استكشاف

حول الصورة هل تعمل ببطاريات؟ إنّ الخنفساء المضيئة ليست الكائن الحي الوحيد الذي يمكن أن يطلق طاقة ضوئية، فثمة كائنات حية كفطر عيش الغراب وقنديل البحر والحبار وسراج الليل والعوالق البحرية تشتهر بإطلاق طاقة ضوئية كذلك. وتعتمد بعض هذه الكائنات الحية على عوامل غير التألؤ الحيوي. فمثلًا، يحتوي حبار هاواي على بكتيريا متوهجة. في هذا الدرس، سيتعرّف الطلاب على الخواص التي يمكن أن تظهر بعد حدوث تغيّر كيميائي. ويمثل انطلاق الضوء إحدى هذه الخواص.

أسئلة توجيهية

ف: ما العملية الكيميائية التي تستخدمها الخنافس المضيئة لإطلاق الضوء؟
التألؤ الحيوي.

ف: كيف تكتسب كائنات حية كالخنافس المضيئة القدرة على إطلاق الضوء في رأيك؟
عندما تتفاعل المواد الكيميائية في جسم الكائن الحي، يُطلق التفاعل الضوء.

أ: ما المفردات التي يمكن استخدامها لشرح المواد الكيميائية الموجودة قبل حدوث التألؤ الحيوي؟ وما الذي يمكن استخدامه لشرح المواد الكيميائية بعد حدوثه؟
نموذج الإجابة: إنّ المتفاعلات هي المواد الكيميائية التي تتفاعل. إنّ النواتج هي المواد الكيميائية الموجودة بعد التفاعل.

إدارة التجارب

يمكن الاطلاع على التجارب في كُتيّب موارد الطالب وكراسة الأنشطة والتجارب.

الأسئلة المهمة

بعد هذا الدرس، ينبغي أن يفهم الطلاب الأسئلة المهمة ويكونوا قادرين على الإجابة عنها. اطلب من الطلاب كتابة كل سؤال في الكرّاسات التفاعلية. ثم أعد طرحه عند تناول المحتوى المرتبط به.

المفردات

ما المقصود بالناتج؟

1. اطلب من الطلاب تسمية بعض الأماكن التي ربما يكونون قد استخدموا فيها كلمة ناتج، كما في الرياضيات أو عند صنع شيء ما. ربما يذكر الطلاب أنّ الناتج في الرياضيات هو الحل في مسألة الضرب أو أنّ المصنّع قد يستخدم الصوف وآلة النسج لإنتاج السترات.
2. اطلب من الطلاب التفكير في الكلمات ناتج ويتفاعل ومواد، ثم صياغة عبارة رياضية باستخدام هذه الكلمات. سيكون المثال على النحو التالي: تتفاعل مادة (+) مع مادة أخرى لإنتاج (=) مادة جديدة.
3. اطلب من الطلاب قراءة عباراتهم بصوت عالٍ.
4. ناقش معاني الكلمات وفقًا لمفاتيح السياق في عباراتهم.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

نشاط استكشافي

ما مصدره؟

التحضير: *15 min* **التنفيذ:** *15–20 min*

الهدف

ملاحظة حفظ الكتلة أثناء التغيّر الكيميائي

المواد

لمجموعات الطلاب الثنائية: مخبار مدرج؛ 25 mL من محلول A (كبريتات النحاس، $CuSO_4$، متوفر في المختبر المدرسي أو متاجر الحيوانات الأليفة كمثبط للحلزونات أو في متاجر لوازم الحدائق كقاتل للجذور)؛ حقيبة بلاستيكية ذاتية الغلق سعتها 1–L، وأنبوب اختبار مغلق يحتوي على 25 mL من محلول B (كربونات الصوديوم، Na_2CO_3، متوفر في المختبر المدرسي أو متجر البقالة كصودا للغسيل)؛ وميزان ومنشفة ورقية

قبل البدء

- يمكن استخدام بيكربونات الصوديوم (صودا الخبز) بدلًا من المحلول B. إذا لم تكن ترغب في أن يضع الطلاب أنبوب اختبار زجاجي داخل الحقيبة البلاستيكية، فيمكنك استخدام حقيبة بلاستيكية أخرى للمحلول B.

- بالنسبة إلى المحلول A، اخلط 25 g من CuSO4 بالماء المقطَّر حتى تحصل على 1 L. وبالنسبة إلى المحلول B، اخلط 10.6 g من Na_2CO_3 مع الماء حتى تحصل على 1 L. حضّر أنبوب اختبار مغلقًا بإحكام يحتوي على 25 mL من المحلول B لكل فريق.

توجيه التحقيق

اطلب من الطلاب، أثناء قراءتهم للمقدمة، أن يتوقعوا كتلة البيض النيئ بعد سلقه جيدًا. شجّع الطلاب على شرح تبريرهم المنطقي.

استكشاف المشكلات وإصلاحها: إذا استخدم الطلاب ميزانًا ثلاثي الأذرع، فوجّههم إلى إيجاد الكتلة قبل الخلط. اطلب من الطلاب إزالة السدادة وخلط المحلولين مع ترك الحقيبة مغلقة وهي موضوعة على الميزان.

فكّر في الآتي

1. لقد تكوّنت مادة صلبة. إذا لم يكن الطلاب على معرفة بالتغيّرات الكيميائية مسبقًا، فربما لا يمكنهم شرح ما حدث. شجّعهم على التخمين.
2. يجب أن تبقى كتلة الحقيبة هي نفسَها. قد يوجد اختلاف طفيف في الكتلة قبل الخلط وبعده. ذكّر الطلاب أنّ قراءة الميزان قد تختلف حتى إذا كانت للجسم نفسه. اشرح أنّ مقدار التغيّر، إن وُجد، طفيف جدًا بحيث لا يمثّل تأكيدًا على أنّه قد حدث لسبب آخر غير الميزان.
3. **المفهوم الأساسي** يجب أن يستنتج الطلاب أنّ المادة لم تزد أو تقل لأنّ كتلتها لم تتغيّر.

ملاحظات المعلم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أكتشف

قبل قراءة هذا الدرس، دوّن ما تعرفه سابقًا في العمود الأول. وفي العمود الثاني، دوّن ما تريد أن تتعلمه. بعد الانتهاء من هذا الدرس، دوّن ما تعلمته في العمود الثالث.

