

ثاني أكسيد الكربون والماء



بلاستيكية خضراء



الفكرة العامة تؤكد العلاقات بين كتل المواد المتفاعلة والنتيجة في التفاعلات الكيميائية صحة قانون حفظ الكتلة.

5-1 المقصود بالحسابات الكيميائية

الفكرة الرئيسية تحدد كمية كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المواد الناتجة.

5-2 الحسابات الكيميائية والمعادلات الكيميائية

الفكرة الرئيسية تتطلب مسائل الحسابات الكيميائية كتابة معادلة موزونة للتفاعل.

5-3 المادة المحددة للتفاعل

الفكرة الرئيسية يتوقف التفاعل الكيميائي عندما تُستهلك أي من المواد المتفاعلة تمامًا.

5-4 نسبة المردود المثوية

الفكرة الرئيسية نسبة المردود المثوية قياسٌ لفاعلية التفاعل الكيميائي.

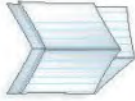
حقائق كيميائية

- تصنع النباتات غذاءها من خلال البناء الضوئي.
- يحدث البناء الضوئي داخل البلاستيدات الخضراء في خلايا النبات.
- التفاعل الكيميائي الذي يوضح عملية البناء الضوئي:
$$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$$
- يُنتج فدان من الذرة في يوم صيفي من الأوكسجين (الناتج عن البناء الضوئي) ما يكفي حاجة 130 شخصًا للتنفس. الفدان = 4200m^2 .

خطوات الحسابات
الكيميائية اعمل
المطوية الآتية؛ لتساعدك
على تلخيص خطوات
حل مسائل الحسابات
الكيميائية.



خطوة 1 اثنِ الورقة طولياً من
النصف.



خطوة 2 اثنِ الورقة
من النصف، ثم اثنها من
النصف مرة أخرى.



خطوة 3 افتح الورقة
لتعود إلى الوضع الذي نتج بعد
الخطوة الأولى، ثم اقطع الجزء
الأمامي من أماكن الشئ حتى
تحصل على أربع قطع.



خطوة 4 سمِّ القطع
بأسماء خطوات الحسابات
الكيميائية.

استخدم هذه المطوية في القسم 3-5،
وعند قراءتك لهذا البند، لخص كل خطوة على قطعة، وأعط
مثالاً على كل منها.

المطويات

منظمات الأفكار

تجربة استهلاكية

ما المؤشرات التي تدل على حدوث تفاعل كيميائي؟
تُستهلك المواد المتفاعلة خلال التفاعل الكيميائي، وتنتج مواد
جديدة. وغالباً ما يصاحب التفاعل أدلة تشير إلى حدوثه.

خطوات العمل

اجابة سؤال تحليل النتائج :

١ - عندما أضيف محلول كبريتيت الصوديوم
الهيدروجيني العديم اللون إلى محلول برمنجنات
البوتاسيوم الأرجواني لوحظ تغير اللون من
الأرجواني إلى عديم اللون.

٢ - يمكن أن تؤدي إضافة محلول NaHSO_3
جميعه مرة واحدة إلى خطأ في حجم المحلول الذي
يتطلبه تغيير اللون الأرجواني لمحلول KMnO_4
إلى محلول عديم اللون. ويمكن أن يكون الخطأ
بمقدار ٥ ml .

تحليل النتائج

- حدد الدليل الذي لاحظته على حدوث تفاعل كيميائي.
- وضح لماذا تُعد إضافة محلول NaHSO_3 ببطء مع التحريك
أسلوباً تجريبياً أفضل من إضافته مرة واحدة؟
- استقصاء** هل يحدث شيء آخر إذا ما تابعنا إضافة
محلول NaHSO_3 إلى الكأس؟ وضح إجابتك.

اجابة سؤال الاستقصاء :

لا يحدث شيء آخر لأن المحلول
عديم اللون، مما يعني أنه لا توجد
برمنجنات البوتاسيوم لتتفاعل.

الأهداف

- تصف العلاقات من خلال معادلة كيميائية موزونة.
- تذكر النسب المولية في المعادلة الكيميائية الموزونة.

مراجعة المفردات

المواد المتفاعلة، المواد التي يبدأ بها التفاعل الكيميائي.

