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

التفاعلات في المحاليل المائية
Reactions in Aqueous Solutions

الأهداف

- **تصف** المحاليل المائية.
- **تكتب** معادلات أيونية كاملة ومعادلات أيونية نهائية للتفاعلات الكيميائية في المحاليل المائية.
- **تتوقع** ما إذا كانت التفاعلات في المحاليل المائية ستؤدي إلى إنتاج راسب، أو ماء، أو غاز.

مراجعة المفردات

المحلول: مخلوط متجانس قد يحوي مواد صلبة، أو سائلة، أو غازية.

المفردات الجديدة

المحلول المائي
المذاب
المذيب
المعادلة الأيونية الكاملة
الأيونات المتفرجة
المعادلة الأيونية النهائية

الفكرة الرئيسة **تحدث تفاعلات الإحلال المزدوج بين المواد في المحاليل المائية، وتؤدي إلى إنتاج رواسب، أو ماء، أو غازات.**

الربط مع الحياة يستعمل مسحوق نكهة الليمون في تحضير شراب الليمون. فعندما يضاف المسحوق إلى الماء فإن بلوراته تذوب فيه مكوّنة محلولًا له نكهة الليمون.

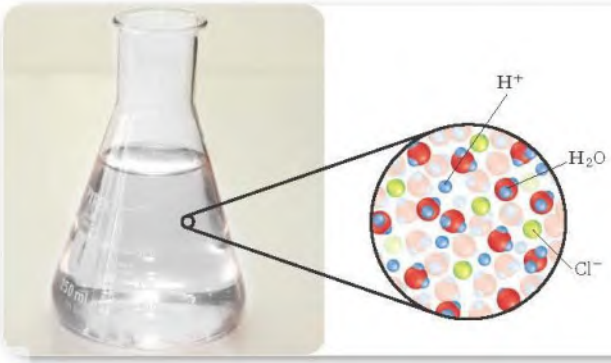
المحاليل المائية Aqueous Solutions

عرفتَ سابقًا أن المحلول مخلوط متجانس. كما أنَّ الكثير من التفاعلات التي نوقشت تتضمن موادّ مذابة في الماء، أيْ تكون على شكل محاليل مائية. والمحلول المائي يحتوي على مادة أو أكثر مذابة في الماء تسمى المذاب. أما الماء – أكبر مكوّنات المحلول – فيسمى المذيب.

المركبات الجزيئية في المحلول الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائمًا، أما المواد التي قد تذوب فيه فهي كثيرة. فالسكروز (سكر المائدة)، والإيثانول (الكحول) هما مركبان يذوبان في المحلول في صورة جزيئات، وهناك مواد جزيئية (تساهمية) تكوّن أيونات عندما تذوب في الماء. فالمركب الجزيئي كلوريد الهيدروجين مثلًا يكوّن أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد عندما يذوب في الماء، كما هو مبين في **الشكل 18–4**. ويمكن تمثيل عملية التأين هذه بالمعادلة الآتية:

$$HCl_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

تسمى المركبات التي تنتج أيونات الهيدروجين – ومنها كلوريد الهيدروجين – أحماضًا، ولهذا فإن محلول كلوريد الهيدروجين المائي يُسمى حمض الهيدروكلوريك. وسوف تعرف أكثر عن الأحماض لاحقًا.



الشكل 18–4 يتفكك حمض الهيدروكلوريك HCl في الماء إلى أيونات هيدروجين H^+، وأيونات كلوريد Cl^-.

المركبات الأيونية في المحلول تتكون المركبات الأيونية من أيونات موجبة وأيونات سالبة مرتبطة معًا بروابط أيونية. وعندما تذوب المركبات الأيونية في الماء فإن أيوناتها تنفصل بعضها عن بعض. وتسمى هذه العملية التفكك. فالمحلول المائي لكلوريد الصوديوم مثلًا يحتوي على أيونات Na^+ و Cl^-.

أنواع التفاعلات في المحاليل المائية
Types of Reactions in Aqueous Solutions

عند مزج محلولين مائيين يحويان أيونات ذائبة فإن الأيونات قد تتفاعل بعضها مع بعض. وكثير من هذه التفاعلات تفاعلات إحلال مزدوج، ويمكن أن تؤدي إلى ثلاثة أنواع من النواتج هي: راسب، أو ماء، أو غاز. أما جزيئات المذيب ـ وهي في الغالب جزيئات ماء ـ فلا تتفاعل عادةً.

التفاعلات التي تكوّن رواسب بعض التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية تنتج رواسب. فمثلًا، عند خلط محلول هيدروكسيد الصوديوم مع محلول كلوريد النحاس II يحدث تفاعل إحلال مزدوج يؤدي إلى تكوين راسب من هيدروكسيد النحاس II.