ما أعرفه	ما أريد أن أتعلمه	ما تعلمته

تغيّرات المادة

عند وضع ماء سائل في بيت الثلج، يتغيّر إلى ماء صلب أو جليد. وعندما تسكب عجين الكعك في وعاء وتخبزه داخل الفرن، يتحول العجين السائل إلى مادة صلبة كذلك، في كلتا الحالتين، يتحول السائل إلى مادة صلبة. هل هذان التغيّران متطابقان؟

التغيّرات الفيزيائية

تذكّر أنّ المادة يمكن أن تخضع لنوعين من التغيّرات، كيميائية أو فيزيائية. لا ينتج التغيّر الفيزيائي مواد كيميائيّة جديدة، بل إنّ المواد الكيميائيّة الموجودة قبل التغيّر هي نفسها بعده، لكنّها قد تختلف في خواصها الفيزيائية. هذا ما يحدث عند تجمّد ماء سائل، فإنّ خواصه الفيزيائية هي التي تتغير من الحالة السائلة إلى الصلبة. لكنّ الماء، H_2O، لا يتغيّر إلى مادة كيميائية أخرى، إذ تتكوّن جزيئات الماء دائمًا من ذرتي هيدروجين مرتبطتين بذرة أكسجين مهما تكن حالته، صلبًا أو سائلًا أو غازيًا.

التغيُّرات الكيميائية

تذكّر أنّه أثناء التغيّر الكيميائي، تتغيّر مادّة كيميائيّة أو أكثر إلى مواد كيميائيّة جديدة. فالمواد الأوليّة تختلف عن المواد الناتجة من حيث خواصها الفيزيائية والكيميائية. على سبيل المثال، عند خبز عجين الكعك، يحدث تغيّر كيميائي، فالعديد من المواد الكيميائيّة الموجودة في الكعك المخبوز مختلفة عن المواد الكيميائيّة الموجودة في العجين، نتيجةً لذلك، فإنّ للكعك المخبوز خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة عن خواص عجين الكعك.

يُسمى التغيّر الكيميائي أيضًا تفاعلًا كيميائيًا. لذا فهذان المصطلحان يُعبّران عن الشيء نفسه. إنّ **التفاعل الكيميائي** هو العملية التي يُعاد فيها ترتيب ذرات مادة كيميائية أو أكثر لتكوين مادّة كيميائيّة جديدة أو أكثر. في هذا الدرس، ستعرف ما الذي يحدث للذرات أثناء التفاعل وطريقة وصف هذه التغيّرات باستخدام المعادلات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي

كيف يمكن أن تعرف أن تفاعلًا كيميائيًا قد حدث؟ لقد قرأت عن أنّ خواص المواد الكيميائية قبل التفاعل تختلف عنها بعده، قد تعتقد أنّك تستطيع البحث عن تغيّرات في الخواص كعلامة على حدوث التفاعل. في الواقع، تمثّل الخواص الفيزيائية المتعلقة باللون وحالة المادة والرائحة مؤشرات تشير إلى احتمال حدوث تفاعل كيميائي. ولكن ثمّة مؤشرات أخرى على حدوث التفاعل الكيميائي هي التغيّر في الطاقة، فإذا ارتفعت درجة حرارة المواد الكيميائيّة أو انخفضت، أو إذا صدر منها ضوء أو صوت، فمن المُرجّح أنّ تفاعلًا كيميائيًا قد حدث. يُبيّن **الشكل 1** بعض المؤشرات التي تُشير إلى احتمال حدوث تفاعل كيميائي.

غير أنّ هذه المؤشرات لا تمثّل أدلةً على حدوث تغيّر كيميائي. فعلى سبيل المثال، تظهر الفقاقيع عند غليان الماء، ولكنّها تظهر كذلك عند تفاعل بيكربونات الصوديوم مع الخل مكوّنًا غاز ثاني أكسيد الكربون. كيف تتأكد من حدوث التفاعل الكيميائي؟ إنّ الطريقة الوحيدة لمعرفة ذلك هي دراسة الخواص الكيميائية للمواد الكيميائيّة قبل التغيّر وبعده. فإذا اختلفت تكون المواد الكيميائيّة قد خضعت لتفاعل كيميائي.

التأكد من المفاهيم الأساسية

2 اذكر بعض المؤشرات التي تُشير إلى احتمال حدوث تفاعل كيميائي.

الشكل 1 يمكنك تحديد ما إذا كان تفاعل كيميائي قد حدث من خلال تتبع حدوث تغيّرات في الخواص وتغيّرات في طاقة المواد الكيميائية المتفاعلة.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

تغيّرات المادة

ذكّر الطلاب أنّ المواد تُصنَّف إلى صلبة أو سائلة أو غازية. راجع تعريفات حالات المادة.

التغيّرات الفيزيائية والكيميائية

عندما تخلط مكوّنات الكعك مع بعضها، يحدث تغيّر فيزيائي. وعند خَبز عجينة الكعك، تتسبب الطاقة الحرارية الناتجة من الفرن في حدوث تغيّر كيميائي. في التغيّرات الكيميائية، يُعاد ترتيب الذرات الموجودة في المواد فتَنتِج عنها خواص كيميائية جديدة. لا تُنتج التغيّرات الفيزيائية مواد جديدةً.

أسئلة توجيهية

ض م **ما أنواع الخواص التي تتغيّر أثناء التفاعل الكيميائي؟**
أثناء التغيّر الكيميائي، يتغيّر كل من الخواص الكيميائية والفيزيائية.

أ م **كيف تعرف أنّ عملية خَبز الكعك تتضمن تفاعلًا كيميائيًا؟**
تختلف المواد البادئة عن المواد الناتجة في خواصها الفيزيائية والكيميائية.

علامات التفاعل الكيميائي

يجب أن يكون الطلاب قادرين على تمييز العلامات التي تشير إلى حدوث تفاعل كيميائي من أجل تحديد هل التفاعل كيميائي أم فيزيائي. أثناء قراءة الطلاب للقسم ومراجعة **الشكل 1**، وجّههم إلى التفكير في عجينة الكعك والكعك المخبوز ومدى التغيّر الحادث في كل من اللون ودرجة الحرارة والرائحة والتركيب. اطرح هذه الأسئلة للتحقق من مدى الاستيعاب.

أسئلة توجيهية

ف م **لماذا يُعدّ صدور الضوء من الخنافس المضيئة علامة على التغيّر الكيميائي؟**
لأنّ صدور الضوء يشير إلى انطلاق طاقة.

ض م **اذكر بعض علامات احتمالية حدوث التفاعل الكيميائي.**
تتضمن علامات حدوث التفاعل الكيميائي صدور رائحة أو تكوّن رواسب أو انطلاق غاز؛ أو تغيّرًا في الطاقة؛ أو تغيّرًا في اللون.

