



dxb

تصنع النباتات الخضراء غذاءها الخاص من خلال عملية البناء الضوئي. وهي عملية بيولوجية تتضمن سلسلة من التفاعلات الكيميائية. تبدأ هذه التفاعلات بثاني أكسيد الكربون والبناء. في يوم من أيام الصيف، ينتج فدان واحد من الذرة ما يكفي من الأكسجين لتلبية احتياجات 130 شخصًا، من خلال عملية البناء الضوئي.

الفكرة الرئيسية يحدد المقدار المتوفر من كل مادة متفاعلة عند بداية تفاعل كيميائي كمية الناتج الذي يمكن أن يتكوّن.

هل سبق أن شاهدت شمعة تحترق؟ ربما شاهدت الشمعة تحترق حتى انتهاء الفتيل بالكامل. أو ربما استخدمت مطفئة الشموع لإخماد الشعلة. في كلتا الحالتين، انتهى تفاعل الاحتراق عندما تم استهلاك إحدى المواد المتفاعلة بالكامل.

الكيمياء في حياتك

الأسئلة الرئيسية

- ما العلاقات التي يمكن اشتقاقها من معادلة كيميائية موزونة؟
- كيف تكتب النسب المولية من معادلة كيميائية موزونة؟

مراجعة المفردات

المادة المتفاعلة (reactant): المادة التي يبدأ بها التفاعل الكيميائي

مفردات جديدة

الحسابات الكيميائية stoichiometry
النسبة المولية mole ratio

علاقات المول بالجسيمات

عند إجراء التجربة الاستهلاكية، هل تفاجأت عند اختفاء اللون البنفسجي لبيرومنجنات البوتاسيوم عندما أضفت كبريتيد الهيدروجين؟ إذا استنتجت أن برمنجنات البوتاسيوم قد تم استهلاكه وتوقف التفاعل، فأنت على صواب. تتوقف التفاعلات الكيميائية عندما تستهلك واحدة من المواد المتفاعلة. عند التخطيط لإجراء التفاعل بين بيرومنجنات البوتاسيوم وكبريتيد الهيدروجين، لعالم الكيمياء أن يتساءل "كم جرامًا من بيرومنجنات البوتاسيوم يلزم لتحقيق تفاعل كامل مع كتلة معروفة من كبريتيد الهيدروجين؟" أو عند تحليل عملية تفاعل تمثيل ضوئي، ربما تتساءل "كم يلزم من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون لتكوين كتلة محددة من السكر؟" الحسابات الكيميائية هي الأداة المطلوبة للإجابة عن هذه الأسئلة.

الحسابات الكيميائية تُسمى دراسة العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة المستخدمة والنواتج المتكوّنة على إثر تفاعل كيميائي بالحسابات الكيميائية. تستند الحسابات الكيميائية إلى قانون حفظ الكتلة. تذكروا بأن القانون ينصّ على أن المادة لا يمكن أن تستحدث أو أن تفنى خلال التفاعل الكيميائي. في أي تفاعل كيميائي، تساوي كمية المادة الموجودة في النهاية كمية المادة التي كانت موجودة عند البداية. وبالتالي، فإن كتل المواد المتفاعلة تساوي كتل نواتج التفاعل. لاحظ تفاعل الحديد المسحوق (Fe) مع الأكسجين (O_2) المبينة في الشكل 1. رغم أن الحديد يتفاعل مع الأكسجين لتكوين مركب جديد، أكسيد الحديد (III) (Fe_2O_3)، تبقى الكتلة الإجمالية ثابتة دون تغيير.

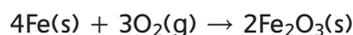


■ **الشكل 1** المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل بين الحديد والأكسجين تبين العلاقات بين كميات المواد المتفاعلة والنواتج.

الجدول 1 العلاقات المشتقة من معادلة كيميائية موزونة

4Fe(s)	+	3O ₂ (g)	→	2Fe ₂ O ₃ (s)
الحديد	+	الأكسجين	→	أكسيد الحديد (III)
4 ذرات حديد	+	3 جزيئات O ₂	→	2 وحدة صيغة Fe ₂ O ₃
4 جزيئات Fe	+	3 mol O ₂	→	2 mol Fe ₂ O ₃
223.4 g Fe	+	96.00 g O ₂	→	319.4 g Fe ₂ O ₃
319.4 g مواد متفاعلة			→	319.4 g نواتج

المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل الكيميائي المبين في الشكل 1 هي كما يلي:



يمكنك تفسير هذه المعادلة من خلال القول بأن أربعة ذرات حديد تتفاعل مع ثلاثة جزيئات أكسجين لتنتج وحدتي صيغة من أكسيد الحديد (III). تذكر أن المعاملات في معادلة ما لا تُمَثَل فقط أعداد الجسيمات المنفردة بل أيضاً أعداد مولات الجسيمات. وبالتالي، فإنه يمكنك أيضاً القول أن أربعة مولات من الحديد تتفاعل مع ثلاثة مولات أكسجين لتنتج مولين اثنين من أكسيد الحديد (III). لا تعطي المعادلة الكيميائية مباشرة معلومات عن كتل المواد المتفاعلة والنواتج. مع ذلك، عند تحويل كميات المول المعروفة إلى كتلة، تصبح علاقات الكتل بديهية. تذكر أن المولات تُحوّل إلى كتلة عن طريق الضرب في الكتلة المولية. تكون كتل المواد المتفاعلة كالتالي.

$$4 \text{ mol Fe} \times \frac{55.85 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 223.4 \text{ g Fe}$$

$$3 \text{ mol O}_2 \times \frac{32.00 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 96.00 \text{ g O}_2$$

إجمالي كتلة المواد المتفاعلة هو: $(223.4 \text{ g} + 96.00 \text{ g}) = 319.4 \text{ g}$

بتنفس الطريقة، يتم احتساب كتلة الناتج كالتالي:

$$2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{159.7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 319.4 \text{ g}$$

لاحظ أن كتلة المواد المتفاعلة تساوي كتلة الناتج.

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة النواتج

$$319.4 \text{ g} = 319.4 \text{ g}$$

وكما هو متوقع وفقاً لقانون حفظ الكتلة، فإن كتلة المواد المتفاعلة تساوي كتلة الناتج. العلاقات التي يمكن تحديدها عبر معادلة كيميائية موزونة مُلخّصة في الجدول 1.

✓ **التأكد من فهم النص قم بإعداد قائمة** بأنواع العلاقات التي يمكن اشتقاقها من المعاملات في معادلة كيميائية موزونة.

المفردات

أصل الكلمة

الحسابات الكيميائية Stoichiometry

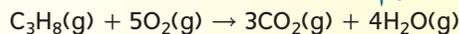
كلمة من أصل إغريقي مركبة من stoikheion، وتعني عنصر، و metron، التي تعني "قياس"

تفسير المعادلات الكيميائية احتراق البروبان (C₃H₈) يوفر الطاقة لتسخين المنازل وطهي الطعام ولحام أجزاء الفلزات. فسّر معادلة احتراق البروبان باستخدام عدد الجسيمات وعدد المولات والكتلة. بيّن أنه تم التقيّد بقانون حفظ الكتلة.

1 تحليل المسألة

تمثل معاملات معادلة التفاعل الكيميائي الموزونة الواردة أدناه كلا من المولات والجسيمات. وفي هذه الحالة الجزيئات. بالتالي، يمكن تفسير المعادلة باستخدام الجزيئات والمولات. سوف نتأكد صحة قانون حفظ الكتلة إذا تبين أن كتل المواد المتفاعلة وكتل النواتج متساوية.

المعلوم



المجهول

معادلة تم تفسيرها باستخدام الجزيئات = ؟

معادلة تم تفسيرها باستخدام المولات = ؟

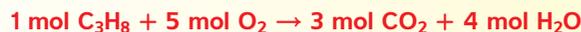
معادلة تم تفسيرها باستخدام الكتلة = ؟

2 حساب المجهول

تشير المعاملات في المعادلة الكيميائية إلى عدد الجزيئات.



كما تشير المعاملات في المعادلة الكيميائية أيضًا إلى عدد المولات.



للتحقق من أن الكتلة محفوظة، قم أولاً بتحويل مولات المواد المتفاعلة والنواتج إلى كتلة من خلال الضرب في معامل تحويل -الكتلة المولية - الذي يربط بين الجرامات والمولات.

$$\text{مولات متفاعل أو ناتج} \times \frac{\text{جرام من المتفاعل أو الناتج}}{1 \text{ مول متفاعل أو ناتج}} = \text{جرام متفاعل أو ناتج}$$

احسب كتلة المتفاعل C₃H₈.

$$1 \text{ mol C}_3\text{H}_8 \times \frac{44.09 \text{ g C}_3\text{H}_8}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} = 44.09 \text{ g C}_3\text{H}_8$$

احسب كتلة المتفاعل O₂.

$$5 \text{ mol O}_2 \times \frac{32.00 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 160.0 \text{ g O}_2$$

احسب كتلة الناتج CO₂.

$$3 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44.01 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 132.0 \text{ g CO}_2$$

احسب كتلة الناتج H₂O.

$$4 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18.02 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 72.08 \text{ g H}_2\text{O}$$

مادة متفاعلة 44.09 g C₃H₈ + 160.0 g O₂ = **204.1 g**

نواتج 132.0 g CO₂ + 72.08 g H₂O = **204.1 g**

نواتج 204.1 g = **كتل المتفاعلات** 204.1 g

3 تقييم الإجابة

مجموعي المواد المتفاعلة والنواتج المذكورة بشكل صحيح في المنزلة العشرية الأولى لأن جميع الكتل دقيقة في المنزلة العشرية الأولى. تساوي كتلة المواد المتفاعلة كتلة النواتج، كما هو متوقع وفقًا لقانون حفظ الكتلة.

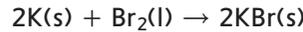
1. فسّر المعادلات الكيميائية الموزونة التالية باستخدام الجسيمات والمولات والكتلة. بيّن أنه تم التقيد بقانون حفظ الكتلة.

- a. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
 b. $HCl(aq) + KOH(aq) \rightarrow KCl(aq) + H_2O(l)$
 c. $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$

2. تحدّي لكل من المسائل التالية. قم بوزن المعادلة الكيميائية. فسّر المعادلة باستخدام الجسيمات والمولات والكتلة وبيّن أنه تم تطبيق قانون حفظ الكتلة.

- a. $Na(s) + \underline{\hspace{1cm}} H_2O(l) \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} NaOH(aq) + \underline{\hspace{1cm}} H_2(g)$
 b. $Zn(s) + \underline{\hspace{1cm}} HNO_3(aq) \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} Zn(NO_3)_2(aq) + \underline{\hspace{1cm}} N_2O(g) + \underline{\hspace{1cm}} H_2O(l)$

النسب المولية لقد قرأت أن المعاملات في معادلة كيميائية تشير إلى العلاقات بين مولات المواد المتفاعلة ومولات النواتج. يمكنك استخدام العلاقات بين المعاملات لاشتقاق معامل التحويل التي تسمى بالنسب المولية. النسبة المولية هي نسبة بين أعداد مولات أي اثنين من المواد في معادلة كيميائية موزونة. على سبيل المثال، التفاعل في الشكل 2 والذي يبيّن تفاعل البوتاسيوم (K) والبروم (Br_2) لتكوين بروميد البوتاسيوم (KBr). ناتج التفاعل، الملح الأيوني بروميد البوتاسيوم، يصفه البيطرة، مثل الذي في الشكل 2 كدواء لمعالجة الصرع لدى الكلاب.



ماهي النسب المولية التي يمكن كتابتها لهذا التفاعل؟ بدءًا بمادة البوتاسيوم المتفاعلة، يمكنك كتابة نسبة مولية تربط بين مولات البوتاسيوم وكل من المادتين الواردتين في المعادلة. وهكذا، تربط النسبة المولية الأولى بين مولات البوتاسيوم ومولات البروم المستخدمة. والنسبة المولية الثانية بين مولات البوتاسيوم المستهلكة ومولات بروميد البوتاسيوم التي تكوّنت.

$$\frac{2 \text{ mol K}}{1 \text{ mol } Br_2} \text{ و } \frac{2 \text{ mol K}}{2 \text{ mol KBr}}$$

تبيّن النسب المولية الأخرى علاقة مولات البروم بمولات المادتين الأخريين في المعادلة - البوتاسيوم وبروميد البوتاسيوم.

$$\frac{1 \text{ mol } Br_2}{2 \text{ mol K}} \text{ و } \frac{1 \text{ mol } Br_2}{2 \text{ mol KBr}}$$

بنفس الطريقة، تربط نسبتان بين مولات البروم والبوتاسيوم ومولات البوتاسيوم والبروم.

$$\frac{2 \text{ mol KBr}}{2 \text{ mol K}} \text{ و } \frac{2 \text{ mol KBr}}{1 \text{ mol } Br_2}$$

هذه النسب الستة تحدّد كافة العلاقات المولية في هذه المعادلة. كل مادة من المواد الثلاث في المعادلة تشكّل نسبة مع المادتين الباقيتين.

✓ **التأكد من فهم النص حدّد** المصدر الذي تُشتقّ منه النسب المولية لتفاعل كيميائي.

■ **الشكل 2** يتفاعل سائل البروم مع البوتاسيوم الصلب بقوة لتكوين المركّب الأيوني بروميد البوتاسيوم. البروم هو أحد العنصرين اللذان يتخذان شكلًا سائلًا في درجة حرارة الغرفة (الزئبق هو العنصر الثاني). البوتاسيوم فلز شديد التفاعل. بروميد البوتاسيوم ملح أيوني يستخدم لعلاج الصرع لدى الكلاب.



3. قم بتحديد كافة النسب المولية الممكنة للمعادلات الكيميائية الموزونة.

- a. $4\text{Al}(s) + 3\text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3(s)$
 b. $3\text{Fe}(s) + 4\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(s) + 4\text{H}_2(g)$
 c. $2\text{HgO}(s) \rightarrow 2\text{Hg}(l) + \text{O}_2(g)$

4. تحدي قم بوزن المعادلات التالية وحدد النسب المولية الممكنة.

- a. $\text{ZnO}(s) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{ZnCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
 b. ماء + ثاني أكسيد الكربون \rightarrow أكسجين + بيوتان (C_4H_{10})

يستخدم انحلال كلورات البوتاسيوم (KClO_3) أحياناً في المختبر للحصول على كميات قليلة من الأكسجين.



تكون النسب المولية التي يمكن كتابتها لهذا التفاعل كالتالي.

$$\frac{2 \text{ mol KClO}_3}{2 \text{ mol KCl}} \text{ و } \frac{2 \text{ mol KClO}_3}{3 \text{ mol O}_2}$$

$$\frac{2 \text{ mol KCl}}{2 \text{ mol KClO}_3} \text{ و } \frac{2 \text{ mol KCl}}{3 \text{ mol O}_2}$$

$$\frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KClO}_3} \text{ و } \frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KCl}}$$

لاحظ أن عدد النسب المولية التي يمكنك كتابتها لتفاعل كيميائي يتضمن عدداً إجماليًا n من المواد هو $(n-1)(n)$. وهكذا، بالنسبة للتفاعلات التي تتضمن أربعة وخمسة مواد، يمكنك كتابة 12 و 20 نسبة مولية، على التوالي.

أربعة مواد: $12 = (3)(4)$ نسبة مولية
 خمسة مواد: $20 = (4)(5)$ نسبة مولية

المفردات مُفردات أكاديمية الاشتقاق

هو الاستخلاص من مصدر معين
 استطاع الباحث استخلاص معنى
 الرسوم من النصوص القديمة.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- يمكن تفسير المعادلات الكيميائية الموزونة باستخدام مولات وكتل وجسيمات تمثيلية (ذرات، جزيئات، وحدات الصيغة).
- ينطبق قانون حفظ الكتلة على كافة التفاعلات الكيميائية.
- تُشتق النسب المولية من معاملات معادلة كيميائية موزونة. تربط كل نسبة مولية عدد مولات إحدى المواد المتفاعلة أو أحد النواتج مع عدد مولات مادة متفاعلة أخرى أو ناتج آخر في التفاعل الكيميائي.