المفردات الجديدة

الحسابات الكيميائية
النسبة المولية

المقصود بالحسابات الكيميائية

Defining Stoichiometry

الفكرة الرئيسية تحدّد كمية كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المادة الناتجة.

الربط مع الحياة لعلك شاهدت شمعة تحترق. عندما تحترق الشمعة تمامًا، أو تُطفأ بالنفخ عليها، يتوقف تفاعل الاحتراق في كلتا الحالتين.

علاقة المول بالجسيمات Particle and Mole Relationships

هل فوجئت باختفاء اللون الأرجواني لبرمنجنات البوتاسيوم عندما أضفت كبريتيت الصوديوم الهيدروجيني في أثناء التجربة الاستهلاكية؟ إذا استنتجت أن برمنجنات البوتاسيوم قد استهلك وأن التفاعل قد توقف فهذا صحيح. تتوقف التفاعلات الكيميائية عندما تستهلك إحدى المواد المتفاعلة. وعندما يخطط الكيميائي لتفاعل برمنجنات البوتاسيوم وكبريتيت الصوديوم الهيدروجيني فإنه يتساءل "كم جراماً من برمنجنات البوتاسيوم نحتاج لتفاعل تماماً مع كتلة محددة من كبريتيت الصوديوم الهيدروجيني؟". وقد تساءل عند تحليل تفاعل البناء الضوئي "ما الكمية التي نحتاج إليها من الماء وثاني أكسيد الكربون لتكوين كتلة محددة من السكر؟". إن الحسابات الكيميائية هي الطريقة الصحيحة للإجابة عن هذه الأسئلة.

الحسابات الكيميائية تُسمى دراسة العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل الكيميائي الحسابات الكيميائية. وتعتمد الحسابات الكيميائية على قانون حفظ الكتلة الذي ينص على أن المادة لا تفنى ولا تستحدث في التفاعل الكيميائي إلا بقدره الله تعالى. وتساوي كمية المواد الناتجة عند نهاية أي تفاعل كيميائي كمية المواد المستخدمة في بداية التفاعل. لذا فإن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة. لاحظ تفاعل مسحوق الحديد Fe مع الأكسجين O_2 ، الموضح في الشكل 5-1 فعلى الرغم من تكون مركب جديد هو أكسيد الحديد Fe_2O_3 فإن كتلة هذا المركب الجديد لا تختلف عن كتلة مادتي التفاعل.



الشكل 5-1 تحدّد المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل الحديد والأكسجين العلاقة بين كمية المواد المتفاعلة والناتجة.

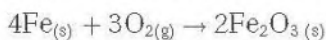
المفردات

أصل الكلمة

الحسابات الكيميائية

يعود أصل كلمة الحسابات الكيميائية Stoichiometry إلى الكلمة اليونانية "Stoichiometry" المكونة من كلمتين هما: (Stoikheion) وتعني العنصر، و (metron) وتعني القياس.....

تكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل الكيميائي الموضح في الشكل 1-5 على النحو الآتي:



تبين هذه المعادلة تفاعل أربع ذرات حديد مع ثلاثة جزيئات أكسجين لإنتاج وحدتي صيغة كيميائية من أكسيد الحديد III. تذكر أن المعامل في المعادلة يمثل عدد المولات. لذا، تستطيع القول إن أربعة مولات من الحديد قد تفاعلت مع ثلاثة مولات أكسجين لإنتاج مولين من أكسيد الحديد III.

ولا تعطي المعادلة الكيميائية معلومات مباشرة عن كتل المواد المتفاعلة والناجمة، إلا أنه بتحويل عدد المولات المعروفة إلى كتلة تصبح علاقات الكتلة واضحة. تذكر أنه يمكنك تحويل عدد المولات إلى كتلة بضربها في الكتلة المولية. لذا، فإن كتل المواد المتفاعلة هي على النحو الآتي:

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

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

ولذا، فالكتلة الكلية للمواد المتفاعلة هي: $223.4 \text{ g} + 96.00 \text{ g} = 319.4 \text{ g}$

وبطريقة مماثلة، فإن كتلة المواد الناتجة هي:

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

لاحظ تساوي كتل المواد المتفاعلة والناجمة.