أ م **كيف تعرف أنّ عملية خَبز الكعك تتضمن تغيّرًا كيميائيًا؟**
تختلف المواد البادئة عن المواد الناتجة في خواصها الفيزيائية والكيميائية.

الثقافة المرئية: التغيّر في الخاصية والطاقة

راجع **الشكل 1** مع الطلاب لمساعدتهم على استيعاب أنّ بعض المواد تتفاعل كيميائيًا عند ملامستها بعضها بعضًا. اطرح الأسئلة التالية وأنت تناقش الشكل.

أطرح السؤال: **بالنسبة إلى كل صورة في الصف العلوي، ما المادتان اللتان من المحتمل أن تتفاعلا كيميائيًا؟** يتفاعل النحاس الموجود في تمثال الحرية مع الغازات الموجودة في الهواء؛ وتتفاعل صودا الخبز مع الخل.

أطرح السؤال: **ما الذي قد يسبب تغيّر رائحة الطعام؟** يتفاعل الطعام مع الغازات الموجودة في الهواء أو تتفاعل المواد الموجودة في الطعام مع بعضها

أطرح السؤال: **ما سبب احتمالية حدوث تفاعل كيميائي في الصورتين الموجودتين تحت التغيّر في الطاقة؟** تُصدر أعواد الثقاب طاقةً ضوئيةً وطاقةً حراريةً. ويصدر الحيوان طاقةً ضوئيةً.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

ما الذي يحدث في التفاعل الكيميائي؟

أثناء التفاعل الكيميائي، تتفاعل مادّة كيميائيّة أو أكثر لتتكوّن مادّة كيميائيّة جديدة أو أكثر. كيف تتكوّن هذه المواد الكيميائيّة الجديدة؟

إعادة ترتيب الذرات لتكوين مواد كيميائيّة جديدة

لفهم ما الذي يحدث في التفاعل، قم بمعاينة المواد الكيميائيّة أوّلًا. تذكّر أنّه تمّة نوعان من المواد الكيميائيّة وهي العناصر والمركّبات. للمواد الكيميائيّة تركيب ثابت من الذرات. ففي قطرة الماء الواحدة، على سبيل المثال، تمّة تريليون ذرة من الأكسجين والهيدروجين. غير أنّ هذه الذرّات ترتّب جميعها بالطريقة نفسها وترتبط ذرتا هيدروجين بذرة أكسجين واحدة. وإذا تغيّر هذا الترتيب، فإنّ المادّة الكيميائيّة لن تظلّ ماء، بل تتكوّن مادّة كيميائيّة جديدة لها خواص فيزيائيّة وكيميائيّة مختلفة. وهذا ما يحدث أثناء التفاعل الكيميائي. ذرّات العناصر أو المركّبات يعاد ترتيبها وتكوّن عناصر أو مركّبات مختلفة.

كسر الروابط وتكوينها

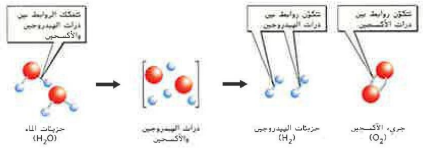
كيف تحدث إعادة ترتيب الذرات؟ يُعاد ترتيب الذرات عندما تتفكك **الروابط الكيميائية** بينها. تذكّر أنّ كل المواد الكيميائيّة بما فيها المواد الصلبة تتكوّن من جسيمات دائمة الحركة. أثناء حركة الجسيمات، يصطدم بعضها ببعض. وإذا اصطدمت بقدر كافٍ من الطاقة، من الممكن أن تتفكك الروابط بين الذرات. حينئذٍ، تنفصل الذرات ويُعاد ترتيبها وقد تتكوّن روابط جديدة. يُبيّن **الشكل 2** التفاعل الذي يُنتج الهيدروجين والأكسجين من الماء. إنّ إضافة الطاقة الكهربائيّة إلى الماء يمكن أن تُحدث هذا التفاعل. فالطاقة المضافة تتسبّب في تفكك الروابط بين ذرات الهيدروجين وذرات الأكسجين. وبعد أن يحصل ذلك من الممكن أن تتكوّن روابط جديدة بين أزواج ذرات الهيدروجين وبين أزواج ذرات الأكسجين.

مفردات للمراجعة

الرابطة الكيميائية chemical bond
انجذاب بين الذرات عند مشاركة الإلكترونات أو فقدها أو تجميعها

التأكد من المفاهيم الأساسية

3. ما الذي يحدث للذرات أثناء التفاعل الكيميائي؟



الشكل 2 لاحظ أنّه لا تتكوّن ذرات جديدة في التفاعل الكيميائي. بل يعاد ترتيب الذرات الموجودة وتتكوّن مواد كيميائيّة جديدة

المعادلات الكيميائية

افترض أنّ المعلّم يطلب منك إجراء تفاعل مُحدّد في مختبر العلوم. فكيف قد يصف لك معلمك التفاعل؟ ربما بقول شيئًا ما مثل "قم بإجراء تفاعل بيكربونات الصوديوم مع الخل لإنتاج أسيتات الصوديوم والماء وثاني أكسيد الكربون". سيصف معلمك على الأرجح التفاعل في صورة معادلة كيميائية. **المعادلة الكيميائية** هي وصف للتفاعل باستخدام رموز العناصر والصيغ الكيميائية. فرموز العناصر تمثّل العناصر والصيغ الكيميائية تمثل المركّبات.

رموز العناصر

تذكّر أنّ رموز العناصر مُبيّنة في الجدول الدوري. فمثلًا، تجد أنّ رمز الكربون هو C. ورمز النحاس هو Cu. ويمكن أن يتواجد كل عنصر في صورة ذرة واحدة فقط. لكنّ بعض العناصر موجودة في الطبيعة في صورة جزيئات ثنائية الذرة. إذ تتحد ذرتان من العنصر نفسه معًا. تتضمّن صيغة العنصر ثنائي الذرة رمز العنصر والرقم السفلي 2، إذ يصف الرمز السفلي عدد ذرات العنصر في المركّب. فالأكسجين (O_2) والهيدروجين (H_2) هما مثالان على جزيئات ثنائية الذرة. يُبيّن **الجدول 1** بعض رموز العناصر فوق الخط الأزرق.

