجع إلى معادلة التفاعل التي رأيتها في بداية هذا القسم_ استبدال البروم في المحلول المائي لبروميد البوتاسيوم (KBr) بالكلور (Cl_2).

$$2KBr(aq) + Cl_2(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + Br_2(aq)$$

لمعرفة كيف تغيرت أعداد التأكسد، ابدأ بتحديد الأعداد مستخدماً **الجدول 3** لجميع العناصر في المعادلة الموزونة. ثُمّ قم بمراجعة التغيرات كما هو مبين في المعادلة الآتية:



ينبغي ملاحظة أن عدد تأكسد البروم قد تغير من 1− إلى 0، بزيادة قدرها 1. في نفس الوقت، تغير عدد أكسدة الكلور من 0 إلى 1−، أي بانخفاض قدره 1. وبالتالي، فإن الكلور اختزل والبروميد تأكسد. كل تفاعلات الأكسدة والاختزال تتبع نفس النمط. عند أكسدة ذرة أو أيون فإن عدد الأكسدة يزداد. عند اختزال ذرة أو أيون فإن عدد الأكسدة ينخفض. لاحظ أنه لا يوجد تغير في عدد تأكسد البوتاسيوم. أيون البوتاسيوم لا يشارك في التفاعل وبالتالي فهو أيون متفرج.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال انتقال للإلكترونات من ذرة إلى أخرى.
- عند اختزال ذرة أو أيون فإن عدد الأكسدة ينخفض. عند أكسدة ذرة أو أيون فإن عدد الأكسدة يزداد.
- في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تتضمن مركبات جزيئية (أو الأيونات متعددة الذرات ذات الروابط التساهمية)، الذرات ذات السالبية الكهربائية العالية يتم التعامل معها كأنها اختزلت. الذرات ذات السالبية الكهربائية المنخفضة يتم التعامل معها كأنها تأكسدت.

9. الفكرة **الرئيسة فسر** لماذا يجب أن تحدث الأكسدة والاختزال معاً.

10. **صِف** دور العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة في تفاعل الأكسدة والاختزال. كيف يتغير كل منها في التفاعل؟

11. **اكتب** معادلة تفاعل فلز الحديد مع حمض الهيدروبروميك لينتج بروميد الحديد (III) وغاز الهيدروجين. حدد التغير في عدد التأكسد للعنصر الذي اختزل وللعنصر الذي تأكسد.

12. **حدد** عدد التأكسد للعنصر المكتوب بخط سميك في المركبات التالية

a. HNO_3 **c.** Sb_2O_5

b. Ca_3N_2 **d.** $CuWO_4$

13. **حدد** عدد التأكسد للعنصر المكتوب بخط سميك في الأيونات التالية:

a. IO_4^- **c.** $B_4O_7^{2-}$

b. MnO_4^- **d.** NH_2^-

14. **إنشاء التمثيلات البيانية واستخدامها** الفلزات القلوية هي عوامل مختزلة قوية. صمم رسماً بيانياً موضحاً كيف تزداد أو تقل قابلية الفلزات القلوية للاختزال كلما توجهت نزولاً من الصوديوم إلى الفرانسيوم.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

القسم 1 مراجعة

9. إذا فقدت ذرة أو أيون ما إلكترونًا، فيجب أن تكتسب ذرات أخرى هذا الإلكترون.

10. العامل المؤكسد يتسبب في تأكسد نوع آخر عن طريق اكتساب الإلكترونات منه. العامل المختزل يتسبب في اختزال نوع آخر عن طريق فقدان إلكترونات إليه.

11. $2Fe(s) + 6HBr(aq) \rightarrow 2FeBr_3(aq) + 3H_2(g)$؛ يتأكسد الحديد Fe ويختزل الهيدروجين (H)

12. **a.** +5
b. −3
c. +5
d. +6

13. **a.** +7
b. +7
c. +3
d. −3

14. بشكل عام، كلما نزلت إلى أسفل الجدول الدوري ضمن مجموعة واحدة، محددة، يزداد الميل لفقدان الإلكترونات وبالتالي تزداد قابلية الاختزال.

وزن معادلات الأكسدة والاختزال

الفكرة **الرئيسة** تصبح معادلة الأكسدة والاختزال موزونة عند تساوي مجموع الزيادة في أعداد الأكسدة مجموع الانخفاض الكلي لأعداد أكسدة الذرات أو الأيونات في التفاعل.

الأسئلة الرئيسة

- كيف ترتبط التغيرات في عدد التأكسد بانتقال الإلكترونات؟
- كيف يمكن أن تُستخدم التغيرات في عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال؟
- ما هو نصف التفاعل وكيف يمكن استخدامه لوزن معادلات الأكسدة والاختزال؟

مراجعة المفردات

المعادلة الأيونية الصرفة netionic equation: هي معادلة أيونية تحتوي على الجسيمات التي تشارك في التفاعل

المفردات الجديدة

طريقة عدد التأكسد	oxidation-number method
أنواع	species
نصف تفاعل	half-reaction

الكيمياء من أجلك

عندما تفسد المواد الدهنية في الأطعمة، فإنها تصدر رائحة كريهة كمؤشر. يتم تكسير الجزيئات الكبيرة أثناء عمليات الأكسدة والاختزال التي ينتج عنها نواتج ذات رائحة كريهة. المعادلة لهذه العملية معقدة ولكن يمكن وزنها باستخدام نفس القواعد المستخدمة في وزن المعادلات الأبسط.

طريقة عدد التأكسد

يجب وزن المعادلات الكيميائية لإظهار الكميات الصحيحة من المواد المتفاعلة والنواتج. ادرس المعادلة غير الموزونة التالية للتفاعل الذي يحدث عندما يتم وضع فلز النحاس في حمض النيتريك المركز. هذا التفاعل مُوضح في **الشكل 6** الغاز الناتج بني اللون هو ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)، نتيجة اختزال أيونات النيترات (NO_3^-)، والمحلول الأزرق هو ناتج أكسدة النحاس (Cu) إلى أيونات النحاس (II) (Cu^{2+}).

$$Cu(s) + HNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + NO_2(g) + H_2O(l)$$

لاحظ أن الأكسجين يظهر في متفاعل واحد فقط هو HNO_3، لكن يظهر في النواتج الثلاثة. يظهر النيتروجين في HNO_3 وفي إثنين من النواتج. معادلات الأكسدة والاختزال مثل هذه المعادلة التي تُظهر نفس العنصر في عدة مواد متفاعلة وناتجة يصعب وزنها. طبقاً لما قرأت، عندما تفقد ذرة أو أيون إلكترونات فإنه يزداد عدد التأكسد وعندما تكتسب ذرة أو أيون إلكترونات فإنه ينخفض عدد التأكسد. عدد الإلكترونات المفقودة من ذرات أو أيونات يجب أن يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة من ذرات أو أيونات أخرى. وبالتالي، يجب أن يتساوى مجموع الزيادة في أعداد التأكسد (الأكسدة) بمجموع النقصان في أعداد التأكسد (الاختزال) للذرات أو الأيونات التي تشترك في التفاعل. تسمى هذه الطريقة **عدد التأكسد** وخطوات هذه الطريقة موضحة في **جدول 4**.

جدول 4 طريقة عدد التأكسد

1. حدد أعداد التأكسد لجميع الذرات الموجودة في المعادلة.
2. قم بالتعرف على الذرات أو الأيونات التي تأكسدت أو اختزلت.
3. حدد التغير في عدد التأكسد للذرات أو الأيونات التي تأكسدت وللذرات أو الأيونات التي اختزلت.
4. اجعل التغيير في أعداد التأكسد مساويًا في القيمة عن طريق ضبط المعاملات في المعادلة.
5. إذا لزم الأمر، استخدم الطريقة التقليدية لوزن المعادلة النهائية.

■ **الشكل 6** يصعب وزن بعض المعادلات الكيميائية لتفاعلات الأكسدة والاختزال مثل التفاعل بين النحاس وحمض النيتريك وذلك لأن العناصر قد تظهر أكثر من مرة واحدة على كل طرف من المعادلة.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

1 التركيز

الفكرة **الرئيسة**

حفظ الشحنة راجع مع الطلاب قانون حفظ المادة واطلب إليهم ربط هذا القانون بالمعادلات الكيميائية. كتلة المواد المتفاعلة تعادل كتلة النواتج. أخبر الطلاب أيضًا أنه يتم الحفاظ على الشحنة في أي تفاعل كيميائي. ض م

2 التدريس

تحديد المفاهيم الخاطئة

قد يرغب الطلاب في التفكير بشأن الأكسدة والاختزال فقط فيما يتعلق بما يتم تأكسده وما يتم اختزاله.

توضيح المفاهيم الخاطئة

قد يعتقد الطلاب أنه عند وزن التفاعلات باستخدام أيونات H^+ وأيونات OH^- والماء، يتم ابتكار هذه المواد من أجل مزيد من التسهيل في وزن المعادلات. ذكرهم بأن العديد من تفاعل أكسدة – اختزال هي تفاعلات محاليل مائية وتتضمن أحماض (H^+) أو قواعد (OH^-).

توضيح المفهوم

ابدأ بكتابة التفاعلات الكاملة والأصلية (مع ظروف الحمض/القاعدة والماء) قبل تبسيط التفاعل في شكله الأيوني. ثم أظهر كيف تستخدم التفاعل الأيوني لإكمال خطوة الوزن. وأخيرًا، ساعد الطلاب على رؤية العلاقة بين التفاعل الموزون النهائي مستخدمًا الوسائل التي تم تعلمها في هذا القسم والتفاعل الأصلي.

تقييم المعرفة الجديدة أعط الطلاب تفاعلًا واجعلهم يشرحوا لماذا يكون من الضروري أن يستخدم الماء وأيونات H^+ أو OH^- لوزن تفاعل أكسدة – اختزال. ض م

مثال في الصف

سؤال زن معادلة الأكسدة والاختزال التالية.

$$FeO + NH_3 \rightarrow N_2 + H_2O + Fe$$

الإجابة

$$3FeO + 2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2O + 3Fe$$

تطبيق

15. $3HCl + 2HNO_3 \rightarrow 2HOCl + 2NO + H_2O$
16. $3SnCl_4 + 2Fe \rightarrow 3SnCl_2 + 2FeCl_3$
17. $8NH_3(g) + 6NO_2(g) \rightarrow 7N_2(g) + 12H_2O(l)$
18. $SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightarrow 2HBr + H_2SO_4$

مثال 3

طريقة عدد التأكسد زن معادلة الأكسدة والاختزال التالية:

$$Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$$

1 تحليل المسألة

استخدم القواعد لتحديد عدد التأكسد. الزيادة في عدد التأكسد للذرات أو الأيونات التي تأكسدت لابد أن يساوي نقص عدد التأكسد للذرات أو الأيونات التي اختزلت. قم بضبط المعاملات لتحقيق وزن المعادلة.

2 حساب المجهول

حدد أعداد التأكسد لكل الذرات الموجودة في المعادلة.

$$\overset{0}{Cu} + \overset{+1+5-2}{HNO_3} \rightarrow \overset{+2+5-2}{Cu(NO_3)_2} + \overset{+4-2}{NO_2} + \overset{+1-2}{H_2O}$$

زاد عدد التأكسد للنحاس من 0 إلى 2+. ونقص عدد التأكسد للنيتروجين من 5+ إلى 4+.

التعرف على أي الذرات أو الأيونات التي تأكسدت والتي اختزلت والتي لم يتغير عدد أكسدتها.

Cu تأكسد.
N اختزل.
H لم يتغير.
O لم يتغير.
N لم يتغير في أيون النيترات (NO_3^-)

حدد التغيرات في عدد التأكسد للذرات أو الأيونات التي تأكسدت وللذرات أو الأيونات التي اختزلت.

التغيرات في عدد التأكسد:
زاد عدد تأكسد Cu بمقدار 2+
قل عدد تأكسد N بمقدار 1−

تأكسد النحاس لأنه فقد إلكترونات .
اختزل النيتروجين لأنه اكتسب إلكترونًا.