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

لاحظ أن المعادلة الكيميائية لا توضح بعض تفاصيل هذا التفاعل؛ فهيدروكسيد الصوديوم وكلوريد النحاس II مركبات أيونية، ولهذا فهما يوجدان في محلوليهما على شكل أيونات Na^+ , OH^- , Cu^{2+} , Cl^- كما هو مبين في **الشكل 19–4**. وعند مزج المحلولين تتحد أيونات Cu^{2+} مع أيونات OH^- لتكوين راسب من هيدروكسيد النحاس **II** $Cu(OH)_2$. أما أيونات Cl^- و Na^+ فتبقى ذائبة في المحلول.

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع

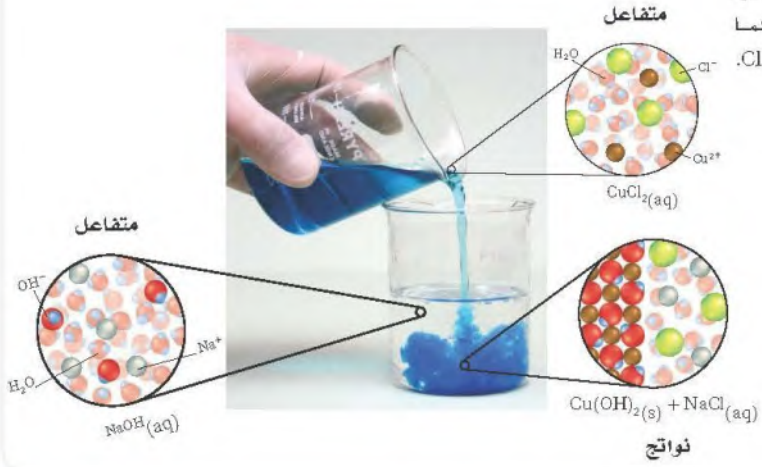
المركب

الاستعمال العلمي: اتحاد عنصرين أو أكثر كيميائيًا.

ملح الطعام مركب ينتج عن اتحاد عنصر الصوديوم مع عنصر الكلور.

الاستعمال الشائع: كلمة تتكون من مقطعين.

ملح الطعام يسمى كلوريد الصوديوم.



الشكل 19–4 يتفكك NaOH في الماء إلى أيوني Na^+ و OH^-، كما يتفكك $CuCl_2$ إلى أيوني Cu^{2+} و Cl^-.

حلول الحلول أون لاين hulul.online

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

تجربة

لاحظ تفاعلاً يكوّن راسبًا

كيف يكوّن محلولان مادة صلبة؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين.
2. ضع 50 mL ماءً مقطرًا في كأس سعتها 150 mL.
3. زن 4 g من حبيبات NaOH، ثم أضفها بالتدريج حبيبة بعد أخرى إلى الكأس. واحرص على تحريك المحلول بساق التحريك حتى تذوب كل حبيبة تمامًا قبل إضافة الأخرى.
4. زن 6 g من ملح إبسوم ($MgSO_4$)، وضعها في كأس أخرى سعتها 150 mL، ثم أضف 50 mL ماء مقطرًا إلى الملح، وحركه بساق التحريك حتى يذوب الملح تمامًا.
5. أضف محلول ملح إبسوم ببطء إلى محلول NaOH، وسجل ملاحظاتك.
6. حرك المحلول الناتج، وسجل ملاحظاتك.
7. اترك الراسب حتى يستقر، ثم افصل السائل عنه في مخبار مدرج سعته 100 mL.
8. تخلص من الراسب كما يرشدك معلمك.

التحليل

1. اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة للتفاعل بين NaOH و $MgSO_4$. ولاحظ أن أغلب مركبات الكبريتات توجد في صورة أيونات في المحاليل المائية.
2. اكتب المعادلة الأيونية الكاملة لهذا التفاعل.
3. حدد أي الأيونات متفرجة، ثم اكتب المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل.

المعادلات الأيونية لتوضيح تفاصيل التفاعلات التي تتضمن أيونات في المحاليل المائية، يستخدم الكيميائيون المعادلات الأيونية، وهي تختلف عن المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة في أنّ المواد التي تكون على شكل أيونات في المحلول تكتب كأيونات في المعادلة. فلكيْ تكتب المعادلة الأيونية لتفاعل محلولي NaOH و $CuCl_2$ مثلًا يجب أن تكتب المتفاعلات والناتج NaCl على شكل أيونات.

$$2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \rightarrow 2Na^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