5. الفكرة الرئيسية **قارن** كتلة المواد المتفاعلة مع كتل المواد الناتجة لتفاعل كيميائي ووضح علاقة هذه الكتل ببعضها البعض.
6. **اذكر** كم نسبة مولية يمكن كتابتها لتفاعل كيميائي يتضمن ثلاث مواد.
7. **صنّف** المعادلة العامة الممكن اتباعها لتفسير معادلة كيميائية موزونة.
8. **طبّق** المعادلة العامة لتفاعل كيميائي هي $x\text{A} + y\text{B} \rightarrow z\text{AB}$. في المعادلة، A و B يمثلان عنصرين و x و y و z هي معاملات. اكتب النسب المولية لهذا التفاعل.
9. **طبّق** يتفكك بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) لينتج الماء والأكسجين. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل، ثم حدد النسب المولية الممكنة.
10. **النموذج** اكتب النسب المولية للتفاعل الكيميائي بين غازي الهيدروجين والأكسجين، $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. ارسم رسمًا تخطيطيًا لسبب جزيئات هيدروجين تتفاعل مع العدد الصحيح من جزيئات الأكسجين. بين جزيئات الماء الناتجة.

الفكرة الرئيسية يتطلب حل أي مسألة حسابات كيميائية معادلة كيميائية موزونة.

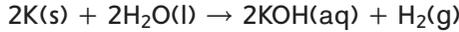
يتطلب إعداد الخبز الدقة في المقادير. ولذلك من الضروري التقيد بوصفة عندما تقوم بخبز الكعك. إذا احتجت لتحضير المزيد من الكعك، بكمية أكثر مما تبيته الوصفة، ماذا عليك أن تفعل؟

الكيمياء في حياتك

استخدام الحسابات الكيميائية

ماهي البيانات اللازمة لإجراء الحسابات الكيميائية؟ تبدأ كافة الحسابات الكيميائية بمعادلة كيميائية موزونة. كما نحتاج لنسب مولية قائمة على أساس المعادلة الكيميائية الموزونة، إلى جانب حسابات تحويل الكتلة إلى المول.

تحويل مول إلى مول وفقا للحسابات الحسابات الكيميائية التفاعل الشديد بين البوتاسيوم والماء المبين في الشكل 3. المعادلة الكيميائية الموزونة هي كما يلي:



انطلاقاً من المعادلة الموزونة، تعلم أن مولين اثنين من البوتاسيوم ينتجان مولاً واحداً من الهيدروجين. لكن، كم ينتج من الهيدروجين في حال استخدام 0.0400 mol فقط من البوتاسيوم؟ للإجابة عن هذا السؤال، حدد المادة المعطاة أو المعروفة والمادة المجهولة أو التي عليك التوصل لمعرفةتها. المادة المعطاة هي 0.0400 mol من البوتاسيوم. المجهول هو عدد مولات الهيدروجين. بما أن كلتا المادتين المعطاة والمجهولة والمطلوب تحديدها معيّر عنهما بوحدة المول، فإن هذه المشكلة تنطوي على عملية تحويل مول إلى مول.

لحل هذه المشكلة، عليك معرفة شكل العلاقة بين مولات الهيدروجين المجهولة ومولات البوتاسيوم المعروفة. تعلمت سابقاً كيف تشتق النسب المولية من المعادلة الكيميائية الموزونة. تستخدم النسب المولية كمعامل تحويل بفرض تحويل عدد المولات المعلوم لمادة معينة مقابل العدد المجهول من مولات مادة أخرى ضمن نفس التفاعل الكيميائي. يمكن كتابة عدد من النسب المولية انطلاقاً من المعادلة، لكن كيف تختار النسبة الصحيحة؟

الأسئلة الرئيسية

- ماهو تسلسل الخطوات المتبعة في حل مسائل الحسابات الكيميائية؟
- كيف تُطبّق هذه الخطوات لحل مسائل الحسابات الكيميائية؟

مراجعة المفردات

التفاعل الكيميائي (chemical reaction): عملية يتم فيها ترتيب ذرات مادة واحدة أو أكثر لتكوين مواد مختلفة

مطوياتي®

أدرج معلومات من هذا القسم في مطويتك.



■ **الشكل 3** يتفاعل فلز البوتاسيوم بشدة مع الماء، فينتج حرارة عالية بما يكفي لإشعال النار في غاز الهيدروجين المتكوّن.

كما هو مبين أدناه. فإن النسبة المولية الصحيحة، 1 مول H₂ إلى 2 مول K. تتضمن مولات مجهولة في البسط ومولات معلومة في المقام. باستخدام هذه النسبة المولية يتم تحويل مولات البوتاسيوم إلى العدد المجهول من مولات الهيدروجين.

$$\text{مولات المعلوم} \times \frac{\text{مولات المجهول}}{\text{مولات المعلوم}} = \text{مولات المجهول}$$

$$0.0400 \text{ mol K} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol K}} = 0.0200 \text{ mol H}_2$$

تسلط الأمثلة التالية الضوء على مسائل الحسابات الكيميائية المتعلقة بتحويل المول إلى مول والمول إلى كتلة. العملية المتبعة لحل هذه المسائل مفصلة في استراتيجية حل المسائل الواردة أدناه.

حل المسائل

استراتيجيات

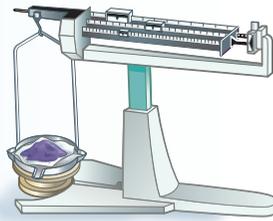
إتقان الحسابات الكيميائية

يعرض المخطط أدناه الخطوات المتبعة لحلّ مسائل الحسابات الكيميائية لتحويل المول إلى مول وإلى كتلة والكتلة إلى كتلة.

- أكمل الخطوة 1 من خلال كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.
- لتحديد نقطة بداية حساباتك، سجّل وحدة قياس المادة المعطاة. إذا كانت وحدة قياس كتلة المادة المعطاة (بالجرامات) هي وحدة البداية، ابدأ حسابك بالخطوة 2. إذا كانت كمية المادة المعطاة (بالمول) هي وحدة القياس الأولية، تجاوز الخطوة 2 وابدأ حساباتك من الخطوة 3.
- تتعدّد نقطة نهاية الحساب على وحدة القياس المنشودة للمادة المجهولة.
 - إذا كانت الوحدة المطلوبة في الإجابة هي المول، توقف عند اكتمال الخطوة 3.
 - إذا كانت الوحدة المطلوبة في الإجابة هي الجرام، توقف عند اكتمال الخطوة 4.

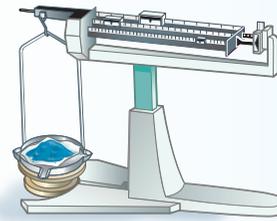
طبّق الاستراتيجية

طبّق استراتيجية حل المسائل على الأمثلة 2 و 3 و 4.



كتلة مادة معروفة

الخطوة 1
ابدأ بمعادلة موزونة.
فسّر المعادلة بحسب المولات.



كتلة من مادة غير معروفة

لا يوجد تحويل مباشر

الخطوة 2

التحويل من جرام إلى مول بالنسبة للمادة المعروفة. استخدام مقلوب الكتلة المولية كعامل تحويل.

عدد الجرامات
1 mol



مولات مادة معروفة

مولات المادة المجهولة
مولات المادة المعروفة

الخطوة 3

التحويل من مول بالنسبة للمادة المعروفة إلى مول بالنسبة للمادة غير المعروفة. استخدام النسبة المولية المناسبة من المعادلة الكيميائية الموزونة كعامل تحويل.

عدد الجرامات
1 mol



مولات مادة غير معروفة

تحويل مول إلى مول في الحسابات الكيميائية أحد مساوئ احتراق البروبان (C_3H_8) يتمثل في أن ثاني أكسيد الكربون (CO_2) هو أحد النواتج. يزيد ثاني أكسيد الكربون المنبعث من درجة تركيز الـ CO_2 في الغلاف الجوي. كم عدد مولات الـ CO_2 التي يتم إنتاجها عند احتراق 10.0 مول من الـ C_3H_8 في كمية وافرة من الأكسجين في موقد الغاز؟

الكيمياء في الحياة اليومية

الطهي في الخارج



شوايات الغاز استخدام الشوايات الخارجية طريقة من طرق الطبخ الشائعة. تعتمد شوايات الغاز على حرق الغاز الطبيعي أو البروبان المخلوط بالهواء. بادئ إشعال الشواية يعطي الشرارة الأولى. غاز البروبان هو أكثر المحروقات استخداماً لأنه متوفر في الحالة السائلة في حاويات محمولة. ينتج عن احتراق البروبان إنتاج طاقة تفوق طاقة الغاز الطبيعي.

1 تحليل المسألة

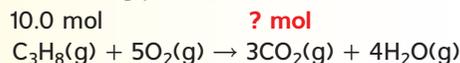
لديك عدد مولات من المادة المتفاعلة C_3H_8 وعليك إيجاد مولات الناتج، CO_2 . أولاً، اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، ثم حوّل من مولات C_3H_8 إلى مولات CO_2 . النسبة المولية الصحيحة تضمّ مولات المادة المجهولة في البسط ومولات المادة المعلوم في المقام.

$$\text{معلوم} \quad \text{مجهول}$$

$$\text{moles } C_3H_8 = 10.0 \text{ mol } C_3H_8 \quad \text{moles } CO_2 = ? \text{ mol } CO_2$$

2 حساب المجهول

اكتب المعادلات الكيميائية الموزونة لاحتراق C_3H_8 . استخدم النسبة المولية الصحيحة للمادة المعلوم (C_3H_8) إلى المادة غير المعلوم (CO_2).



$$\text{النسبة المولية: } \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8}$$

$$10.0 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 30.0 \text{ mol } CO_2$$

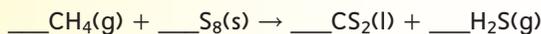
ينتج احتراق 10.0 مولات من C_3H_8 ما قيمته 30.0 مول CO_2 .

3 تقييم الإجابة

لأن عدد المولات المعطى يضم ثلاثة أرقام معنوية، فإن الإجابة أيضاً تضم ثلاثة أرقام. تشير المعادلة الكيميائية الموزونة إلى أن 1 mol من C_3H_8 ينتج 3 mol من CO_2 . بالتالي، 10.0 mol من C_3H_8 تنتج ثلاثة أضعاف من مولات CO_2 . أي 30.0 mol.

تطبيق

11. يتفاعل الميثان والكبريت لإنتاج ثاني كبريتيد الكربون (CS_2)، وهو سائل يستخدم عادة في إنتاج السيلوفان.



- زن المعادلة.
- احسب عدد مولات الـ CS_2 الناتجة عند استخدام 1.50 mol S_8 في التفاعل.
- كم مولا من الـ H_2S يتم إنتاجها؟

12. تحدي يتكون حمض الكبريتيك (H_2SO_4) عندما يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) مع الأكسجين والماء.

- اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.
- كم عدد مولات الـ H_2SO_4 التي يتم إنتاجها من 12.5 mol من الـ SO_2 ؟
- كم عدد مولات O_2 اللازمة؟

الحسابات الكيميائية لتحويل المول إلى كتلة افترض الآن أنك تعلم عدد مولات المادة المتفاعلة أو الناتج في تفاعل معين وتريد حساب كتلة ناتج آخر أو مادة متفاعلة. هذا مثال عن عملية تحويل المول إلى كتلة.

مثال 3

تحويل المول إلى كتلة وفقا للحسابات الكيميائية حدد كتلة كلوريد الصوديوم (NaCl)، المعروف عادةً بملح الطعام، الذي يتم إنتاجه عند تفاعل 1.25 mol من غاز الكلور (Cl₂) بشدة مع كمية وافرة الصوديوم.

1 تحليل المسألة

أعطيت عدد مولات المواد المتفاعلة، Cl₂، وعليك تحديد كتلة الناتج، NaCl. يجب عليك إجراء التحويل من مولات Cl₂ إلى مولات NaCl بواسطة النسبة المولية من المعادلة. بعد ذلك، أنت بحاجة لتحويل مولات NaCl إلى جرامات من NaCl باستخدام الكتلة المولية كعامل تحويل.

معلوم

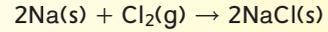
1.25 mol Cl₂ = مولات كلور

مجهول

كتلة كلوريد الصوديوم = ?g NaCl

2 حساب المجهول

1.25 mol ؟ g



اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، وحدد القيم المعروفة والمجهولة.

النسبة المولية: $\frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol Cl}_2}$

اضرب مولات Cl₂ في النسبة المولية للحصول على مولات NaCl.

$$1.25 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol Cl}_2} = 2.50 \text{ mol NaCl}$$

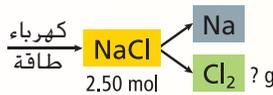
اضرب مولات NaCl في الكتلة المولية للحصول على جرامات NaCl.

$$2.50 \text{ mol NaCl} \times \frac{58.44 \text{ g NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} = 146 \text{ g NaCl}$$

3 تقييم الإجابة

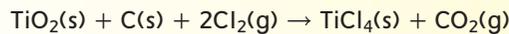
بما أن عدد المولات المعطى يضم ثلاثة أرقام معنوية، فإن كتلة NaCl تضم ثلاثة أرقام معنوية أيضًا. للتحقق بسرعة من صحة قيمة كتلة NaCl، قم بإجراء الحسابات في الاتجاه المعاكس: اقم كتلة NaCl على الكتلة المولية لـ NaCl. ثم اقم النتيجة على 2، سوف تحصل على عدد المولات المعطى من Cl₂.

تطبيق



13. يتفكك كلوريد الصوديوم إلى عنصري الصوديوم والكلور عن طريق الطاقة الكهربائية. ماهي الكمية، بالجرامات، من غاز الكلور التي تنتج عن العملية الموضحة في المخطط على اليسار؟

14. تحدي التيتانيوم فلز انتقالي يستخدم في العديد من السبائك بسبب متانته وخفة وزنه البالغتين. رابع كلوريد التيتانيوم (TiCl₄) مستخرج من أكسيد التيتانيوم (TiO₂) باستخدام الكلور وفحم الكوك.



a. ماهي كتلة غاز Cl₂ الضرورية للتفاعل مع 1.25 mol من TiO₂؟

b. ما هي كتلة الكربون C الضرورية للتفاعل مع 1.25 mol من TiO₂؟

c. ماهي الكتلة الكلية للمواد الناتجة من تفاعل مع 1.25 mol من TiO₂؟

تحويل الكتلة إلى كتلة وفقاً للحسابات الكيميائية إذا كنت تستعد لإجراء تفاعل كيميائي في المختبر، قد تحتاج لمعرفة مقدار كل مادة متفاعلة يجب عليك استخدامه من أجل إنتاج الكتلة المطلوبة من المادة الناتجة. يبين المثال 4 كيف يمكن لك استخدام كتلة مقاسة من مادة معروفة والمعادلة الكيميائية الموزونة والنسب المولية من المعادلة من أجل التوصل إلى معرفة كتلة المادة غير المعروفة. في نهاية هذه الوحدة، سوف يزودك "مختبر الكيمياء" بتجربة عملية لتحديد النسبة المولية.

مثال 4

تحويل الكتلة إلى كتلة وفقاً للحسابات الكيميائية نترات الأمونيوم (NH_4NO_3)، وهو من الأسمدة المهمة، ينتج غاز أحادي أكسيد ثنائي النيتروجين (N_2O) عندما يتفكك H_2O . حدد كتلة الـ H_2O الناتجة عن تفكك 25.0 g من نترات الأمونيوم الصلب NH_4NO_3 .

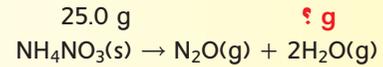
1 تحليل المسألة

أعطيت وصفاً للتفاعل الكيميائي وكتلة المادة المتفاعلة، عليك كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة وتحويل كتلة المادة المتفاعلة المعروفة لمولات نفس المادة. عندها، استخدم النسبة المولية لربط العلاقة بين مولات المادة المتفاعلة ومولات الناتج. وأخيراً، استخدم الكتلة المولية للتحويل من مولات الناتج إلى كتلة الناتج.

مجهول
كتلة الماء = ؟ g H_2O

معلوم
كتلة نترات الأمونيوم = 25.0 g NH_4NO_3

2 حساب المجهول



اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، وحدد القيم المعروفة والمجهولة.