ساوي التغيرات في أعداد التأكسد في القيمة عن طريق ضبط المعاملات في المعادلة.

$$Cu + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + H_2O$$

لأن التغير في عدد تأكسد N هو 1−، يجب الضرب بـ 2 للوزن وينطبق هذا المعامل على كل من HNO_3 و NO_2.

استخدم الطريقة التقليدية لوزن باقي المعادلة.

$$Cu + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + H_2O$$
$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + H_2O$$

يجب ضرب معامل HNO_3 بـ 2 ليصبح عدد ذرات النيتروجين متساوي في طرفي المعادلة.

$$Cu(s) + 4HNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

يجب ضرب معامل H_2O بـ 2 ليصبح عدد ذرات الهيدروجين متساوي في طرفي المعادلة.

3 تقييم الإجابة

عدد ذرات كل عنصر يساوي نظيرها في الطرف الآخر للمعادلة.

مسائل للتمرين

استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال التالية:

15. $HCl + HNO_3 \rightarrow HOCl + NO + H_2O$
16. $SnCl_4 + Fe \rightarrow SnCl_2 + FeCl_3$
17. $NH_3(g) + NO_2(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(l)$
18. **تحدي** $SO_2 + Br_2 + H_2O \rightarrow HBr + H_2SO_4$

دفتر الكيمياء

الاتزان في الحياة أعط الطلاب مهمة كتابة حرة يصفون فيه ميل بيئتنا للاتزان. يمكن الطلاب إعداد قائمة بالأشياء من حولهم والتي تبدو متوازنة أو اكتب مقالًا حول أهمية الاتزان في عالمنا. اجعل الطلاب يصفوا عواقب عدم الاتزان. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

وزن المعادلات الأيونية الصرفة

أحياناً يفضل الكيميائيون التعبير عن تفاعلات الأكسدة والاختزال بأبسط الطرق كمعادلة توضح فقط عمليات الأكسدة والاختزال. ارجع إلى المعادلة الموزونة لأكسدة النحاس بحمض النيتريك.

$$Cu(s) + 4HNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

لاحظ أن التفاعل يحدث في محلول مائي، HNO_3 وهو حمض قوي يتأين تأينًا تامًا. وبالمثل، نيترات النحاس (II) $(Cu(NO_3)_2)$ ستنفصل إلى أيونات. ولذلك، يمكن أيضا كتابة المعادلة بشكل أيوني.

$$Cu(s) + 4H^+(aq) + 4NO_3^-(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

هناك أربعة أيونات نيترات بين المتفاعلات، ولكن يخضع اثنين منهم فقط للتغيير لتكوين جزيئين من ثاني أكسيد النيتروجين. أيونا النيترات الآخرين هما أيونان متفرجان ويمكن استبعادهما من المعادلة. تصبح المعادلة:

$$Cu(s) + 4H^+(aq) + 2NO_3^-(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

الآن، تفحص المعادلة في صيغتها غير الموزونة.

$$Cu(s) + H^+(aq) + NO_3^-(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + NO_2(g) + H_2O(l)$$

ولتبسيط كتابة معادلات الأكسدة والاختزال يمكن أن تكتب المعادلة كالتالي:

$$Cu(s) + NO_3^-(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + NO_2(g)$$ (في محلول حمضي)

وفي هذه الحالة، فإن أيون الهيدروجين وجزئ الماء قد تم حذفهما لأنه لم يحدث لهما أكسدة أو اختزال. في محلول حمضي، أيونات الهيدروجين (H^+) وجزيئات الماء متوفرة وحرة للمشاركة في عمليات الأكسدة والاختزال سواء في المواد المتفاعلة أو الناتجة. يمكن أن تحدث بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال في محلول قاعدي. عند موازنة معادلات تلك التفاعلات، يمكنك إضافة أيونات هيدروكسيد (OH^-) وجزيئات الماء لطرفي المعادلة.

مختبر تحليل البيانات

استنادًا إلى بيانات حقيقية*

التحليل والنتائج

كيف يمكن لتفاعلات الأكسدة والاختزال رفع مكوك الفضاء؟ يكتسب مكوك الفضاء ما يقرب من 72% من قوة اندفاعه عن معززات التيّار الصاروخي الصلبة (SRBs) خلال أول دقيقتين من إطلاقه. يرتبط صاروخان SRB اللذان يتخذان شكل قلم رصاص على جانبي خزان الهيدروجين والأكسجين السائل. كل صاروخ SRB يحتوي على حوالي 499,000 kg من خليط الوقود الصاروخي.

البيانات والملاحظات

SRB خليط الوقود الصاروخي

المركب	النسبة المئوية للتركيب
بيركلورات الأمونيوم	69.6
الألمنيوم	16
الحدّاز	0.4
رابط	12.04
عامل معالجة	1.96

*أخذت البيانات من: دومولين، جيم "المعزز الصاروخي الصلب". الدليل المرجعي البكوكي من NSTS، لعام 1988.

التفكير الناقد

1. **قم بوزن المعادلة** استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن المعادلة الكيميائية لتفاعل صاروخ SRB.
$$NH_4ClO_4(s) + Al(s) \rightarrow Al_2O_3(g) + HCl(g) + N_2(g) + H_2O(g)$$
2. **وضح** أي من العناصر اختزلت وأيها تأكسدت؟
3. **استدلّ** ماهي مميزات استخدام SRBs لأول دقيقتان من الإنطلاق؟
4. **احسب** كم عدد مولات بخار الماء الناتجة من تفاعل وقود أحد المعززات الصاروخية الصلبة SRB؟

مختبر تحليل البيانات

حول المختبر

- راجع قوانين الغازات حين يتم تطبيقها على الحجم ودرجة الحرارة والانفجارات. اشرح أيضًا الفعل-رد الفعل في محرك الصاروخ حيث تتمدد الغازات بالحرارة. حين يلامس الغاز سطحا علويًا فهو يجبر المكوك على التحرك لأعلى (فعل)، بينما يعمل السطح على انحراف جسيمات الغاز لأسفل (رد الفعل). كلما زادت سخونة الغاز، زادت القوة.
- للوقود الصلب كثافة أكبر بسبب ترتيب جسيماته، لذلك يمكن أن تحمل الخزانات مزيدًا من الوقود الصلب أكثر منه في أي حالة أخرى (مثل السائل). بعد أن يحترق الكم الهائل من الوقود الصلب، تفرغ الحاويات الثقيلة مما يجعل المكوك أخف.

التفكير الناقد

1. $6NH_4ClO_4(s) + 10Al(s) \rightarrow 5Al_2O_3(g) + 6HCl(g) + 3N_2(g) + 9H_2O(g)$
2. يتأكسد كل من النيتروجين والألمنيوم ويختزل الكلور.
3. للوقود الصلب كثافة أكبر بسبب ترتيب جسيماته، لذلك يمكن أن تحمل الخزانات مزيدًا من الوقود الصلب أكثر منه في أي حالة أخرى (مثل السائل). بعد أن يحترق الكم الهائل من الوقود الصلب، تفرغ الحاويات الثقيلة مما يجعل المكوك أخف.
4. 4.61×10^6 mol H_2O

التقويم

المعرفة اجعل الطلاب يزنوا تفاعل الدفع التلقائي التالي الذي يستخدمه المكوك في المدار. مادة الوقود الدافع هي أحادي ميثيل الهيدرازين والمؤكسد هو رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين.
$N_2O_4 + CH_3N_2H_3 \rightarrow H_2O + N_2 + CO_2$
في المركب $CH_3N_2H_3$ أعداد تأكسد الكربون والنيتروجين هي 4− و1−، على الترتيب. أم

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

نبذة عن المحتوى

انطلاق المركبة الفضائية يتكون المكوك الفضائي من المسبار الذي يكون فيه رواد الفضاء والخزان الخارجي الذي يحمل تقريبًا 2 مليون لتر من الهيدروجين السائل والأكسجين وجهازين من أجهزة دفع الصاروخ الذي يحتوي كل منهما على 495000 kg من الوقود. يزن النظام بالكامل تقريبا مليوني kg في منصة الإطلاق. تفاعل بيركلورات الأمونيوم والألمنيوم طارد للحرارة جدًا والنواتج تكون أثقل بكثير من تفاعل الماء الذي يحدث في الخزان الخارجي. حين يتم طرد هذه الجزيئات الثقيلة، فهي تزود المكوك بقوة الرفع التي تدفعه في الفضاء.

مثال في الصف

سؤال زن معادلة الأكسدة والاختزال التالية.

$Fe^{2+}(aq) + MnO_4^-(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + Mn^{2+}(aq)$ (في محلول حمضي)

الإجابة $8H^+(aq) + 5Fe^{2+}(aq) + MnO_4^-(aq) \rightarrow 5Fe^{3+}(aq) + Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$

تطبيق

19. $2H^+(aq) + 3H_2S(g) + 2NO_3^-(aq) \rightarrow 3S(s) + 2NO(g) + 4H_2O(l)$
20. $14H^+(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) + 6I^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3I_2(s) + 7H_2O(l)$
21. $Zn + 2NO_3^- + 4H^+ \rightarrow Zn^{2+} + 2NO_2 + 2H_2O$
22. $6I^-(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 4H_2O(l) \rightarrow 3I_2(s) + 2MnO_2(s) + 8OH^-(aq)$

مثال 4

وزن المعادلات الأيونية الصرفة زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية:

$ClO_4^-(aq) + Br^-(aq) \rightarrow Cl^-(aq) + Br_2(g)$ (في المحلول الحمضي)

1 تحليل المسألة

استخدم القواعد لتحديد عدد التأكسد. الزيادة في عدد التأكسد للذرات أو الأيونات التي تأكسدت يجب أن يساوي النقص في عدد التأكسد للذرات أو الأيونات التي اختزلت. يحدث التفاعل في وسط حمضي. قم بضبط المعاملات لوزن المعادلة النهائية.

حساب المجهول

حدد أعداد التأكسد لكل العناصر الموجودة في المعادلة.

+7 −2 −1 −1 0

$ClO_4^-(aq) + Br^-(aq) \rightarrow Cl^-(aq) + Br_2(g)$ (في المحلول الحمضي)

استخدم القواعد في الجدول 2.

حدد أي الذرات أو الأيونات تأكسد وأيها اختزل.

Br تأكسد.
Cl اختزل.

يزداد عدد التأكسد البروم من −1 إلى 0. ينخفض عدد التأكسد للكلور من +7 إلى −1.

حدد التغيرات في عدد التأكسد للذرات أو الأيونات التي تأكسدت والتي اختزلت.

التغيرات في عدد التأكسد:

Br +1
Cl −8

تأكسد البروم لأنه فقد إلكترونات.
اختزل الكلور لأنه اكتسب إلكترونات.

ساوي التغيرات في أعداد التأكسد متساوية في القيمة عن طريق ضبط المعاملات في المعادلة.

$ClO_4^-(aq) + 8Br^-(aq) \rightarrow Cl^-(aq) + 4Br_2(g)$ (في محلول حمضي)

لأن التغير في عدد أكسدة Br هو +1، فإنه يجب ضرب المعامل بـ 8 لوزن المعادلة. $4Br_2$ تمثل 8 ذرات Br الذرات فتكون مساوية $8Br^-$ في الطرف الأيسر.

أضف مزيد من أيونات الهيدروجين وجزيئات الماء للمعادلة لوزن ذرات الأكسجين في كلا الطرفين.

$ClO_4^-(aq) + 8Br^-(aq) + 8H^+(aq) \rightarrow Cl^-(aq) + 4Br_2(g) + 4H_2O(l)$

كما تعرف أن التفاعل يحدث في محلول حمضي فلهذا يمكنك إضافة أيونات H^+ في الطرف الأيسر من المعادلة.

3 تقييم الإجابة

عدد ذرات كل عنصر يساوي نظيرها في الطرف الآخر للمعادلة.
كما هو الحال في أي معادلة أيونية، مجموع الشحنات في الطرف الأيمن يساوي مجموع الشحنات في الطرف الأيسر.