وتُسمى المعادلة التي تبين الجسيمات في المحلول **المعادلة الأيونية الكاملة**. لاحظ أن أيونات الصوديوم والكلور مواد متفاعلة وناتجة في الوقت نفسه، أيْ أنها لم تشارك في التفاعل، ولهذا تسمى **الأيونات المتفرجة**. وعند شطب هذه الأيونات من طرفي المعادلة الأيونية تحصل على ما يسمى **المعادلة الأيونية النهائية**، وهي تشتمل على الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط.

$$\cancel{2Na^+_{(aq)}} + 2OH^-_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}} \rightarrow \cancel{2Na^+_{(aq)}} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}} + Cu(OH)_{2(s)}$$

لاحظ أنه لم يتبق سوى أيونات الهيدروكسيد والنحاس في المعادلة الأيونية النهائية الموضحة أدناه:

$$2OH^-_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}$$

ماذا قرأت؟ قارن فيم تختلف المعادلات الأيونية عن المعادلات الرمزية الكيميائية؟

حلول الحلول اون لاين hulul.online

مثال 3–4

التفاعلات التي تكوّن راسبًا اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل محلول نترات الباريوم مع محلول كربونات الصوديوم الذي يكوّن راسبًا من كربونات الباريوم.

1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت أسماء المركبات للمواد المتفاعلة والناتج. لكتابة معادلة كيميائية موزونة للتفاعل يجب أن تحدد الكميات النسبية للمواد المتفاعلة والناتجة. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة تحتاج إلى توضيح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والناتجة. وبشطب الأيونات المتفرجة من طرفي هذه المعادلة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

2 حساب المطلوب

اكتب الصيغ الكيميائية الصحيحة والحالات الفيزيائية لكل المواد في التفاعل:

$$Ba(NO_3)_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

$$Ba(NO_3)_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$$ زن المعادلة الكيميائية الرمزية

$$Ba^{2+}{}_{(aq)} + 2NO_3{}^{-}{}_{(aq)} + 2Na^{+}{}_{(aq)} + CO_3{}^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2Na^{+}{}_{(aq)} + 2NO_3{}^{-}{}_{(aq)}$$ وضح أيونات المواد المتفاعلة والناتجة

$$Ba^{2+}{}_{(aq)} + \cancel{2NO_3{}^{-}{}_{(aq)}} + \cancel{2Na^{+}{}_{(aq)}} + CO_3{}^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + \cancel{2Na^{+}{}_{(aq)}} + \cancel{2NO_3{}^{-}{}_{(aq)}}$$ احذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة

$$Ba^{2+}{}_{(aq)} + CO_3{}^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)}$$ اكتب المعادلة الأيونية النهائية

3 تقويم الإجابة

المعادلات موزونة؛ لأن عدد الذرات هو نفسه في طرفيها. وتشتمل المعادلة الأيونية النهائية على عدد أقل من المواد، وتبين الأيونات المتفاعلة لتكوين الراسب (المادة الصلبة).

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة، وأيونية كاملة، وأيونية نهائية لكل من التفاعلات الآتية التي قد تكوّن راسبًا، مستخدمًا (NR) لبيان عدم حدوث تفاعل.

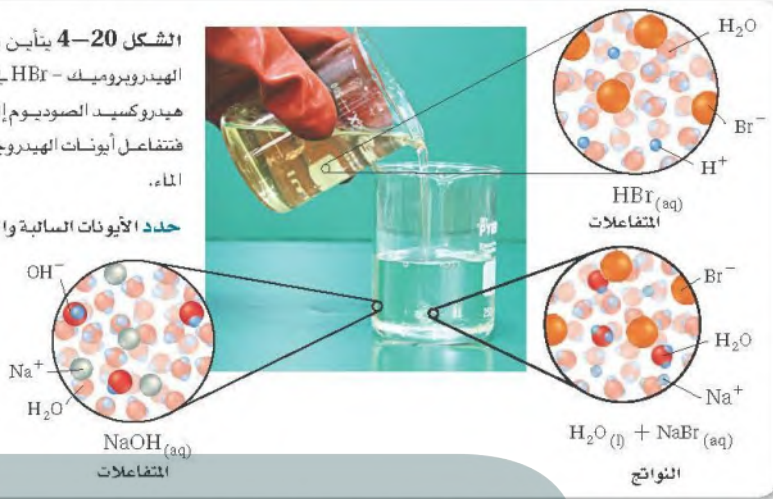
39. عند خلط محلولي يوديد البوتاسيوم KI ونترات الفضة تكوّن راسب من يوديد الفضة.

40. عند خلط محلولي فوسفات الأمونيوم وكبريتات الصوديوم لم يتكون أي راسب، ولم يتصاعد أي غاز.

41. عند خلط محلولي كلوريد الألومنيوم وهيدروكسيد الصوديوم تكوّن راسب من هيدروكسيد الألومنيوم.

