حلول
الحلول اون لاين
hulul.online
www.ien.edu.sa

تصنيف التفاعلات الكيميائية

Classifying Chemical Reactions

الأهداف

- **تصنف** التفاعلات الكيميائية.
- **تحدد** مميزات الأنواع المختلفة للتفاعلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

الفلز: عنصر يكون صلبًا في الغالب عند درجة حرارة الغرفة، وموصلًا جيدًا للحرارة والكهرباء، ولامعًا عمومًا.

المفردات الجديدة

تفاعل التكوين
تفاعل الاحتراق
تفاعل التفكك
تفاعل الإحلال البسيط
تفاعل الإحلال المزدوج
الراسب

الفكرة الرئيسة **هناك أربعة أنواع من التفاعلات الكيميائية، هي: التكوين، والاحتراق، والتفكك، والإحلال.**

الربط مع الحياة قد تحتاج إلى وقت طويل للعثور على كتاب ما في مكتبة غير منظمة. لذا تُصنف الكتب في المكتبات في مجموعات مختلفة لتسهيل عملية البحث عنها. وكذلك تصنف التفاعلات الكيميائية إلى أنواع مختلفة.

أنواع التفاعلات الكيميائية Types of Chemical Reactions

يصنف الكيميائيون التفاعلات الكيميائية لتنظيم الأعداد الكبيرة من هذه التفاعلات التي تحدث يوميًا. إن معرفة أنواع التفاعلات الكيميائية تساعدك على تذكرها وفهمها، كما تساعدك أيضًا على معرفة أنماط حدوثها وتوقع نواتج الكثير منها. وهناك عدة طرائق لتصنيف التفاعلات الكيميائية، من أبسطها تلك التي تصنف التفاعلات إلى أربعة أنواع، هي: التكوين، والاحتراق، والتفكك، والإحلال. وقد تندرج بعض التفاعلات تحت أكثر من نوع من هذه الأنواع.

تفاعلات التكوين Synthesis Reactions

تفاعل التكوين تفاعل كيميائي تتحد فيه مادتان أو أكثر لتكوين مادة واحدة، ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة الآتية:

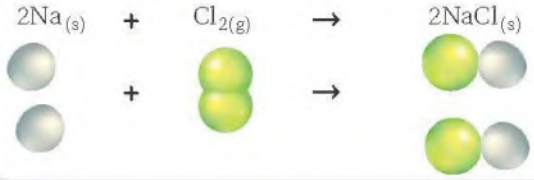
$$A + B \rightarrow AB$$

عندما يتفاعل عنصران فإن التفاعل بينهما يكون دائمًا تفاعل تكوين. فعلى سبيل المثال، يتفاعل عنصر الصوديوم مع عنصر الكلور وينتج كلوريد الصوديوم، انظر **الشكل 9–4**. كما يمكن أن يتحد مركبان لتكوين مركب واحد. فمثلًا التفاعل بين أكسيد الكالسيوم CaO والماء H_2O لتكوين هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ هو تفاعل تكوين.

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)}$$

وهناك نوع آخر من تفاعلات التكوين يتضمن تفاعل مركب مع عنصر، مثل تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع غاز الأكسجين O_2 لتكوين غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$$



الشكل 9–4 يتفاعل عنصرا الصوديوم والكلور لتكوين مركب واحد، هو كلوريد الصوديوم.

الشكل 10–4 الضوء الناتج هنا هو نتيجة تفاعل احتراق بين الأكسجين وفلزات مختلفة.

تفاعلات الاحتراق Combustion Reactions

يمكن أن يصنف تفاعل التكوين بين الأكسجين وثاني أكسيد الكبريت على أنه تفاعل احتراق أيضًا. في تفاعل الاحتراق، كالذي يظهر في **الشكل 10–4**، يتحد الأكسجين مع مادة كيميائية مطلقًا طاقة على شكل حرارة وضوء. ويمكن للأكسجين أن يتحد بهذه الطريقة مع مواد كثيرة مختلفة، مما يجعل تفاعلات الاحتراق شائعة. ولمعرفة المزيد عن اكتشاف التفاعلات الكيميائية سواء كانت تفاعلات احتراق أو غيرها، انظر **الشكل 11–4**. فيحدث تفاعل الاحتراق مثلًا بين الهيدروجين والأكسجين عندما يسخَّن الهيدروجين؛ حيث يتكون الماء خلال التفاعل، وتنطلق كمية كبيرة من الطاقة، انظر **الشكل 12–4**. كما يحدث تفاعل احتراق عند حرق الفحم للحصول على الطاقة، بحسب المعادلة الآتية:

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$

المفردات

أصل الكلمة

الاحتراق (Combustion): أصل هذه الكلمة لاتيني comburere، وتعني يحترق.