الصيغ الكيميائية

عند ارتباط ذرات عنصرين أو أكثر من العناصر المختلفة، فإنّها تُكوّن مركّبًا. تذكّر أنّ الصيغة الكيميائية تستخدم رموز العناصر والأرقام السفلية لوصف عدد الذرات في مركّب. وإذا لم يكن للعنصر رقم سفلي، فمعنى ذلك أنّ المركّب يحتوي على ذرة واحدة فقط من هذا العنصر. على سبيل المثال، يتكوّن ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من ذرة كربون واحدة وذرتي أكسجين. تذكّر أنّ صيغتين مختلفتين تمثّلان مادتين كيميائيتين مختلفتين بغض النظر عن مدى التشابه بينهما. إنّ بعض الصيغ الكيميائية ظاهرٌ أسفل الخط الأزرق في **الجدول 1**.

الجدول 1 نصف الرموز والأرقام السفلية نوع الذرات وعددها في عنصر أو مركّب

الجدول 1 رموز وصيغ بعض العناصر والمركّبات

المادّة الكيميائيّة		الصيغة	عدد الذرات
الكربون		C	C. 1
النحاس		Cu	Cu. 1
الكوبالت		Co	Co. 1
الأكسجين		O_2	O. 2
الهيدروجين		H_2	H. 2
الكلور		Cl_2	Cl. 2
ثاني أكسيد الكربون		CO_2	C. 1 O. 2
أول أكسيد الكربون		CO	C. 1 O. 1
الماء		H_2O	H. 2 O. 1
بيروكسيد الهيدروجين		H_2O_2	H. 2 O. 2
الجلوكوز		$C_6H_{12}O_6$	C. 6 H. 12 O. 6
كلوريد الصوديوم		NaCl	Na. 1 Cl. 1
هيدروكسيد الماغنسيوم		$Mg(OH)_2$	Mg. 1 O. 2 H. 2

التأكد من فهم الصورة

4. حدّد عدد الذرات في كل عنصر مما يلي: C، Co_9، CO_9، وCO_{99}

McGraw-Hill Education © حقوق الطبع والتأليف © مجموعة لصالح مؤسسة

ما الذي قد يحدث في التفاعل الكيميائي؟

راجع تعريف المادة. استخدم **الشكل 2** لتوضيح أنّ الماء مادة تتكوّن من ذرات الهيدروجين والأكسجين. ويمكن لهذه الذرات أن تشارك في التفاعلات الكيميائية الموضّحة في **الشكل 1**.

إعادة ترتيب الذرات لتكوين مواد كيميائية جديدة

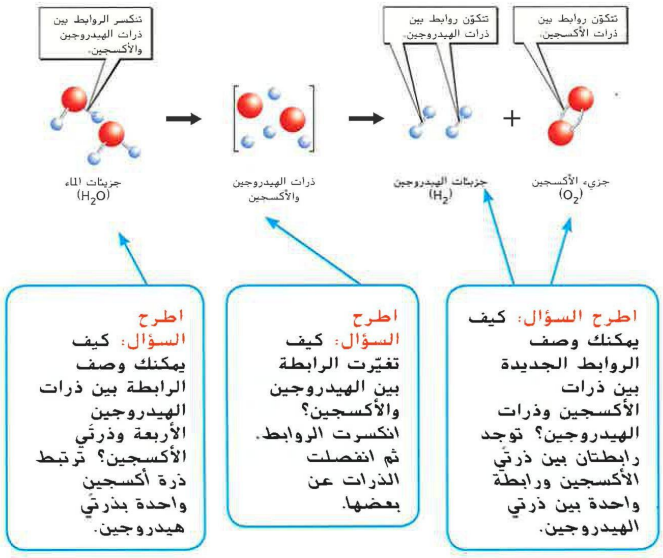
قم بتعزيز فكرة أنّ التفاعل الكيميائي لا يكوّن ذرات جديدةً، ولكن مواد جديدة فقط. وضّح أنّه في **الشكل 2**، تتغيّر مجموعات الذرات الزرقاء والحمراء لكنّ عدد الذرات قبل التفاعل وبعده لا يتغيّر.

أسئلة توجيهية

ق م	كيف يمكنك التمييز بين مادة وأخرى؟	يمكنك التمييز بين المواد من خلال خواصها الفيزيائية.
ص م	ماذا يحدث إذا قمت بإزالة ذرة هيدروجين من جزيء الماء؟	لن يكون جزيء ماء.
أ م	ما الفرق بين التغيّر الفيزيائي والتغيّر الكيميائي في جزيء الماء؟	لا يتغيّر تركيب جزيء الماء أثناء التغيّر الفيزيائي. ولكن في التغيّر الكيميائي، يتغيّر تركيب جزيء الماء ولا يكون جزيء ماء.

ملاحظة الرابطتين اللتين في الصورة اليمنى الموجودة في **الشكل 2**. اشرح أنّ ذرتَي هيدروجين وذرة أكسجين واحدة تتحد معًا لتكوّن جزيء الماء. ويمكن كسر هذه الرابطة من خلال التغيّر الكيميائي فقط. وعند حدوث ذلك، تُعيد الذرات ترتيب نفسها.

اطرح السؤال: **ماذا يحدث للذرات أثناء التفاعل الكيميائي؟** يُعاد ترتيب الذرات وتكوّن مواد.



الثقافة المرئية: كسر الروابط وتكوينها

اربط بين هذا القسم والقسم السابق. اشرح أنّ الروابط بين الذرات يجب أن تنكسر قبل إعادة ترتيب الذرات وتكوين مواد جديدة. اطلب من الطلاب

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © مجموعة لصالح مؤسسة

كتابة المعادلات الكيميائية

اكتب المعادلة التي في **الشكل 3** على اللوحة وقم بتسميتها كربون زائد أكسجين يُنتج ثاني أكسيد الكربون. اطلب من الطلاب ملاحظة الجزيئات المتفاعلة والجزيئات الناتجة. امسح الرقم السفلي من ثاني أكسيد الكربون واطلب من الطلاب شرح لماذا لم تعد العبارة مفسّرةً للتفاعل.

أسئلة توجيهية

ف م **ماذا يعني السهم في المعادلة الكيميائية؟**
يوضّح السهم للقارئ أنّ المتفاعلات أصبحت نواتج.

ص م **ما سبب أهمية استخدام الأرقام السفلية بصورة صحيحة في المعادلات الكيميائية؟**
تختلف بعض المركّبات عن بعضها نتيجة اختلاف عدد ذرات كل عنصر.

أ م **كيف يمكنك مراجعة المعادلة للتأكد من أنّ كل الصيغ الكيميائية صحيحة؟**
من خلال مراجعة أنواع العناصر وأعدادها في جانبي المعادلة.