42. عند خلط محلولي كبريتات الليثيوم ونترات الكالسيوم تكوّن راسب من كبريتات الكالسيوم.

43. تحفيز عند خلط محلولي كربونات الصوديوم وكلوريد المنجنيز الخماسي (V) تكوّن راسب يحتوي على المنجنيز.



الشكل 20–4 يتأين بروميد الهيدروجين HBr – الهيدروبروميك في الماء إلى H^+ و Br^-. ويتفكك هيدروكسيد الصوديوم إلى Na^+ و OH^- في الماء أيضًا، فتتفاعل أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد وتكوّن الماء.

حدد الأيونات السالبة والأيونات الموجبة في هذا التفاعل.

التفاعلات التي تكوّن ماء هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج يؤدي إلى تكوين جزيئات ماء، فيزداد عدد جزيئات الماء (المذيب). وبخلاف التفاعلات التي يتكون فيها راسب، لا يلاحظ في هذا النوع من التفاعلات دليل على حدوث تفاعل كيميائي؛ لأن الماء عديم اللون والرائحة، كما أنه يشكّل أغلب المحلول. فعندما تخلط محلول حمض الهيدروبروميك HBr مثلًا مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH كما هو مبين في **الشكل 20–4**، يحدث تفاعل إحلال مزدوج، ويتكون ماء، كما هو موضح في المعادلة الآتية:

$$HBr_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NaBr_{(aq)}$$

وينتج عن التفاعل بروميد الصوديوم، ويكون في صورة أيونات في المحلول المائي. وتوضح المعادلة الأيونية الكاملة للتفاعل هذه الأيونات:

$$H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + Na^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$$

لو دققت في هذه المعادلة فسوف تلاحظ أن الأيونات المتفاعلة هي أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد؛ لأن كلًّا من أيونات الصوديوم وأيونات البروميد أيونات متفرجة. وإذا حذفت الأيونات المتفرجة فستبقى فقط الأيونات التي تشارك في التفاعل.

$$H^+_{(aq)} + \cancel{Br^-_{(aq)}} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + \cancel{Br^-_{(aq)}}$$

وتكون المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالآتي:

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

ماذا قرأت؟ حلّل لماذا تسمى أيونات الصوديوم وأيونات البروميد في تفاعل محلول هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروبروميك أيونات متفرجة؟

حلول الحلول أون لاين hulul.online

مثال 4–4

التفاعلات التي تكون ماء اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع محلول هيدروكسيد الليثيوم الذي يكوّن ماء ومحلول كلوريد الليثيوم.

1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت المتفاعلات والنواتج. لكتابة معادلة كيميائية موزونة للتفاعل يجب أن تحدد الصيغ الكيميائية والكميات النسبية للمتفاعلات والنواتج. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة تحتاج إلى توضيح الحالات الأيونية للمتفاعلات والنواتج. وبشطب الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

2 حساب المطلوب

اكتب معادلة كيميائية رمزية للتفاعل، ثم زنها.

$$HCl_{(aq)} + LiOH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + LiCl_{(aq)}$$

وضح أيونات المواد المتفاعلة والناتجة.

$$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Li^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + Li^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

احذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة.

$$H^+_{(aq)} + \cancel{Cl^-_{(aq)}} + \cancel{Li^+_{(aq)}} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + \cancel{Li^+_{(aq)}} + \cancel{Cl^-_{(aq)}}$$

اكتب المعادلة الأيونية النهائية.

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

3 تقويم الإجابة

تشتمل المعادلة الأيونية النهائية على عدد أقل من المواد، وتبين الأيونات المتفاعلة التي تكون الماء.

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة، وأيونية كاملة، وأيونية نهائية للتفاعلات بين المواد الآتية، التي تنتج ماء.

44. عند خلط حمض الكبريتيك H_2SO_4 بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم ينتج ماء ومحلول كبريتات البوتاسيوم.

45. عند خلط حمض الهيدروكلوريك HCl بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء ومحلول كلوريد الكالسيوم.

46. عند خلط حمض النيتريك HNO_3 بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم ينتج ماء ومحلول نترات الأمونيوم.

47. عند خلط كبريتيد الهيدروجين H_2S بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء ومحلول كبريتيد الكالسيوم.

48. تحفيز عند خلط حمض البنزويك C_6H_5COOH وهيدروكسيد الماغنسيوم يتكون ماء وبنزوات الماغنسيوم.