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

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

وكما هو متوقع من قانون حفظ الكتلة، فإن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة. ويلخص الجدول 1-5 العلاقات التي يمكن أن تحددها المعادلة الكيميائية الموزونة.

✓ **ماذا قرأت؟** سجل في قائمة أنواع العلاقات التي يمكن اشتقاقها من المعاملات في معادلة كيميائية موزونة.

اجابة سؤال ماذا قرأت :

تمثل المعاملات في المعادلة

الكيميائية الموزونة عدد

الجسيمات الممثلة وعدد

المولات أيضا. وعلى الرغم من

أنها لا تشير مباشرة إلى كتل

المواد المتفاعلة أو كتل

الجسيمات، إلا أنه يمكن اشتقاق

هذه الكتل من المعاملات بواسطة

تحويل عدد المولات إلى كتلة.

العلاقات المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة

الجدول 1-5

$4\text{Fe}_{(s)}$	+	$3\text{O}_{2(g)}$	→	$2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$
الحديد	+	الأكسجين	→	أكسيد الحديد III
4 atoms Fe	+	3 molecules O ₂	→	2 Formula units
4 mol 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 مواد ناتجة

تفسير المعادلات الكيميائية يزودنا احتراق البروبان C_3H_8 بالطاقة اللازمة لتدفئة البيوت، وطهو الطعام، ولحام الأجسام الفلزية. فسر معادلة احتراق البروبان باستخدام عدد الجسيمات وعدد المولات والكتلة، ثم وضع تطبيق قانون حفظ الكتلة.

1 تحليل المسألة

تمثل معاملات المعادلة الكيميائية الموضحة أدناه كلاً من المولات، والجسيمات الممثلة (في هذه الحالة الجزيئات). وسيتم إثبات قانون حفظ الكتلة إذا كانت كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة متساوية.

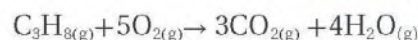
المطلوب

عدد الجزيئات = ؟

عدد المولات = ؟

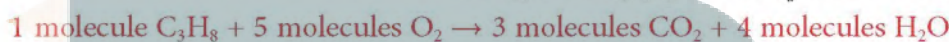
كتل المواد المتفاعلة والناتجة = ؟

المعطيات



2 حساب المطلوب

تحدد المعاملات في المعادلة الكيميائية عدد الجزيئات.



وتحدد المعاملات في المعادلة الكيميائية عدد المولات أيضاً.



وللتأكد من حفظ الكتلة، نحول أولاً عدد مولات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة إلى كتلة، وذلك بالضرب في معامل التحويل - الكتلة المولية، التي تربط بين الجرامات والمولات.

مولات المواد الناتجة أو المتفاعلة $\times \frac{\text{الكتلة المولية للمادة المتفاعلة أو الناتجة}}{1 \text{ مول مادة متفاعلة أو ناتجة}} = \text{جرامات المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة.}$

$$1 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{44.09 \text{ g } C_3H_8}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 44.09 \text{ g } C_3H_8 \quad \text{حساب كتلة } C_3H_8 \text{ المتفاعلة.}$$

$$5 \text{ mol } O_2 \times \frac{32.00 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 160.0 \text{ g } O_2 \quad \text{حساب كتلة } O_2 \text{ المتفاعلة.}$$

$$3 \text{ mol } CO_2 \times \frac{44.01 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 132.0 \text{ g } CO_2 \quad \text{حساب كتلة } CO_2 \text{ الناتجة.}$$

$$4 \text{ mol } H_2O \times \frac{18.02 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 72.08 \text{ g } H_2O \quad \text{حساب كتلة } H_2O \text{ الناتجة.}$$

$$44.09 \text{ g } C_3H_8 + 160.0 \text{ g } O_2 = 204.1 \text{ g} \quad \text{اجمع كتل المواد المتفاعلة}$$

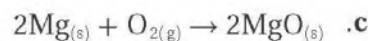
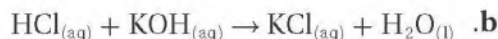
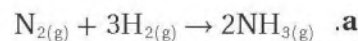
$$132.0 \text{ g } CO_2 + 72.08 \text{ g } H_2O = 204.1 \text{ g} \quad \text{اجمع كتل المواد الناتجة}$$

$$204.1 \text{ g} = 204.1 \text{ g} \quad \text{مواد ناتجة = مواد متفاعلة} \quad \text{تطبيق قانون حفظ الكتلة}$$

3 تقويم الإجابة

إن مجموع كتل المواد المتفاعلة تساوي مجموع كتل المواد الناتجة، كما هو متوقع من قانون حفظ الكتلة.