بقاء الكتلة

أثناء تحليل الطلاب للمعادلات الكيميائية لمعرفة التفاعلات الكيميائية، ينبغي عليهم إدراك أنّ المعادلات موزونة. اطلب منهم ملاحظة أنّ كل التفاعلات الكيميائية في الوحدة، يتساوى فيها دائمًا عدد الذرات في المتفاعلات مع عدد الذرات في النواتج. لمساعدة الطلاب في فهم قانون الحفظ، اطرح هذه الأسئلة.

أسئلة توجيهية

ف م **كيف يمكنك وصف ما يحدث للكتلة الكلية في التفاعل الكيميائي باستخدام الكلمات متفاعلات ونواتج؟**
تساوي الكتلة الكلية لكل المتفاعلات الكتلة الكلية لكل النواتج في التفاعل الكيميائي.

ص م **ماذا يحدث للكتلة الكلية للمتفاعلات في التفاعل الكيميائي؟**
في التفاعل، لا تقل الكتلة الكلية ولا تزداد. ولكنها تبقى محفوظة. لذلك، تساوي الكتلة الكلية للنواتج الكتلة الكلية للمتفاعلات.

أ م **لماذا أُجريت التجربة التي في الشكل 4 باستخدام حاوية مُغلقة؟**
إنّ ثاني أكسيد الكربون أحد النواتج وهو غاز. وإذا نتج عن التفاعل الكيميائي غاز، فيجب حصر الغاز لقياسه بصورة صحيحة.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

أصل الكلمة

الناتج

اطرح السؤال: كيف يساعد أصل الكلمة في شرح استخدام كلمة منتج في المصنع؟
يتم تجميع المنتجات، كالملابس، في المصانع من أنسجة مختلفة كالصوف والقطن.

اطرح السؤال: **كيف يساعد أصل الكلمة في شرح استخدام كلمة ناتج كمحصلة لتفاعل كيميائي؟** الناتج هو ما ينتج عندما تنكسر روابط المتفاعلات وتتكوّن روابط جديدة.

الذرات محفوظة

ذكّر الطلاب أنّ كل الذرات لها كتلة. راجع طريقة قياس الميزان كتلة المادة. اشرح أنّ معرفة كتلة الغاز أكثر صعوبةً من معرفة كتلة المادة الصلبة أو السائلة. اشرح أنّ التجربة التي في **الشكل 4** استخدمت حاوية مغلقة لتجميع الغاز.

أسئلة توجيهية

ق م **ما معنى كلمة حفظ؟**	الإجابات المحتملة: عدم التغيّر، الإبقاء، الثبات.
ض م **كيف يُعاد ترتيب الجزيئات في الصيغة الكيميائية؟**	تنكسر الروابط بين ذرات المتفاعلات ويُعاد ترتيبها وتتكوّن روابط جديدة.
أ م **كيف تكتب الصيغة الكيميائية للتفاعل الموجود في الشكل 4؟**	$NaHCO_3 + HC_2H_3O_2 \rightarrow NaC_2H_3O_2 + H_2O + CO_2$

التدريس المتمايز

ق م **تحديد المتفاعلات** وزّع بطاقات الفهرسة. اطلب من الطلاب مراجعة المعادلات الكيميائية المعروضة في الدرس حتى هذه النقطة. واطلب منهم كتابة الصيغة ورسم تمثيل لنواتج هذه المعادلات على الجانب الأمامي للبطاقة. وعلى الجانب الآخر، اطلب منهم تمثيل المتفاعلات باستخدام رسم تخطيطي للعناصر كالموجود في **الشكل 4**.

أ م **الجزيئات ثنائية الذرات** اطلب من الطلاب العمل في مجموعات ثنائية. واطلب منهم إعداد عرض توضيحي عن الجزيئات السبع ثنائية الذرات. ينبغي أن يفسر العرض الأسئلة التالية: ما المقصود بالجزيء ثنائي الذرات؟ ما العناصر الشائع تواجدها في صورة جزيئات ثنائية الذرات؟ هل سبق أن وُجدت أي من هذه العناصر في صورة ذرة واحدة؟ ماذا يحدث للجزيئات ثنائية الذرات عندما تشكّل جزءًا من المعادلة؟ هل تنكسر روابطها؟

أدوات المعلم

عرض المعلم التوضيحي

هل هي موزونة؟ العب لعبةً مع الطلاب. اكتب معادلةً كيميائيةً بسيطةً على اللوحة. واطلب من الطلاب تحديد عدد ذرات كل عنصر في المتفاعلات والنواتج. يفوز أول طالب يستطيع استخدام هذه الأرقام لإثبات هل المعادلة موزونة أم غير موزونة!

حقيقة ترفيهية

أنطوان لافوازييه (1743–1794) تتضمن قائمة إنجازات لافوازييه كتابة أحد أول كتب الكيمياء المدرسية المبادئ الأساسية للكيمياء. حيث أدرج فيه 33 عنصرًا معروفًا في هذا الوقت وقام بتسميتها. ولا تزال معظم العناصر معترفًا بها إلى الآن. يُطلق على لافوازييه أحيانًا أبو الكيمياء الحديثة، كما أنّه اكتشف عنصرَي الأكسجين والهيدروجين وقام بتسميتهما وساعد في وضع نظام جديد لتسمية المواد الكيميائية وشارك في إنشاء النظام المتري.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

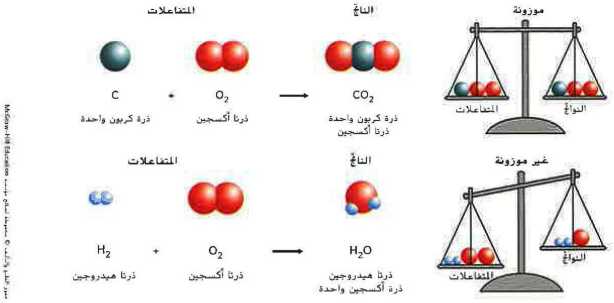
هل المعادلة موزونة؟

كيف يُبيّن تفاعل كيميائيّ أنّ الذرات محفوظة؟ يُكتب التفاعل الكيميائي بحيث يكون عدد ذرات كل عنصر هو نفسه أو موزونًا على طرفي السهم. إنّ المعادلة التي تُبيّن التفاعل بين الكربون والأكسجين الذي يُنتج ثاني أكسيد الكربون مُبيّنة أدناه. نذكّر أنّ الأكسجين يُكتب بالصيغة O_2 لأنّه جزيء ثنائي الذرّات، أمّا صيغة ثاني أكسيد الكربون فهي CO_2.

هل عدد الكربون هو نفسه على طرفي السهم؟ نعم، ثمّة ذرة كربون واحدة على اليسار وذرة واحدة على اليمين. إذًا الكربون موزون. هل الأكسجين موزون؟ ثمّة ذرتا أكسجين على طرفي السهم. إذًا الأكسجين موزون كذلك. إنّ ذرات كل العناصر موزونة. بالتالي، فإنّ المعادلة موزونة.