التفاعلات التي تكوّن غازات ينتج عن هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج تكوين غازات، مثل CO_2، و HCN، و H_2S. فعندما تخلط حمض الهيدرويوديك HI بمحلول كبريتيد الليثيوم Li_2S يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S، كما ينتج يوديد الليثيوم LiI الذي يظل ذائبًا في المحلول.

$$2HI_{(aq)} + Li_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2LiI_{(aq)}$$

وما عدا H_2S فإن جميع المواد في التفاعل توجد على شكل أيونات. لذا يمكنك كتابة المعادلة الأيونية الكاملة للتفاعل على النحو الآتي:

$$2H^+_{(aq)} + \cancel{2I^-_{(aq)}} + \cancel{2Li^+_{(aq)}} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow$$

$$H_2S_{(g)} + \cancel{2Li^+_{(aq)}} + \cancel{2I^-_{(aq)}}$$

وبحذف الأيونات المتفرجة يمكنك الحصول على المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل، وهي:

$$2H^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$$

ويعد التفاعل في التجربة الاستهلالية التي كنت قد أجريتها في بداية هذا الفصل مثالًا آخر على التفاعلات التي تكوّن غازًا؛ فالفقاعات التي تكونت خلال التفاعل هي غاز ثاني أكسيد الكربون.

ومن التفاعلات التي تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون أيضًا ما يحدث في المطبخ عندما تخلط الخل بصودا الخبز. فالخل محلول مائي لحمض الإيثانويك، وصودا الخبز عبارة عن كربونات الصوديوم الهيدروجينية. وعند خلطهما معًا يتفاعلان ويتصاعد غاز CO_2، كما هو موضح في **الشكل 21–4**.

وهناك تفاعل آخر مشابه لتفاعل الخل مع صودا الخبز، يحدث عندما تخلط أي محلول حمضي مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية (بيكربونات الصوديوم).

الشكل 21–4 عندما يتفاعل الخل مع صودا الخبز $NaHCO_3$ يحدث تصاعد سريع لغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

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

وفي الحالات جميعها يجب أن يحدث تفاعلان متزامنان في المحلول لينتج غاز ثنائي أكسيد الكربون. أحد هذين التفاعلين تفاعل إحلال مزدوج، والآخر تفاعل تفكك. فعندما تذيب كربونات الصوديوم الهيدروجينية مثلًا في حمض الهيدروكلوريك يحدث تفاعل إحلال مزدوج، وينتج غاز، انظر **الشكل 21–4**.

فكلوريد الصوديوم مادة أيونية تبقى في الماء على شكل أيونات منفصلة. أما حمض الكربونيك H_2CO_3 فيتفكك بمجرد تكونه إلى ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. فالهيدروجين في حمض الهيدروكلوريك والصوديوم في كربونات الصوديوم الهيدروجينة يحل كل منهما محل الآخر.

$$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} \rightarrow H_2CO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)}$$

لكن بمجرد أن يتكون حمض الكربونيك H_2CO_3 يتفكك مكونًا الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. وهذا عكس ما يحدث للمواد الأيونية ومنها كلوريد الصوديوم؛ حيث تبقى أيوناتها منفصلة في المحلول.

$$H_2CO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

ويمكنك -كما تجمع المعادلات الرياضية- أن تجمع معادلتي التفاعلين وأن تمثلهما بمعادلة كيميائية تسمى المعادلة الكلية للتفاعل.

المعادلة 1: $HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} \rightarrow HaCO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)}$

المعادلة 2: $H_2CO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

المعادلة الكلية:
$$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} + \cancel{H_2CO_{3(aq)}} \rightarrow \cancel{H_2CO_{3(aq)}} + NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

وبحذف H_2CO_3 من طرفي المعادلة تحصل على ما يسمى المعادلة النهائية للتفاعل.

$$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + NaCl_{(aq)}$$

هذا، ويمكنك كتابة المعادلة الأيونية الكاملة كالآتي:

$$H^+_{(aq)} + \cancel{Cl^-_{(aq)}} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + HCO^-_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + \cancel{Cl^-_{(aq)}}$$

وتلاحظ أن أيونات الصوديوم وأيونات الكلور هي الأيونات المتفرجة، لذا يمكن حذفها من طرفي المعادلة، وكتابة المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالآتي:

$$H^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

ماذا قرأت؟ صف ما المعادلة النهائية للتفاعل؟

حلول الحلول أون لاين hulul.online

مثال 5–4

التفاعلات التي تكوّن غازات اكتب كلًّا من المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك ومحلول كبريتيد الصوديوم، والذي ينتج عنه غاز كبريتيد الهيدروجين ومحلول كلوريد الصوديوم.