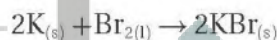
1. فسر المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية من حيث عدد الجسيمات و المولات والكتلة، آخذًا بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:



2. تحفيز زن المعادلات الكيميائية الآتية، ثم فسرهما من حيث عدد الجسيمات الممثلة والمولات والكتلة آخذًا بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:



نسبة المولات لقد تعلمت أن المعاملات في المعادلة الكيميائية تظهر العلاقات بين مولات المواد المتفاعلة ومولات المواد الناتجة. وتستطيع أن تستخدم العلاقات بين المعاملات لاشتقاق عوامل التحويل المسماة النسب المولية. والنسبة المولية نسبة بين أعداد المولات لأي مادتين في المعادلة الكيميائية الموزونة. فعلى سبيل المثال، يوضح تفاعل الشكل 2-5 تفاعل البوتاسيوم K مع البروم Br_2 لتكوين بروميد البوتاسيوم KBr. ويستعمل الأطباء البيطريون الملح الأيوني الناتج عن التفاعل (بروميد البوتاسيوم) دواءً مضادًا للصرع عند الكلاب والقطط.



فأي نسب مولية يمكن كتابتها لهذا التفاعل؟ تستطيع بدءًا بالبوتاسيوم المتفاعل كتابة النسبة المولية التي تربط بين مولات البوتاسيوم وكل من المادتين الأخريين في المعادلة. ولذلك تربط إحدى النسب المولية بين مولات البوتاسيوم ومولات البروم المتفاعلة. في حين تربط النسبة الأخرى مولات البوتاسيوم المتفاعلة مع مولات بروميد البوتاسيوم الناتجة.

$\frac{2 \text{ mol K}}{2 \text{ mol KBr}}$ و $\frac{2 \text{ mol K}}{1 \text{ mol Br}_2}$

تُظهر النسبتان الآتيتان كيف ترتبط مولات البروم مع مولات المادتين الأخريين في المعادلة وهما: البوتاسيوم وبروميد البوتاسيوم.

$\frac{1 \text{ mol Br}_2}{2 \text{ mol KBr}}$ و $\frac{1 \text{ mol Br}_2}{2 \text{ mol K}}$

وترتبط بصورة ماثلة نسبتا مولات بروميد البوتاسيوم مع مولات البوتاسيوم والبروم.

$\frac{2 \text{ mol KBr}}{1 \text{ mol Br}_2}$ و $\frac{2 \text{ mol KBr}}{2 \text{ mol K}}$

وتحدد هذه النسب الست علاقات المول في هذه المعادلة؛ إذ تشكل كل مادة من المواد الثلاث في المعادلة نسبة مع المادتين الأخريين.

✓ **ماذا قرأت؟** حدد المصدر الذي تُشتق منه النسب المولية للتفاعل الكيميائي.

الشكل 2-5 يتفاعل فلز

البوتاسيوم وسائل البروم

بشدة لتكوين المركب الأيوني

اجابة سؤال ماذا قرأت :

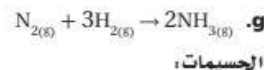
النسب المولية للتفاعل الكيميائي مشتقة من العلاقات بين المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة. والنسبة المولية هي النسبة بين أعداد المولات لأي مادتين في المعادلة.