مسائل للتمرين

استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال التالية:

19. $H_2S(g) + NO_3^-(aq) \rightarrow S(s) + NO(g)$ (في المحلول الحمضي)
20. $Cr_2O_7^{2-}(aq) + I^-(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + I_2(s)$ (في المحلول الحمضي)
21. $Zn + NO_3^- \rightarrow Zn^{2+} + NO_2$ (في المحلول الحمضي)
22. **تحدي** $I^-(aq) + MnO_4^-(aq) \rightarrow I_2(s) + MnO_2(s)$ (في محلول قاعدي)

مشروع الكيمياء

الأكسدة والاختزال حول المنزل تتوفر أقمشة التنظيف المعالجة بحيث تمنع تلويث وأكسدة الفلزات، في أقسام البضائع المنزلية في العديد من المحلات. اجعل الطلاب يبحثوا عن هذه الأنواع من الأقمشة ويتعلموا كيف تعمل على حماية الفلزات من التأكسد، ثم اطلب منهم كتابة إعلان للمنتج. أم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الربط بعلم الأحياء ما السمات المشتركة بين العديد من الأسماك في أعماق البحار واليراعات والبكتيريا، *Xenorhabdus luminescens*؟ هذه وغيرها من الكائنات الحية تبعث ضوء. التألؤ البيولوجي هو تحويل طاقة الوضع في الروابط الكيميائية إلى ضوء أثناء تفاعل الأكسدة والاختزال. إعتماداً على هذه الأنواع، فإنه يتم إنتاج الضوء بمواد كيميائية مختلفة وبوسائل مختلفة. في اليراعات، الموضَّحة في **الشكل 7**، ينتج الضوء من تأكسد جزيء مادة لُوسِيفيرين.

مازال يبحث العلماء عن حل لغز التألؤ البيولوجي. بعض الكائنات الحية المُضيئة تبعث ضوء باستمرار، بينما البعض الآخر يبعث ضوء عندما يكون منزعجًا. تظهر بعض أسماك المياه العميقة وقناديل البحر لتكون قادرة على السيطرة على الضوء الذي تبعثه ونوع واحد من عيش الغراب معروف بأنه يبعث ضوء بلونين مختلفين . قد قرر علماء الحيوان أيضاً أن بعض الكائنات الحية التي ينبعث منها الضوء لا تنتج الضوء بأنفسها ولكنها تُنتجه بإيواء بكتيريا التألؤ البيولوجي.

الشكل 7 تلجأ الكائنات الحية لاستخدام التألؤ البيولوجي لأغراض مختلفة. قد تشمل بعض الأغراض جذب الإناث والدفاع. قد يساعد التألؤ البيولوجي على الرؤية والإدراك في أعماق المحيطات.

وزن معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام نصف التفاعل

في الكيمياء، **النوع species هو** أي جسيم كيميائي يشارك في العملية. في المعادلة التالية: $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$. توجد أربعة أنواع؛ جزيئي NH_3 و H_2O وأيوني NH_4^+ و OH^-. تحدث تفاعلات الأكسدة والاختزال عندما توجد أنواع قادرة على منح الإلكترونات (عامل مختزل) لأنواع أخرى يمكنها قبولها (عامل مؤكسد). مثال لذلك، يمكن للحديد أن يختزل أنواع عديدة والتي تكون عوامل مؤكسدة بما في ذلك الكلور.

$$2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$$

في هذا التفاعل، تتأكسد كل ذرة حديد بفقدان ثلاثة إلكترونات لكي تصبح أيون Fe^{3+}. في نفس الوقت، كل ذرة كلور في Cl_2 يتم اختزالها باكتساب إلكترون لتصبح أيون Cl^-.

الأكسدة: $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$

اختزال: $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

تمثل مثل هذه المعادلات نصفي تفاعل. **نصف تفاعل** هو أحد جزئي تفاعل الأكسدة والاختزال، أي تفاعل الأكسدة أو تفاعل الاختزال **الشكل 5** يوضح تنوع أنصاف تفاعلات الاختزال التي تشترك في أكسدة Fe ليصبح Fe^{3+}.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

أنواع

الاستخدام العلمي: في الكيمياء، يشترك أي نوع من جسيم ممثل في العمليات في تفاعل الاتحاد، يتحد نوعان مميزان لتكوين ناتج واحد.

الاستخدام العام: ينتمي النمر والأسد إلى النوع نفسه.

الجدول 5 تفاعلات الأكسدة والاختزال التي يتأكسد فيها الحديد

التفاعل الكلي (غير موزون)	نصف تفاعل الأكسدة	نصف تفاعل الاختزال
$Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$	$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$	$O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$
$Fe + F_2 \rightarrow FeF_3$		$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$
$Fe + HBr \rightarrow H_2 + FeBr_3$		$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
$Fe + AgNO_3 \rightarrow Ag + Fe(NO_3)_3$		$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$
$Fe + CuSO_4 \rightarrow Cu + Fe_2(SO_4)_3$		$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

عرض توضيحي سريع

السخان استعن بسخان الطعام عديم اللهب (FRH) لتوضح للطلاب أن تفاعلات الأكسدة والاختزال مهمة. ينتج تفاعل الأكسدة والاختزال لهذا السخان الحرارة لطهي الطعام في الحالات التي لا يوجد فيها جهاز أو لهب لهذا الغرض.

أعرض السخان على الطلاب ودعهم يصفوا ما يلاحظونه في دفاترهم. أحد التفاعلات التي تحدث في السخان هي حرارة $Mg + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$ اجعل الطلاب يزنوا هذا التفاعل عن طريق التفاعل النصفي. ض م

التقويم

الأداء اجعل الطلاب يفحصوا أحد موضوعات الأكسدة والاختزال التالية واجعلهم يقرروا بشأنها: اختبار التنفس، التصوير أبيض وأسود، استخدام المبيّض في غرفة الغسيل وبيروكسيد الهيدروجين كمطهر أو تألؤ بيولوجي. اجعلهم يشرحوا مبادئ الأكسدة والاختزال في سياق الموضوع المختار واجعلهم يكتبوا تفاعل الأكسدة والاختزال. ض م

تطوير المفاهيم

الوزن قسّم الصف إلى مجموعتين جهز ما يكفي من البطاقات بتفاعل مكتوب عليها وامنح كل منهم بطاقة. اجعل كل طالب يزن التفاعل بشكل فردي ثم اجعل أعضاء الفريق يناقشوا ويقارنوا إجاباتهم. ض م **التعلم التعاوني**

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

الرياضيات في الكيمياء

طريقة التفاعل النصفي عند وزن تفاعلات الأكسدة والاختزال بطريقة التفاعل النصفي، لاحظ الخطوة الأساسية في وزن المعادلة. الخطوة 4 اشرح للطلاب أن إجمالي عدد الإلكترونات المفقود خلال تفاعل الأكسدة النصفي هو نفس إجمالي عدد الإلكترونات المكتسبة في تفاعل الاختزال النصفي. وضّح ذلك عن طريق العثور على المضاعف المشترك الأصغر للتفاعلين النصفيين وضرب كل المواد الموجودة في التفاعل النصفي في هذا الرقم. عند إضافة التفاعلين النصفيين مرة أخرى لبعضهما، سيكون عدد الإلكترونات المفقودة مساوِيًا لعدد الإلكترونات المكتسبة.

التقويم

المعرفة قسّم الطلاب إلى مجموعتين أعط لكل مجموعة مسألتين من النص الذي أكملوه كمهمة منزلية. اجعل الطالب الأول يشرح كيف قام بحل المسألة الأولى وفي المسألة الثانية اجعل الطلاب يعكسوا الأدوار. **التعلم التعاوني**

المطويات®

■ **الشكل 8** نتيجة لتفاعل الأكسدة والاختزال بين الحديد ومحلول كبريتات النحاس. نجد أن فلز النحاس الصلب قد ترسب على الحديد. بإمكانك استخدام طريقة نصف التفاعل لوزن المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل.

المطويات® خذ معلومات من هذا القسم واكتبها في مطويتك.

سوف تتعلم المزيد عن أهمية أنصاف التفاعلات عند دراستك الكيمياء الكهربائية. الآن يمكنك تعلم استخدام نصفي التفاعل لوزن معادلة الأكسدة والاختزال. مثال لذلك، المعادلة غير الموزونة التالية تمثل التفاعل الذي يحدث عندما تضع مسمار حديد في محلول كبريتات النحاس(II)، كما هو مبين في **الشكل 8**.

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow Cu(s) + Fe_2(SO_4)_3(aq)$$

تم اختزال أيونات الحديد حيث فقدت إلكترونات لأيونات النحاس (II). خطوات وزن معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل مُوضحة في **الجدول 6**.

المفردات

المفردات الأكاديمية

طريقة: طريقة القيام بشئ ما

يدرس الطلاب للإمتحان بإستخدام أساليب مختلفة.

جدول 6 طريقة نصف التفاعل

1. اكتب المعادلة الأيونية غير الموزونة للتفاعل مستبعدًا الأيونات المتفرجة.

$$Fe + Cu^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow Cu + 2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-}$$
$$Fe + Cu^{2+} \rightarrow Cu + 2Fe^{3+}$$

2. اكتب تفاعلي الأكسدة والاختزال منفصلين.

$$\overset{0}{Fe} \rightarrow \overset{+3}{2Fe^{3+}} \quad \text{(الأكسدة)} \qquad \overset{+2}{Cu^{2+}} \rightarrow \overset{0}{Cu} \quad \text{(الاختزال)}$$

3. زن الذرات في تفاعلي الأكسدة والاختزال ثم زن الشحنات بإضافة إلكترونات للمواد المتفاعلة أو الناتجة.

$$Fe \rightarrow 2Fe^{3+} + 6e^- \qquad Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$$

4. قم بضبط المعاملات بحيث يكون عدد الإلكترونات المفقودة في الأكسدة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال.

$$2Fe \rightarrow 2Fe^{3+} + 6e^- \qquad 3Cu^{2+} + 6e^- \rightarrow 3Cu$$

5. اجمع تفاعلي الأكسدة والاختزال الموزونين.

$$2Fe + 3Cu^{2+} \rightarrow 3Cu + 2Fe^{3+}$$

6. أعد الأيونات المتفرجة إن رغبت.

$$2Fe(s) + 3CuSO_4(aq) \rightarrow 3Cu(s) + Fe_2(SO_4)_3(aq)$$

التنوع الثقافي

تفاعلات الأكسدة والاختزال تشكل التاريخ اجعل الطلاب يتذكروا عدة فترات تاريخية مثل العصر النحاسي والعصر البرونزي والعصر الحديدي. كان العديد من هذه الفترات يركز على الشرق الأوسط. في كل حالة كان اكتشاف مادة جديدة عن طريق مجموعة ثقافية محددة أو أمة ما يسمح لهذه المجموعة بالتحكم في المنطقة لفترة من الوقت. اجعل الطلاب يحددوا موقع هذه المناطق الرئيسية على خريطة للعالم. ما هي الخصائص الكيميائية والفيزيائية المتعددة للنحاس والبرونز والحديد والتي يمكن أن تمنح للدولة ميزة مهمة على الدول المجاورة؟ ما هو دور كيمياء الأكسدة والاختزال في التاريخ؟

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

مثال 5

وزن معادلة الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل

زن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال أدناه باستخدام طريقة نصف التفاعل.

$KMnO_4(aq) + SnCl_2(aq) + HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq) + SnCl_4(aq) + H_2O(l) + KCl(aq)$

1 تحليل المسألة

يحدث التفاعل في محلول حمضي. اتبع القواعد لتحديد أعداد التأكسد وخطوات الوزن باستخدام طريقة نصف التفاعل لوزن معادلة التفاعل.

2 حساب المجهول

اكتب المعادلة الأيونية غير الموزونة للتفاعل.

$MnO_4^- + Sn^{2+} \rightarrow Mn^{2+} + Sn^{4+}$

قم بحذف الأيونات المتفرجة ورموز الحالة.