1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت المعادلة اللفظية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك HCl وكبريتيد الصوديوم Na_2S. يجب أن تكتب المعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل وتزنها. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة يجب أن توضح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والناتجة. وبحذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الصحيحة للتفاعل.

$$HCl_{(aq)} + Na_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + NaCl_{(aq)}$$

زن المعادلة الكيميائية

$$2HCl_{(aq)} + Na_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2NaCl_{(aq)}$$

وضح أيونات المواد المتفاعلة والناتجة

$$2H^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2Na^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$$

احذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة

$$2H^+_{(aq)} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}} + \cancel{2Na^+_{(aq)}} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + \cancel{2Na^+_{(aq)}} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}}$$

اكتب المعادلة الأيونية النهائية بأصغر نسبة عددية صحيحة.

$$2H^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$$

3 تقويم الإجابة

المعادلة الأيونية الكلية تبين الأيونات المشاركة في التفاعل.

حلول الحلول اون لاين hulul.online

مسائل تدريبية

اكتب المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات الآتية:

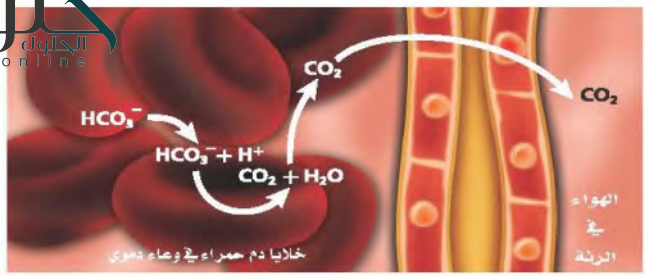
49. يتفاعل حمض فوق الكلوريك $HClO_4$ مع محلول كربونات الصوديوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء ومحلول كلورات الصوديوم.

50. يتفاعل حمض الكبريتيك H_2SO_4 مع محلول سيانيد الصوديوم لتكوين غاز سيانيد الهيدروجين ومحلول كبريتات الصوديوم.

51. يتفاعل حمض الهيدروبروميك HBr مع محلول كربونات الأمونيوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وبروميد الأمونيوم.

52. يتفاعل حمض النيتريك HNO_3 مع محلول كبريتيد البوتاسيوم لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين.

53. تحفيز يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص لتكوين يوديد الرصاص الصلب.



الشكل 22–4 بعد أن يدخل أيون البيكربونات HCO_3^- خلية دم حمراء، يتفاعل مع أيون الهيدروجين H^+ لتكوين ماء وثاني أكسيد الكربون CO_2، الذي يخرج من الرئتين مع هواء الزفير.

الربط مع علم الأحياء يعد تفاعل أيونات الهيدروجين مع أيونات البيكربونات لإنتاج الماء وثاني أكسيد الكربون من أهم التفاعلات التي تحدث في جسمك؛ فهو يحدث في الأوعية الدموية في رئتيك. وكما هو مبين في **الشكل 22–4** فإن ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج في خلايا جسمك ينتقل في دمك على هيئة أيونات البيكربونات HCO_3^-، وعندما تمر هذه الأيونات في الأوعية الدموية لرئتيك تتحد مع أيونات الهيدروجين H^+ وتكوّن غاز CO_2 الذي يخرج مع هواء الزفير.

هذا التفاعل يحدث أيضًا في المنتجات التي يدخل في تركيبها صودا الخبز المحتوية على كربونات الصوديوم الهيدروجينية التي تجعل الأشياء المخبوزة تنتفخ، وتستخدم مضادًّا للحموضة، وفي طفايات الحريق، وصناعة كثير من المنتجات.

مهن في الكيمياء

المختص في الكيمياء الحيوية

عالم يدرس العمليات الكيميائية في المخلوقات الحية. وقد يدرس وظائف جسم الإنسان، أو يبحث كيف يؤثر كل من الغذاء والأدوية والمواد الأخرى في المخلوقات الحية.

التقويم 4-3

الخلاصة

- الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائمًا، أما المواد التي قد تذوب فيه فهي كثيرة.
- بعض المركبات الجزيئية تكون أيونات عندما تذوب في الماء. بينما يذوب الكثير من المركبات الأيونية في الماء، وتنفصل أيوناتها.
- عند مزج محلولين يحتويان على أيونات ذائبة، قد تتفاعل الأيونات معًا، أما جزيئات المذيب فلا تتفاعل عادة.
- التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية هي تفاعلات الإحلال المزدوج.

54. **التذكرة الرئيسة** عدّد ثلاثة أنواع مألوفة من نواتج التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية.
55. **صف** المذيب والمذاب في المحلول المائي.
56. **ميّز** المعادلة الأيونية الكاملة من المعادلة الأيونية النهائية.
57. **اكتب** المعادلة الأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الكبريتيك H_2SO_4 وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$.

$$H_2SO_{4(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + CaSO_{4(s)}$$

58. **حلّل** أكمل المعادلة الآتية، ثم زنها:

$$CO_{2(g)} + HCl_{(aq)} \rightarrow$$

59. **توقّع** ما نوع الناتج الذي سيتكون على الأرجح من التفاعل الآتي؟ فسّر ذلك.

$$Ba(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow$$

60. **صغ معادلات** يحدث تفاعل عندما يخلط حمض النيتريك HNO_3 بمحلول مائي من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية (بيكربونات البوتاسيوم)، وينتج محلول نترات البوتاسيوم. اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة والمعادلة الأيونية النهائية للتفاعل.