اضرب جرامات NH_4NO_3 في مقلوب الكتلة المولية للحصول على مولات NH_4NO_3 .

$$25.0 \text{ g } \cancel{\text{NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{1 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3}{80.04 \text{ g } \cancel{\text{NH}_4\text{NO}_3}} = 0.312 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

$$\frac{2 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3} : \text{النسبة المولية}$$

اضرب عدد مولات NH_4NO_3 في النسبة المولية للحصول على مولات H_2O .

$$0.312 \text{ mol } \cancel{\text{NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{2 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{NH}_4\text{NO}_3}} = 0.624 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}$$

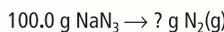
اضرب عدد مولات H_2O في الكتلة المولية للحصول على جرامات من H_2O .

$$0.624 \text{ mol } \cancel{\text{H}_2\text{O}} \times \frac{18.02 \text{ g } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{H}_2\text{O}}} = 11.2 \text{ g } \text{H}_2\text{O}$$

3 تقييم الإجابة

عدد الأرقام المعنوية في الإجابة، أي ثلاثة، يحدد عن طريق المقدار المعطى من جرامات الـ NH_4NO_3 . للتحقق من صحة كتلة H_2O قم بإجراء الحسابات في الاتجاه المعاكس.

تطبيق



15. أحد التفاعلات المستخدمة لنفخ الأكياس الهوائية للسيارات يتضمّن أزيد الصوديوم (NaN_3):
 $2\text{NaN}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}(\text{s}) + 3\text{N}_2(\text{g})$. قم بتحديد كتلة N_2 الناتجة عن تفكك NaN_3 المبيّنة على اليسار.

16. تحدّي خلال تكوّن المطر الحمضي، يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) مع الأكسجين والماء في الهواء لتكوين حمض الكبريتيك (H_2SO_4). اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل. عند تفاعل 2.50 g من SO_2 مع كمية وافرة من الأكسجين والماء، ما هي كتلة H_2SO_4 الناتج بالجرامات؟

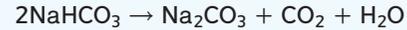
طبّق الحسابات الكيميائية

5. قم بإعداد حامل حلقي مع حلقة ومثلث من الخبز لتسخين البوتقة.
6. سخّن البوتقة بواسطة موقد بنزن، ببطء في البداية ثمّ بلهب أقوى، لمدة 7-8 دقائق. سجّل ملاحظاتك خلال التسخين.
7. اطفئ الموقد، واستخدم ملقط البوتقة لإزالة البوتقة الساخنة من النار.
- تحذير: لا تلمس البوتقة بيدك وهي ساخنة.
8. انتظر حتى تبرد البوتقة، ثمّ قس كتلة البوتقة والـ Na_2CO_3 .

التحليل

1. صف ما لاحظته أثناء تسخين صودا الخبز.
2. قارن قيمة كتلة الـ Na_2CO_3 التي حسبتها مع الكتلة الفعلية التي حصلت عليها من التجربة.
3. احسب افترض أن كتلة الـ Na_2CO_3 التي حسبتها في الخطوة 4 هي القيمة المقبولة لكتلة الناتج الذي سيتكوّن. احسب الخطأ والنسبة المئوية للخطأ المرتبطة بالكتلة التي تم قياسها تجريبياً.
4. حدّد مصادر الخطأ في الإجراءات التي أدّت إلى حدوث خطأ الحساب في السؤال 3

كم ينتج من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) عندما تتفكك صودا الخبز؟ تستخدم صودا الخبز في العديد من وصفات الخبز لأنها تجعل الخبز ينتفخ، مما ينتج عنه نسيج خفيف وطري. يحدث هذا لأن صودا الخبز، أو بيكربونات الصوديوم (NaHCO_3)، يتفكك مع ارتفاع الحرارة لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون وفقاً للمعادلة التالية.



الخطوات الإجرائية

1. اقرأ تعليمات السلامة في هذا المختبر قبل بداية العمل.
2. قم بإنشاء جدول بيانات لتسجيل بيانات تجاربك وملاحظاتك.
3. استخدم ميزاناً لقياس كتلة بوتقة نظيفة وجافة. أضف نحو 3.0 جرام من بيكربونات الصوديوم (NaHCO_3)، وقم بقياس كتلة البوتقة و NaHCO_3 . سجّل كلتا الكتلتين في جدول بياناتك، ثمّ احسب كتلة الـ NaHCO_3 .
4. استخدم هذه الكتلة الأولية من NaHCO_3 والمعادلة الكيميائية الموزونة لحساب كتلة Na_2CO_3 التي سوف يتم إنتاجها.

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- يستخدم علماء الكيمياء الحسابات الكيميائية للتنبؤ بكميات المواد المتفاعلة المستخدمة والناتج المتكوّن في تفاعلات معيّن.
- تتمثل الخطوة الأولى في حل مسائل الحسابات الكيميائية في كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة.
- تُستخدم النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة في إجراء الحسابات الكيميائية.
- تُستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية من أجل التحويل بين الكتلة والمول.

17. الفكرة الرئيسية فسر لماذا نحتاج لمعادلة كيميائية موزونة لحل مسألة من مسائل الحسابات الكيميائية.
18. قم بإعداد قائمة بالخطوات الأربعة المتبعة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.
19. صف كيفية التعبير الصحيح عن النسبة المولية عند استخدامها لحل مسألة من مسائل الحسابات الكيميائية.
20. طبّق كيف يمكنك تحديد كتلة البروم السائل (Br_2) المطلوبة للتفاعل الكامل مع كتلة محددة من المغنيسيوم؟
21. احسب يتفاعل الهيدروجين مع الفانض من النيتروجين كما يلي:

$$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$$
 إذا تفاعل 2.70g من H_2 كم جراماً من NH_3 سوف يتكوّن؟
22. صمّم خريطة مفاهيم للتفاعل التالي.

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$$
 يجب أن تشرح خريطة المفاهيم كيفية تحديد كتلة CaCl_2 الناتجة من كتلة محددة من HCl .

المتفاعلات المحددة

القسم 3

الفكرة الرئيسية يتوقّف التفاعل الكيميائي عندما يتم استهلاك إحدى المواد المتفاعلة بالكامل.

إذا كان عدد الأشخاص في قاعة الاجتماعات أكثر من عدد المقاعد الموجودة، فسوف يبقى عدد من الأشخاص واقفين. وجه الشبه كبير جدا بالنسبة للمواد المتفاعلة في تفاعل كيميائي - حيث لا يستطيع المتفاعل الفائض المشاركة.

الكيمياء في حياتك

لماذا تتوقف التفاعلات؟

في الواقع، من النادر أن تكون المواد المتفاعلة بنفس النسب الواردة في المعادلة الكيميائية الموزونة. بشكل عام، هناك فائض من مادة متفاعلة واحدة أو أكثر ويستمرّ التفاعل إلى حين يتم استهلاك أحد المواد المتفاعلة بالكامل. عندما يتم إجراء تفاعل في المختبر، ينطبق نفس المبدأ. عادة ما يكون هناك فائض من مادة متفاعلة واحدة أو أكثر، بينما تكون إحدى المواد محدودة. تختلف كمية الناتج حسب المتفاعل المحدود.

المتفاعل المحدّد والمتفاعل الفائض تدكّر التفاعل الذي تم في التجربة الاستهلاكية. بعد تكوّن المحلول عديم اللون، لم تحدث إضافة كبريتيد الهيدروجين أي تأثير بسبب انتهاء كمية بيرمنجنات البوتاسيوم المتوفرة للتفاعل. كان بيرمنجنات البوتاسيوم هو المتفاعل المحدّد، كما تدل على ذلك التسمية. فإن المتفاعل المحدد يحدّ من نطاق التفاعل، ومن ثمّ يحدد كمية الناتج المتكوّن. يتبقى قسم من كل متفاعل آخر بعد توقّف التفاعل الكيميائي. المتفاعل الفائض هو بقايا المواد المتفاعلة بعد انتهاء التفاعل الكيميائي.

لتفهم المتفاعل المحدد والمتفاعل الفائض بشكل أفضل، انظر المقارنة الواردة في الشكل 4. من بين الأدوات المتوفرة، يمكن تجميع أربعة أطعم متكوّنة من كئاشتين ومطرقة ومفكّي براغي. عدد الأطعم محدّد بعدد المطارق المتوفرة. هناك فائض متبقي من الكئاشات والمفكّات.

الأسئلة الرئيسية

- في تفاعل كيميائي، ماهي المادة المتفاعلة التي تعتبر متفاعلا محددًا؟
- كم يبقى من المتفاعل الفائض بعد اكتمال التفاعل الكيميائي؟
- كيف تحسب كتلة الناتج عندما تكون كميات أكثر من متفاعل واحد معروفة؟

مفردات المراجعة

الكتلة المولية (molar mass): كتلة أي مول لأي مادة نقيه بالجرامات

مفردات جديدة

المادة المحدّدة للتفاعل limiting reactant
المادة المتفاعلة الفائضة excess reactant

■ **الشكل 4** يجب أن يضمّ كل طعم أدوات مطرقة واحدة، وهكذا لا يمكن تجميع سوى أربعة أطعم. **فسر كم مطرقة أخرى يلزم لإكمال طعم خامس؟**

الأدوات المتاحة



أطعم أدوات



طعم 1



طعم 2



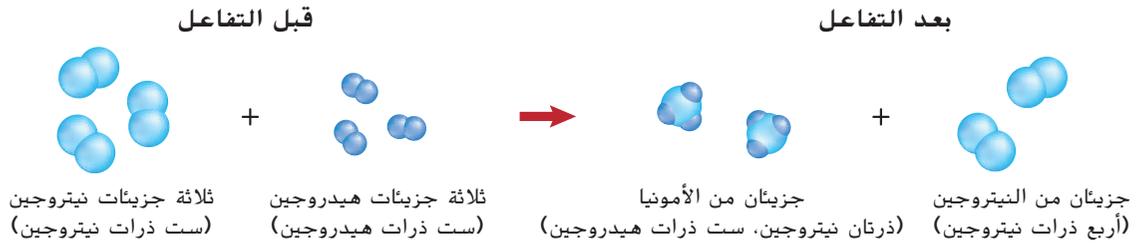
طعم 3



طعم 4

أدوات فائضة





■ **الشكل 5** إذا تحققت من كافة الذرات قبل وبعد التفاعل، سوف تلاحظ أن بعض جزيئات النيتروجين بقيت على حالها دون تغيير. جزيئات النيتروجين هذه هي المتفاعل الفائض.

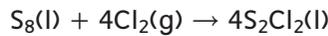
التعرّف على المتفاعل المحدد كانت الحسابات التي أجريتها في القسم السابق قائمة على وجود المواد المتفاعلة ضمن النسبة الموصوفة في المعادلة الكيميائية الموزونة. عندما لا تتوفر هذه المعطيات، أول ما عليك عمله هو تحديد المتفاعل المحدد.

انظر التفاعل المبين في **الشكل 5**، والذي يضم ثلاثة جزيئات نيتروجين (N_2) وثلاثة جزيئات هيدروجين (H_2) تتفاعل لتنتج الأمونيا (NH_3). في الخطوة الأولى من التفاعل، تكون كافة جزيئات النيتروجين والهيدروجين منفصلة على شكل ذرات منفردة. هذه الذرات جاهزة لإعادة التجمّع في شكل جزيئات أمونيا، تماما مثل الأدوات المشار إليها في **الشكل 4** والتي تكون جاهزة للتجميع في شكل أطعم من الأدوات. كم عدد جزيئات الأمونيا التي يمكن إنتاجها انطلاقا من الذرات المتوفرة؟ يمكن تجميع جزيئين اثنين من الأمونيا انطلاقا من ذرات الهيدروجين والنيتروجين لأنه لا يوجد سوى ستة ذرات هيدروجين - ثلاثة لكل جزيء أمونيا. عندما ينتهي الهيدروجين بالكامل، يبقى عدد 2 من جزيئات النيتروجين. بالتالي، الهيدروجين هو المتفاعل المحدد والنيتروجين هو المتفاعل الفائض. من المهم معرفة أي متفاعل هو المتفاعل المحدد، لأنه كما قرأتم أعلاه، يعتمد مقدار الناتج المتكون على هذا المتفاعل.

✓ **التحقق من فهم النص التوسّع** كم يلزم من جزيئات الهيدروجين الإضافية للتفاعل الكامل مع الفائض من جزيئات النيتروجين المبينة في **الشكل 5**؟

حساب مقدار الناتج عند وجود متفاعل محدد

كيف يمكنك حساب كمية الناتج المتكونة عندما تكون إحدى المواد المتفاعلة محدّدة؟ تأمل في تكوين ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت (S_2Cl_2)، والمستخدم في تقسية (فلكنة) المطاط. كما هو مبين في **الشكل 6**، فإن خصائص المطاط المفلكن تجعل منه مادة مفيدة في العديد من المنتجات. خلال عملية إنتاج ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت، يتفاعل الكبريت المذاب مع غاز الكلور وفقا للمعادلة التالية.



إذا تفاعل 200.0 g من الكبريت مع 100.0 g من غاز الكلور، فما كتلة ثاني كلوريد ثنائي الكبريت الناتج عن التفاعل؟

كيفية حساب المتفاعل المحدد تعطى كتل كلتا المادتين المتفاعلتين. أولا، عليك تحديد المتفاعل المحدد لأن التفاعل يتوقف عن تكوين الناتج عندما تنتهي كمية المتفاعل المحدد.

■ **الشكل 6** تتم تقسية المطاط الطبيعي، الذي يكون ناعما وشديد الالتصاق، عن طريق عملية كيميائية تسمى "الفلكنة". خلال عملية الفلكنة، تصبح الجزيئات مرتبطة ببعضها البعض، مُشكّلة مادة أكثر استدامة وصلابة ونعومة وأقل التصاقا. تجعل هذه الخصائص المطاط المفلكن مادة مثالية لصنع العديد من المنتجات، مثل هذا الإطار.



مولات المواد المتفاعلة يتطلب تحديد المواد المتفاعلة المحددة إيجاد عدد مولات كل متفاعل. يمكنك عمل ذلك من خلال تحويل كتل الكلور والكبريت إلى مولات. اضرب كل كتلة في معامل تحويل ينطوي على علاقة المولات والكتلة - وذلك مقلوب الكتلة المولية.

$$100.0 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{70.91 \text{ g Cl}_2} = 1.410 \text{ mol Cl}_2$$

$$200.0 \text{ g S}_8 \times \frac{1 \text{ mol S}_8}{256.5 \text{ g S}_8} = 0.7797 \text{ mol S}_8$$

مَهْنٌ فِي مِجَالِ الْكِيمِيَاءِ

الصيدلي إن معرفة تركيبة الدواء وطرق عمله والتفاعلات الضارة المحتملة مع المواد الأخرى تسمع للصيدلي أن يقدم المشورة للمرضى بشأن العناية الصحية. كما يقوم الصيدلي بخلط المواد الكيميائية لصنع المساحيق والحبوب والمراهم والمحاليل.

استخدام النسب المولية تتطلب الخطوة التالية تحديد ما إذا كانت المادتين المتفاعلتين بالنسبة المولية الصحيحة، كما هو معطى في المعادلة الكيميائية الموزونة. تشير المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة إلى أنه يلزم 4 mol من الكلور للتفاعل مع 1 mol من الكبريت. يجب مقارنة النسبة 4:1 الواردة في المعادلة مع نسبة المولات المتوفرة من المواد المتفاعلة التي تم حسابها أعلاه. لتحديد نسبة المولات الحقيقية، اقسم عدد مولات الكلور المتوفرة على عدد مولات الكبريت المتوفرة.

$$\frac{1.410 \text{ mol Cl}_2 \text{ available}}{0.7797 \text{ mol S}_8 \text{ available}} = \frac{1.808 \text{ mol Cl}_2 \text{ available}}{1 \text{ mol S}_8 \text{ available}}$$

1.808 mol فقط من الكلور متوفرة لكل 1 mol من الكبريت، بدلا عن الـ 4 mol لکلور المطلوبة في المعادلة الكيميائية الموزونة. وهكذا، يكون الكلور هو المتفاعل المحدد.

حساب كمية الناتج المتكونة بعد تحديد المتفاعل المحدد، يمكن حساب كمية الناتج بالمولات عبر ضرب العدد المعطى من مولات المتفاعل المحدد (1.410 mol Cl₂) في النسبة المولية التي تربط بين ثاني كلوريد ثنائي الكبريت والكلور. تمّ يتم تحويل مولات S₂Cl₂ إلى جرامات من S₂Cl₂ عبر الضرب في الكتلة المولية. يمكن تجميع الحسابات على النحو التالي.

$$1.410 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{4 \text{ mol S}_2\text{Cl}_2}{4 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{135.0 \text{ g S}_2\text{Cl}_2}{1 \text{ mol S}_2\text{Cl}_2} = 190.4 \text{ g S}_2\text{Cl}_2$$

وبالتالي، يتكون 190.4 g S₂Cl₂ عندما يتفاعل 1.410 mol Cl₂ مع كمية فائضة من S₈.