اكتب معادلات غير كاملة لأنصاف تفاعلات الأكسدة والاختزال متضمنةً أعداد التأكسد.

$\overset{+2}{Sn^{2+}} \rightarrow \overset{+4}{Sn^{4+}}$ (أكسدة)

استخدم القواعد في الجدول 2 والجدول 6

$\overset{+7}{MnO_4^-} \rightarrow \overset{+2}{Mn^{2+}}$ (اختزال)

قم بموازنة الذرات والشحنات في التفاعلات النصفية.

$Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$ (أكسدة)

في المحلول الحمضي تكون جزيئات H_2O متوفرة بكثرة ويمكن استخدامها لوزن ذرات الأكسجين؛ أيونات H^+ متوفرة وتستخدم لوزن الشحنة.

$5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ (اختزال)

قم بضبط المعاملات حتى يكون عدد الإلكترونات المفقودة في الأكسدة (2) مساويًا عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال (5).

المضاعف المشترك الأصغر ل 2 و 5 هو 10.
تضرب تفاعل الأكسدة بـ 5 وتفاعل الاختزال بـ 2.

$5Sn^{2+} \rightarrow 5Sn^{4+} + 10e^-$ (أكسدة)

$10e^- + 16H^+ + 2MnO_4^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$ (اختزال)

قم بجمع تفاعلي الأكسدة والاختزال وبسّط المعادلة بحذف وتجميع الأنواع المتشابهة.

$5Sn^{2+} + 10e^- + 16H^+ + 2MnO_4^- \rightarrow 5Sn^{4+} + 10e^- + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

$5Sn^{2+} + 16H^+ + 2MnO_4^- \rightarrow 5Sn^{4+} + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

استعد وصف الحالة وأعد الأيونات المتفرجة (K^+ و Cl^-).

أضف أيونات K^+ إلى أيوني MnO_4^- إلى اليسار وأضف أيوني K^+ إلى اليمين. أضف أيونات Cl^- إلى Sn^{2+} و H^+ إلى اليسار وإلى Mn^{2+}، Sn^{2+}، و K^+ إلى اليمين.

$5SnCl_2(aq) + 16HCl(aq) + 2KMnO_4(aq) \rightarrow 5SnCl_4(aq) + 2MnCl_2(aq) + 8H_2O(l) + 2KCl(aq)$

3 تقييم الإجابة

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

مسائل للتمرين

استخدم طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات الأكسدة والاختزال التالية:

23. $Cr_2O_7^{2-}(aq) + I^-(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + I_2(s)$ (في محلول حمضي)

24. $Mn^{2+}(aq) + BiO_3^-(aq) \rightarrow MnO_4^-(aq) + Bi^{2+}(aq)$ (في محلول حمضي)

25. تحدي $N_2O(g) + ClO^-(aq) \rightarrow NO_2^-(aq) + Cl^-(aq)$ (في محلول قاعدي)

تطبيقات في الكيمياء

الضغط اجعل الطلاب يجروا بحثًا عن تقنيات الاستخراج المختلفة المستخدمة في الصناعة لإنتاج فلزات نقية كالحديد والفضة والألمنيوم والذهب والنحاس والتيتانيوم. اجعلهم يبحثوا في تكلفة المواد الخام مقارنة بتكلفة الفلز النقي. كما ينبغي عليهم أيضًا البحث في مدى سميتها على الأشخاص وعلى البيئة. اطلب إليهم تحديد ما إذا كانت العملية قد خضعت لأي تغيير لكي تتيح حماية أفضل للعمال وتقلل من المشاكل على البيئة. أم

مثال في الصف

سؤال قم بوزن معادلة الأكسدة والاختزال التالية باستخدام التفاعل النصفي.

$KMnO_4(aq) + KCl(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow MnSO_4(aq) + K_2SO_4(aq) + H_2O(l) + Cl_2(g)$

الإجابة

$2KMnO_4(aq) + 10KCl(aq) + 8H_2SO_4(aq) \rightarrow 2MnSO_4(aq) + 6K_2SO_4(aq) + 8H_2O(l) + 5Cl_2(g)$

تطبيق

23. $14H^+(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) + 6I^- \rightarrow 3I_2(s) + 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$

24. $3Mn^{2+}(aq) + 5BiO_3^-(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow 3MnO_4^-(aq) + 5Bi^{2+}(aq) + 3H_2O(l)$

25. $N_2O(g) + 2ClO^-(aq) + 2OH^+(aq) \rightarrow 2NO_2^-(aq) + 2Cl^-(aq) + H_2O(l)$

دفتر الكيمياء

الأكسدة والاختزال في علم الأحياء اجعل الطلاب يراجعوا كتب علم الأحياء والإنترنت للتفاعلات البيولوجية المهمة التي تعد عمليات أكسدة واختزال. ويمكن تلخيصها في دفاتر الكيمياء. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تطبيق الاستراتيجية

$P_4 + H_2O \rightarrow PH_3 + H_2PO_2$

$5P_4 + 24H_2O \rightarrow 8PH_3 + 12H_2PO_2$

3 التقويم

التحقق من الاستيعاب

اجعل الطلاب يشرحوا بكلماتهم عملية وزن تفاعل أكسدة واختزال عن طريق كلٍ من عدد التأكسد والتفاعل النصفي. ض م

إعادة التدريس

إحدى المشكلات التي يواجهها الطلاب هي تنظيم عملهم والمحافظة على ترتيبه وشكله الأنيق عند القيام بوزن أي تفاعل أكسدة واختزال بطريقة التفاعل النصفي. شجع الطلاب على الاستعانة بمساحة كبيرة في أوراقهم للكتابة ووضع العلامات وإعادة وضع العلامات على كل معادلة أكسدة واختزال يقومون بموازنتها. وجههم نحو اتخاذ عادة كتابة المسألة بشكل صحيح متضمنة جميع الشحنات. ض م

التوسع

قم بدعوة عضو من مجتمعك يبيع أو يعمل في فحص المياه في المسابح أو أنابيب المياه الساخنة لوصف كيمياء الأكسدة والاختزال التي تدخل في الحفاظ على الماء في المسابح والأنابيب. ض م

وزن معادلات الأكسدة والاختزال

قم بتحديد أي الأنواع تأكسد وأيها اختزل وأي الأنواع هو عامل مؤكسد وأيها عامل مختزل.

هل تظهر الأنواع التي تأكسدت أو التي اختزلت أكثر من مرة على طرفي المعادلة، أو هل يحدث التفاعل في محلول حمضي أم محلول قاعدي؟

لا ← **طريقة عدد التأكسد**

- حدد أعداد التأكسد لكل العناصر.
- قم بضبط المعاملات في المعادلة لتصبح أعداد التأكسد متساوية في القيمة.
- قم بوزن باقي المعادلة بإستخدام الطريقة التقليدية.

نعم ← **طريقة نصف التفاعل**

- اكتب المعادلة الأيونية الصَّرفة غير الموزونة للتفاعل مستبعدًا الأيونات المتفرجة.
- اكتب تفاعلي الأكسدة والاختزال منفصلين.
- قم بوزن الذرات والشحنات في نصف تفاعلي الأكسدة والاختزال.
- قم بضبط المعاملات بحيث يكون عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة.
- اجمع تفاعلي الأكسدة والاختزال الموزونين وألغ الأيونات المتفرجة.

تطبيق الاستراتيجية

قم بوزن المعادلة التالية بإستخدام المخطط.

$P_4(s) + H_2O(l) \rightarrow PH_3(g) + H_2PO_2(aq)$

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- يصعب وزن معادلات الأكسدة والاختزال التي تُظهر نفس العنصر في عدة مواد متفاعلة وناتجة بالطريقة التقليدية.
- تستند طريقة عدد التأكسد على أن عدد الإلكترونات المفقودة من ذرات أو أيونات تساوي عدد الإلكترونات التي اكتسبتها ذرات أو أيونات أخرى.
- لوزن معادلات التفاعلات التي تحدث في وسط حمضي، قم بإضافة أيونات الهيدروجين وجزيئات الماء.
- لوزن معادلات التفاعلات التي تحدث في وسط قاعدي، قم بإضافة أيونات الهيدروكسيد وجزيئات الماء.
- نصف التفاعل هو أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال.

26. الفكرة **الرئيسة وضح** كيف يرتبط التغير في عدد التأكسد بالإلكترونات المنتقلة في تفاعل الأكسدة والاختزال. كيف ترتبط هذه التغيرات بعمليات الأكسدة والاختزال؟

27. **صِف** لماذا من المهم معرفة الوسط الذي يحدث فيه تفاعل الأكسدة والاختزال عند وزن معادلة التفاعل.

28. **وضح** خطوات طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال.

29. **حدد** ماذا يوضح كل من نصف تفاعل الأكسدة. ونصف تفاعل الاختزال؟

30. **اكتب** تفاعلي الأكسدة والاختزال لمعادلة الأكسدة والاختزال.

$Pb(s) + Pd(NO_3)_2(aq) \rightarrow Pb(NO_3)_2(aq) + Pd(s)$

31. **حدد** إذا كان تفاعل الأكسدة لتفاعل أكسدة واختزال هو $Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$. وتفاعل الاختزال هو $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$. ما هو الحد الأدنى لأيونات Sn^{2+} وأيونات Au^{3+} التي يمكنها التفاعل لكي لا يبقى إلكترونات؟

32. **تطبيق** زن المعادلات التالية:

a. $HClO_3(aq) \rightarrow ClO_2(g) + HClO_4(aq) + H_2O(l)$

b. $H_2SeO_3(aq) + HClO_3(aq) \rightarrow H_2SeO_4(aq) + Cl_2(g) + H_2O(l)$

c. $Cr_2O_7^{2-}(aq) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + Fe^{3+}(aq)$ (في المحلول الحمضي)

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 مراجعة

26. نظرا لأن النواة (خاصة عدد البروتونات) لا تتغير أبدا أثناء هذا النوع من التفاعل حينما يحدث انتقال للإلكترونات من أو إلى نوع كيميائي معين، يحدث تغير في شحنة هذا النوع. تزيد الأكسدة من عدد التأكسد بينما يقلله الاختزال.

27. من المهم معرفة أن H_2O وأي من H^+ أو OH^- يتوفران لوزن المعادلة.

28. يجب أن تكون الإجابات مشابهة للمعلومات الواردة في الجدول 4

29. يوضح تفاعل الأكسدة النصفي عدد الإلكترونات التي يفقدها النوع. يوضح تفاعل الاختزال النصفي عدد الإلكترونات التي يكتسبها النوع.

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

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

31. ثلاثة أيونات Sn^{2+} وأيونان من Au^{3+}

32.

a. $3HClO_3 \rightarrow 2ClO_2 + HClO_4 + H_2O$

b. $5H_2SeO_3 + 2HClO_3 \rightarrow 5H_2SeO_4 + Cl_2 + H_2O$

c. $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$

الكيمياء والمهن

المهنة: محقق جنائي

الدم المضيء

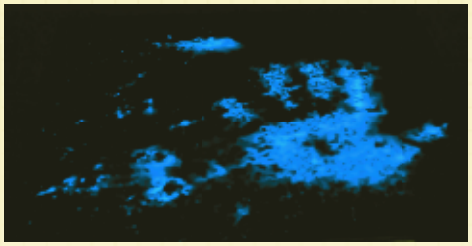
في مسرحية شكسبير ماكبيث، تمسح السيدة ماكبيث دم الملك دونكان من يديها لكنها ما زالت ترى بقع الدم. في التحقيقات الجنائية الحديثة هناك مادة كيميائية تدعى لومينول تفيد المحققون بنتائج بصرية مماثلة.

الأزرق المخضر يتأكسد اللومينول عندما يتفاعل مع الحديد كما هو موضح في **الشكل 1**. أثناء المعالجة تطلق الجزيئات طاقة على هيئة ضوء أزرق مائل إلى الأخضر. في غرفة مظلمة، التوهج الأزرق الخافت للومينول قد يكشف للمحققين ما لا يمكن أن يروه بأعينهم – آثار دماء غير ظاهرة. تتكون كرات الدم الحمراء من الهيموجلوبين – وهو البروتين الذي يحتوي على الحديد.