حلول الحلول أون لاين hulul.online

التألق الحيوي

عندما يتجمع اليراع (خنافس مضيئة) في الظلام، يعلن أحد الذكور عن وجوده بإرسال إشارة من الضوء الأصفر المخضر، فتجيب أنثى قريبة من الأرض نداءه، فيهبط في اتجاهها. وقد ينتج عن ذلك تزاوج ناجح، أو قد يُلتهم بشراهة إذا خدعته أنثى من نوع آخر من اليراع. إن إنتاج اليراعة للضوء هو نتيجة عملية كيميائية تسمى التألق (التلألؤ) الحيوي، وهي استراتيجية يستخدمها الكثير من المخلوقات الحية في بيئات كثيرة مختلفة. فكيف تعمل؟

1 **الخنافس المضيئة** ليست ذبابًا، ولكنها مجموعة من الخنافس التي ترسل ومضاتها للتزاوج. كما أنها تستخدم ضوءها لخداع فريستها. وينبعث الضوء الأصفر المخضر من خلايا في جذعها الأسفل، وتتراوح أطوال موجاته بين 510 nm و670 nm.

2 **اكتشافات مضيئة** أدى البحث في مجال التألق الحيوي إلى اكتشاف البروتين الحيوي الأخضر المشع، الذي يوجد في بعض أنواع قناديل البحر. ويشع هذا البروتين ضوءًا أخضر عند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية. وقد قام العلماء بإدخال البروتين المشع في مخلوقات مختلفة، كالجرذان، لأغراض البحث العلمي في مجالات السرطان، والملاريا، والعمليات الخلوية. وبسبب أهمية هذا الاكتشاف فقد منح مكتشفو البروتين المشع جائزة نوبل في الكيمياء.

3 **التألق الحيوي** ينتج وميض اليراع عن تفاعل كيميائي. والتفاعلات هي الأكسجين، واللوسفرين (مادة مشعة للضوء توجد في بعض المخلوقات). ويسرع إنزيم يسمى اللوسفريز التفاعل الذي يؤدي إلى إنتاج الأوكسيلوسفرين وطاقة على شكل ضوء.

الكتابة في الكيمياء

ابحث حدِّد أنواعًا مختلفة من المخلوقات الحية تستخدم التألق الحيوي، واعمل كتيبًا يوضح لماذا يكون التألق الحيوي فعالاً في هذه المخلوقات؟

مختبر الكيمياء

تطوير سلسلة نشاط الفلزات

الخلفية بعض الفلزات أكثر نشاطًا من الفلزات الأخرى. وعند مقارنة كيفية تفاعل الفلزات المختلفة بأيونات معروفة في الأملاح المائية يمكن ترتيب هذه الفلزات في سلسلة بحسب نشاطها. وتعكس سلسلة النشاط قوة تفاعل كل فلز من الفلزات التي تم فحصها.

سؤال كيف يمكن تطوير سلسلة النشاط؟

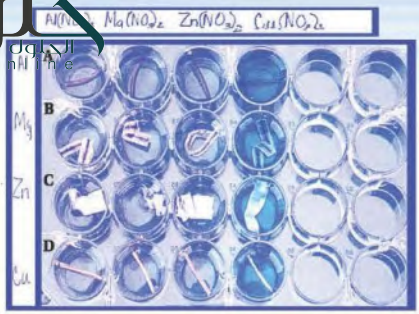
المواد اللازمة

سلك نحاس	$1.0M\ Zn(NO_3)_2$
سلك ألومنيوم	$1.0M\ Al(NO_3)_3$
شريط ماغنسيوم	$1.0M\ Cu(NO_3)_2$
شريط خارصين	$1.0M\ Mg(NO_3)_2$
ورق صنفرة	ماصات
طبق تفاعلات بلاستيكي	قاطع أسلاك