الحلول أون لاين
hulul.online

الشكل 11–4

تفاعلات كيميائية من واقع الحياة

عمل الناس على مر العصور على فهم الطاقة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية والاستفادة منها في حل مشاكلهم.

1600

في 1635م افتتح أول مصنع للتفاعلات الكيميائية في ولاية بوسطن الأمريكية فكان ينتج الملح الصخري، ومكونات البارود، والشب الذي يستخدم في دباغة جلود الحيوانات.

1700

في 1775م أثبت أنطوني لافوازيه أن تفاعلات الاحتراق طاردة للطاقة، وتتطلب وجود الأكسجين.

1800

في عام 1800م أدت بعض أبحاث النبات إلى اكتشاف معادلة كيميائية موزونة لعملية البناء الضوئي.

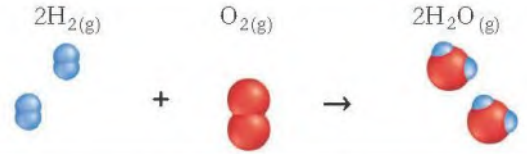
1905

في عام 1885م اخترع محرك الاحتراق الداخلي، وقد صار فيما بعد نموذجًا للمحرك الحديث.

1920

1909-1910م قام العالمان الألمانيان فرتز هابر وكارل بوش بوضع عملية لتحضير الأمونيا.

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online



الشكل 12–4 يتكون الماء خلال تفاعل الاحتراق بين غازي الهيدروجين والأكسجين.

حلل لماذا يعد هذا التفاعل تفاعل احتراق وتفاعل تكوين أيضًا؟

لاحظ أن جميع تفاعلات الاحتراق التي ذُكرت هي تفاعلات تكوين أيضًا، إلا أنه ليس كل تفاعلات الاحتراق تفاعلات تكوين. فمثلاً ينتج تفاعل احتراق غاز الميثان أكثر من مركب، كما هو مبين في المعادلة الآتية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

الميثان هو المكون الرئيس للغاز الطبيعي، وينتمي إلى مجموعة من المركّبات تسمى الهيدروكربونات، وهي المكون الأساسي للنفط. وتحتوي الهيدروكربونات جميعها على كربون وهيدروجين، وتحترق في الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وكمية كبيرة من الطاقة، وهذا ما يجعل من النفط المصدر الأساسي للطاقة في حياتنا.

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للتفاعلات الآتية، وصنف كل تفاعل منها:

18. تفاعل الألومنيوم مع الكبريت لإنتاج كبريتيد الألومنيوم الصلب.
19. تفاعل الماء مع غاز خامس أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_5 لإنتاج حمض النيتريك.
20. تفاعل غازي ثاني أكسيد النيتروجين والأكسجين، لإنتاج غاز خامس أكسيد ثنائي النيتروجين.
21. **تحفيز** تفاعل حمض الكبريتيك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم لإنتاج محلول كبريتات الصوديوم والماء.