لاستخدام اللومينول يقوم المحققون بخلط بودرة بيضاء ($C_8H_7O_3N_3$) بفوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) ومركبات كيميائية أخرى. ينتج هذا التفاعل سائل يمكن رشه على المناطق المشتبه بوجود الدم فيها. إذا وجد الدم_ولو بكميات ضئيلة لا ترى بالعين_سيتوهج اللومينول. يلتقط المصورون الجنائيون صوراً بكاميراتهم الخاصة التي يمكنها التقاط توهج اللومينول والضوء في المناطق المحيطة.

الأدلة المتوهجة قد تكشف بقع الدم عن بصمات وتعطي الأدلة حول نوع السلاح المستخدم في ارتكاب الجريمة. علامات اللومينول الباهتة على السجاد يمكن أن ترشد المحققين إلى الكثير من بقع الدماء الضخمة. بصمات أيادي ملطخة بالدماء كما هو موضح **بالشكل 1** ربما تقود المحققون إلى القاتل

هناك استخدامات أخرى للومينول إلى جانب التحقيقات الجنائية. في حادث سيارة قد تكشف مادة اللومينول ما إذا كانت الضحية ترتدي حزام الأمان حتى بعد أن تتعرض السيارة للمطر والبرد أو أشعة الشمس المباشرة التي يمكنها أن تغير كثيرًا من بقع الدم.



الشكل 1 صورة اللومينول من مسرح الجريمة يمكن مقارنته ببصمة المشتبه به.

رذاذ الملاذ الأخير يمكن لمواد أخرى تحتوي على الحديد بالإضافة إلى الدم أن تتسبب في توهج اللومينول على الرغم من أن الخبراء يمكنهم أن يتبينوا الفرق. وقد يتداخل اللومينول مع اختبارات أخرى. لهذا السبب، المحققون عادة لا يستخدموا اللومينول إلا بعد إكتمال جميع التحقيقات الأخرى.

الكتابة في الكيمياء

مقال إخباري إجراء المزيد من البحوث حول استخدام اللومينول في تحقيقات مسرح الجريمة. اكتب مقال صحفي يبين كيف قاد اللومينول المحققين إلى المشتبه به. صف نوع الأدلة المستخدمة في التحقيق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الهدف

سيتعلم الطلاب عن المادة الكيميائية اللومينول الذي يصدر الضوء واستخدامه كأداة قانونية.

الخلفية

عندما يتأكسد اللومينول تتحرر طاقته على هيئة ضوء مرئي وتسمى هذه العملية باسم التوهج الكيميائي وخلال هذه العملية، تتحرك الإلكترونات من مستوى طاقة أعلى إلى آخر أقل منه ويتحدد لون الضوء المنبعث عبر الفارق في الطاقة بين المستويين. لاحظ أنه على عكس الضوء الساطع، لا يعتمد لون الضوء المنبعث على درجة الحرارة ولكنه يتقرر عن طريق خواص المواد الكيميائية المشاركة في التفاعل.

استراتيجيات التدريس

- ضع قائمة بالحالات التي يمكن فيها إخفاء بقع دم سواء عمدًا أو بسبب ملابسات جريمة بعينها.
- بالنظر إلى أن اللومينول يحتاج للظلام كي يصبح مرئيًا، ما هي بعض القيود الخاصة به وكيف يمكن التغلب عليها؟
- بمجرد تحديد موقع الدم بواسطة اللومينول، يمكن إجراء فحوصات DNA للتعرف على مصدر الدماء. فكر في الطرائق التي قد تكون مفيدة من أجل إنفاذ القوانين. أدرج في تحليلك احتمال وجود دم غير بشري أو دم آخر غير دم ضحية الجريمة.

الكتابة في الكيمياء

مقال صحفي ستختلف الإجابات لكنها يجب أن تفيد بأن المحققين يمكنهم مطابقة بصمة اليد المأخوذة باللومينول بتلك الخاصة بالمعتدي. الدليل الذي يمكن استخدامه في التحقيق يتضمن أنماط رش الدم ببصمات اليد وبقع دم أخرى.

مختبر الكيمياء مستوى صغير

التحضير

الزمن المخصص حصة دراسية واحدة

المهارات العملية اجمع البيانات ورتبها، قم بتصميم تجربة وأجر بحثًا، صغ النماذج، استعن بالمتغيرات والثوابت وعوامل التحكم وفكر بشكل ناقد.

التخلص من المواد يمكن التخلص من جميع المحاليل عن طريق سكبها في المغسلة مع الماء، يتم التخلص من المواد الصلبة في القمامة.

تحضير المواد اقطع عينات من الفلزات إلى قطع صغيرة بما يكفي لتلاءم الحفر في الصحن متعدد الحفر.

الإجراء

- استخدم مجهرًا تشريحيًا لتعزيز ملاحظاتك للتفاعلات.
- استخدم أحد المحاليل القياسية ليمثل المحلول المجهول.
- **استكشاف الأخطاء وإصلاحها** من المهم جدًا ألا يقوم الطلاب بخلط المحاليل مع بعضها حيث أنها ستتفاعل وتغير البيانات.

التحليل والاستنتاج

1. $AgNO_3$ يتفاعل مع الفلزات الأربعة مكونًا بلورات الفضة. يتفاعل HCl مع Mg، مكونًا فقاعات غاز بسرعة (ويستهلك المغنيسيوم)؛ ويكوّن الحديد بعض فقاعات الغاز؛ ويكوّن الرصاص بعض فقاعات الغاز. لا يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع النحاس. يتفاعل $ZnSO_4$ مع Mg، مكونًا طبقة من Zn. لا يتفاعل $ZnSO_4$ مع أي من النحاس أو الحديد أو الرصاص.
2. $Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$;
Cu يتأكسد؛ Ag^+ يختزل
$Fe + 3AgNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)^3 + 3Ag$;
Fe يتأكسد؛ Ag^+ يختزل
$Pb + 2AgNO_3 \rightarrow Pb(NO_3)_2 + 2Ag$;
Pb يتأكسد؛ Ag^+ يختزل
$Mg + 2AgNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + 2Ag$;
Mg يتأكسد؛ Ag^+ يختزل
$Fe + 2HCl \rightarrow H_2 + FeCl_2$؛
Fe يتأكسد؛ H^+ يختزل
$Pb + 2HCl \rightarrow H_2 + PbCl_2$;
Pb يتأكسد؛ H^+ يختزل
$Mg + 2HCl \rightarrow H_2 + MgCl_2$;
Mg يتأكسد؛ H^+ يختزل
$Mg + ZnSO_4 \rightarrow MgSO_4 + Zn$;
Mg يتأكسد؛ Zn^{2+} يختزل
3. ستعتمد الإجابات على المحلول المستخدم كمجهول
4. ستختلف الإجابات. لن توفر المقارنة بمحلول واحد فقط ما يكفي من البيانات للتحديد.
5. ستختلف الإجابات.
6. ستحدث هذه التفاعلات:
$2Fe + 3Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3Pb$
$Mg + Pb(NO_3)_2 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + Pb$
7. ستختلف الإجابات.

التوسع في الاستقصاء

ستختلف الإجابات. يمكن للطلاب اقتراح تجربة بإضافة عدة مواد تتفاعل مع المحلول المجهول. ستعتمد الإجابات على المحلول المستخدم كمجهول

مختبر الكيمياء مستوى صغير

التحقيقات الجنائية: التعرف على عربة النقل المتهالكة

الخلفية: يتفاعل شيء ما مع الفلزات الموجودة في هياكل العديد من الزوارق المستخدمة في الخور. توصل المحققون أن هناك ثلاث ملوثات محتملة لكل منها مصدر مختلف. مهمتك اختبار الملوثات المحتملة الثلاثة ومقارنتها مع عينة من الخور. الحيوانات التي تعتمد على الخور كمصدر رئيس للمياه تعتمد عليك في حل غموض المركبة التالفة.

السؤال: كيف يمكن استخدام سلسلة تفاعلات كيميائية لتحديد ما تم ضخه في مصدر مياه؟

المواد

0.1 *M* $AgNO_3$	برادة حديد
0.1 *M* HCl	أشرطة مغنيسيوم
0.1 *M* $ZnSO_4$	ملاقط
محلول غير معروف	قطارات (4)
أسلاك نحاس	صحن متعدد الحفر (24 حفرة)
رصاص	

احتياطات السلامة

تحذير: محلول نيترات الفضة ($AgNO_3$) سام للغاية ويترك بقعاً على الجلد أو الملابس.

الإجراءات

1. اقرأ تعليمات السلامة لهذه التجربة قبل البدء في العمل.
2. أنشئ جدولاً لتسجيل بياناتك.
3. ضع صحن الحفر بشكل جيد على ورقة بيضاء.
4. ضع قطع من الأسلاك النحاسية في أربع حفر في الصف الأول.
5. كرر الخطوة 4، مضيفاً عينات صغيرة من برادة الحديد إلى الحفر في الصف الثاني.
6. كرر الخطوة 4، مضيفاً عينات صغيرة من الرصاص إلى الحفر في الصف الثالث
7. كرر الخطوة 4، مضيفاً قطع صغيرة من شريط المغنيسيوم إلى الحفر في الصف الرابع.
8. ضع 20 قطرة من محلول نيترات الفضة ($AgNO_3$) في كل حفرة في العمود الأول.
9. كرر الخطوة 8، مضيفاً حمض الهيدروكلوريك (HCl) في العمود الثاني.
10. كرر الخطوة 8، مضيفاً محلول كبريتات الخارصين ($ZnSO_4$) في العمود الثالث.

الملاحظات				
	$AgNO_3$	HCl	$ZnSO_4$	المجهول
Cu				
Fe				
Pb				
Mg				

11. كرر الخطوة 8، مضيفًا المحلول المجهول في العمود الرابع.
12. دع التفاعلات تستمر لمدة 5 min، ثم صف التفاعلات بعد ذلك. اكتب لا تفاعل لأي من الحفر التي ليس لديها مؤشر على التفاعل.
13. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص من المواد الصلبة والمحاليل حسب توجيهات المعلم الخاص بك. نظف وأعد كل أدوات المختبر إلى مكانها الصحيح.

التحليل والنتائج

1. **لخص** النتائج التي لاحظتها في كل حفرة. كيف يمكنك معرفة حدوث التفاعل الكيميائي؟
2. **اكتب** المعادلة الكيميائية الموزونة لكل تفاعل لاحظته. وحدد الأنواع التي تأكسدت أو اختزلت في كل تفاعل.
3. **استنتج** استنادًا إلى البيانات الخاصة بك أي المحاليل يُلحق ضررًا بالخور؟ علل إجابتك.
4. **استخدم المتغيرات والثوابت والضوابط** لماذا كان من المهم مقارنة تفاعلات المحلول المجهول مع أكثر من تفاعل معلوم؟
5. **البحث** انظر إلى قائمة المواد الكيميائية التي استخدمتها ووضح أثرها على النظام البيئي.
6. **التوسع** ماذا تتوقع إذا كان محلول نيترات الرصاص ($Pb(NO_3)_2$) كان من ضمن المحاليل المستخدمة؟
7. **تحليل الخطأ** قارن النتائج الخاصة بك مع نتائج أصدقاء آخرين في المختبر. فسّر أي فروق أو اختلافات.