تحليل المتفاعل الفائض بعد أن تعرّفت على المتفاعل المحدد وكمية الناتج المتكوّن، ماذا عن المتفاعل الفائض، أي الكبريت؟ كم مقدار الكبريت الذي تفاعل؟

المولات التي تفاعلت عليك تحويل المولات إلى الكتلة للتعرف على كتلة الكبريت اللازمة للتفاعل بالكامل مع 1.410 mol من الكلور. أولا، احصل على عدد مولات الكبريت عبر ضرب مولات الكلور في النسبة المولية لـ S₈ إلى Cl₂.

$$1.410 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol S}_8}{4 \text{ mol Cl}_2} = 0.3525 \text{ mol S}_8$$

الكتلة التي تفاعلت بعد ذلك، قم بإيجاد كتلة الكبريت اللازمة، اضرب 0.3525 mol من S₈ في كتلته المولية.

$$0.3525 \text{ mol S}_8 \times \frac{265.5 \text{ g S}_8}{1 \text{ mol S}_8} = 90.42 \text{ g S}_8$$

الفائض المتبقي علما أن 200.0 g من الكبريت متوفرة وأنه يلزم فقط 90.42 g من الكبريت للتفاعل، يمكنك حساب مقدار الكبريت الباقي عند انتهاء التفاعل.

$$200.0 \text{ g S}_8 \text{ من متوفرة} - 90.42 \text{ g S}_8 \text{ مطلوبة} = 109.6 \text{ g S}_8 \text{ فائض}$$

المفردات الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام الناتج

الاستخدام العلمي: مادة جديدة تكوّنت خلال تفاعل كيميائي كان الناتج الوحيد للتفاعل هو غاز عديم اللون.

الاستخدام العام: غرض تمّ إنتاجه توجد في قسم مواد التجميل في المتجر مئات المنتجات التي يمكن الاختيار منها.

التعرّف على المتفاعل المحدد ينتج التفاعل بين الفوسفور الأبيض الصلب (P_4) والأكسجين عاشر أكسيد رباعي الفوسفور (P_4O_{10}). يسمى هذا المركب عادة خامس أكسيد ثنائي الفوسفور لأن صيغته الأولية هي P_2O_5 .
 أ. حدد كتلة P_4O_{10} المتكونة في حال تم التفاعل بين $25.0 \text{ g } P_4$ و $50.0 \text{ g } O_2$.
 ب. كم من المتفاعل الفائض يتبقى بعد توقف التفاعل؟

1 تحليل المسألة

أنت تعلم كتل كلا المتفاعلين، وبالتالي عليك التعرف على المتفاعل المحدد واستخدامه لإيجاد كتلة الناتج. يمكن التعرف على عدد مولات المتفاعل الفائض المستخدمة خلال التفاعل انطلاقاً من عدد مولات المتفاعل المحدد. يمكن تحويل عدد مولات المتفاعل الفائض التي تفاعلت إلى كتلة وطرحها من الكتلة المعروفة لإيجاد المقدار الفائض.

معلوم

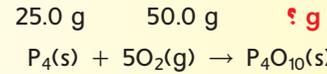
كتلة الفوسفور $25.0 \text{ g } P_4$
 كتلة الأكسجين $50.0 \text{ g } O_2$

مجهول

كتلة عاشر أكسيد رباعي الفوسفور = ؟ $P_4O_{10} \text{ g}$
 كتلة المتفاعل الفائض = ؟ g من المتفاعل الفائض

2 حساب المجهول

حدّد المادة المحددة للتفاعل



اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، وحدّد القيم المعروفة والمجهولة.

حدد عدد مولات المتفاعل من خلال ضرب كل كتلة في معامل التحويل الذي يربط بين المولات والكتلة - مقلوب الكتلة المولية.

$$\text{احسب عدد مولات } P_4. \quad 25.0 \text{ g } P_4 \times \frac{1 \text{ mol } P_4}{123.9 \text{ g } P_4} = 0.202 \text{ mol } P_4$$

$$\text{احسب عدد مولات } O_2. \quad 50.0 \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32.00 \text{ g } O_2} = 1.56 \text{ mol } O_2$$

احسب النسبة الفعلية للمولات المتوفرة من O_2 والمولات المتوفرة من P_4 .

$$\text{احسب نسبة مولات } O_2 \text{ لمولات } P_4. \quad \frac{1.56 \text{ mol } O_2}{0.202 \text{ mol } P_4} = \frac{7.72 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } P_4}$$

حدد النسبة المولية للمتفاعلين انطلاقاً من المعادلة الكيميائية الموزونة.

$$\text{النسبة المولية: } \frac{5 \text{ mol } O_2}{\text{mol } P_4}$$

بما أن $7.72 \text{ mol } O_2$ متوفرة، لكن فقط 5 mol هي القدر المطلوب للتفاعل مع 1 mol من الـ P_4 ، O_2 هو المتفاعل الفائض و P_4 هو المتفاعل المحدد. استخدم مولات P_4 لتحديد مولات P_4O_{10} التي سيتم إنتاجها. اضرب عدد مولات P_4 في النسبة المولية لـ P_4O_{10} (المجهول) لـ P_4 (المعروف).

$$\text{احسب مولات الناتج (} P_4O_{10} \text{) المتكوّن.} \quad 0.202 \text{ mol } P_4 \times \frac{1 \text{ mol } P_4O_{10}}{1 \text{ mol } P_4} = 0.202 \text{ mol } P_4O_{10}$$

لحساب كتلة الـ P_4O_{10} ، اضرب عدد مولات P_4O_{10} في معامل التحويل الرابط بين الكتلة والمولات - الكتلة المولية.

$$\text{احسب كتلة الناتج } P_4O_{10}. \quad 0.202 \text{ mol } P_4O_{10} \times \frac{283.9 \text{ g } P_4O_{10}}{1 \text{ mol } P_4O_{10}} = 57.3 \text{ g } P_4O_{10}$$

بما أن O_2 هو المتفاعل الفائض، فإن جزء فقط من O_2 يتم استهلاكه. استخدم المتفاعل المحدد P_4 . لتحديد عدد مولات وكتلة الأكسجين O_2 المستخدم.

$$\text{اضرب مولات المتفاعل المحدد في النسبة المولية لتحديد مولات المتفاعل الفائض اللازمة.} \quad 0.202 \text{ mol } P_4 \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } P_4} = 1.01 \text{ mol } O_2$$

قم بتحويل مولات O_2 المستهلك إلى كتلة O_2 المستهلك.

$$\text{اضرب عدد مولات الأكسجين } O_2 \text{ في الكتلة المولية.} \quad 1.01 \text{ mol } O_2 \times \frac{32.00 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 32.3 \text{ g } O_2$$

احسب الكم الفائض من O_2 .

$$50.0 \text{ g } O_2 \text{ متوفرة} - 32.3 \text{ g } O_2 \text{ مستهلكة} = 17.7 \text{ g } O_2 \text{ فائض}$$

اطرح كتلة الأكسجين O_2 المستخدمة من الكتلة المتوفرة.

3 تقييم الإجابة

تتكون كافة القيم من ثلاثة أرقام معنوية، إذن فإن كتلة P_4O_{10} مكتوبة بشكل صحيح بثلاثة أرقام. يتم إيجاد كتلة الفائض من O_2 (17.7 g) من خلال طرح عددين صحيحين من المنزلة العشرية الأولى. وبالتالي فإن كتلة الفائض O_2 تبين منزلة عشرية واحدة بشكل صحيح. مجموع كمية الأكسجين O_2 المستهلكة (32.3 g) والكتلة المعروفة P_4 (25.0 g) هي 57.3 g، كتلة الناتج P_4O_{10} المحسوب.

تطبيق

23. يندرج التفاعل بين الصوديوم الصلب وأكسيد الحديد (III) ضمن سلسلة من التفاعلات التي تؤدي إلى نفخ كيس الهواء في السيارة: $6Na(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow 3Na_2O(s) + 2Fe(s)$. إذا استخدمنا 100.0 g من Na و 100.0 g من Fe_2O_3 في هذا التفاعل، حدد الآتي.

a. المتفاعل المحدد

b. المتفاعل الفائض

c. كتلة الحديد الصلب الناتج

d. كتلة المتفاعل الفائض المتبقي بعد اكتمال التفاعل.

24. تحدي تستخدم تفاعلات التمثيل الضوئي في النباتات الخضراء ثاني أكسيد الكربون والماء لإنتاج الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) والأكسجين. تحتوي النبتة على 88.0 g من ثاني أكسيد الكربون و 64.0 g من الماء متاحة للتمثيل الضوئي.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.

b. حدد المتفاعل المحدد.

c. حدد المتفاعل الفائض.

d. حدد كتلة المتفاعل الفائضة.

e. حدد كتلة الناتج من الجلوكوز.

الربط بعلم الأحياء يحتاج جسمك للفيتامينات والأملاح والعناصر بكميات

صغيرة لتسهيل التفاعلات الأيضية العادية. يمكن أن يؤدي النقص في هذه المواد إلى عيوب في النمو والتطور وعمل الخلايا في جسم الإنسان. الفوسفور، على سبيل المثال، عنصر أساسي في نظم الحياة، حيث تظهر مجموعة الفوسفات بانتظام في الحمض النووي. البوتاسيوم ضروري للعمل الطبيعي للأعصاب والتحكم في العضلات وضغط الدم. يمكن أن يؤدي النظام الغذائي الذي ينقصه البوتاسيوم ويزداد فيه الصوديوم إلى ارتفاع ضغط الدم. مثال آخر على ذلك؛ الفيتامين B-12 في غياب الجرعة المناسبة من فيتامين B-12، سوف يعجز الجسم عن تركيب الحمض النووي بشكل صحيح، مما يؤثر على إنتاج خلايا الدم الحمراء.



■ **الشكل 7** في حال نقص الأكسجين سوف يشتعل الموقد على اليمين بلهب أصفر مليء بالسناج. فيما يشتعل الموقد على اليسار بلهب ساخن ونظيف لأنه يوجد فائض أكسجين ينتج التفاعل التام مع غاز الميثان.

لماذا نستخدم المتفاعل الفائض؟ تتوقف العديد من التفاعلات بينما لا تزال أجزاء من المتفاعل موجودة في خليط التفاعل. وبسبب عدم الكفاءة والتبذير الذي ينطوي عليه ذلك، أدرك علماء الكيمياء أنه باستخدام فائض إحدى المواد المتفاعلة - أي المتفاعل الأقل سعرا عموما - يمكن للتفاعلات أن تستمر إلى حين نفاذ المتفاعل المحدد بالكامل. يمكن أن يؤدي استخدام فائض متفاعل واحد إلى تسريع التفاعل.

الشكل 7 يعرض مثالا عن مساهمة التحكم في مقدار متفاعل معين في زيادة الكفاءة. يحتمل أن يكون نوع موقد بنزن المعروض في الشكل 7 هو ذاته المستخدم في مختبركم. إذا كان الأمر كذلك، تعلم أن هذه النوع من المواقد فيه زرّ تحكم يتيح لك تعديل كمية الهواء الذي يمتزج مع غاز الميثان. تعتمد درجة كفاءة الموقد على نسبة الأكسجين لغاز الميثان في مزيج الوقود. عندما تكون كمية الهواء محدودة، فإن اللهب الصادر يكون أصفر اللون بسبب الكميات التي لم تحترق من الوقود. هذا الوقود غير المحترق يُخلف سخام راسب (كربون) على الأواني الزجاجية. يضيع جزء من الوقود لأن كمية الطاقة المنتجة أقل مما يفترض إنتاجه لو كان هناك ما يكفي من الأكسجين. عندما تتوفر كمية كافية من الأكسجين في مزيج الاحتراق، يصدر الموقد لها كثيفا حارا أزرق. لا يوجد سخام مترسب لأن الوقود تحوّل بالكامل إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء.

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- المتفاعل المحدد هو المتفاعل الذي تم استهلاكه بالكامل خلال التفاعل الكيميائي. المواد المتفاعلة المتبقية بعد توقف التفاعل الكيميائي تدعى المتفاعل الفائض.
- للتعرف على المتفاعل المحدد، يجب مقارنة النسبة المولية الحقيقية للمواد المتفاعلة المتوفرة بنسبة المواد المتفاعلة المحصّلة من المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة.
- يجب أن تكون الحسابات الكيميائية قائمة على المتفاعل المحدد.

25. الفكرة الرئيسية **صف** سبب توقّف التفاعل بين المواد.

26. حدّد المتفاعل المحدد والمتفاعل المتفاعل الفائض في كل تفاعل.

- احتراق الخشب في موقد مخيم.
- يتفاعل الكبريت المحمول بالهواء مع طلاء الفضة على إبريق الشاي ليسبب تغيير في اللون (كبريتيد الفضة).
- يتفكك مسحوق الخبز في العجين لإنتاج ثاني أكسيد الكربون.

27. **حلّل** ثالث كبريتيد رباعي الفوسفور (P_4S_3) في صنع رؤوس أعواد الكبريت في بعض الأحيان. ويتم إنتاجه عن طريق التفاعل $8P_4 + 3S_8 \rightarrow 8P_4S_3$. حدّد أيًا من العبارات التالية غير صحيحة، ثم أعد كتابتها لتصحيحها.

- $4 \text{ mol } P_4$ تتفاعل مع $1.5 \text{ mol } S_8$ لتكوين $4 \text{ mol } P_4S_3$.
- الكبريت هو المتفاعل المحدد عندما تتفاعل $4 \text{ mol } S_8$ و $4 \text{ mol } P_4$ مع بعضها.
- $6 \text{ mol } P_4$ تتفاعل مع $6 \text{ mol } S_8$ مكونة $1320 \text{ g } P_4S_3$.

الفكرة الرئيسة النسبة المئوية للمردود هي وحدة لقياس الكفاءة في تفاعل كيميائي

الأسئلة الرئيسة

- ماهو المردود النظري للتفاعل الكيميائي؟
- كيف تحسب النسبة المئوية للمردود للتفاعل الكيميائي؟

مراجعة المفردات

الخطوات المتبعة (process):
سلسلة من الإجراءات أو العمليات

مفردات جديدة

المردود النظري theoretical yield
المردود الفعلي actual yield
النسبة المئوية للمردود percent yield

الكيمياء في حياتك

تخيل أنك تتمرّن على الرميات الحرة بكرة السلة وترمي 100 رمية تدريبية. نظرياً، تستطيع أن تسجل 100 هدف. إلا أنك، فعلياً، لن تسجل كافة الأهداف. في التفاعلات الكيميائية أيضاً هناك نتائج نظرية ونتائج فعلية مختلفة.

كم مقدار الناتج؟

خلال حل مسائل الحسابات الكيميائية في هذه الوحدة، قد تكون استنتجت أن التفاعلات الكيميائية تجري دائماً في المختبر وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة وتنتج الكمية المحسوبة من الناتج. لكن هذا ليس دائماً صحيحاً. تماماً مثلما أنك على الأرجح لا تستطيع تحقيق 100 سلّة من 100 رمية حرة خلال التمرين، فإن معظم التفاعلات لا تنتج أبداً نفس الكمية المتوقعة من الناتج. لا تستمرّ التفاعلات حتى تكتمل ولا تنتج الكميات المتوقعة من الناتج وذلك لأسباب متنوعة. المواد المتفاعلة والنواتج السائلة. مثلاً يمكن أن تلتصق بأسطح الأوعية أو أن تتبخر. في بعض الحالات، يمكن أن تتكون نواتج غير تلك المتوقعة عبر التفاعلات الجانبية، مما يقلل من كمية الناتج المتوقعة. أو، كما هو مبين في **الشكل 8**، فإن قسماً من أي ناتج صلب يبقى ملتصقاً بورق الترشيح أو يضيع خلال عملية التنقية. نظراً لهذه المشاكل، يحتاج علماء الكيمياء لمعرفة كيفية قياس مردود التفاعلات الكيميائية.

المردود النظري والمردود الفعلي في العديد من الحسابات الكيميائية التي أجريتها، حسبت كمية الناتج من كمية معيّنة من المتفاعل. الإجابة التي حصلت عليها هي الناتج النظري للتفاعل. **المردود النظري** هو الكم الأقصى من الناتج الذي يمكن إنتاجه من كم المادة المتفاعلة الأصلية. من النادر أن ينتج تفاعل كيميائي المردود النظري من الناتج. يحدد عالم الكيمياء الناتج الفعلي للتفاعل من خلال تجربة دقيقة يتم فيها قياس كتلة الناتج بعناية. **المردود الفعلي للناتج** هو كمية الناتج الذي يتم إنتاجه عند حدوث تفاعل كيميائي خلال تجربة عملية.