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online

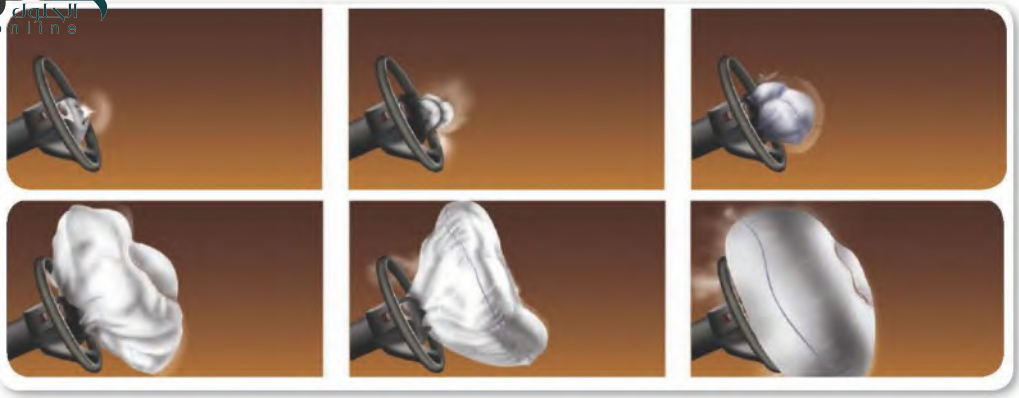
1974-1978م أثبت الباحثون أن الكلوروفلوروكربونات CFCs تستنزف طبقة الأوزون. لذلك تم حظر استعمال علب الرش التي تستعمل فيها CFCs.

في عام 2004م اكتشف العلماء أن الطيور المهاجرة تسترشد بتفاعلات كيميائية تحدث في أجسامها وتتأثر بالمجال المغناطيسي للأرض.

2010 | 1995 | 1980 | 1965 | 1950

في عام 1995 م استعان الباحثون بالمجهر الذري لإحداث تفاعلات كيميائية، وملاحظة آلية حدوثها على المستوى الجزيئي، مما مهد لهندسة النانو.

في عام 1952 م غطى دخان كثيف من ثاني أكسيد الكبريت وبعض نواتج احتراق الفحم مدينة لندن مدة خمسة أيام وتسبب في 4000 حالة وفاة.



الشكل 13–4 ينتج عن تفكك أزيد الصوديوم NaN_3 غاز النيتروجين، وهو التفاعل الذي يستعمل في نفخ أكياس الهواء في السيارات.

تفاعلات التفكك Decomposition Reactions

تفاعل التفكك هو تفاعل يتفكك فيه مركب واحد لإنتاج عنصرين أو أكثر أو مركبات جديدة. ولهذا فإن تفاعلات التفكك هي عكس تفاعلات التكوين. ويمكن تمثيلها بالمعادلة العامة الآتية:

$$AB \rightarrow A + B$$

وغالبًا ما تحتاج تفاعلات التفكك إلى مصدر للطاقة، كالحرارة أو الضوء أو الكهرباء. تتفكك نترات الأمونيوم مثلًا إلى أكسيد النيتروجين وماء عندما تسخن إلى درجة حرارة عالية:

$$NH_4NO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

لاحظ أن هذا التفاعل يتضمن تفكك مادة متفاعلة واحدة إلى أكثر من ناتج. ومن الأمثلة المشهورة على تفاعلات التفكك تفكك أزيد الصوديوم وفق المعادلة الآتية:

$$2NaN_{3(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$$

ويستعمل هذا التفاعل في نفخ أكياس الهواء (أكياس السلامة) في السيارات، انظر الشكل **13–4**؛ حيث يوضع في الكيس مع الأزيد جهاز يوفر إشارة كهربائية لبدء التفاعل. وعندما ينشط الجهاز نتيجة الاصطدام يتحلل أزيد الصوديوم منتجًا غاز النيتروجين الذي ينفخ الكيس بسرعة.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات التحلل (التفكك) الآتية:

22. يتفكك أكسيد الألومنيوم الصلب عندما تسري فيه الكهرباء إلى ألومنيوم صلب وغاز الأكسجين .
23. يتفكك هيدروكسيد النيكل II الصلب لإنتاج أكسيد النيكل II الصلب والماء.
24. **تحفيز** ينتج عن تسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية الصلبة كربونات الصوديوم الذائبة وماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

الشكل 14–4 في تفاعل الإحلال البسيط تحل ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

تفاعلات الإحلال Replacement Reactions

هناك الكثير من التفاعلات التي تتضمن إحلال عنصر محل عنصر آخر في مركب، وتسمى هذه التفاعلات تفاعلات الإحلال. وهناك نوعان منها، هما الإحلال البسيط، والإحلال المزدوج.