الحسابات الكيميائية

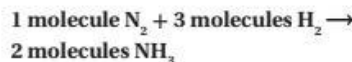
5-1 المقصود بالحسابات الكيميائية

مسائل تدريبية

1. فسر المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية من حيث عدد الجسيمات، والمولات، والكتلة، آخذاً بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:



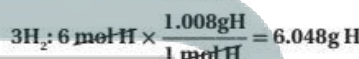
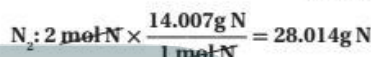
الجسيمات،



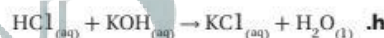
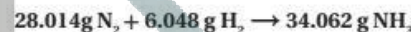
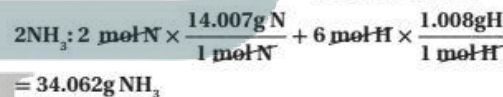
المولات،



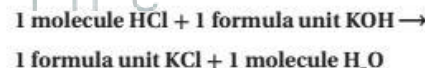
كتلة المواد المتفاعلة،



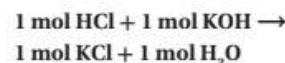
كتلة المواد الناتجة،



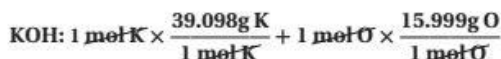
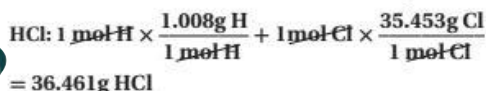
الجسيمات،



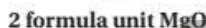
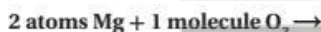
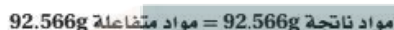
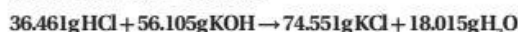
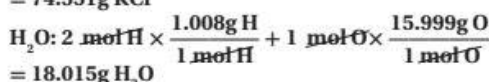
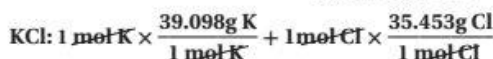
المولات،



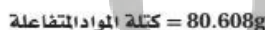
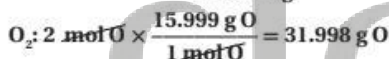
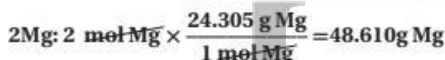
كتلة المواد المتفاعلة،



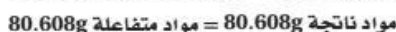
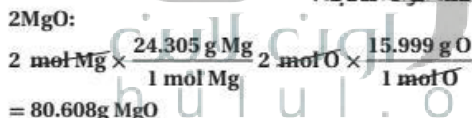
كتلة المواد الناتجة،



كتلة المواد المتفاعلة،



كتلة المواد الناتجة،



كتلة المواد المتفاعلة :

$$4\text{Zn}: 4 \text{ mol Zn} \times \frac{65.39 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 261.56 \text{ g Zn}$$

10HNO_3 :

$$10 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 10 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} +$$

$$30 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 630.12 \text{ g HNO}_3$$

كتلة المواد المتفاعلة = 891.68g

كتلة المواد الناتجة :

$4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$:

$$4 \text{ mol Zn} \times \frac{65.39 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} + 8 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} +$$

$$24 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 757.592 \text{ g Zn}(\text{NO}_3)_2$$

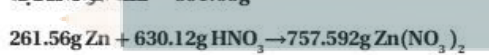
$$\text{N}_2\text{O}: 2 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} + 1 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$$

$$= 44.013 \text{ g N}_2\text{O}$$

$$5\text{H}_2\text{O}: 10 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 5 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$$

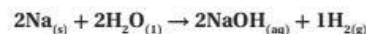
$$= 90.075 \text{ g H}_2\text{O}$$

كتلة المواد الناتجة = 891.68g

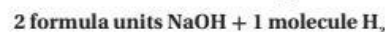
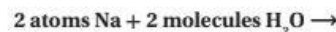


مواد ناتجة = 891.68g مواد متفاعلة = 891.68g

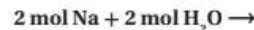
2. تحفيز زن المعادلات الكيميائية الآتية، ثم فسرها من حيث عدد الجسيمات المُمثلة والمولات والكتلة، آخذًا بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:



الجسيمات :



المولات :



كتلة المواد المتفاعلة :

$$2\text{Na}: 2 \text{ mol Na} \times \frac{22.990 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 45.980 \text{ g Na}$$

$$2\text{H}_2\text{O}: 4 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 2 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$$

$$= 36.030 \text{ g H}_2\text{O}$$

كتلة المواد المتفاعلة = 82.01g

كتلة المواد الناتجة :