الشكل 8 تتشكل كرومات الفضة عند إضافة كرومات البوتاسيوم إلى نترات الفضة. لاحظ أنه لا يمكن إزالة كافة الرواسب من ورق الترشيح. يظل هناك جزء من الرواسب التي تُفقد لأنها تلتصق بجوانب الدورق.

النسبة المئوية للمردود يحتاج علماء الكيمياء لمعرفة درجة كفاءة التفاعل الكيميائي من حيث إنتاج الكمية المنشود من الناتج. إحدى طرق قياس الكفاءة تعتمد على النسبة المئوية للمردود. **النسبة المئوية للمردود** هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري في صورة نسبة مئوية.

$$100 \times \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} = \text{النسبة المئوية للمردود}$$

المردود الفعلي تقسيم المردود النظري ضرب 100 هي النسبة المئوية للمردود.

مثال 6

النسبة المئوية للمردود تتشكل كرومات الفضة الصلب (Ag_2CrO_4) عندما تُضاف كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) إلى محلول يحتوي على 0.500 g من نترات الفضة (AgNO_3). حدّد المردود النظري لـ Ag_2CrO_4 . حدد النسبة المئوية للمردود إذا أنتج التفاعل 0.455 g من Ag_2CrO_4 .

1 تحليل المسألة

تعلم كتلة المتفاعل والمردود الفعلي للمادة الناتجة. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، واحسب المردود النظري من خلال تحويل جرامات الـ AgNO_3 إلى مولات AgNO_3 . مولات AgNO_3 إلى مولات Ag_2CrO_4 . ومولات الـ Ag_2CrO_4 إلى جرامات من الـ Ag_2CrO_4 . حدد النسبة المئوية للمردود من المردود الفعلي والمردود النظري.

مجهول

معلوم

المردود النظري = ? g Ag_2CrO_4
النسبة المئوية للمردود = ? % Ag_2CrO_4

كتلة نترات الفضة = 0.500 g AgNO_3
المردود الفعلي = 0.455 g Ag_2CrO_4

2 حساب المجهول

$$0.500 \text{ g} \quad ?\text{g}$$

$$2\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$$

$$0.500 \text{ g } \cancel{\text{AgNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol } \text{AgNO}_3}{169.9 \text{ g } \cancel{\text{AgNO}_3}} = 2.94 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{AgNO}_3$$

$$2.94 \times 10^{-3} \text{ mol } \cancel{\text{AgNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{2 \text{ mol } \cancel{\text{AgNO}_3}} = 1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{Ag}_2\text{CrO}_4$$

$$1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } \cancel{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} \times \frac{331.7 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ mol } \cancel{\text{Ag}_2\text{CrO}_4}} = 0.488 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4$$

$$\frac{0.455 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{0.488 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4} \times 100 = 93.2\% \text{ Ag}_2\text{CrO}_4$$

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، وحدّد القيم المعروفة والمجهولة.

إستخدم الكتلة المولية لتحويل جرامات الـ AgNO_3 إلى مولات AgNO_3 .

إستخدم النسبة المولية لتحويل مولات AgNO_3 إلى مولات Ag_2CrO_4 .

احسب المردود النظري.

احسب النسبة المئوية للمردود.

3 تقييم الإجابة

القيم المعطاه تحتوي على ثلاثة أرقام معنوية، وبالتالي فإن التعبير الصحيح عن النسبة يجب أن يضم ثلاثة أرقام أيضاً. الكتلة المولية لـ Ag_2CrO_4 تساوي حوالي ضعف الكتلة المولية لـ AgNO_3 ، ونسبة مولات الـ AgNO_3 إلى مولات الـ Ag_2CrO_4 في المعادلة هي 2:1. وبالتالي، يجب أن تنتج 0.500 g من AgNO_3 نحو نفس الكتلة من Ag_2CrO_4 . المردود الفعلي لـ Ag_2CrO_4 قريب من 0.500 g. وهكذا فإن 93.2% هي نسبة مردود معقولة.

28. هيدروكسيد الألمنيوم $(\text{Al}(\text{OH})_3)$ يستخدم عادة في مضادات الحموضة لمعادلة حمض المعدة (HCl). يتم التفاعل على النحو الآتي:

$$14.0 \text{ g Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{AlCl}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
 إن وجدت 14.0 g من $\text{Al}(\text{OH})_3$ في أقراص مضادة للحموضة، حدد المردود النظري من AlCl_3 الذي يتم إنتاجه عندما تتفاعل الأقراص مع HCl.
29. يتفاعل الخارصين مع اليود في تفاعل تركيب (اتحاد): $\text{Zn} + \text{I}_2 \rightarrow \text{ZnI}_2$.
- a. احسب المردود النظري في حال تم استخدام 1.912 mol من الخارصين.
 b. احسب النسبة المئوية للمردود إذا تم الحصول عملياً على 515.6 g من الناتج.
30. تحدي عندما نضع سلكاً نحاسياً في محلول نترات الفضة (AgNO_3) . تتشكل بلورات الفضة ومحلول نترات النحاس (II) $(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$.
- a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.
 b. إذا استخدمنا 20.0 g من النحاس، احسب المردود النظري من الفضة.
 c. إذا تم الحصول عملياً 60.0 g من الفضة من التفاعل، حدّد النسبة المئوية للمردود لهذا التفاعل.

مختبر تحليل البيانات

انطلاقاً من بيانات واقعية^{1,2} التحليل والاستنتاج

البيانات والملاحظات

بيانات الصخور القمرية ¹	
النسبة الكتلية في التربة %	أكسيد
47.3%	SiO_2
17.8%	Al_2O_3
11.4%	CaO
10.5%	FeO
9.6%	MgO
1.6%	TiO_2
0.7%	Na_2O
0.6%	K_2O
0.2%	Cr_2O_3
0.1%	MnO

¹البيانات مأخوذة من: McKay, et al. 1994. JSC-1، مُحَضَّر جديد لتربة القمر. الهندسة والبناء والعمليات في الفضاء. الجمعية الأمريكية للمهندسين المدنيين. IV. 857-866.
²البيانات مأخوذة من: Berggren, et al. 2005. نظام تقليص سيليكات أكسيد الكربون المائدة المستديرة لموارد الفضاء VII.

هل بإمكان الصخور على سطح القمر توفير مصدر أكسجين فعال للمهمات القمرية المستقبلية؟

على الرغم من أن القمر ليس له غلاف جوي وبالتالي ليس له أكسجين فإن سطحه مغطى بالحجارة والتربة المتكونة من أكاسيد. خلال سعيهم لإيجاد مصدر أكسجين للرحلات القمرية طويلة المدى، يبحث العلماء عن طرق لاستخلاص الأكسجين من التربة والأحجار القمرية. زوّد تحليل العينات التي تم جمعها خلال المهام القمرية السابقة للعلماء البيانات المبينة في الجدول. يعرّف الجدول الأكاسيد الموجودة في التربة القمرية والنسبة المئوية الكتلية لكل أكسيد في التربة.

التفكير الناقد

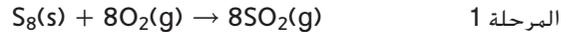
- احسب حدد الكتلة (بالجرامات) لكل من الأكاسيد المذكورة في الجدول والتي يمكن أن توجد في 1.00 kg من تربة القمر.
- طبق يريد العلماء إطلاق الأكسجين من أكسيده الفلزي باستخدام تفاعل الانحلال:
فلز + أكسجين → أكسيد الفلز.
لتقييم قابلية هذه الفكرة للتطبيق، حدّد كمية الأكسجين في الكيلوجرام التي يحتوي عليها كل أكسيد يوجد في تربة القمر.
- حدّد هوية الأكسيد الذي يمكن أن ينتج الكم الأكبر من الأكسجين في الكيلوجرام؟ الكم الأقل؟
- حدّد المردود النظري للأكسجين من الأكاسيد الموجود في عينة 1.00-kg من تربة القمر.
- احسب باستخدام الطرق المتاحة حالياً، يستطيع العلماء إنتاج 15 kg من الأكسجين انطلاقاً من 100 kg من تربة القمر. ماهي النسبة المئوية للمردود لهذه العملية؟

النسبة المئوية للمردود والفائدة الاقتصادية



■ **الشكل 9** الكبريت، مثل هذه الأكوام في ميناء فانكوفر، يمكن استخلاصه من المواد البترولية من خلال عملية كيميائية. كما يمكن استخراج الكبريت عبر ضخ الماء الساخن بالقوة بين الترسبات الباطنية ثم ضخ الكبريت السائل إلى السطح.

تعتبر النسبة المئوية للمردود عاملاً مُحدداً لكفاءة التكلفة في عدة عمليات صناعية. على سبيل المثال، يستخدم الكبريت، كما هو مبين في **الشكل 9** في صنع حمض الكبريتيك (H_2SO_4). حمض الكبريتيك مادة كيميائية هامة من المواد الخام المستخدمة في صنع عدة منتجات مثل الأسمدة ومواد التنظيف والأصبغ والمنسوجات. تؤثر تكلفة حمض الكبريتيك في تكلفة العديد من السلع الاستهلاكية التي نستخدمها في حياتنا اليومية. المرحلتان الأولى والثانية من عملية التصنيع مبيّنة أدناه.



في المرحلة الأخيرة، SO_3 يمزج مع الماء لينتج H_2SO_4 .



المرحلة الأولى، أي احتراق الكبريت، يناهز مردودها نسبة 100%. في المرحلة الثانية، يكون المردود عاليا إذا تم استخدام حفاز في درجة حرارة منخفضة نسبياً أي $400^\circ C$. الحفاز هو مادة تُسرّع التفاعل لكنها لا تظهر في المعادلة الكيميائية. ضمن هذه الظروف، يكون التفاعل بطيئاً. يُتيح رفع درجة الحرارة زيادة سرعة التفاعل لكنه يُقلل كمية الناتج أو المردود.

لتحقيق كمية الناتج القصوى في أقل مدة ممكنة في المرحلة الثانية، صمم المهندسون نظاماً يَمُرّ فيه المتفاعلات، O_2 و SO_2 ، على حفاز في درجة حرارة $400^\circ C$. ولأن التفاعل ينتج كما كبيرا من الحرارة، ترتفع درجة الحرارة تدريجياً بالتزامن مع انخفاض كمية المردود (الناتج). وهكذا، عندما تبلغ الحرارة درجة $600^\circ C$ تقريباً، يتم تبريد المزيج وتبريره على حفاز مرّة أخرى. بعد تكرار عملية التبرير على الحفاز أربعة جولات مع التبريد بعد كل جولة، يتم إنتاج مردود تفوق نسبته 98%.

القسم 4 مراجعة

مُلخّص القسم

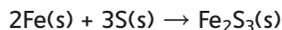
- المردود النظري لتفاعل كيميائي هو الكم الأقصى من المردود الذي يمكن إنتاجه انطلاقاً من كمية محددة من المادة المتفاعلة. يتم حساب المردود النظري انطلاقاً من المعادلة الكيميائية الموزونة.
- المردود الفعلي هو كمية المردود الذي يتم إنتاجه فعلياً. يتم الحصول على المردود الفعلي عن طريق التجربة.
- النسبة المئوية للمردود هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري ويعبّر عنها كنسبة مئوية. يُعدّ ارتفاع النسبة المئوية للمردود عاملاً مُهمّاً في الحدّ من تكلفة كافة النواتج التي يتم إنتاجها خلال العمليات الكيميائية.

31. الفكرة الرئيسية حدّد التالي—المردود النظري. المردود الفعلي أم النسبة المئوية للمردود—هو مقياس الكفاءة للتفاعل الكيميائي.

32. **اكتب قائمة** تضمّ أسباباً متعددة لعدم تساوي الناتج الفعلي لتفاعل كيميائي مع مردوده النظري.

33. اشرح كيفية حساب النسبة المئوية للمردود.

34. **طبّق** خلال تجربة، تقوم بخلط 83.77 g من الحديد مع فائض من الكبريت ثمّ تقوم بتسخين الخليط للحصول على كبريتيد الحديد (III).



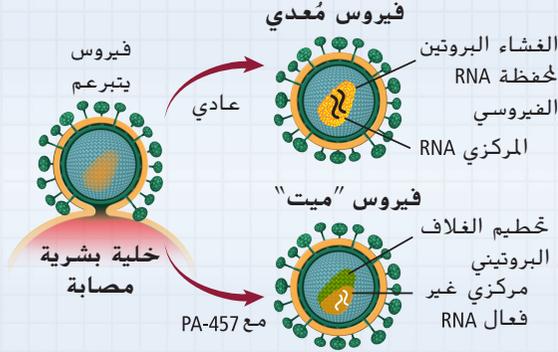
احسب المردود النظري، بالجرامات، من كبريتيد الحديد (III).

35. احسب النسبة المئوية للمردود للتفاعل بين المغنيسيوم وفائض الأكسجين:

$$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$$

بيانات التفاعل	
35.67 g	كتلة البوتقة فارغة
38.06 g	كتلة البوتقة مع المغنيسيوم Mg
39.15 g	كتلة البوتقة مع أكسيد المغنيسيوم MgO (بعد التسخين)

مكافحة السلالات المقاومة



الشكل 2 عند علاجها بالـ PA-457، يتشوه شكل محفظة فيروس HIV ثم ينهار، مما يؤدي إلى موت الفيروس.

الهجمة المباعثة كانت هذه النتيجة مفاجئة، لأنها أثبتت أن، خلافاً لمعظم الأدوية، PA-457 يهاجم هيكل فيروس نقص المناعة البشرية HIV، بدلاً من الأنزيم الذي يساعده على التكاثر، كما هو مبين في **الشكل 2**. هذا يجعل دواء PA-457 من بين أول الأدوية في فئة أدوية فيروس HIV المعروفة بمثبطات النضج—الكفيلة بمنع الفيروس من النضج خلال المراحل الأخيرة من نموه.

إبطاء التطور بما أن دواء PA-457 وغيره من مثبطات النضج تهاجم بنية فيروس HIV، يظل الأمل قائماً بأن تصبح المقاومة أبطأ في نشأتها. وحتى في هذه الحال، من المرجح أن يتم وصف مثبطات النضج بالتزامن مع أدوية الأيدز الأخرى التي تهاجم الفيروس في مراحل مختلفة من دورة حياته.

هذه الممارسة، المعروفة بالعلاج متعدد الأدوية، تُصعّب على فيروس HIV أن يطور المقاومة لأن أي فيروس ناچ يحتاج لعدة طفرات—واحدة على الأقل لكل دواء مضاد للأيدز. هناك احتمال ضعيف لظهور هذه الطفرات في نفس الوقت.

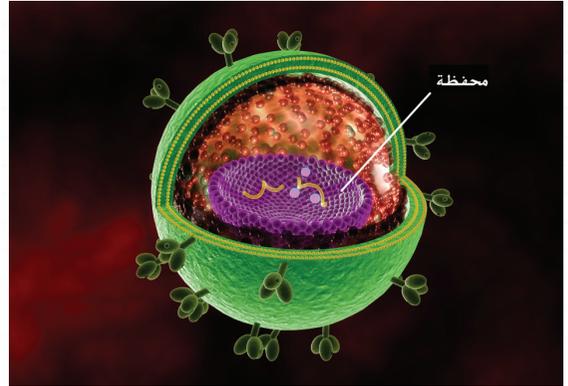
الكتابة في الكيمياء

اجر بحثاً حول طريقة العلماء في تحديد المستوى الآمن من الجرعات بالنسبة لدواء تجريبي. ناقش كيفية تحقيق التوافق بين فعالية دواء ما ودرجة سميته وأثاره الجانبية المحتملة.

أصبح من الثابت أن فيروس نقص المناعة البشرية (HIV)، الذي يسبب مرض الأيدز AIDS، هو من بين أكبر الآفات المستعصية التي واجهها علم الطب عبر العصور. ويتمثل أحد أسباب ذلك في قدرة الفيروس الهائلة على التكيف. تظهر السلالات المقاومة بسرعة، ممّا يبطل مفعول أحدث وأقوى أدوية الأيدز. يستخدم بعض الباحثين اليوم قدرة الفيروس على التكيف كوسيلة لمكافحته.