قد تعتقد أنّ المعادلة الموزونة تحدث بصورة تلقائية عندما تُكتب الرموز والصيغ للمتفاعلات والنواتج. إلا أنّ هذا يكون في العادة. والمثال على ذلك هو التفاعل بين الهيدروجين (H_2) والأكسجين (O_2) الذي يُنتج الماء (H_2O) المُبيّن أدناه.

قم بعدّ ذرات الهيدروجين على طرفي السهم. ثمّة ذرتا هيدروجين في الناتج وذرتان في المتفاعلات. إذًا ذراته موزونة. قم بعدّ ذرات الأكسجين على طرفي السهم. هل لاحظت أنّ المتفاعلات تحتوي على ذرتي أكسجين بينما يحتوي الناتج على ذرة واحدة فقط؟ وبما أنّ العددين غير مُتساويين، فإنّ هذه المعادلة غير موزونة. لتمثيل هذا التفاعل على نحو دقيق، يجب وزن المعادلة.



حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

وزن المعادلات الكيميائية

عند وزن معادلة كيميائيّة، تقوم بعدّ الذرات الموجودة في المتفاعلات والنواتج ثم تضيف المعاملات لوزن عدد الذرات. إنّ **المعامل** هو رقم يوضع قبل رمز العنصر أو الصيغة الكيميائية في المعادلة. ويمثّل عدد وحدات هذه المادة في التفاعل. على سبيل المثال، في الصيغة $2H_2O$، يمثّل الرقم 2 الموجود قبل الصيغة H_2O المعامل، مما يعني وجود جزيئي ماء في التفاعل. ويمكن تغيير المعاملات فقط عند وزن المعادلة، إذ يؤدي تغيير الأرقام السفلية إلى تغيير هويات المواد التي في التفاعل.

إذا كان الجزيء الواحد من الماء يحتوي على ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين واحدة، فكم عدد ذرات H وO في جزيئين من الماء ($2H_2O$)؟ اضرب كلّ منهما في 2.

2 × ذرة H = 4 ذرات H
2 × ذرة O واحدة = ذرة O

عند عدم وجود معاملات، تكون وحدة واحدة فقط من هذه المادة هي المشتركة في التفاعل. يُبيّن **الجدول 2** خطوات وزن المعادلة الكيميائية.

الجدول 2 وزن معادلة كيميائيّة

1. اكتب المعادلة غير الموزونة. تأكّد من أنّ كل الصيغ الكيميائية صحيحة.	$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ متفاعلات — نواتج
2. احسب ذرات كل عنصر في المتفاعلات وفي النواتج. **a.** لاحظ العناصر التي عدد ذراتها موزون على طرفي المعادلة. إن وُجد، ما الذرات غير الموزونة؟ **b.** إذا كانت جميع العناصر موزونة، فإنّ المعادلة موزونة.	$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ متفاعلات: $H = 2$، $O = 2$ نواتج: $H = 2$، $O = 1$
3. أضف المعاملات لوزن الذرات. **a.** ابدأ على العنصر غير الموزون في المعادلة، كالأكسجين على سبيل المثال. اكتب المعامل قبل المتفاعل أو الناتج بالرقم الذي يزن ذرات هذا العنصر. **b.** أعِد حساب ذرات كل عنصر في المتفاعلات وفي النواتج مرة أخرى. لاحظ الذرات غير الموزونة. قد تجد أنّ بعض الذرات التي كانت موزونة من قبلُ لم تعد موزونة. **c.** كرر الخطوة 3 حتى تصبح ذرات كل العناصر موزونة.	$H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ متفاعلات: $H = 2$، $O = 2$ نواتج: $H = 4$، $O = 2$ $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ متفاعلات: $H = 4$، $O = 2$ نواتج: $H = 4$، $O = 2$
4. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة مع تضمين المعاملات.	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

McGraw-Hill Education © حقوق الطبع محفوظة لصالح مؤسسة

هل المعادلة موزونة؟

استخدم الشكل الموجود في هذا القسم لمراجعة الروابط بين المفاهيم التي تناولها الدرس حتى هذه النقطة مع الطلاب. تكسر التفاعلات الكيميائية الروابط وتكوّن روابط جديدة. لكنّ التفاعل الكيميائي لا يُنشئ ذرات أو يدمرها. ولذلك تكون كتلة المتفاعلات هي نفسها كتلة النواتج. يساعد هذا في شرح وزن المعادلة الكيميائية.

أسئلة توجيهية

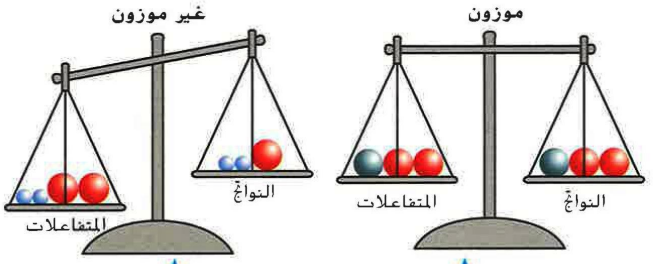
ق م **ما الذي يعنيه أنّ الميزان موزون؟**
أي أنّ مقدار الكتلة متساوٍ على جانبي الميزان.

ض م **كيف تعرف أنّ المعادلة الكيميائية موزونة؟**
تكون المعادلة الكيميائية موزونة عندما تحتوي على عدد الذرات نفسه من كل عنصر على كلا جانبيها.

لم **لماذا تُعدّ المعادلة الثانية في هذه الصفحة غير موزونة؟**
لأنّ عدد ذرات الأكسجين غير متساوٍ على كلا جانبي المعادلة.

الثقافة المرئية: الميزان

استخدم الصور الموجودة في هذه الصفحة لمساعدة الطلاب على تصور المعادلات الموزونة. وضّح أنّ هذه الصور عبارة عن نماذج لوزن المعادلات الكيميائية. لا يمكن استخدام الميزان لمعرفة كتلة الذرات أو الجزيئات لأنّها صغيرة للغاية، كما أنّه لا يمكنه قياس الغاز لأنّه لا يثبت على كفة الميزان.



اطرح السؤال: كيف تعرف أنّ هذا الميزان غير موزون؟
لأنّ الجانب الأيسر أدنى من الجانب الأيمن مما يبيّن أنّ الجانب الأيمن فيه كتلة أكبر لأنّ فيه ذرةً إضافية.