2NaOH :

$$2 \text{ mol Na} \times \frac{22.990 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} + 2 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$$

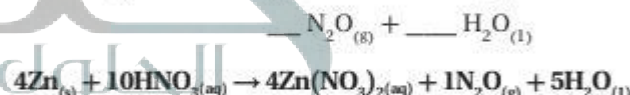
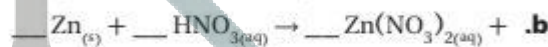
$$+ 2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 79.994 \text{ g NaOH}$$

$$\text{H}_2: 2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 2.016 \text{ g H}_2$$

كتلة المواد الناتجة = 82.01g



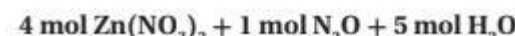
مواد ناتجة = 82.01g مواد متفاعلة = 82.01g



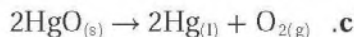
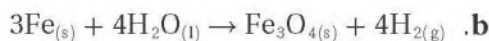
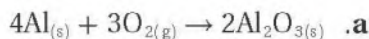
الجسيمات :



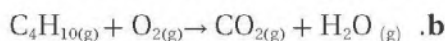
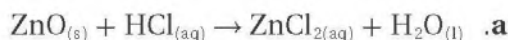
المولات :



3. حدد النسب المولية جميعها لكل من المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية:



4. تحفيز وزن المعادلات الآتية، ثم حدد النسب المولية الممكنة:



لاحظ أن عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها لتفاعل يحوي (n) من المواد هي (n-1)n. لذا، فالتفاعلات التي فيها 4، 5 مواد يمكن كتابة 12 و 20 نسبة مولية منها على التوالي.

التفاعل الذي فيه 4 مواد: $4(4-1) = 12$

التفاعل الذي فيه 5 مواد: $5(5-1) = 20$

التقويم 5-1

الخلاصة

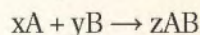
5. **الفكرة الرئيسة** قانون بين كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في

التفاعل الكيميائي، ووضح العلاقة بين هذه الكتل.

6. حدد عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها لتفاعل كيميائي يوجد فيه ثلاث مواد.

7. صنف طرائق تفسير المعادلة الكيميائية الموزونة.

8. طبق المعادلة العامة لتفاعل كيميائي:



حيث يمثل A و B عنصرين، وتمثل x و y و z المعاملات. حدد النسب المولية لهذا التفاعل.

9. طبق يتفكك فوق أكسيد الهيدروجين لينتج الماء والأكسجين. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل، ثم حدد النسب المولية.

10. نمذج اكتب النسب المولية لتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

ارسم 6 جزيئات هيدروجين تتفاعل مع العدد المناسب من جزيئات الأكسجين، ثم وضح عدد جزيئات الماء المتكونة.

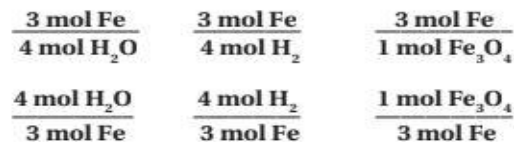
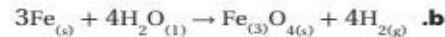
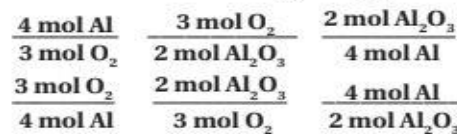
تفسر المعادلة الكيميائية الموزونة على

أساس المولات والكتلة والجسيمات الممثلة (ذرات، جزيئات، وحدات صيغ كيميائية).

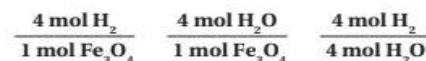
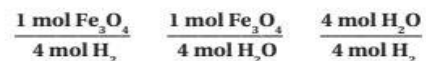
يطبق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية جميعها.

تشتق النسب المولية من معاملات المعادلة الكيميائية الموزونة. وترمز كل نسبة مولية إلى نسبة عدد مولات إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة، لعدد مولات مادة أخرى متفاعلة أو ناتجة في التفاعل الكيميائي.