تفاعلات الإحلال البسيط: يبين **الشكل (a) 14–4** التفاعل بين الليثيوم والماء، حيث تحل فيه ذرة ليثيوم محل ذرة واحدة من ذرتي الهيدروجين في الماء، كما توضحه المعادلة الآتية:

$$2Li_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2LiOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

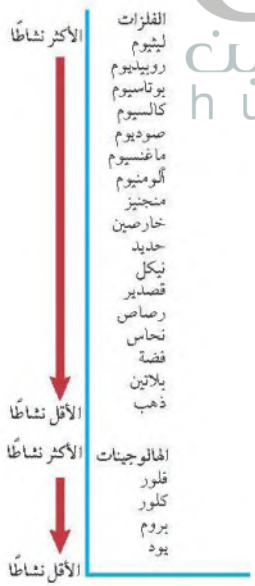
ويسمى التفاعل الذي تحل فيه ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب **تفاعل الإحلال البسيط**، ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة الآتية:

$$A + BX \rightarrow AX + B$$

الفلز يحل محل الهيدروجين أو فلز آخر التفاعل بين الليثيوم والماء أحد الأمثلة على تفاعلات الإحلال البسيط؛ حيث تحل فيه ذرة فلز محل ذرة هيدروجين في جزيء الماء. ويحدث نوع آخر من الإحلال البسيط عندما يحل فلز محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء. يظهر **الشكل (b) 14–4** حدوث تفاعل إحلال بسيط عند وضع صفيحة من النحاس في محلول مائي لنترات الفضة. فالبلورات المتراكمة على قطعة النحاس هي ذرات الفضة التي حلت محلها ذرات النحاس.

$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

لا يحل الفلز دائمًا محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء؛ وذلك لأن الفلزات تختلف في نشاطها، ويقصد بالنشاط مقدرة الفلز على التفاعل مع مادة أخرى. ويبين **الشكل 15–4** سلسلة النشاط الكيميائي لبعض الفلزات. وتستخدم تفاعلات الإحلال في تحديد موقع الفلزات في السلسلة؛ حيث يوجد أنشط الفلزات في أعلى السلسلة، بينما يوجد أقلها نشاطًا في أسفلها. وقد رتبت الهالوجينات أيضًا في سلسلة النشاط الكيميائي بحسب نشاطها، كما هو مبين في **الشكل 15–4**.



الشكل 15–4 سلسلة النشاط الكيميائي كالمبينة هنا للفلزات والهالوجينات هي أداة مفيدة في تحديد إمكانية حدوث تفاعل كيميائي، وتحديد نواتج تفاعلات الإحلال البسيط.

يمكنك استعمال سلسلة النشاط الكيميائي لتتوقع ما إذا كان سيحدث تفاعل أم لا. فلز يمكنه أن يحل محل أي فلز يقع بعده في سلسلة النشاط الكيميائي، ولكن لا يمكنه أن يحل محل أي فلز يقع قبله. فمثلًا تحل ذرات النحاس محل ذرات الفضة في محلول نترات الفضة، ولكن لو وضعت سلكًا من الفضة في محلول نترات النحاس II فإن ذرات الفضة لا تحل محل ذرات النحاس؛ لأن الفضة تقع بعد النحاس في سلسلة النشاط الكيميائي. ولهذا لا يحدث تفاعل. ويستخدم الرمز (NR) عادة للدلالة على عدم حدوث تفاعل كيميائي.

$$Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow NR$$

اللافلز يحل محل اللافلز هناك نوع ثالث من تفاعلات الإحلال البسيط، حيث يحل فيه لافلز محل لافلز آخر في مركب. كما هو شائع في بعض تفاعلات الهالوجينات. فالهالوجينات كالفلزات؛ فهي تظهر مستويات مختلفة من النشاط في تفاعلات الإحلال. ويوضح **الشكل 15–4** سلسلة النشاط الكيميائي للهالوجينات، التي تبين أن الفلور أنشط الهالوجينات، واليود أقلها نشاطًا. فالهالوجين الأنشط يحل محل الهالوجين الأقل نشاطًا في مركب ذائب في الماء. فالفلور مثلًا يحل محل البروم في محلول مائي لبروميد الصوديوم. لكن لا يحل البروم محل الفلور في محلول مائي لفلوريد الصوديوم.