اطرح السؤال: كيف تعرف أنّ هذا الميزان موزون؟
لأنّ الجانبين في الارتفاع نفسه وعدد الذرات على كلا الجانبين متساوٍ.

اطرح السؤال: ما الجزيئات ثنائية الذرات الموضّحة في هذه الصفحة؟
الأكسجين والهيدروجين

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

وزن المعادلات الكيميائية

لا تمثل المعادلات غير الموزونة التفاعلات الكيميائية بصورة صحيحة. ناقش مع الطلاب طريقة موازنة التفاعل الكيميائي بين المتفاعلات والنواتج تلقائيًا في الواقع. لتمثيل التفاعل في صورة معادلة رياضية بشكل صحيح، يجب وزن المعادلة.

أسئلة توجيهية

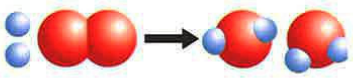
قد **كيف يمكنك تغيير المعادلة لوزنها؟**	يمكنك إضافة المعاملات لوزن المعادلة.
ضم **ما معامل $3O_2$؟ وماذا تستفيد من ذلك؟**	المعامل *3*، ويعني وجود *3* جزيئات أكسجين ثنائية الذرات.
أم **عند إضافة المعامل أمام الذرة، فما معنى ذلك بالنسبة إلى المادة؟**	عند إضافة المعامل أمام الذرة، فهذا يعني وجود ذرات أكثر من هذه المادة.

الثقافة المرئية: وزن المعادلة الكيميائية

إنّ الطلاب الذين يصعب عليهم إجراء استدلالات من المخططات والجداول يجدون صعوبةً في فهم طريقة إجراء خطوات وزن المعادلة. استخدم هذه الأسئلة لمساعدة الطلاب في تحليل الرسم التخطيطي.

اطرح السؤال: **كيف تعرف أنّ العنصر غير موزون في المعادلة؟** عندما يكون عدد ذرات العنصر غير متساوٍ في المتفاعلات والنواتج.

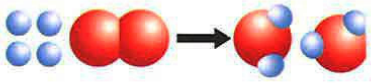
اطرح السؤال: **في الصف 2 أعلاه، ما العنصر غير الموزون؟** في الصف *2*، الأكسجين غير موزون.



$H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

متفاعلات — نواتج

H = 2, O = 2 — H = 4, O = 2



$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

متفاعلات — نواتج

H = 4, O = 2 — H = 4, O = 2

اطرح السؤال: **في أعلى الصف 3، ما العنصر غير الموزون؟** في الصف *2*، الأكسجين غير موزون. في المعادلة العليا في الصف *3*، الهيدروجين غير موزون. لماذا يكون الرقم *2* هو معامل الناتج؟ كي نحصل على ذرتَي أكسجين في الناتج

اطرح السؤال: **في المعادلة السفلى من الصف 3، في رأيك لماذا تم تحديد الرقم 2 ليكون معاملًا لذرات الهيدروجين في المتفاعلات؟** حتى نحصل على إجمالي *4* ذرات هيدروجين في المتفاعلات، حيث من الضروري وجود جزيئين من الهيدروجين.

اطرح السؤال: **كيف يمكنك معرفة عدد الذرات الموجودة في مركّب كيميائي؟** أولًا، تحديد العناصر الموجودة في المركّب. ثم حساب عدد الذرات من كل عنصر. يشير الرقم السفلي إلى عدد الذرات.

أدوات المعلم

نشاط التكنولوجيا

استخدام الإنترنت توجد عدة مواقع ويب لوزن المعادلات من أجلك. اطلب من الطلاب البحث عن بعض هذه المواقع. يجب أن يستخدمها الطلاب لوزن بعض المعادلات الموجودة في هذا الدرس. ناقش لماذا يمكن أن تكون مواقع الويب هذه مفيدةً في المعادلات الأكثر تعقيدًا. تذكر مراقبة أنشطة الإنترنت بعناية.