إجراءات السلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين.
2. صمم جدولاً لتدوين البيانات ثم رقّم الأعمدة في طبق التفاعلات بعمود 1، عمود 2، عمود 3، عمود 4، كما هو موضح في الشكل على يسارك.
3. استخدم الماصة لملء كل فجوة من العمود 1 بـ 2 mL من محلول $1.0\ M Al(NO_3)_2$.
4. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة لملء كل فجوة من العمود 2 بـ 2 mL من محلول $1.0\ M Mg(NO_3)_2$.
5. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة لملء كل فجوة من العمود 3 بـ 2 mL من محلول $1.0\ M Zn(NO_3)_2$.
6. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة لملء كل فجوة من العمود 4 بـ 2 mL من محلول $1.0M\ Cu(NO_3)_2$.
7. نظّف 10 cm من شريط الألومنيوم باستخدام ورق الصنفرة حتى يصبح لامعًا، ثم قطّع الشريط إلى أربعة أجزاء متساوية طول كل منها 2.5 cm باستخدام قطاعة الأسلاك، ثم ضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف A.
8. كرر الخطوة 7 مستخدمًا 10 cm من شريط الماغنسيوم، وضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف B.



9. نظّف أشرطة الخارصين باستخدام ورق الصنفرة حتى تصبح لامعة، ثم ضع كل شريط منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف C.
10. كرر الخطوة 7 مستخدماً 10cm من سلك النحاس، وضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف D.
11. لاحظ ما يحدث في كل فجوة، ثم سجل ملاحظاتك بعد مرور 5 دقائق في جدول البيانات الذي قمت بتصميمه.
12. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص من المواد الكيميائية والمحاليل والماصات كما يطلب إليك معلمك.

حلل واستنتج

1. **لاحظ واستنتج** في أي الفجوات من طبق التفاعلات حدث تفاعل كيميائي؟ وأي الفلزات تفاعل مع أكبر عدد من المحاليل؟ وأي الفلزات تفاعل مع أقل عدد من المحاليل؟ وأي الفلزات أكثر نشاطًا؟
2. **رتب** أكثر الفلزات نشاطًا التي تفاعلت مع أكبر عدد من المحاليل، وأقل الفلزات نشاطًا التي تفاعلت مع أقل عدد من المحاليل. رتب الفلزات الأربعة من الأكثر نشاطًا إلى الأقل نشاطًا.
3. **طبق** اكتب معادلة كيميائية لكل تفاعل إحلال حدث في طبق التفاعلات الكيميائية.
4. **الكيمياء في واقع الحياة** في أي ظرف من الظروف يكون من المهم معرفة نشاط سلسلة من العناصر.
5. **تحليل الخطأ** كيف يمكنك مقارنة ما جاء في إجابتك عن السؤال رقم 2 بسلسلة النشاط في **الشكل 15–4**؟ وما وجه الاختلاف بينهما؟

التوسع في الاستقصاء

صمم تجربة ضع ثلاثة أسئلة تبدأ بالعبارة: "ماذا لو...؟"، وتتعلق بهذا المختبر، ويمكن أن تؤثر في نتائج التجربة، ثم صمم تجربة لاختبار سؤال واحد منها.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الفصل 4 دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة تُحوّل ملايين التفاعلات الكيميائية الموجودة داخل جسمك ومن حولك المتفاعلات إلى نواتج، ممّا يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها.

4–1 التفاعلات و المعادلات

الفكرة الرئيسة تمثّل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.

المفردات

- التفاعل الكيميائي
- عدد التأكسد
- المتفاعلات
- النواتج
- المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة
- المعامل

المفاهيم الرئيسة

- قد تشير بعض التغيرات الفيزيائية إلى حدوث تفاعل كيميائي.
- توفر المعادلات الكيميائية اللفظية والرمزية معلومات مهمة عن التفاعل الكيميائي.
- توضح المعادلة الكيميائية الموزونة أنواع المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.
- يتضمن وزن المعادلة الكيميائية تعديل المعاملات حتى يتساوى عدد الذرات في طرفي المعادلة.

4–2 تصنيف التفاعلات الكيميائية

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

المفردات

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

المفاهيم الرئيسة

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

الحلول اون لاين
hulul.online

4–3 التفاعلات في المحاليل المائية

الفكرة الرئيسة تحدث تفاعلات الإحلال المزدوج بين المواد في المحاليل المائية، وتؤدي إلى إنتاج رواسب، أو ماء، أو غازات.

المفردات

- المحلول المائي
- المذاب
- المذيب
- المعادلة الأيونية الكاملة
- الأيونات المتفرجة
- المعادلة الأيونية النهائية

المفاهيم الرئيسة

- الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائمًا، أما المواد التي قد تذوب فيه فهي كثيرة.
- بعض المركبات الجزيئية تكوّن أيونات عندما تذوب في الماء. بينما يذوب الكثير من المركبات الأيونية في الماء، وتنفصل أيوناتها.
- عند مزج محلولين يحتويان على أيونات ذائبة، قد تتفاعل الأيونات معًا، أما جزيئات المذيب فلا تتفاعل عادة.
- التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية هي تفاعلات الإحلال المزدوج.