اختيار المقاومة PA-457 هو دواء جديد مضاد لفيروس نقص المناعة البشرية مستخلص من حمض البتولينيك، وهو مركب عضوي مستخرج من بعض النباتات، ومنها لحاء أشجار البتولا. لمعرفة طبيعة تأثير الـ PA-457 على فيروس HIV، أي آلية عمل الدواء، أقدم الباحثون على القيام بإجراء قد يبدو غريباً: قاموا بتحفيّز عينات من الأيدز بتطوير مقاومة ضدّ الـ PA-457.

أخضع الباحثون عينات من فيروس HIV لجرعات صغيرة من PA-457. ساعد استخدام الجرعات الصغيرة على إمكانية بقاء قسم من الفيروس على قيد الحياة وتطوير قدرة على مقاومة العلاج. تم جمع الفيروسات التي نجت من تأثير التعرض للدواء، ثم تم فحص سلسلاتها الجينية. أدرك العلماء أن الفيروسات الناجية مزودة بطفرة في الجينات تمكنها من التحكم في كيفية بناء الفيروس لهيكل تعرف بالمحفظة، كما هو مبين في **الشكل 1**.



الشكل 1 في فيروس HIV عادي، تتشكل المحفظة طبقة واقية حول المادة الجينية.

مختبر الكيمياء

تحديد النسبة المولية



نبذة مختصرة: يتفاعل الحديد مع كبريتات النحاس (II) (CuSO_4). من خلال قياس كتلة الحديد المتفاعلة وكتلة فلز النحاس الناتجة، يمكنك حساب النسبة المولية التجريبية.

السؤال: ما وجه المقارنة بين النسبة المولية التجريبية والنسبة المولية النظرية؟

المواد والأدوات

خماسي هيدرات كبريتات النحاس (II) سخان كهربائي	
ملقط الكأس	($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
ميزان	برادة الحديد
ساق تحريك	ماء مقطر
كأس سعة 400 mL	دورق سعة 150 mL
ورق وزن	مخبر مدرّج سعة 100 mL

احتياطات السلامة

تحذير: السخان الكهربائي يتسبب في الحروق. أطفئ السخان الكهربائي في حال عدم استخدامه.

الإجراء

1. اقرأ تعليمات السلامة في هذا المختبر قبل بداية العمل.
2. قم بقياس كتلة كأس نظيف وجاف سعة 150 mL.
3. ضع حوالي 12 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ في كأس 150 mL. ثم قم بقياس الكتلة الكلية.
4. أضف 50 mL من الماء المقطر لـ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. ضع الخليط على السخان الكهربائي، ثم حرّك إلى أن تذوب البادة الصلبة تماما (ليس إلى حد الغليان). قم بإزالة الكأس من على السخان بالملقط.
5. قم بقياس حوالي 2 g من برادة الحديد على قطعة من ورق الوزن. قم بقياس كتلة البرادة.
6. خلال التحريك، أضف برادة الحديد ببطئ لمحلول كبريتات النحاس (II) الساخن. انتبه لعدم تناثر المحلول الساخن.
7. اترك خليط التفاعل يبرد مدة 5 دقائق.
8. استخدم ساق التحريك لسكب (صب) السائل في كأس سعة 400 mL. انتبه لسكب السائل فقط—اترك النحاس الصلب المتبقي مكانه.
9. أضف 15 mL من الماء المقطر للنحاس الصلب، ثم حرّك الكأس بعناية بشكل دائري لغسل النحاس. اسكب السائل في الكأس سعة 400 mL.
10. كرر الخطوة 9 مرتين إضافيتين.

11. ضع الكأس الذي يحتوي على النحاس المبتلّ على السخان. استخدم درجة حرارة منخفضة لتجفيف النحاس.

12. بعد أن يجفّ النحاس، استخدم الملقط لإزالة الكأس من على السخان واتركه ليبرد.

13. قم بقياس كتلة الكأس والنحاس.

14. **التنظيف والتخلص من النفايات** يمكن وضع النحاس الجاف في حاوية الفضلات، بلل أية رواسب ملتصقة بالكأس وامسحها بواسطة منديل ورقي. اسكب ما تبقى من محاليل كبريتات النحاس (II) وكبريتات الحديد (II) بعد التفاعل في كأس كبير. أعد جميع أدوات المختبر إلى مكانها المناسب.

التحليل والاستنتاج

1. **طبّق** اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل واحسب كتلة النحاس (Cu) الذي يفترض أن يتكون انطلاقاً من عيّنة الحديد (Fe) المستخدمة. هذه الكتلة هي المرودود النظري.
2. **فسّر البيانات** انطلاقاً من البيانات التي سجّلتها، حدّد كتلة ومولات النحاس التي تمّ إنتاجها. احسب مولات الحديد المستخدمة، وحدّد العدد الصحيح للنسبة المولية حديد إلى نحاس والنسبة المئوية للمرودود.
3. **قارن وقابل** قارن بين النسبة المولية النظرية حديد إلى نحاس والنسبة المولية التي حسبتها باستخدام البيانات التجريبية.
4. **تحليل الخطأ** حدّد مصادر الخطأ التي أدت إلى الانحراف عن النسبة المولية الموجودة في المعادلة الكيميائية الموزونة.

توسيع نطاق الاستفسارات

قارن نتائجك مع نتائج زملائك في الفرق الأخرى. كوّن فرضية لشرح الاختلافات. كيف يمكنك اختبار فرضيتك؟

الفكرة الرئيسية تؤكد علاقات الكتلة في التفاعلات الكيميائية قانون حفظ الكتلة.

القسم 1 تعريف الحسابات الكيميائية

- الفكرة الرئيسية تحدد كمية كل مادة من المواد المتفاعلة في بداية تفاعل كيميائي كمية الناتج الذي يمكن أن يتكون.
- يمكن تفسير المعادلات الكيميائية الموزونة باستخدام مولات وكتل وجسيمات (ذرات، جزيئات، وحدات الصيغة).
 - ينطبق قانون حفظ الكتلة على كافة التفاعلات الكيميائية.
 - تُشتق النسب المولية من معاملات معادلة كيميائية موزونة. تربط كل نسبة مولية عدد مولات إحدى المواد المتفاعلة أو أحد النواتج مع عدد مولات مادة متفاعلة أخرى أو ناتج آخر في التفاعل الكيميائي.

المفردات

- الحسابات الكيميائية النظرية (stoichiometry)
- النسبة المولية (mole ratio)

القسم 2 الحسابات الكيميائية النظرية

- الفكرة الرئيسية يتطلب حل أي مسألة من مسائل الحسابات الكيميائية معادلة كيميائية موزونة.
- يستخدم علماء الكيمياء الحسابات الكيميائية للتنبؤ بمقادير المواد المتفاعلة المستخدمة والنواتج المتكوّنة في تفاعلات معيّنّة.
 - تمثّل الخطوة الأولى في حل مسائل الحسابات الكيميائية في كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة.
 - تستخدم النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة في إجراء الحسابات الكيميائية.
 - تُستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية من أجل التحويل بين الكتلة والمول.

القسم 3 المتفاعلات المحددة

- الفكرة الرئيسية يتوقف التفاعل الكيميائي عندما يتم استهلاك إحدى المواد المتفاعلة بالكامل.
- المتفاعل المحدد هو المتفاعل الذي تم استهلاكه بالكامل خلال التفاعل الكيميائي. المواد المتفاعلة المتبقية بعد توقف التفاعل الكيميائي تدعى المتفاعل الفائض.
 - للتعرف على المتفاعل المحدد، يجب مقارنة النسبة المولية الحقيقية للمواد المتفاعلة المتوفرة بنسبة المواد المتفاعلة المحضلة من المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة.
 - يجب أن تكون الحسابات الكيميائية قائمة على المتفاعل المحدد.

المفردات

- المتفاعل المحدد (limiting reactant)
- المتفاعل الفائض (excess reactant)

القسم 4 النسبة المئوية للمردود

- الفكرة الرئيسية النسبة المئوية للمردود هي وحدة قياس كفاءة التفاعل الكيميائي.
- المردود النظري لتفاعل كيميائي هو الكم الأقصى من الناتج الذي يمكن إنتاجه انطلاقاً من كمية محددة من المادة المتفاعلة. يتم حساب المردود النظري انطلاقاً من المعادلة الكيميائية الموزونة.
 - المردود الفعلي هو كمية الناتج الذي يتم إنتاجه فعلياً. يتم الحصول على المردود الفعلي عن طريق التجربة.
 - النسبة المئوية للمردود هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري ويعبر عنها كنسبة مئوية. يُعدّ ارتفاع النسبة المئوية للمردود عاملاً مُهمّاً في الحدّ من تكلفة كافة النواتج التي يتم إنتاجها خلال العمليات الكيميائية.

المفردات

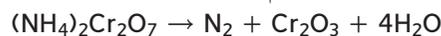
- المردود النظري (theoretical yield)
- المردود الفعلي (actual yield)
- النسبة المئوية للمردود (percent yield)

$$\text{النسبة المئوية للمردود} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$$

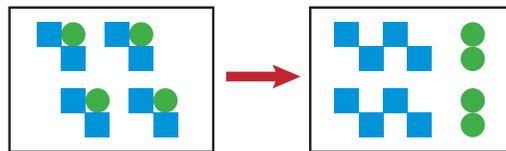
القسم 1

إتقان المفاهيم

36. لماذا يُشترط أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة قبل أن تُحدد النسب المولية؟
37. ما العلاقات التي يمكن تحديدها انطلاقاً من المعادلة الكيميائية الموزونة؟
38. اشرح لماذا تُعدّ النسب المولية عنصراً أساسياً في الحسابات الكيميائية.
39. ما النسبة المولية التي يمكن استخدامها لتحويل مولات المادة A إلى مولات المادة B؟
40. لماذا تُستخدم المعاملات في النسب المولية بدلا عن الأرقام السفلية على يمين الصيغ الكيميائية؟
41. اشرح كيف يُمكنك قانون حفظ الكتلة من تفسير معادلة كيميائية موزونة من خلال الكتلة.
42. عند التسخين على اللهب، يتحلل ثاني كرومات الأمونيوم وينتج غاز النيتروجين، وأكسيد الكروم (III) الصلب وبخار الماء.



اكتب النسب المولية لهذا التفاعل الذي يربط ثاني كرومات الأمونيوم مع المواد الناتجة.

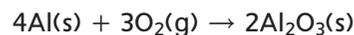


الشكل 10

43. الشكل 10 يُمثل معادلة تضمّ مربعات تمثّل العنصر M ودوائر تمثّل العنصر N. اكتب معادلة كيميائية موزونة لتمثيل الصورة الواردة باستخدام أبسط النسب العددية الصحيحة. اكتب النسب المولية لهذه المعادلة.

إتقان حل المسائل

44. فسر المعادلة التالية من حيث الجسيمات وعدد المولات والكتلة.



45. الصهر عند تسخين أكسيد القصدير (IV) مع الكربون في عملية تُدعى الصهر، يمكن استخراج عنصر القصدير.
- $$SnO_2(s) + 2C(s) \rightarrow Sn(l) + 2CO(g)$$
- فسر المعادلة الكيميائية من حيث الجسيمات وعدد المولات والكتلة.
46. عندما يُضاف النحاس الصلب إلى حمض النيتريك يتم إنتاج نترات النحاس (II) وثاني أكسيد النيتروجين والماء. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل. اكتب ستة نسب مولية لهذا التفاعل.

47. عندما يتفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول نترات الرصاص (II)، يترسّب كلوريد الرصاص (II) وينتج محلول حمض النيتريك.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.
b. فسر المعادلة من حيث الجزيئات ووحدة الصيغة وعدد المولات والكتلة.

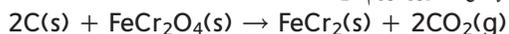
48. عندما يُخلط الألمنيوم مع أكسيد الحديد (III)، ينتج فلز الحديد وأكسيد الألمنيوم مع كمية كبيرة من الحرارة. ماهي النسبة المولية المولية التي يمكنك استخدامها لتحديد عدد مولات الحديد Fe إذا كانت مولات Fe_2O_3 معروفة؟



49. يتفاعل ثاني أكسيد السليكون الصلب، المسمى عادة السليكا، مع محلول حمض الهيدروفلوريك (HF) لإنتاج غاز رباعي فلوريد السليكون والماء.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.
b. اكتب ثلاثة نسب مولية وبيّن كيف تستخدمها في إجراء الحسابات الكيميائية.

50. الكروم أهم خام تجاري للكروم هو الكروميت ($FeCr_2O_4$). ومن الخطوات المتبعة في عملية استخراج الكروم من خامه هو تفاعل الكروميت مع الفحم (الكربون) لإنتاج الفيروكروم ($FeCr_2$).



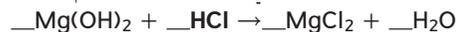
ما هي النسبة المولية التي تستخدم لتحويل مولات الكروميت إلى مولات الفيروكروم؟

51. تلوث الهواء تتم إزالة المادة الملوّثة SO_2 من الهواء عبر تفاعله مع كربونات الكالسيوم والأكسجين. ينتج عن هذا التفاعل كبريتات الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون. حدد النسبة المولية التي تستخدمها لتحويل مولات الـ SO_2 إلى مولات $CaSO_4$.

52. تتفاعل المادتان W و X لنتجتا الناتجين Y و Z. الجدول 2 يعرض مولات المواد المتفاعلة والنواتج لهذا التفاعل. استخدم البيانات لتحديد المعاملات التي سوف تجعل المعادلة موزونة $Z + Y \rightarrow X + W$.

الجدول 2 بيانات التفاعل			
مولات المواد المتفاعلة		مولات المواد الناتجة	
Z	Y	X	W
1.20	0.60	0.30	0.90

53. مضادات الحموضة هيدروكسيد المغنيسيوم هو أحد مكونات بعض مضادات الحموضة. تتفاعل مضادات الحموضة مع حمض الهيدروكلوريك في المعدة لتخفيف آلام عسر الهضم.



a. زن معادلة تفاعل $Mg(OH)_2$ مع HCl.
b. اكتب النسبة المولية التي يمكن استخدامها لتحديد عدد مولات $MgCl_2$ الناتجة عند تفاعل HCl مع $Mg(OH)_2$.

القسم 2

إتقان المفاهيم

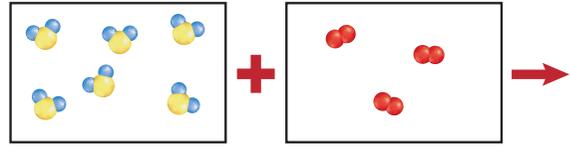
54. ما الخطوة الأولى في جميع الحسابات الكيميائية؟

55. ما المعلومات التي تتضمنها المعادلة الكيميائية الموزونة؟

56. على أي قانون تقوم الحسابات الكيميائية. وكيف تؤكد الحسابات هذا القانون؟

57. كيف تُستخدم الكتلة المولية في بعض الحسابات الكيميائية؟

58. ما المعلومات التي نحتاجها لحساب كتلة ناتج تكوّن نتيجة تفاعل كيميائي؟



الشكل 11

59. كل مربع في الشكل 11 يمثل محتويات دورق. يحتوي الدورق

الأول على كبريتيد الهيدروجين والثاني على الأكسجين. عندما يتم مزج محتويات الدورقين، يحدث تفاعل وينتج عنه بخار الماء والكبريت. تمثل الدوائر الحمراء في الشكل الأكسجين، أما الدوائر الصفراء فتمثل الكبريت، والزرقاء الهيدروجين.

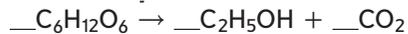
a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.

b. باستخدام نفس الألوان، صمم رسماً للدورق بعد حدوث التفاعل.

إتقان حل المسائل

60. الإيثانول (C₂H₅OH)، المعروف أيضاً بكحول الجيوب،

يمكن تخضيره من تخمّر السكر (C₆H₁₂O₆). والمعادلة الكيميائية غير الموزونة لهذا التفاعل هي .



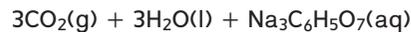
زن المعادلة الكيميائية وحدد كتلة الـ C₂H₅OH التي يتم إنتاجها من 750 g C₆H₁₂O₆.