$$F_{2(g)} + 2NaBr_{(aq)} \rightarrow 2NaF_{(aq)} + Br_{2(l)}$$

$$Br_{2(l)} + 2NaF_{(aq)} \rightarrow NR$$

تجربة عملية
تفاعلات الإحلال البسيط
ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين

ماذا قرأت؟ وضّح كيف يحدث تفاعل الإحلال البسيط؟

مختبر حل المشكلات

تحليل التدرج في الخواص

كيف تُفسر نشاط الهالوجينات؟ تقع الهالوجينات في المجموعة رقم 17 من الجدول الدوري، ويخبرنا هذا بأن للهالوجينات بعض الخواص العامة؛ فجميع الهالوجينات لا فلزات، ويوجد في مستويات طاقاتها الخارجية سبعة إلكترونات. ومع ذلك فلكل هالوجين ما يميزه من الخواص، ومن ذلك مدى قابلية التفاعل مع مادة أخرى.

التحليل

تفحص الشكل المبين الذي يظهر ترتيب الهالوجينات بحسب نشاطها الكيميائي.

الهالوجينات — الأكثر نشاطًا

فلور
كلور
بروم
يود

الأقل نشاطًا

التفكير الناقد

1. فسر كيف تساعدك سلسلة نشاط الهالوجينات على توقع ما إذا كان التفاعل سيحدث أم لا؟
2. هل يحل الفلور محل الكلور في محلول مائي لكلوريد الصوديوم؟ فسر إجابتك.
3. ادرس المعادلة الآتية:

$$I_{2(g)} + NaBr_{(aq)} \rightarrow NR$$

لماذا لا يحل اليود محل البروم؟

4. أي الهالوجينات يتفاعل أسرع مع الصوديوم؟

مثال 2–4

تفاعلات الإحلال البسيط توقع نواتج التفاعلات الكيميائية الآتية، واكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة تمثل كلًّا منها:

a. $Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow$

b. $Br_{2(l)} + MgCl_{2(aq)} \rightarrow$

c. $Mg_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow$

1 تحليل المسألة

استخدم الشكل **15–1** لتحدد ما إذا كان كل من التفاعلات الكيميائية السابقة سيحدث أم لا، وحدِّد نواتج كل تفاعل يتوقع حدوثه، واكتب معادلة كيميائية رمزية تمثل التفاعل، وزِنْها.

2 حساب المطلوب

a. يقع الحديد قبل النحاس في سلسلة النشاط الكيميائي. ولهذا فإن التفاعل سيحدث؛ لأن الحديد أنشط من النحاس. وفي هذه الحالة يحل الحديد محل النحاس، وتكون المعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل على النحو الآتي:

$$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow FeSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

وهذه المعادلة موزونة.

b. البروم أقل نشاطًا من الكلور؛ لأنه يقع بعد الكلور في سلسلة النشاط الكيميائي، ولهذا لا يحدث تفاعل. ويمكن تمثيل ذلك بالمعادلة الكيميائية الرمزية الآتية:

$$Br_{2(l)} + MgCl_{2(aq)} \rightarrow NR$$

وفي هذه الحالة لا تتطلب المعادلة وزنًا.

c. يقع الماغنسيوم قبل الألومنيوم في سلسلة النشاط الكيميائي، ولهذا فإن التفاعل سيحدث؛ لأن الماغنسيوم أنشط من الألومنيوم. وفي هذه الحالة يحل الماغنسيوم محل الألومنيوم، وتكون المعادلة الكيميائية الرمزية غير الموزونة للتفاعل:

$$Mg_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + Al_{(s)}$$

والمعادلة الموزونة هي: $3Mg_{(s)} + 2AlCl_{3(aq)} \rightarrow 3MgCl_{2(aq)} + 2Al_{(s)}$

3 تقويم الإجابة

تدعم سلسلة النشاط الكيميائي الموضحة في الشكل **15–4** التوقعات. المعادلات الكيميائية موزونة؛ لأن عدد الذرات هو نفسه في طرفي المعادلة.