التوسع في الاستقصاء

تصميم تجربة ضع فرضية لطريقة يمكنك بواسطتها إزالة هذه المادة الكيميائية من الخور دون إلحاق المزيد من الأضرار بالنظام البيئي للمنطقة. صمم تجربة لاختبار الفرضية الخاصة بك.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 15 دليل الدراسة

الفكرة الرئيسة **تعتبر تفاعلات الأكسدة والاختزال – من بين أكثر العمليات الكيميائية شيوعًا في الطبيعة والصناعة – وهي تتضمن انتقال للإلكترونات.**

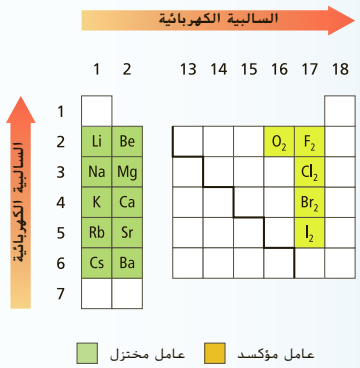
القسم 1 الأكسدة والاختزال

الفكرة **الرئيسة** يُعتبر تفاعلا الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين، حيث تتأكسد مادة وتختزل مادة أخرى.

- تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال على انتقال الإلكترونات من مادة إلى أخرى.
- عند اختزال ذرة أو أيون، فإن عدد الأكسدة ينخفض. أما عند أكسدة ذرة أو أيون، فإن عدد الأكسدة يرتفع.
- في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تشمل مركبات جزيئية (أو أيونات متعددة الذرات ذات روابط تساهمية)، معظم الذرات ذات السالبية الكهربائية العالية يتم التعامل معها كأنها اختزلت. ويتم التعامل مع الذرات ذات السالبية الكهربائية المنخفضة على أنها تأكسدت.

المفردات

- **تفاعل الأكسدة والاختزال**
- **أكسدة**
- **اختزال**
- **عدد التأكسد**
- **عامل مؤكسد**
- **عامل مختزل**



القسم 2 وزن معادلات الأكسدة والاختزال

الفكرة **الرئيسة** تصبح معادلة الأكسدة والإختزال موزونة عند تساوي مجموع الزيادة في أعداد الأكسدة مجموع الانخفاض لأعداد أكسدة الذرات أو الأيونات في التفاعل.

- يصعب وزن معادلات الأكسدة والاختزال التي تُظهر نفس العنصر في عدة مواد متفاعلة وناتجة بالطريقة التقليدية.
- تستند طريقة عدد التأكسد على أن عدد الإلكترونات المفقودة من ذرات أو أيونات يساوي عدد الإلكترونات التي اكتسبتها ذرات أو أيونات أخرى.
- لوزن المعادلات في الوسط الحمضي، قم بإضافة أيونات الهيدروجين وجزيئات الماء.
- لوزن المعادلات في الوسط القاعدي، قم بإضافة أيونات الهيدروكسيد وجزيئات الماء.
- نصف التفاعل هو أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال.

المفردات

- **طريقة عدد التأكسد**
- **أنواع**
- **نصف تفاعل**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام المفردات

لتعزيز مفردات الوحدة، كلف الطلاب بكتابة جملة باستخدام كل مصطلح. ض م

استراتيجيات المراجعة

- اجعل الطلاب يقدموا أمثلة لكل قاعدة من القواعد من أجل تحديد أعداد التأكسد. ض م
- اجعل الطلاب يصنعوا جدولاً أو مخططًا للمقارنة بين الطريقتين المختلفتين المستخدمتين لوزن تفاعلات الأكسدة والاختزال. ض م
- اجعل الطلاب يلخصوا بكلماتهم خطوات وزن تفاعلات الأكسدة والاختزال عن طريق التفاعلات النصفية. ض م

القسم 1

إتقان المفاهيم

33. تتضمن كافة تفاعلات الأكسدة والاختزال انتقال الإلكترونات.

34. تشير كلمة أكسدة في الأصل إلى التفاعلات التي تحتوي على أكسجين ولكنها اليوم أصبحت تشير إلى الفقدان الكلي أو الجزئي للإلكترونات من مادة متفاعلة.

35. فقدان إلكترونات، اكتساب إلكترونات.

36. عدد يتم تعيينه للذرّة أو الأيون ليشير إلى درجة أكسدته أو اختزاله.

37. الفلزات القلوية الأرضية $+2$؛ فلزات قلوية $= +1$

38. التغير في عدد التأكسد يعادل عدد الإلكترونات التي فقدت في عملية الأكسدة وتم اكتسابها في عملية الاختزال.

39. للنحاس حالات أكسدة مختلفة في الشكلين.

40. $2Cu(s) + O_2(g) \rightarrow 2CuO(s)$؛ يتأكسد النحاس، يختزل الأكسجين

إتقان حل المسائل

41. a. Ga يتأكسد، Br_2 يختزل.
b. يتأكسد الخارصين ويختزل الهيدروجين.
c. يتأكسد الماغنسيوم ويختزل N_2 النيتروجين.

42. a. النيتروجين N_2 هو العامل المؤكسد، الهيدروجين H_2 هو العامل المختزل.
b. اليود I_2 هو العامل المؤكسد والصوديوم هو العامل المختزل.

43. Sn

44. $+7$

45. a. $+6$
b. $+6$
c. $+3$
d. $+5$

46. a. أكسدة
b. اختزال

47. الاختيار **a** لأنه لم يخضع أي من الذرات في التفاعل لأي تغيير في عدد التأكسد.

48. a. $+5$
b. $+1$
c. $+3$

49. a. Au, $+3$; Se, $+6$; O, -2
b. Ni, $+2$; C, $+2$; N, -3

50. SO_3^{2-} هو أيون متعدد الذرات وعدد التأكسد للكبريت هو $+4$. SO_3 هو مركب وعدد التأكسد للكبريت في هذا المركب هو $+6$.

القسم 2

إتقان المفاهيم

51. في تفاعل أكسدة واختزال يحدث في محلول حمضي، H^+ و H_2O يمكن أن تشارك في التفاعل إما كمادة متفاعلة أو كناتج. في محلول قاعدي، يمكن أن يتضمن تفاعل الأكسدة والاختزال OH^- و H_2O كمادة تفاعل أو كناتج.

52. في محلول حمضي، تتحد أيونات الهيدروجين مع الماء لتكوين وأيونات الهيدرونيوم (H_3O^+) ولا توجد أبدًا في صورة H^+. ومع ذلك، فإنها أحيانًا تكتب في صورة H^+ لتبسيط المعادلة الكيميائية المكتوبة.

53. يحدد نوع المحلول سواء كان H^+ أو أيونات OH^- متاحة لوزن معادلة الاختزال.

54. الأيونات المتفرجة هي الأيونات الموجودة في كلا جانبي معادلة الأكسدة- الاختزال. لم تتغير الأيونات المتفرجة خلال التفاعل، بحيث يمكن حذفها من المعادلة.

55. النوع هو أي شكل من الوحدة الكيميائية المدرجة في عملية الاختزال. قد يكون النوع أيونًا أو جزيئًا أو ذرة حرة.

القسم 1

إتقان المفاهيم

33. ما هي السمة الأساسية لتفاعلات الأكسدة والاختزال؟

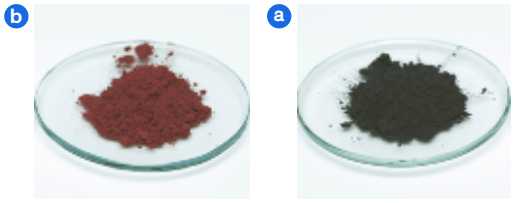
34. فسر لماذا لا تحتوي كل تفاعلات الأكسدة على أكسجين.

35. ماذا يحدث عندما تتأكسد الذرة؟ ومتى تختزل الذرة؟

36. عرّف عدد التأكسد.

37. **الفلزات** ما هو عدد التأكسد للفلزات القلوية الأرضية في مركباتها؟ وما عدد تأكسد الفلزات القلوية في مركباتها؟

38. كيف يرتبط عدد التأكسد في عملية الأكسدة بعدد الإلكترونات المفقودة؟ كيف يرتبط عدد التأكسد في عملية الاختزال بعدد الإلكترونات المكتسبة؟



■ **الشكل 9**

39. ما السبب في اختلاف ألوان مركبات النحاس كما هو موضح في **الشكل 9**؟

40. **النحاس والهواء** تماثيل النحاس مثل تمثال الحرية تظهر باللون الأخضر بعد تعرضها للهواء. في عملية الأكسدة يتفاعل فلز النحاس مع الأكسجين لتكوين أكسيد النحاس الصلب الذي يشكل الطبقة الخضراء. اكتب تفاعل عملية الأكسدة وتعرف على العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل.

إتقان حل المسائل

41. تعرف على الأنواع التي تأكسدت والأنواع التي اختزلت في كل من معادلات الأكسدة والاختزال التالية:
a. $3Br_2 + 2Ga \rightarrow 2GaBr_3$
b. $2HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
c. $3Mg + N_2 \rightarrow Mg_3N_2$

42. تعرف على العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من معادلات الأكسدة والاختزال التالية:
a. $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
b. $2Na + I_2 \rightarrow 2NaI$

43. ما العامل المختزل في المعادلة الموزونة التالية؟
$8H^+ + Sn + 6Cl^- + 4NO_3^- \rightarrow SnCl_6^{2-} + 4NO_2 + 4H_2O$

44. ما عدد تأكسد المنجنيز في $KMnO_4$؟

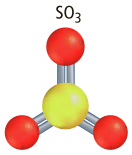
45. حدد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بخط سميك في المركبات والأيونات التالية:
a. $CaCrO_4$
b. $NaHSO_4$
c. NO_2^-
d. BrO_3^-

46. حدد أي أنصاف التفاعلات التالية أكسدة، وأيها اختزال؟
a. $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$
b. $Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$

47. أي من هذه المعادلات لا تمثل تفاعل أكسدة واختزال؟ فسر إجابتك.
a. $LiOH + HNO_3 \rightarrow LiNO_3 + H_2O$
b. $MgI_2 + Br_2 \rightarrow MgBr_2 + I_2$

48. حدد عدد تأكسد النيتروجين في المركبات أو الأيونات التالية:
a. NO_3^-
b. N_2O
c. NF_3

49. حدد عدد التأكسد لكل عنصر في المركبات أو الأيونات التالية:
a. $Au_2(SeO_4)_3$ (سيلينات الذهب (III))
b. $Ni(CN)_2$ (سيانيد النيكل (III))



■ **الشكل 10**

50. فسر كيف أن أيون الكبريتيت (SO_3^{2-}) يختلف عن ثالث أكسيد الكبريت (SO_3)، الموضّح في **الشكل 10**.

القسم 2

إتقان المفاهيم

51. قارن بين طريقة وزن معادلات الأكسدة والاختزال في المحاليل الحمضية والمحاليل القاعدية.

52. فسر لماذا يعتبر استخدام أيونات الهيدروجين H^+ في تفاعلات الأكسدة والاختزال تبسيط للواقع.

53. قبل محاولتك لوزن معادلة تفاعل أكسدة – اختزال لماذا تحتاج لمعرفة هل تم التفاعل في محلول حمضي أم في محلول قاعدي؟

54. ما هو الأيون المتفرج؟

55. عرف المصطلح الأنواع تبعًا لتفاعلات الأكسدة والاختزال.