61. إذا تفاعلت 5.50 mol من كربيد الكالسيوم CaC₂ مع كمية فائضة من الماء، فما عدد المولات الناتجة من الأستيلين (C₂H₂)، وهو غاز يستعمل في اللحام؟



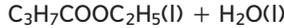
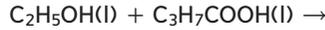
62. مضاد الحموضة الفوار عندما يذوب قرص

مضاد الحموضة في الماء، فإن الفوران والأزير ناتجان عن تفاعل بين كربونات الصوديوم الهيدروجينية (NaHCO₃)، المسمى أيضاً بيكربونات الصوديوم، وحمض الستريك (H₃C₆H₅O₇).



كم عدد مولات الـ Na₃C₆H₅O₇ التي يمكن إنتاجها عند إذابة قرص واحد يحتوي على 0.0119 mol من NaHCO₃؟

63. الأسترة تُدعى عملية تفاعل حمض عضوي وكحول لتكوين إستر وماء بالأسترة. بيوتانات الإيثيل (C₃H₇COOC₂H₅)، وهو إستر، يتكوّن عندما يتم تسخين كحول الإيثانول (C₂H₅OH) وحمض البيوتانويك (C₃H₇COOH) بوجود حمض الكبريتيك.



حدد كتلة بيوتانات الإيثيل الناتج عند استخدام 4.50 mol من الإيثانول.

64. غاز الدفيئة ثاني أكسيد الكربون هو غاز الدفيئة

ويرتبط بظاهرة الاحترار العالمي. ويتم إطلاقه في الغلاف الجوي عبر احتراق الأوكتان (C₈H₁₈) الموجود في الجازولين. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لاحتراق الأوكتان واحسب كتلة الأوكتان المطلوبة لإنتاج 5.00 mol من CO₂.

65. يتفاعل محلول كرومات البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص (II) لإنتاج راسب أصفر اللون من كرومات الرصاص (II) ومحلول نترات البوتاسيوم.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

b. حدد كتلة كرومات الرصاص الناتجة عن تفاعل

0.250 mol من كرومات البوتاسيوم.

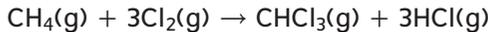
66. وقود الصاروخ يستخدم التفاعل الطارد للحرارة بين

الهيدرازين السائل (N₂H₄) وسائل بيروكسيد الهيدروجين (H₂O₂) في وقود الصاروخ. ينتج عن هذا التفاعل غاز النيتروجين والماء.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

b. ما كتلة الهيدرازين بالجرام اللازمة لإنتاج 10.0 mol من غاز النيتروجين؟

67. الكلوروفورم (CHCl₃)، مذيب هام، يتم إنتاجه عبر تفاعل بين الميثان والكلور.



ما المقدار المطلوب من CH₄ بالجرام، لإنتاج 50.0 g من CHCl₃؟

68. إنتاج الأكسجين تستخدم وكالة الفضاء الروسية سوبر أكسيد البوتاسيوم (KO₂) للتوليد الكيميائي للأكسجين في البدلات الفضائية.

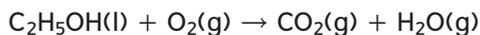


أكمل الجدول 3.

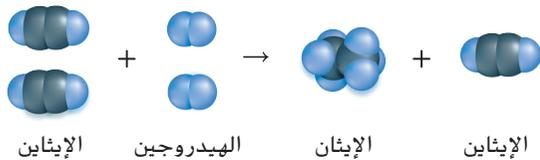
الجدول 3 بيانات تفاعل توليد الأكسجين				
كتلة O ₂	كتلة KHCO ₃	كتلة CO ₂	كتلة H ₂ O	كتلة KO ₂
380 g				

69. وقود الجازوهول Gasohol هو خليط من

الإيثانول والجازولين. زن المعادلة الكيميائية وحدد كتلة CO₂ الناتج عن احتراق 100.0 g من الإيثانول.



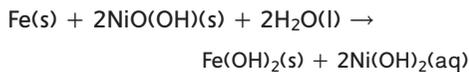
إتقان حل المسائل



الشكل 13

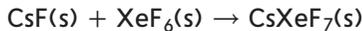
76. التفاعل بين الإيثانين (C_2H_2) والهيدروجين (H_2) مُبَيَّن في الشكل 13. المادة الناتجة هي الإيثان (C_2H_6). ما المادة المحددة للتفاعل؟ وما المادة الفائضة؟ فسر إجابتك.

77. بطارية نيكيل - حديد في عام 1901. اخترع توماس أديسون بطارية نيكيل - حديد. ومثّل المعادلة التالية التفاعل الحاصل داخل هذه البطارية.

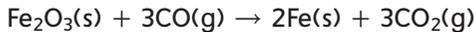


كم عدد مولات $Fe(OH)_2$ الناتجة عندما يتفاعل 5.00 mol من Fe مع 8.00 mol من $Ni(OH)_2$ ؟

78. أحد مركبات الزينون القليلة التي تتكون هو سادس فلوريد زينون سيزيوم ($CsXeF_7$). ماهو عدد مولات $CsXeF_7$ التي يمكن إنتاجها عند تفاعل 12.5 mol من فلوريد السيزيوم مع 10.0 mol من سادس فلوريد الزينون؟

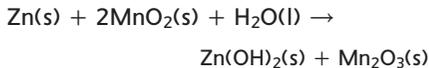


79. إنتاج الحديد يتم تصنيع الحديد تجارياً عن طريق تفاعل الهيماتيت (Fe_2O_3) مع أول أكسيد الكربون. كم جراماً من الحديد ينتج عن تفاعل 25.0 mol من الهيماتيت مع 30.0 mol من أول أكسيد الكربون؟



80. عندما يتفاعل غاز الكلور مع الفوسفور الصلب (P_4) ينتج خامس كلوريد الفوسفور الصلب. عند تفاعل 16.0 g من الكلور مع 23.0 g من P_4 . ماهو المتفاعل المحدد؟ ماهو المتفاعل الفائض؟

81. البطارية القلوية تُنتج البطارية القلوية الطاقة الكهربائية وفقاً للمعادلة التالية.



a. ما المتفاعل المحدد إذا تفاعل 25.0 g من Zn و 30.0 g من MnO_2 ؟
b. حدد كتلة $Zn(OH)_2$ الناتجة.

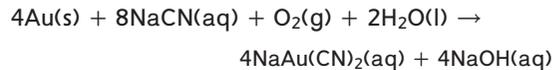
82. يتفاعل الليثيوم تلقائياً مع البروم لإنتاج بروميد الليثيوم. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل. عند استخدام 25.0 g من الليثيوم و 25.0 g من البروم في بداية التفاعل. حدّد ما يلي

- المتفاعل المحدد.
- كتلة بروميد الليثيوم الذي يتم إنتاجه.
- المتفاعل الفائض والكتلة الفائضة.

70. بطارية السيارة في بطارية السيارة. يُستخدم الرصاص وأكسيد الرصاص (IV) ومحلول حمض الكبريتيك لإنتاج التيار الكهربائي. يُنتج هذا التفاعل محلول كبريتات الرصاص (II) والماء.

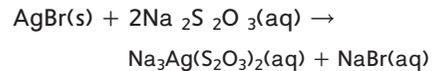
- اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.
- حدد كتلة كبريتات الرصاص (II) الناتجة عن تفاعل 25.0 g من الرصاص مع كمية فائضة من أكسيد الرصاص (IV) وحمض الكبريتيك.

71. لاستخلاص الذهب من خامه، يُعالج الخام بمحلول سيانيد الصوديوم بوجود الأوكسجين والماء.



- حدد كتلة الذهب التي يمكن استخلاصها عند استخدام 25.0 g من سيانيد الصوديوم.
- إذا كانت كتلة الخام الذي استخرج منه الذهب 150.0 g، فما هي النسبة المئوية للذهب في الخام؟

72. الأفلام تحتوي الأفلام الفوتوغرافية على بروميد الفضة مذاباً في الجيلاتين. وعند تعرّض هذه الأفلام للضوء، يتحلل جزء من بروميد الفضة، ممّا يُنتج حبيبات ناعمة من الفضة. وتتم إزالة بروميد الفضة من الجزء الذي لم يتعرّض للضوء من خلال معالجة الفلم بثيوكبريتات الصوديوم. يتم إنتاج ثيوكبريتات صوديوم الفضة ($Na_3Ag(S_2O_3)_2$).

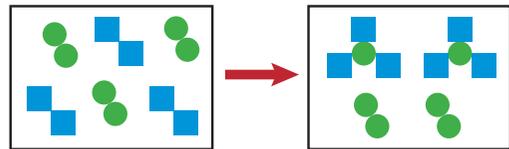


حدد كتلة $Na_3Ag(S_2O_3)_2$ الناتجة بعد إزالة 0.275 g من AgBr.

القسم 3

إتقان المفاهيم

- كيف تستخدم النسبة المولية لمعرفة المتفاعل المحدد؟
- فسّر لماذا تُعتبر العبارة التالية غير صحيحة. "المتفاعل المحدد هو المتفاعل ذي الكتلة الأقل".



الشكل 12

75. الشكل 12 يستخدم مربعات تمثّل العنصر M ودوائر تمثّل العنصر N.

- اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.
- إذا كان كل مربع يمثّل 1 mol من M وكل دائرة تمثّل 1 mol من N، كم عدد مولات كلا العنصرين M و N التي كانت موجودة في بداية التفاعل؟
- كم عدد مولات الناتج؟ كم عدد مولات العنصر M والعنصر N التي لم تتفاعل؟
- أيهما المتفاعل المحدد وأيها المتفاعل الفائض؟

القسم 4

إتقان المفاهيم

83. ما الفرق بين المردود الفعلي والمردود النظري؟

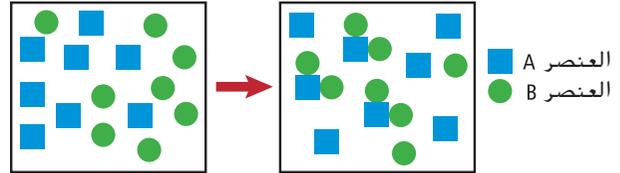
84. كيف يتم تحديد المردود الفعلي والمردود النظري؟

85. هل يمكن أن تكون النسبة المئوية للمردود لتفاعل كيميائي أعلى من 100%؟ فسر إجابتك.

86. ما العلاقة المستخدمة لتحديد النسبة المئوية للمردود لتفاعل كيميائي؟

87. ما المعلومات التجريبية اللازمة لحساب كل من المردود النظري والنسبة المئوية للمردود لأي تفاعل كيميائي؟

88. يتفاعل أكسيد فلز مع الماء لينتج هيدروكسيد فلز. ماهي المعلومات الإضافية اللازمة لتحديد النسبة المئوية للمردود هذا التفاعل من هيدروكسيد الفلز؟

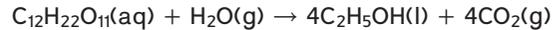


الشكل 14

89. تَخَصَّ التفاعل الموضَّح في الشكل 14. هل يستمرّ هذا التفاعل حتى النهاية؟ فسرّ إجابتك. واحسب النسبة المئوية للمردود لهذا التفاعل.

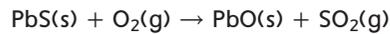
إتقان حل المسائل

90. الإيثانول (C₂H₅OH) ينتج عن تخمّر السكر (C₁₂H₂₂O₁₁) مع وجود الأزيماث. حدد المردود النظري والنسبة المئوية للمردود من الإيثانول في حال تخمّر 684 g من السكر مع إنتاج 349 g من الإيثانول.



حدد المردود النظري والنسبة المئوية للمردود من الإيثانول في حال تخمّر 684 g من السكر مع إنتاج 349 g من الإيثانول.

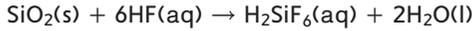
91. يُستخلص أكسيد الرصاص (II) بتحميص الجالينا، كبريتيد الرصاص (II)، في الهواء. المعادلة الكيميائية غير الموزونة لهذا التفاعل هي:



a. زن المعادلة وحدد المردود النظري من الـ PbO. إذا تم تسخين 200.0 g من PbS.
b. ماهي النسبة المئوية للمردود إذا كان الناتج 170.0 g من PbO؟

92. يتفكك كربونات الكالسيوم (CaCO₃) عند تسخينه ليتحول إلى أكسيد الكالسيوم (CaO) وثاني أكسيد الكربون (CO₂).
a. حدد المردود النظري من CO₂ إذا تم تسخين 235.0 g من CaCO₃.
b. ماهي النسبة المئوية للمردود من CO₂ إذا كان الناتج هو 97.5 g من CO₂؟

93. لا يمكن حفظ محاليل حمض الهيدروفلوريك في أوعية زجاجية لأن مادة HF تتفاعل تلقائياً مع ثاني أكسيد السيليكا المكوّن للزجاج مما يُنتج حمض الفلوروسيليسيك (H₂SiF₆).



إذا تفاعل 40.0 g SiO₂ و 40.0 g HF لإنتاج 45.8 g H₂SiF₆.

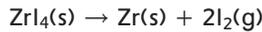
a. ما المتفاعل المحدد؟

b. ما كتلة المتفاعل الفائض؟

c. ما المردود النظري من H₂SiF₆؟

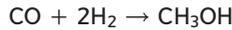
d. ما النسبة المئوية للمردود؟

94. عملية فان أركل يتم استخراج الزركونيوم وفقاً لعملية فان أركل التي تشمل مرحلتين. في المرحلة الأولى، يتم تسخين الزركونيوم غير النقي والبود لإنتاج أيوديد الزركونيوم (ZrI₄). في المرحلة الثانية، يتفكك ZrI₄ لإنتاج الزركونيوم النقي.



حدّد النسبة المئوية للمردود من الزركونيوم إذا تفكّك 45.0 g من ZrI₄ لإنتاج 5.00 g من الزركونيوم النقي.

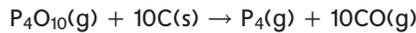
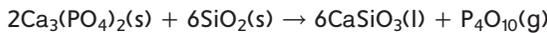
95. ينتج الميثانول، أو كحول الخشب، عن تفاعل أول أكسيد الكربون مع غاز الهيدروجين.



عند تفاعل 8.50 g من أول أكسيد الكربون مع فائض من الهيدروجين، يتمّ تحصيل 8.52 g من الميثانول. أكمل الجدول 4، واحسب النسبة المئوية للمردود.

الجدول 4 بيانات تفاعل الميثانول		
CH ₃ OH(l)	CO(g)	
	8.50 g	الكتلة
32.05 g/mol	28.01 g/mol	الكتلة المولية
		المولات

96. الفوسفور (P₄) يُحصّر تجارياً بتسخين خليط من فوسفات الكالسيوم (Ca₃(PO₄)₂) والرمل (SiO₂) وفحم الكوك (C) في فرن كهربائي. تتضمن العملية تفاعلين اثنين.



يتفاعل P₄O₁₀ الناتج عن التفاعل الأول مع كمية الفائضة من الفحم (C) في التفاعل الثاني. حدد الناتج النظري من P₄ إذا تم تسخين 250.0 g من Ca₃(PO₄)₂ و 400.0 g من SiO₂. إذا كان المردود الفعلي من P₄ يساوي 45.0 g، حدد النسبة المئوية للمردود من مادة P₄.

97. يتكوّن الكلور من تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أكسيد المنغنيز (IV). المعادلة الكيميائية الموزونة هي:

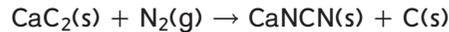


احسب المردود النظري والنسبة المئوية للنسبة المئوية للمردود من الكلور، إذا تفاعل 86.0 g من MnO₂ و 50.0 g من HCl. المردود الفعلي من Cl₂ يساوي 20.0 g.

مراجعة عامة

98. يتفاعل كبريتيد الأمونيوم مع نترات النحاس (II) في تفاعل إحلال مزدوج. ماهي النسبة المولية التي يمكنك استخدامها لتحديد عدد مولات NH_4NO_3 الناتجة إذا كنت تعلم عدد مولات كبريتيد النحاس (II) CuS ؟

99. **السهاد** يستخدم مُركَّب سياناميد الكالسيوم (CaNCN) كمصدر للنيتروجين في الزراعة. للحصول على هذا المُركَّب، يتفاعل كربيد الكالسيوم مع النيتروجين في درجات حرارة عالية.