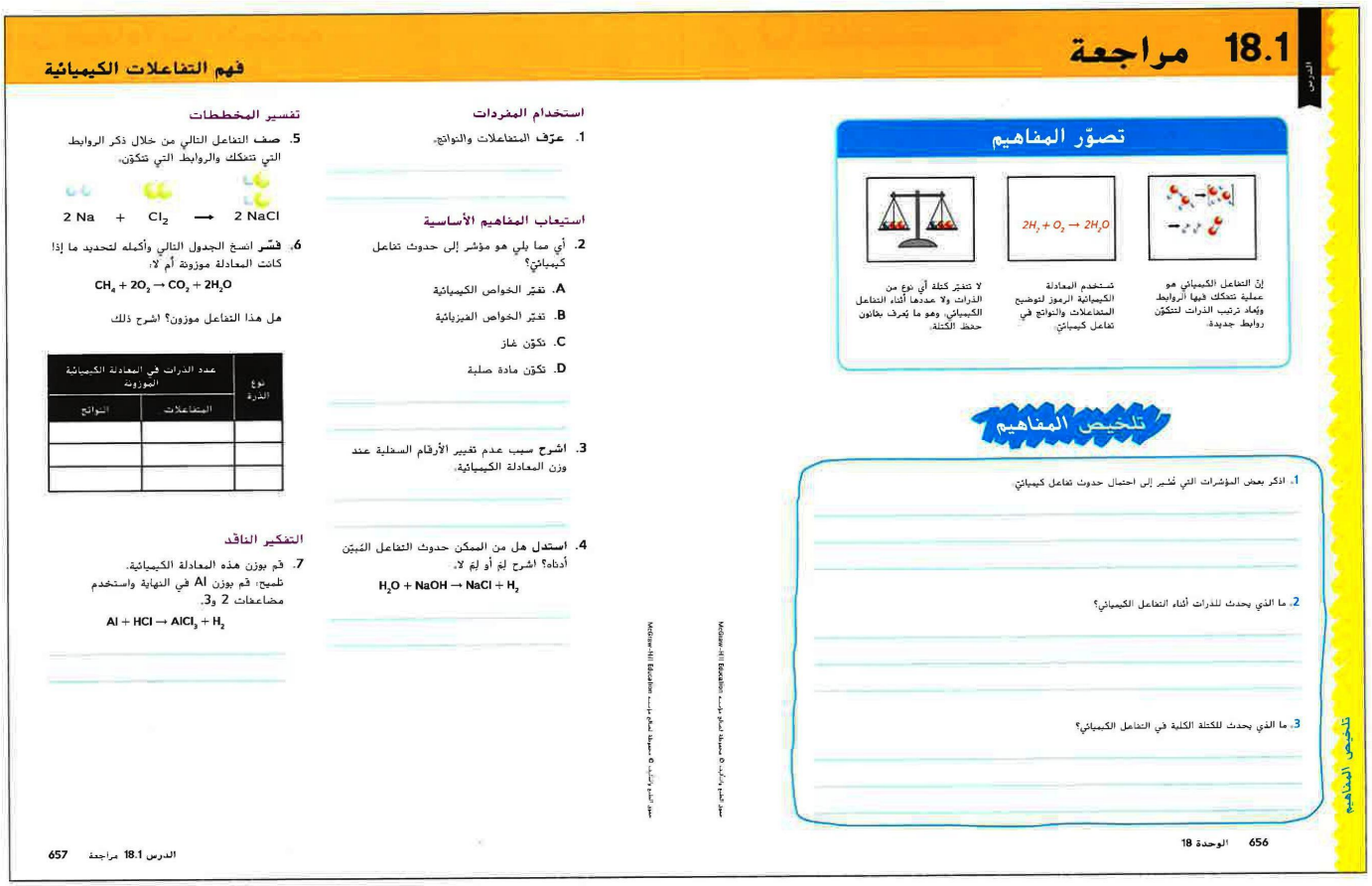
استراتيجية القراءة

رَسم رسم تخطيطي اطلب من الطلاب تمثيل خطوات وزن المعادلات الكيميائية في الجدول 2 في صورة مخطط انسيابي. تأكد من أنّ الطلاب يعكسون اتجاه الأسهم من الخطوة 3 إلى الخلف للتأكد مرتين من أنّ كل العناصر موزونة.

عرض المعلم التوضيحي

وزن المعادلة راجع خطوات وزن المعادلة الواردة في الجدول باستخدام الوسائل التعليمية اليدوية. قم بقطع دوائر من الورق الأزرق لتمثيل ذرات الأكسجين ودوائر من الورق الأحمر لتمثيل ذرات الهيدروجين. راجع كل خطوة من خطوات وزن المعادلة، مع عرض الدوائر لتمثيل الذرات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الدرس

18.1 مراجعة

تصوّر المفاهيم

إنّ التفاعل الكيميائي هو عملية تتفكك فيها الروابط وتُعاد ترتيب الذرات لتتكوّن روابط جديدة.

تستخدم المعادلة الكيميائية الرموز لتوضيح المتفاعلات والنواتج في تفاعل كيميائي.

لا تتغيّر كتلة أي نوع من الذرات، ولا عددها أثناء التفاعل الكيميائي، وهو ما يُعرف بقانون حفظ الكتلة.

تلخيص المفاهيم

1. اذكر بعض المؤشرات التي تُشير إلى احتمال حدوث تفاعل كيميائي.
2. ما الذي يحدث للذرات أثناء التفاعل الكيميائي؟
3. ما الذي يحدث للكتلة الكلية في التفاعل الكيميائي؟

تلخيص المفاهيم

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

فهم التفاعلات الكيميائية

استخدام المفردات

1. **عرّف** المتفاعلات والنواتج.

استيعاب المفاهيم الأساسية

2. أي مما يلي هو مؤشر إلى حدوث تفاعل كيميائي؟
   - A. تغيّر الخواص الكيميائية
   - B. تغيّر الخواص الفيزيائية
   - C. تكوّن غاز
   - D. تكوّن مادة صلبة
3. **اشرح** سبب عدم تغيير الأرقام السفلية عند وزن المعادلة الكيميائية.
4. **استدل** هل من الممكن حدوث التفاعل المُبيّن أدناه؟ اشرح لِمَ أو لِمَ لا.

$H_2O + NaOH \rightarrow NaCl + H_2$

تفسير المخططات

5. **صف** التفاعل التالي من خلال ذكر الروابط التي تتفكك والروابط التي تتكوّن.

6. **فسّر** انسخ الجدول التالي وأكمله لتحديد ما إذا كانت المعادلة موزونة أم لا.

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

هل هذا التفاعل موزون؟ اشرح ذلك

نوع الذرة	عدد الذرات في المعادلة الكيميائية الموزونة	
	المتفاعلات	النواتج

التفكير الناقد

7. قم بوزن هذه المعادلة الكيميائية. تلميح: قم بوزن Al في النهاية واستخدم مضاعفات 2 و3.

$Al + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2$

McGraw-Hill Education حقوق النشر © محفوظة لصالح مؤسسة

ملخص مرئي

يسهل تذكّر المفاهيم والمصطلحات عندما ترتبط بصورة. **اطرح السؤال: ما المفهوم الأساسي الذي ترتبط به كل صورة؟**

تلخيص المفاهيم

يمكن ايجاد المعلومة اللازمة لإكمال خريطة المفاهيم في واحد من الأقسام التالية:

- موشرات حدوث التفاعل الكيميائي
- ما الذي قد يحدث في التفاعل الكيميائي؟
- المعادلات الكيميائية
- حفظ الكتلة

استخدام المفردات

1. إنّ المتفاعلات عبارة عن المواد الموجودة عند بدء التفاعل الكيميائي. والنواتج هي المواد الناتجة من التفاعل الكيميائي.

استيعاب المفاهيم الأساسية

2. A. تغيّر الخواص الكيميائية.
3. يؤدي تغيير الأرقام السفلية إلى تغيير المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل. بالتالي تكون الصيغ الجديدة غير دقيقة في تمثيل المواد المشاركة في التفاعل.
4. إنّ التفاعل غير ممكن لتغيّرنّ الأكسجين يمثّل أحد المتفاعلات ولكنه غير موجود في النواتج. والكلور موجود في النواتج لكنه ليس ضمن المتفاعلات.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تفسير المخططات

5. في هذا التفاعل، تنكسر الروابط بين ذرات الكلور وتتكوّن روابط بين ذرات الصوديوم والكلور.

6 نعم، المعادلة موزونة. إنّ عدد الذرات متساوٍ على كلا جانبي المعادلة.

نوع الذرة	عدد الذرات في المعادلة الكيميائية الموزونة	
	المتفاعلات	النواتج
الكربون (C)	1	1
الهيدروجين (H)	4	4
الأكسجين (O)	4	4

التفكير الناقد

7. إنّ مضاعف العددين 2 و3 هو العدد 6. ضع المعامل 6 أمام HCl. وضع المعامل 2 أمام $AlCl_3$ لوزن الكلور. وضع 3 أمام H_2 لوزن H_2. وأخيرًا ضع 2 أمام Al لوزن الألمنيوم.

$Al + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2$

$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$ عمق المعرفة 2

ملاحظات المعلم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education