مسائل تدريبية

توقع ما إذا كانت تفاعلات الإحلال البسيط الآتية ستحدث أم لا، وأكمل المعادلة الكيميائية الرمزية لكل تفاعل يتوقع حدوثه، ثم زنها:

25. $Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow$

26. $Cl_{2(g)} + HF_{(aq)} \rightarrow$

27. $Fe_{(s)} + Na_3PO_{4(aq)} \rightarrow$

28. تحفيز $Al_{(s)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow$

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

$$AX + BY \rightarrow AY + BX$$

$$Ca(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

الشكل 16–4 تتبادل الأيونات أماكنها في تفاعلات الإحلال المزدوج كما في تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم وحمض الهيدروكلوريك.

تفاعلات الإحلال المزدوج يسمى التفاعل الذي يتم فيه تبادل الأيونات بين مركبين **تفاعل الإحلال المزدوج**. انظر المعادلة العامة في الشكل 16–4.

يمثّل الرمزان A و B في هذه المعادلة أيونين موجبين، بينما يمثل الرمزان X و Y أيونين سالبين. لاحظ أن الأيونين السالبين قد تبادلا موقعيهما، وصارا مرتبطين بأيونين موجبين مختلفين، وبمعنى آخر، حل X محل Y، وحل Y محل X. ولهذا السبب يسمى التفاعل تفاعل الإحلال المزدوج. فتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مثلاً وحمض الهيدروكلوريك الموضح في المعادلة الآتية هو إحلال مزدوج.

$$Ca(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

الأيونات في التفاعل هي: Ca^{2+}, OH^-, H^+, Cl^-. لاحظ أن الأيونين السالبين Cl^- و OH^- قد غيّرا موقعيهما، وارتبطا بالأيونين الموجبين Ca^{2+} و H^+، على الترتيب. كما أن تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع كلوريد النحاس II هو أيضًا تفاعل إحلال مزدوج.

$$2NaOH_{(aq)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

لاحظ أن الأيونين السالبين Cl^- و OH^- قد غيّرا موقعيهما وارتبطا بأيونين موجبين آخرين Na^+ و Cu^{2+}، ويظهر من الشكل 17–4 أن ناتج هذا التفاعل مادة صلبة لا تذوب في الماء، وهي هيدروكسيد النحاس II. وتسمى المادة الصلبة التي تنتج خلال تفاعل كيميائي في محلولٍ ما **راسبًا**.

نواتج تفاعلات الإحلال المزدوج إحدى المميزات الأساسية لتفاعلات الإحلال المزدوج هي نوع الناتج المتكون عندما يحدث التفاعل. فجميع هذه التفاعلات تنتج ماءً، أو راسبًا، أو غازًا.

الشكل 17–4 عندما يضاف هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كلوريد النحاس II، تتبادل أيونات Cl^- و OH^- موقعيهما، وينتج عن التفاعل كلوريد الصوديوم الذي يبقى ذائبًا في المحلول، وهيدروكسيد النحاس II الذي يترسب في صورة مادة صلبة زرقاء اللون.

الجدول 8–4 الخطوات الأساسية لكتابة المعادلات الكيميائية الموزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج

الخطوات	مثـــال
1. اكتب الصيغ الكيميائية للمتفاعلات.	$Al(NO_3)_3 + H_2SO_4$
2. عيّن الأيونات الموجبة والسالبة في كل مركب.	$Al(NO_3)_3$ فيه Al^{3+} و NO^{3-} H_2SO_4 فيه H^+ و SO_4^{2-}
3. اربط بين كل أيون موجب والأيون السالب في المركب الآخر.	Al^{3+} يرتبط مع SO_4^{2-} H^+ يرتبط مع NO_3^-
4. اكتب الصيغ الكيميائية للنواتج مستعينًا بالخطوة 3.	$Al_2(SO_4)_3$ HNO_3
5. اكتب المعادلة الكيميائية الكاملة لتفاعل الإحلال المزدوج.	$Al(NO_3)_{3(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3(s)} + HNO_{3(aq)}$
6. زن المعادلة.	$2Al(NO_3)_{3(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3(s)} + 6HNO_{3(aq)}$

ارجع إلى تفاعلَي الإحلال المزدوج اللذين نوقشا؛ حيث ينتج ماء عن تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع حمض الهيدروكلوريك، وينتج عن تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع كلوريد النحاس II راسب. ومن تفاعلات الإحلال المزدوج التي تُنتج غازًا تفاعل سيانيد البوتاسيوم KCN وحمض الهيدروبروميك HBr.

$$KCN_{(aq)} + HBr_{(aq)} \rightarrow KBr_{(aq)} + HCN_{(g)}$$

ويبين **الجدول 8–4** الخطوات الأساسية لكتابة معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج.