3. حدّد النسب المولية جميعها لكلّ من المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية:

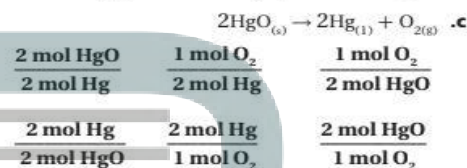


5-1 التقويم



5. قارن بين كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل الكيميائي، ووضّح العلاقة بين هذه الكتل.

تُشير معاملات المعادلة الكيميائية الموزونة إلى العلاقة المولية بين كل زوج من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، بحيث تكون كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة متساوية.



6. حدّد عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها لتفاعل كيميائي يوجد فيه ثلاث مواد.

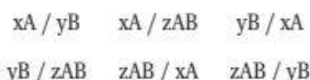
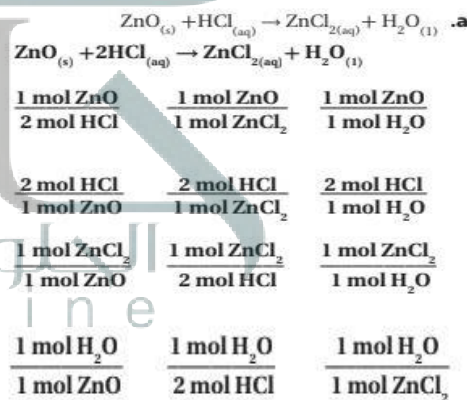
4. تحفيز زن المعادلات الكيميائية الآتية، ثمّ حدّد النسب المولية الممكنة:

$n = 3$ ، لذا،

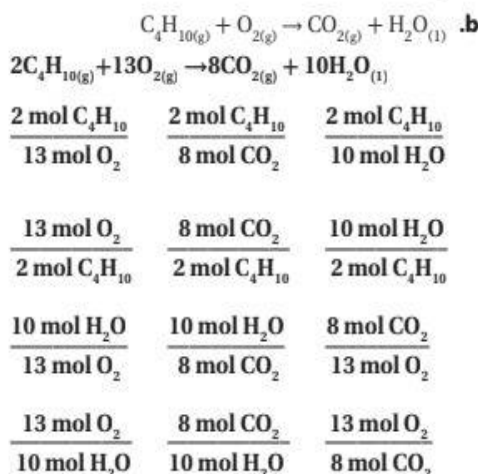
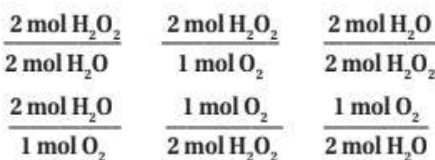
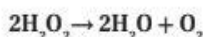
6 نسب مولية = $(3)(2) = (n)(1-n)$

7. صنّف طرائق تفسير المعادلة الكيميائية الموزونة. الجسيمات (الذرات، الجزيئات، وحدات الصيغة)، والمولات، والكتلة.

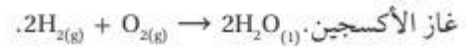
8. طبق المعادلة العامة لتفاعل كيميائي هي: $x\text{A} + y\text{B} \rightarrow z\text{AB}$ حيث يُمثّل A و B عنصريّن، و x و y و z المعاملات. حدّد النسب المولية لهذا التفاعل.



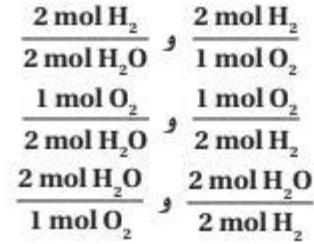
9. طبق يتفكّك فوق أكسيد الهيدروجين ليُشج الماء والأكسجين. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل، ثمّ حدّد النسب المولية.