56. هل المعادلة الآتية موزونة؟ فسر إجابتك.
$Fe(s) + Ag^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Ag(s)$

57. هل تمثل المعادلة الآتية عملية اختزال أم أكسدة؟ فسر إجابتك.
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

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

إتقان حل المسائل

59. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال التالية:
   a. $Cl_2 + NaOH \rightarrow NaCl + HOCl$
   b. $HBrO_3 \rightarrow Br_2 + H_2O + O_2$

60. زن المعادلات الأيونية لتفاعلات الأكسدة والاختزال التالية:
   a. $Au^{3+}(aq) + I^-(aq) \rightarrow Au(s) + I_2(s)$
   b. $Ce^{4+}(aq) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow Ce^{3+}(aq) + Sn^{4+}(aq)$

61. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية التالية:
   a. $Al + I_2 \rightarrow Al^{3+} + I^-$
   b. $MnO_2 + Br^- \rightarrow Mn^{2+} + Br_2$ (محلول حمضي)

62. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال التالية:
   a. $PbS + O_2 \rightarrow PbO + SO_2$
   b. $NaWO_3 + NaOH + O_2 \rightarrow Na_2WO_4 + H_2O$
   c. $NH_3 + CuO \rightarrow Cu + N_2 + H_2O$
   d. $Al_2O_3 + C + Cl_2 \rightarrow AlCl_3 + CO$

■ الشكل 11

63. **الياقوت** يتكون معدن الكوراندوم من أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) وهو رمادي اللون. الياقوت هو غالباً أكسيد الألمنيوم ولكنه يحتوي على كميات صغيرة من Fe^{2+} و Ti^{4+}. لون الياقوت ناتج عن عملية انتقال الإلكترون من Fe^{2+} إلى Ti^{4+}. استنادًا **للشكل 11**. اكتب المعادلة الكيميائية التي تصف التفاعل الذي يكون المعدن الموجود ناحية اليمين. ما العامل المؤكسد والعامل المختزل؟

64. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال لكل من تفاعلات الأكسدة والاختزال التالية علمًا أنها تحدث في محلول مائي:
   a. $PbO(s) + NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(l) + Pb(s)$
   b. $I_2(s) + Na_2S_2O_3(aq) \rightarrow Na_2S_4O_4(aq) + NaI(aq)$
   c. $Sn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow SnCl_2(aq) + H_2(g)$

65. اكتب نصفي التفاعل اللذين يكونان تفاعل الأكسدة والاختزال التالي:
$$3H_2C_2O_4 + 2HAsO_2 \rightarrow 6CO_2 + 2As + 4H_2O$$

66. أي التفاعلات التالية أكسدة وأيها اختزال؟
   a. $Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + e^-$
   b. $MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$
   c. $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
   d. $F_2 \rightarrow 2F^- + 2e^-$

■ الشكل 12

67. **النحاس** عندما يتم وضع النحاس الصلب في محلول نيترات الفضة كما هو مبين **بالشكل 12**. فإنه يظهر فلز الفضة ويتكون محلول نيترات النحاس (II) ذو اللون الأزرق. اكتب المعادلة الكيميائية غير الموزونة. حدد حالة الأكسدة لكل عنصر في المعادلة. اكتب نصفي معادلة التفاعل وحدد أيها أكسدة وأيها اختزال. أخيراً اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

68. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية التالية:
   a. $MoCl_5 + S^{2-} \rightarrow MoS_2 + Cl^- + S$
   b. $TiCl_6^{2-} + Zn \rightarrow Ti^{3+} + Cl^- + Zn^{2+}$

69. استخدم طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات الأكسدة والاختزال. أضف جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين أو أيونات الهيدروكسيد كما هو مطلوب.
   a. $NH_3(g) + NO_2(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(l)$ (في محلول حمضي)
   b. $Br_2 \rightarrow Br^- + BrO_3^-$ (في المحلول القاعدي)

70. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال التالية:
   a. $CO + I_2O_5 \rightarrow I_2 + CO_2$
   b. $SO_2 + Br_2 + H_2O \rightarrow HBr + H_2SO_4$
   c. $Cu + NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + NO$ (في محلول حمضي)
   d. $Zn + NO_3^- \rightarrow Zn^{2+} + NO_2$ (في محلول حمضي)
   e. $Al + OH^- + H_2O \rightarrow H_2 + AlO_2^-$

71. استخدم طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات الأكسدة والاختزال. وأضف جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين أو أيونات الهيدروكسيد كما هو مطلوب.
   a. $Cl^-(aq) + NO_3^-(aq) \rightarrow ClO^-(aq) + NO(g)$ (في المحلول الحمضي)
   b. $IO_3^-(aq) + Br^-(aq) \rightarrow Br_2(l) + IBr(s)$ (في محلول حمضي)
   c. $I_2(s) + Na_2S_2O_3(aq) \rightarrow Na_2S_2O_4(aq) + NaI(aq)$ (في محلول حمضي)

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

56. لا. الشحنة الإجمالية على الجانب الأيسر لا تساوي الشحنة على الجانب الأيمن.
57. الاختزال، يتم اكتساب الإلكترونات ويقل عدد التأكسد الخارصين.
58. تكتسب الإلكترونات عن طريق نوع ما خلال تفاعل الاختزال النصفي وتفقد الإلكترونات من نوع ما أثناء تفاعل الأكسدة النصفي.

إتقان حل المسائل

59. a. $Cl_2 + NaOH \rightarrow NaCl + HOCl$
   b. $4HBrO_3 \rightarrow 2Br_2 + 2H_2O + 5O_2$

60. a. $2Au^{3+}(aq) + 6I^-(aq) \rightarrow 2Au(s) + 3I_2(s)$
   b. $2Ce^{4+} + Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2Ce^{3+}$

61. a. $2Al + 3I_2 \rightarrow 2Al^{3+} + 6I^-$
   b. $MnO_2 + 2Br^- + 4H^+ \rightarrow Mn^{2+} + Br_2 + 2H_2O$

62. a. $2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2$
   b. $4NaWO_3 + O_2 + 4NaOH \rightarrow 4Na_2WO_4 + 2H_2O$
   c. $2NH_3 + 3CuO \rightarrow 3Cu + N_2 + 3H_2O$
   d. $Al_2O_3 + 3C + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3 + 3CO$

63. $Fe^{2+} + Ti^{4+} \rightarrow Fe^{3+} + Ti^{3+}$; Fe^{2+} هو عامل مختزل، Ti^{4+} هو عامل مؤكسد

64. a. أكسدة $NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3e^-$
   اختزال $PbO(s) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$
   b. اختزال $I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq)$
   أكسدة $S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow S_2O_4^{2-}(aq) + e^-$
   c. أكسدة $Sn(s) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2e^-$
   اختزال $H^+(aq) + e^- \rightarrow H_2(g)$

65. $H_2C_2O_4 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$
$HAsO_2 + 3H^+ + 3e \rightarrow As + 2H_2O$

66. a. أكسدة
   b. اختزال
   c. اختزال
   d. أكسدة

67. $AgNO_3(aq) + Cu(s) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + Ag(s)$
أكسدة: $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
اختزال: $e^- + Ag^+ \rightarrow Ag$
$2AgNO_3(aq) + Cu(s) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

68. a. $2MoCl_5 + 5S^{2-} \rightarrow 2MoS_2 + 10Cl^- + S$
   b. $2TiCl_6^{2-} + Zn \rightarrow 2Ti^{3+} + 12Cl^- + Zn^{2+}$

69. a. $8NH_3 + 6NO_2 \rightarrow 7N_2 + 12H_2O$
   b. $3Br_2 + 6OH^- \rightarrow 5Br^- + BrO_3^- + 3H_2O$

70. a. $5CO + I_2O_5 \rightarrow I_2 + 5CO_2$
   b. $SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightarrow 2HBr + H_2SO_4$
   c. $3Cu + 2NO_3^- + 8H^+ \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO + 4H_2$
   d. $Zn + 2NO_3^- + 4H^+ \rightarrow Zn^{2+} + 2NO_2 + 2H_2O$
   e. $2Al + 2OH^- + 2H_2O \rightarrow 3H_2 + 2AlO_2^-$

71. a. $3Cl^- + 2NO_3^- + 2H^+ \rightarrow 3ClO^- + 2NO + H_2O$
   b. $6H^+ + 5Br^- + IO_3^- \rightarrow 2Br_2 + IBr + 3H_2O$
   c. $S_2O_3^{2-} + H_2O + I_2 \rightarrow S_2O_4^{2-} + 2H^+ + 2I^-$

مراجعة شاملة

72. a. O, +2
b. U, +6
c. Ru, +8
d. Fe, +3

73. a. أكسدة
b. أكسدة
c. اختزال
d. اختزال

74. القاعدة 7، −1، 0، +1. القاعدة 8. القاعدة 1

75. a. NH_3
b. C
c. Ir

76. a. $Fe + Te^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Te$
b. $3IO_4^- + 2Al + 6H^+ \rightarrow 3IO_3^- + 2Al^{3+} + 3H_2O$
c. $4I_2 + N_2O + 5H_2O \rightarrow 8I^- + 2NO_3^- + 10H^+$

77. للكروم حالات أكسدة مختلفة في الشكلين.

78. a. $5Sb^{3+} + 2MnO_4^- + 12H_2O \rightarrow 5SbO_4^{3-} + 2Mn^{2+} + 24H^+$
b. $N_2O + 2ClO^- + 2OH^- \rightarrow 2NO_2^- + 2Cl^- + H_2O$

79. Al_2O_3; $Al_2O_3 + 2Cr^{3+} \rightarrow Cr_2O_3 + 2Al^{3+}$؛ ليس تفاعل أكسدة واختزال. تظل أعداد التأكسد كما هي

80. a. $3Mg + 2Fe^{3+} \rightarrow 3Mg^{2+} + 2Fe$
b. $3SO_2 + ClO_3^- + 3H_2O \rightarrow 3SO_4^{2-} + Cl^- + 6H^+$

81. a. $3P + 2H_2O + 5HNO_3 \rightarrow 3H_3PO_4 + 5NO$
b. $2KClO_3 + 4HCl \rightarrow Cl_2 + 2ClO_2 + 2H_2O + 2KCl$

التفكير الناقد

82. a. يرجى الرجوع إلى قواعد تحديد عدد التأكسد.
b. N^{3-} إلى N_2 يفقد $3\ e^-$ (يتأكسد)؛
N^{3+} إلى N_2 يكتسب $3\ e^-$ (يختزل)
N^{3-} إلى N^{1+} يفقد $4\ e^-$ (يتأكسد)؛
N^{5+} إلى N^{1+} يكتسب $4\ e^-$ (يختزل)
c. NO_2^- و NO_3^- (عوامل مؤكسدة)؛ NH_4^+ (عامل مختزل)
d. في التفاعلين الأولين، يتأكسد النيتروجين ويختزل. يتضمن التفاعل الثالث اختزالاً بين عنصرين مختلفين.

83. $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$ (في محلول حمضي)

مراجعة شاملة

72. حدد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بخط عريض في كل من التالي:
a. OF_2 b. UO_2^{2+} c. RuO_4 d. Fe_2O_3

73. قم بتحديد أي من التغيرات التالية أكسدة وأيها اختزال؟
a. $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
b. $Na \rightarrow Na^+ + e^-$
c. $Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$
d. $O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$

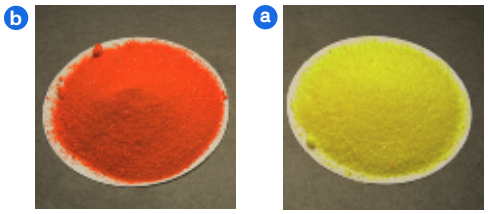
74. استخدم قواعد تحديد أعداد التأكسد لكي تكمل **الجدول 7**.