ماذا قرأت؟ **صف** ما يحدث للأيونات السالبة في تفاعلات الإحلال المزدوج.

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج الآتية:

29. تتفاعل المادتان اللتان عن اليسار معًا لإنتاج يوديد الفضة الصلب ومحلول نترات الليثيوم.

30. يتفاعل محلول كلوريد الباريوم مع محلول كربونات البوتاسيوم لإنتاج كربونات الباريوم الصلبة ومحلول كلوريد البوتاسيوم.

31. يتفاعل محلول كبريتات الصوديوم مع محلول نترات الرصاص II لإنتاج كبريتات الرصاص II الصلبة ومحلول نترات الصوديوم.

32. **تحفيز** يتفاعل حمض الإيثانويك (CH_3COOH) (حمض الخل) مع هيدروكسيد البوتاسيوم لإنتاج إيثانوات البوتاسيوم (خلات البوتاسيوم) والماء.

$AgNO_{3(aq)}$ $LiI_{(aq)}$

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online

الجدول 9–4 النواتج المتوقعة لبعض التفاعلات الكيميائية

نوع التفاعل	المواد المتفاعلة	النواتج المتوقعة	المعادلة العامة
التكوين	• مادتان أو أكثر	• مركب واحد	$A + B \rightarrow AB$
الاحتراق	• فلز وأكسجين • لافلز وأكسجين • مركب وأكسجين	• أكسيد الفلز • أكسيد اللافلز • أكسيدان أو أكثر	$A + O_2 \rightarrow AO$
التفكك	مركب واحد	عنصران أو أكثر و/أو مركبات أخرى	$AB \rightarrow A + B$
الإحلال البسيط	فلز ومركب لافلز ومركب	مركب جديد والفلز المستعاض عنه مركب جديد واللافلز المستعاض عنه	$A + BX \rightarrow AX + B$
الإحلال المزدوج	مركبان	مركبان مختلفان، أحدهما صلب، أو ماء، أو غاز.	$AX + BY \rightarrow AY + BX$

يلخص الجدول **9–4** أنواع التفاعلات الكيميائية. يمكنك الاستعانة بالجدول لمعرفة أنواع التفاعلات المختلفة وتوقع نواتجها. على سبيل المثال، كيف تحدد نوع التفاعل بين أكسيد الكالسيوم الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون في إنتاج كربونات الكالسيوم الصلبة؟

أولاً: اكتب المعادلة الكيميائية.

$$CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$$

ثانيًا: حدد ما يحدث في التفاعل. في هذه الحالة، تتفاعل مادتان وينتج عنهما مركب واحد.

ثالثًا: استعن بالجدول لتحديد نوع التفاعل. التفاعل هو تفاعل تكوين.

رابعًا: تأكد من إجابتك بمقارنة معادلة التفاعل بالمعادلة العامة لنوع التفاعل.

$$CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$$
$$A + B \rightarrow AB$$

الحلول أون لاين
hulul.online

التقويم 4-2

الخلاصة

- يسهّل تصنيف التفاعلات الكيميائية فهمها وتذكرها وتعرّفها.
- تستخدم سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات والهالوجينات في توقع حدوث تفاعلات الإحلال البسيط.

33. **الفكرة الرئيسة** وضّح الأنواع الأربعة من التفاعلات الكيميائية وخواصها.
34. **اشرح** كيف تم ترتيب سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات؟
35. **قارن** بين تفاعلات الإحلال البسيط والإحلال المزدوج.
36. **صف** ماذا ينتج عن تفاعل الإحلال المزدوج؟
37. **صنّف.** ما نوع التفاعل المرجح حدوثه عندما يتفاعل الباريوم مع الفلور؟ اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.
38. **فسّر البيانات.** هل يمكن للتفاعل الآتي أن يحدث؟ فسّر إجابتك.

$$3Ni + 2AuBr_3 \rightarrow 3NiBr_2 + 2Au$$