ما كتلة CaNCN التي يمكن إنتاجها إذا تفاعل 7.50 mol من CaC_2 مع 5.00 mol من N_2 ؟

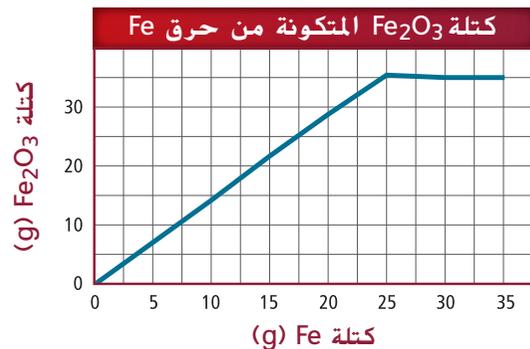
100. عند تسخين أكسيد النحاس (II) بوجود غاز الهيدروجين، ينتج عنصر النحاس والماء. ماهي كتلة النحاس التي يمكن إنتاجها إذا استخدمنا 32.0 g من أكسيد النحاس (II)؟

101. **تلوث الهواء** يتحوّل أول أكسيد النيتروجين، الموجود ضمن المواد الملوّثة للهواء في المدن، فوراً إلى ثاني أكسيد النيتروجين عند تفاعله مع الأوكسجين.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لتكوين ثاني أكسيد النيتروجين من أول أكسيد النيتروجين.

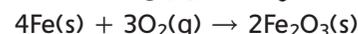
b. ما النسبة المولية التي يمكن استخدامها لتحويل مولات أول أكسيد النيتروجين إلى مولات ثاني أكسيد النيتروجين؟

102. **التحليل الكهربائي** حدد المردود النظري والنسبة المئوية للمردود من غاز الهيدروجين إذا خضعت 36.0 g من الماء إلى التحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين والأوكسجين وكان الناتج يساوي 3.80 g من الهيدروجين.



الشكل 15

103. يتفاعل الحديد مع الأوكسجين وفق المعادلة التالية.



تم حرق كميات مختلفة من الحديد في كمية ثابتة من الأوكسجين. لكل كتلة حديد تم حرقها، تم تمثيل كتلة أكسيد الحديد (III) المتكونة على الرسم البياني الوارد في الشكل 15. لماذا يستقر اتجاه منحني الرسم البياني عند بلوغ كمية الحديد المحترق 25.0 g ؟ كم عدد مولات الأوكسجين الموجودة في الكمية الثابتة؟

التفكير الناقد

104. **حلّ واستنتج** من خلال تجربة، تم الحصول على نسبة مئوية للمردود من ناتج قيمتها 108% . هل يمكن الحصول على مثل هذه النسبة؟ فسر إجابتك. إذا اعتبرنا حساباتك صحيحة، ما هي الحجج التي يمكن أن تبرّر مثل هذه النتيجة؟

105. **لاحظ واستنتج** حدّد إذا كان أي من التفاعلات التالية يعتمد على متفاعل مُحدّد؟ اشرح سبب ذلك أو عدمه، وأشر للمتفاعل المحدد.

a. يتفكك كلورات البوتاسيوم لتكوين كلوريد البوتاسيوم والأوكسجين.

b. يتفاعل نترات الفضة مع حمض الهيدروكلوريك لإنتاج كلوريد الفضة وحمض النيتريك.

106. **صمّم وجرب** صمّم تجربة يمكن إجراؤها لتحديد النسبة المئوية للمردود لكبريتات النحاس (II) عند تسخين كبريتات النحاس (II) المائية لإزالة الماء.

107. **طبّق** عندما تبدأ نار موقد الخشب تخبث وتهبّ، يمكنك إعادة إحياء اللهب من خلال تحريك الهواء باتجاهها. اشرح، بعبارة الحسابات الكيميائية، سبب قيام اللهب من جديد عند تحريك الهواء حوله.

108. **طبّق** أجرى الطلاب تجربة للتحقيق بشأن المتفاعل الفائض والمتفاعل المُحدّد. أضاف الطلاب كميات مختلفة من محلول فوسفات الصوديوم (Na_3PO_4) في كؤوس. ثم أضافوا كمية ثابتة من محلول نترات الكوبالت (II) ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$). وحركوا المحتويات ثم تركوا الكؤوس ليلة كاملة. في اليوم التالي، وجدوا راسباً أرجوانياً في قاع كل كأس. سكب الطلاب المحتوى السائل لكل كأس على حدة، ثم قسموه إلى، وأضافوا قطرة من محلول فوسفات الصوديوم للعينة الأولى وقطرة من محلول نترات الكوبالت (II) للعينة الثانية. نتائج هذه التجربة مبينة في الجدول 5.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.

b. انطلاقاً من النتائج، حدد المتفاعل المحدد والمتفاعل الفائض لكل تجربة.

الجدول 5 بيانات التفاعل لـ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ و Na_3PO_4

التجربة	حجم Na_3PO_4	حجم Na_3PO_2	التفاعل مع قطرة Na_3PO_4	التفاعل مع قطرة $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
1	5.0 mL	10.0 mL	راسب أرجواني	بدون تفاعل
2	10.0 mL	10.0 mL	بدون تفاعل	راسب أرجواني
3	15.0 mL	10.0 mL	بدون تفاعل	راسب أرجواني
4	20.0 mL	10.0 mL	بدون تفاعل	راسب أرجواني

مسألة تحدي

109. عند تسخين 9.59 g من أحد أكاسيد الفناديوم مع وجود الهيدروجين. يتكون الماء وأكسيد فناديوم آخر. تساوي كتلة أكسيد فناديوم الجديد 8.76 g. عند تعرض أكسيد الفناديوم الثاني لمزيد من الحرارة مع وجود الهيدروجين، تتكون 5.38 g من الفناديوم الصلب.
- a. حدد الصيغ الأولية لكل أكسيمي الفناديوم.
- b. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لكل خطوة من خطوات التفاعل.
- c. حدد كتلة الهيدروجين اللازمة لإتمام خطوات هذا التفاعل.

مراجعة تراكمية

110. تلاحظ أن ذوبان السكر في الشاي الساخن يكون أسرع من ذوبانه في الشاي المثلج. تقول بأن الحرارة العالية تزيد من سرعة ذوبان السكر في الماء. هل هذا القول فرضية أم نظرية؟ ولماذا؟
111. اكتب الترتيب الإلكتروني لكل ذرة من الذرات التالية.
- a. الفلور
b. الألمنيوم
c. التيتانيوم
d. الرادون
112. اشرح سبب وجود اللافلزات الغازية في شكل جزيئات ثنائية الذرة، بينما تكون غيرها من العناصر الغازية في شكل ذرات متفردة.
113. اكتب المعادلة الموزونة لتفاعل البوتاسيوم مع الأكسجين.
114. ما الكتلة الجزيئية لـ UF_6 ؟ ما هي الكتلة المولية لـ UF_6 ؟

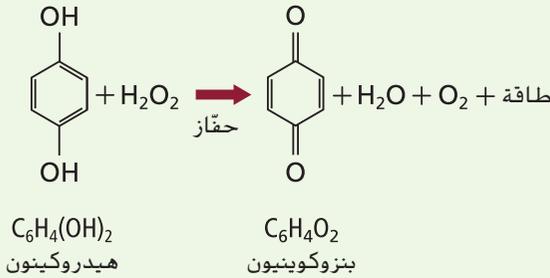
الكتابة في الكيمياء

116. تلوث الهواء ابحت عن ملوثات الهواء الناتجة عن احتراق الجازولين في المحركات ذات الاحتراق الداخلي. ناقش الملوثات الشائعة والتفاعل الذي ينتجها. وضح من خلال الحسابات الكيميائية، كيف يمكن الحد من كل ملوث إن استخدم المزيد من الناس وسائل النقل العمومية.
117. عملية هابر تعد نسبة المردود المئوية للأمونيوم الناتجة عن اتحاد الهيدروجين مع النيتروجين تحت الظروف العادية قليلة للغاية. وذلك بالرغم من أن عملية هابر تدمج غازي الهيدروجين والنيتروجين تحت مجموعة ظروف صُممت لتعظيم الناتج. ابحت في الظروف المستخدمة في عملية هابر، وبيّن مدى أهمية تطوير هذه العملية.

DBQ أسئلة مبنية على المستندات

الدفاع الكيميائي تُفَرِّز العديد من الحشرات بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) والهيدروكينون $C_6H_4(OH)_2$. وقد استغلت بعض أنواع الخنافس هذه القدرة وقامت بخلط هذه المواد الكيميائية بعامل مُحَقِّز. فكانت النتيجة تفاعلاً كيميائياً طارداً للحرارة ورذاذاً كيميائياً ساخناً مهيجاً لأي مفترس مُحْتَمِل. يأمل الباحثون في استخدام طريقة مماثلة لإعادة تشغيل المحركات التوربينية للطائرة.

يعرض الشكل 17 أدناه التفاعل الكيميائي غير الموزون الناتج عن الرذاذ الدفاعي الذي تطلقه الخنفساء.



الشكل 17

118. زن المعادلة الكيميائية الواردة في الشكل 17. إذا كانت الخنفساء تُخزّن 100.0 mg من الهيدروكينون $C_6H_4(OH)_2$ مع 50.0 mg من بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2). ما هو المتفاعل المحدد؟
119. ما المتفاعل الفائض وما مقدار الكم الفائض بالمليجرام mg ؟
120. كم mg من البنزوكينون سوف ينتج؟

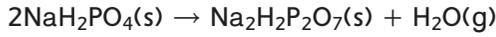


الشكل 16

115. الشكل 16 يعرض بيانات تركيبية عدة لمركبات عضوية.
- a. ما نوع العلاقة بين الصيغ الجزيئية والأولية للأسيتالدهيد وحمض البيوتانويك؟
- b. ما الصيغة الأولية لحمض البيوتانويك؟

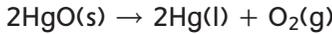
الاختبار من متعدد

5. يتم تحضير مركب ثنائي الهيدروجين بيروفسفات الصوديوم ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$). والمعروف أكثر بالتسمية الأكثر شيوعاً "مسحوق الخبز"، يتم تصنيعه بتسخين NaH_2PO_4 إلى درجة حرارة عالية.



- إذا كانت الكمية المطلوبة هي 444.0 g من $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$. كم من NaH_2PO_4 يجب على د عبادي أن يشتري لإنتاج كمية كافية من $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ؟
- A. 0.000 g
B. 94.00 g
C. 130.0 g
D. 480.0 g

6. يتحلل أكسيد الزئبق الأحمر (II) عند درجات حرارة عالية لتشكيل فلز الزئبق وغاز الأكسجين.



- إذا تفككت 3.55 mol من HgO لتكوين 1.54 mol من O_2 و 618 g من Hg، ما النسبة المئوية للمردود لهذا التفاعل؟
- A. 13.2%
B. 42.5%
C. 56.6%
D. 86.8%

استخدم المخطط أدناه للإجابة على الأسئلة 7 و 8.

الجدول الدوري

1																	18
Y	2											13	14	15	16	17	Y
Y	Y											W	W	W	W	W	W
Y	Y	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z	Z												

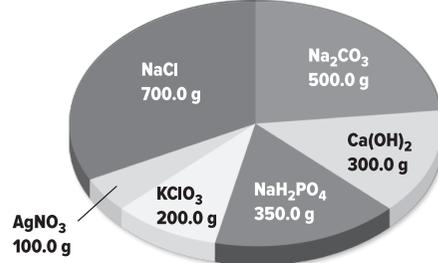
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

7. أي العناصر التي لها نصف القطر الذري الأكبر في دورتها؟
- A. W
B. X
C. Y
D. Z
8. في أي مستويات الطاقة الفرعية توجد الكثرونات التكافؤ للعناصر المصنفة في فئة W؟
- A. s
B. p
C. d
D. f

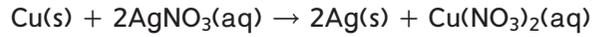
1. تقوم الحسابات الكيميائية على قانون النسب المولية الثابتة.
- A. النسب المولية الثابتة.
B. ثابت أفوجادرو.
C. حفظ الطاقة.
D. حفظ الكتلة.

استخدم الرسم أدناه للإجابة عن الأسئلة من 2 إلى 5.

المواد الكيميائية المتوفرة في مختبر الدكتور عبادي

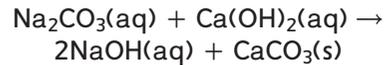


2. يمكن إنتاج فلز الفضة الصافي عن طريق التفاعل المبين أدناه.



- كم جراماً يلزم من فلز النحاس لاستهلاك كامل كمية الـ AgNO_3 الموجودة في مختبر د. عبادي؟
- A. 18.70 g
B. 37.30 g
C. 74.70 g
D. 100.0 g

3. إنَّ طريقة لو بلانك هي الطريقة التقليدية المتبعة في تصنيع هيدروكسيد الصوديوم. تكون المعادلة الكيميائية لهذه العملية كالتالي.



- انطلاقاً من كميات المواد الكيميائية المتاحة في مختبر د. عبادي، ما هو العدد الأقصى من مولات الـ NaOH التي يمكن إنتاجها؟
- A. 4.050 mol
B. 4.720 mol
C. 8.097 mol
D. 9.430 mol

4. يمكن إنتاج غاز O_2 النقي انطلاقاً من كلورات البوتاسيوم (KClO_3).



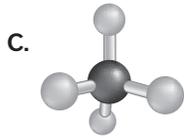
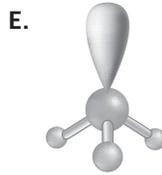
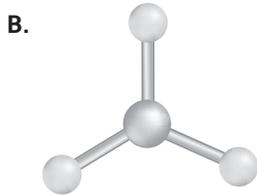
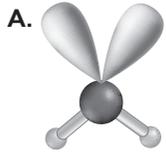
- إذا تم استخدام نصف كمية الـ KClO_3 المتوفرة في المختبر وتم إنتاج 12.8 g من غاز الأكسجين، ماهي النسبة المئوية للمردود في هذا التفاعل؟
- A. 12.8%
B. 32.7%
C. 65.6%
D. 98.0%

CHEMISTRY: SAT موضوع اختبار

12. ما عدد مولات تيتانيت الكوبالت (III) (Co_2TiO_4) الموجودة في 7.13 g من المُركَّب؟

- A. $2.39 \times 10^1 \text{ mol}$
 B. $3.10 \times 10^{-2} \text{ mol}$
 C. $3.22 \times 10^1 \text{ mol}$
 D. $4.17 \times 10^{-2} \text{ mol}$
 E. $2.28 \times 10^{-2} \text{ mol}$

استخدم الأشكال التالية للإجابة على الأسئلة من 13 إلى 17.



13. أي الأشكال أعلاه تمثل كبريتيد الهيدروجين.

14. الجزيئات التي لها هذا الشكل تحتوي على أربعة أزواج مشتركة من الإلكترونات ولا تحتوي على إلكترونات غير مشتركة.

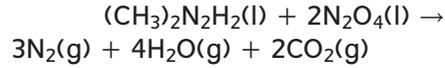
15. أي الأشكال السابقة يعرف بالهرم الثلاثي؟

16. أي الأشكال السابقة يمثل ثاني أكسيد الكربون؟

17. أي الأشكال السابقة يمثل جزيء تهجينه sp^2 .

أسئلة ذات إجابات قصيرة

9. هيدرازين ثنائي الميثيل ($\text{CH}_3)_2\text{N}_2\text{H}_2$ يشتعل عند ملامسة رابع أكسيد ثنائي النيتروجين (N_2O_4).



نظرا لكم الهائل من الطاقة التي ينتجها هذا التفاعل انطلاقا من كمية صغيرة من المواد المتفاعلة، فقد كان يُستخدم لدفع الصواريخ في وحدات الرحلات إلى القمر (LEMs) لبرنامج الفضاء أبولو. إذا كانت كمية رابع أكسيد ثنائي النيتروجين المستهلكة في هذا التفاعل تساوي 18.0 mol، فكم عدد مولات غاز النيتروجين التي سيتم إنتاجها؟

أسئلة ذات إجابات طويلة

استخدم الجدول أدناه للإجابة على السؤالين 10 و 11.

طاقة التأين الأولى لعناصر الدورة 3		
العنصر	العدد الذري	طاقة التأين الأولى، kJ/mol
الصوديوم	11	496
المغنيسيوم	12	736
الألمنيوم	13	578
السيليكون	14	787
الفوسفور	15	1012
السلينيوم	16	1000
الكلور	17	1251
الأرغون	18	1521

10. مثل البيانات الواردة في الجدول برسم بياني. ضع الأعداد الذرية على المحور السيني -X.

11. قم بتلخيص الاتجاه العام في طاقة التأين. ما نوع الرابط بين طاقة التأين وعدد الإلكترونات التكافؤ في عنصر من العناصر؟