جدول 7 تعيين عدد التأكسد

العنصر	عدد التأكسد	القاعدة
K في KBr	+1	
Br في KBr		8
Cl في Cl_2		1
K في KCl		7
Cl في KCl	−1	
Br في Br_2	0	

75. حدد العامل المختزل في كل من المعادلات التالية:
a. $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$
b. $Na_2SO_4 + 4C \rightarrow Na_2S + 4CO$
c. $4IrF_5 + Ir \rightarrow 5IrF_4$

76. اكتب معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الموزونة مستخدمًا أنصاف تفاعلات الأكسدة والاختزال التالية:
a. $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$
$Te^{2+} + 2e^- \rightarrow Te$
b. $IO_4^- + 2e^- \rightarrow IO_3^-$
$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$ (في محلول حمضي)
c. $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$
$N_2O \rightarrow 2NO_3^- + 8e^-$ (في محلول حمضي)



■ الشكل 13

77. ما السبب في اختلاف أشكال مركبات الكروم كما هو موضح في الشكل 13؟

78. زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية مستخدمًا أي طريقة من طرائق وزن المعادلات:
a. $Sb^{3+} + MnO_4^- \rightarrow SbO_4^{3-} + Mn^{2+}$ (في المحلول الحمضي)
b. $N_2O + ClO^- \rightarrow Cl^- + NO_2^-$ (في المحلول القاعدي)

79. **الأحجار الكريمة** الياقوت من الأحجار الكريمة يتكون من أكسيد الألمنيوم ولونه الأحمر ينتج من الكمية الضئيلة من أيونات الكروم (III) مستبدلاً بعض أيونات الألمنيوم. اكتب صيغة أكسيد الألمنيوم ووضح التفاعل الذي يحل فيه أيون الكروم محل أيون الألمنيوم. هل هذا تفاعل أكسدة واختزال؟

80. زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية مستخدماً أي طريقة من طرائق وزن المعادلات:
a. $Mg + Fe^{3+} \rightarrow Mg^{2+} + Fe$
b. $ClO_3^- + SO_2 \rightarrow Cl^- + SO_4^{2-}$ (في المحلول الحمضي)

81. زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية مستخدماً أي طريقة من طرائق الوزن:
a. $P + H_2O + HNO_3 \rightarrow H_3PO_4 + NO$
b. $KClO_3 + HCl \rightarrow Cl_2 + ClO_2 + H_2O + KCl$

التفكير الناقد

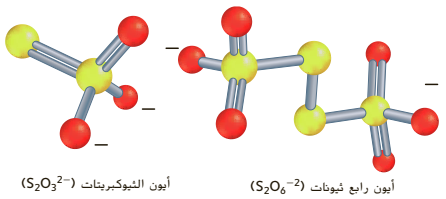
82. **تطبيق** المعادلات الآتية تظهر تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تستخدم احياناً في المختبر لإنتاج غاز النيتروجين وغاز أحادي أكسيد ثنائي النيتروجين النقي (أكسيد النيتروز، N_2O).

$$NH_4NO_2(s) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$NH_4NO_3(s) \rightarrow N_2O(g) + 2H_2O(l)$$

a. حدد عدد التأكسد لكل عنصر في المعادلتين ثم بعد ذلك قم برسم مخطط موضحاً التغيرات في أعداد التأكسد التي حدثت في كل تفاعل.
b. حدد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في كل من التفاعلين.
c. حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلين.
d. اكتب جملة توضح كيف أن انتقال الإلكترون الحادث في هذين التفاعلين يختلف عن ذلك الحادث في التفاعل أدناه.

$$2AgNO_3 + Zn \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2Ag$$



■ الشكل 14

83. **التحليل** افحص المعادلة الأيونية أدناه فيما يتعلق بالتفاعل الحادث عندما يتأكسد أيون الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ إلى أيون رابع ثيونات $S_4O_6^{2-}$. وزن المعادلة باستخدام طريقة نصف التفاعل. **الشكل 14** سيساعدك لتحديد أعداد التأكسد المستخدمة.

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

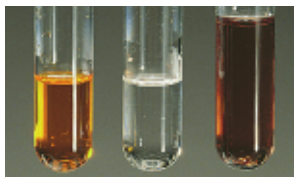
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

84. تنبأ ضع في اعتبارك أن كل ما يلي هي مركبات مستقرة. ما الذي يمكنك أن تستدل عليه عن حالة الأكسدة لعنصر الفسفور في مركباته؟

PH_3, PCl_3, P_2H_4, PCl_5, H_3PO_4, Na_3PO_3

85. حل برمنجنات البوتاسيوم تؤكسد أيونات الكلوريد إلى غاز الكلور. زن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال هذه علمًا أن التفاعل يحدث في محلول حمضي.

86. في نصف التفاعل $NO_3^- \rightarrow NH_4^+$. في أي من طرفي المعادلة يجب إضافة الإلكترونات؟ اضف عدد الإلكترونات الصحيح للطرف الذي يحتاج إليها وأعد كتابة المعادلة.



■ **الشكل 15**

87. تفاعل الأكسدة والاختزال بين أيونات ($Cr_2O_7^{2-}$) وأيونات (I^-) في المحلول الحمضي مُوضح بالشكل **15**. استخدم طريقة نصف التفاعل لوزن معادلة الأكسدة والاختزال.

مسألة تحدّي

88. لكل تفاعل موصوف، اكتب المعادلة الكيميائية غير الموزونة التي تمثله. حدد حالة الأكسدة لكل عنصر في المعادلة. ثم، اكتب نصفي التفاعل وصنفها إلى تفاعل أكسدة وتفاعل اختزال. أخيرًا اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

a. يُوضع أكسيد الزئبق (II) الصلب في أنبوبة الاختبار ويسخن برفق. يتكون الزئبق السائل على الجانبين وفي الجزء السفلي من الأنبوبة وتخرج فقاعات غاز الأكسجين من أنبوبة الاختبار.

b. عند وضع قطع نحاس صلبة في محلول نيترات الفضة، يترسب فلز الفضة ويتكون محلول نيترات النحاس (II) الأزرق.

الكتابة في ◀ الكيمياء

89. الفولاذ ابحث في دور تفاعلات الأكسدة والاختزال في صناعة الفولاذ. اكتب ملخص للنتائج الخاصة بك، متضمناً في ذلك الرسومات التخطيطية الملائمة والمعادلات التي تمثل التفاعلات.

90. الفضيات قم بممارسة مهارات الكتابة التقنية الخاصة بك عن طريق كتابة إرشادات لتنظيف الفضيات الملطخة بعملية أكسدة واختزال كيميائية. من المؤكد أن تشمل المعلومات الأساسية التي تصف العملية، فضلا عن الخطوات التفصيلية التي تسمح لأي شخص أن ينجز المهمة.

91. كان النحاس فلزًا مفيدًا حتى قبل أن يستخرج الحديد والفضة والذهب من خاماتها واستخدامها كأدوات وأواني ومجوهرات، وفي الأعمال الفنية. تم صهر النحاس في درجات حرارة عالية قبل 8000 سنة. قارن بين عمليات استخراج النحاس واستخداماته في الحضارات القديمة واليوم.

DBQ أسئلة مبنية على المستندات

طلاء الزجاج تشكيل الألوان في زجاج السيراميك، كما في **الشكل 16**، يمكن أن يتأثر بظروف عملية التصنيع (مثل: درجة الحرارة). أيونات الفلزات التي لديها أكثر من حالة أكسدة مثل النحاس يمكنها أن تعطي ألوانًا مختلفة للسيراميك. عند القيام بعملية التسخين تتوفر كميات كبيرة من الأكسجين مما يجعل أيونات النحاس تحول لون السيراميك من اللون الأخضر إلى اللون الأزرق. في ظل ظروف الاختزال يكون الأكسجين محدودًا وتأني أكسيد الكربون متوفرًا. تعطي أيونات النحاس في مادة السيراميك لونًا محمرًا.

■ **الشكل 16**

92. اكتب المعادلة لما حدث في الآنية المبينة في **الشكل 16**.

93. استنادًا إلى لون الآنية الفخارية، ماهي حالة أكسدة النحاس المختزلة؟ المؤكسدة؟

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

84. للفوسفور عدة حالات أكسدة (−3, +3, +5) مما يجعل الفوسفور مرنًا للغاية في اتحاده مع اللافلزات.

85. $2MnO_4^-(aq) + 10Cl^-(aq) + 16H^+(aq) \rightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 5Cl_2(aq) + 8H_2O(l)$

86. تختزل حالة الأكسدة للنيتروجين من +5 إلى −3؛ يجب أن يكتسب النيتروجين 8 إلكترونات. $8e^-$ في الناحية اليسرى؛

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

87. $6I^-(aq) + 14H^+(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) \rightarrow 3I_2(s) + 7H_2O(l) + 2Cr^{3+}(aq)$

مسألة تحدي

88.a. أكسدة: $O^{2-} \rightarrow O_2 + 2e^-$

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

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

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

اختزال: $e^- + Ag^+ \rightarrow Ag$

$2AgNO_2(aq) + Cu(s) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

الكتابة في ◀ الكيمياء

89. من المحتمل أن تشتمل إجابات الطلاب على أوصاف وأشكال لبعض أو لكل ما يلي من خامات الحديد وأكاسيده: الهيماتيت (Fe_2O_3) والماغنيتيت (Fe_3O_4)، والكربونات ($FeCO_3$).

ومن الأمور الأكثر شيوعًا هي أن خامات الحديد تُختزل في فرن الفرن اللافح. في الفرن اللافح، تكون التفاعلات الهامة هي أكسدة فحم الكوك إلى أول أكسيد الكربون ($2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g)$) واختزال خام الحديد بواسطة أول أكسيد الكربون وهو ما يحدث عادة على خطوات.

$CO(g) + 3Fe_2O_3(s) \rightarrow 2Fe_3O_4(s) + CO_2(g)$

$Fe_3O_4(s) + CO(g) \rightarrow 3FeO(s) + CO_2(g)$

$FeO(s) + CO(g) \rightarrow Fe(l) + CO_2(g)$

90. ستختلف الإجابات ولكن ينبغي أن يضع الطلاب إجراء منطقيًا معتمدًا على المفاهيم التي تعلموها في المختبر المصغر لهذا الفصل.

91. ستختلف الإجابات.

DBQ أسئلة مبنية على المستندات

بيانات مأخوذة من: Denio, Allen A. 2001. الألوان المبهجة في عملية تزجيج الخزف بمساعدة الأكسدة والاختزال في الكيمياء. مجلة التعليم الكيميائي. 78 رقم 10.

92. $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$; $Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$

93. الأكثر اختزالاً: +1؛ أو 0 أكثر تأكسدًا: +2

الاختيار من متعدد

1. B
2. C
3. A
4. A

الاختيار من متعدد

1. أي مما يلي لا يعتبر عامل مختزل في تفاعل الأكسدة والاختزال؟
A. المادة التي تأكسدت
B. المادة المستقبلة للإلكترون
C. المادة الأقل سالبية كهربائية
D. المادة المانحة للإلكترون

2. التفاعل بين النيكل وكلوريد النحاس(II) الموضح أدناه.

$$Ni(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow Cu(s) + NiCl_2(aq)$$

ما نصفا تفاعلات الأكسدة والاختزال؟
A. $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$, $Cl_2 \rightarrow 2Cl^- + 2e^-$
B. $Ni \rightarrow Ni^{2+} + e^-$, $Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$
C. $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$, $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
D. $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$, $2Cu^+ + 2e^- \rightarrow Cu$

وظف التفاعل بين يوديد الصوديوم والكلور الموضح أدناه في الاجابة عن السؤالين 3 و 4

$$2NaI(aq) + Cl_2(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + I_2(aq)$$

3. ما هو سبب عدم تغير عدد تأكسد الصوديوم؟
A. Na^+ أيون متفرج.
B. Na^+ لا يمكن اختزاله.
C. الصوديوم عنصر غير متحد.
D. Na^+ أيون أحادي الذرة.

4. أي التالية العامل المؤكسد في التفاعل ؟
A. Cl_2
B. I_2.
C. NaCl
D. NaI

أسئلة ذات إجابة قصيرة

استخدم المعادلة أدناه للإجابة عن الأسئلة *5* و *6*.

$$I_2(s) + PbO_2(s) \rightarrow IO_3^-(aq) + Pb^{2+}(aq)$$

5. حدد عدد التأكسد لكل عنصر في التفاعل.

6. اشرح كيفية التعرف على العنصر الذي تأكسد والعنصر الذي اختزل.

اختبار الكفاءة الدراسية (SAT) في مادة: الكيمياء

استخدم القائمة أدناه للإجابة على الأسئلة من *7* إلى *10*

خمس دوارق يحتوي كل منها 500 mL من محلول مائي تركيزه 0.250 *M* المائي من المركبات الكيميائية التالية:
A. KCl
B. CH_3OH
C. $Ba(OH)_2$
D. CH_3COOH
E. NaOH

7. ما المركب الكيميائي الذي سيتفكك إلى أكبر عدد من الجسيمات عند إذابته في محلول؟

8. ما المركب الكيميائي صاحب أكبر كتلة مولية؟

9. أي الدوارق يحتوي على 9.32 g من المركب الكيميائي المخصص؟

10. أي الدوارق تتكون محتوياتها من 18.7% أكسجين؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education