10. نمذج اكتب النسب المولية لتفاعل غاز الهيدروجين مع



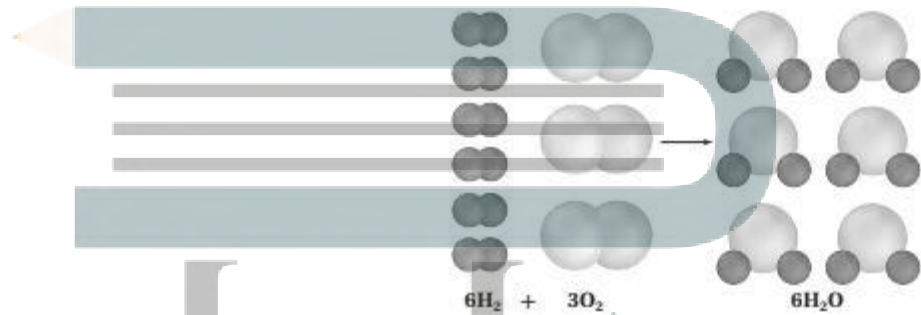
ارسم 6 جزيئات هيدروجين تتفاعل مع العدد المناسب من جزيئات الأكسجين، ثم وضح عدد جزيئات الماء المتكوّنة.



يجب أن يظهر الرسم التوضيحي للطلاب تفاعل 6 جزيئات

من الهيدروجين مع 3 جزيئات من الأكسجين لإنتاج 6 جزيئات

من الماء كما يلي:



حسابات المعادلات الكيميائية

Stoichiometric Calculations

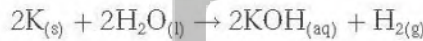
الفكرة الرئيسية يتطلب حل مسألة الحسابات الكيميائية كتابة معادلة كيميائية موزونة.

الربط مع الحياة تتطلب عملية الخبز مقادير دقيقة. لذا من الضروري اتباع وصفة معينة عند خبز الكعك. ماذا تفعل إذا أردت صنع كمية من الكعك أكبر مما تحدده الوصفة؟

استخدام الحسابات الكيميائية Using Stoichiometry

ما الخطوات اللازمة لإجراء الحسابات الكيميائية؟ تبدأ الحسابات الكيميائية جميعها بمعادلة كيميائية موزونة. وكذلك نحتاج إلى النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة بالإضافة إلى عوامل تحويل الكتلة-المول.

الحسابات الكيميائية: حساب المولات يتفاعل البوتاسيوم مع الماء بشدة، كما في الشكل 5-3، ويُمثل التفاعل بالمعادلة الآتية:



تبين المعادلة أن مولين من البوتاسيوم ينتجان مولاً من الهيدروجين. ولكن كم ينتج من الهيدروجين إذا تفاعل 0.0400 mol من البوتاسيوم فقط؟ للإجابة عن هذا السؤال حدد المادة المعطاة والمادة التي تحتاج إلى معرفتها. فمقدار المادة المعطاة هو 0.0400 mol من البوتاسيوم، والمطلوب حسابه هو عدد مولات الهيدروجين. ولأن كمية المادة المعروفة معطاة بالمول، لذا يجب تحديد المادة المطلوب حسابها بالمول أيضاً، ولذلك تتطلب هذه المسألة عامل تحويل مول - مول.

ولحل المسألة عليك معرفة العلاقة التي تربط عدد مولات الهيدروجين مع عدد مولات البوتاسيوم. لقد تعلمت سابقاً كيف تشتق النسبة المولية من المعادلة الكيميائية الموزونة. لذا تتخذ النسبة المولية عاملاً لتحويل عدد مولات المادة المعروفة إلى عدد مولات المادة المراد حسابها في التفاعل الكيميائي نفسه. ولأنه يمكن كتابة العديد من النسب المولية من هذه المعادلة الكيميائية، فكيف تعرف أي هذه النسب تختار؟

كما يظهر في الصفحة الآتية فإن النسبة المولية الصحيحة هي: 1 mol من H_2 إلى 2 mol من K، ويظهر الشكل أيضاً عدد مولات المادة المجهولة في البسط، وعدد مولات المادة المعروفة في المقام. وباستخدام هذه النسبة نحول عدد مولات البوتاسيوم إلى عدد مولات الهيدروجين.

- تكتب الخطوات المتتالية المستخدمة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.
- تحل مسائل الحسابات الكيميائية.

مراجعة المفردات

التفاعل الكيميائي، العملية التي يُعاد فيها ترتيب ذرات مادة أو أكثر لإنتاج مواد جديدة مختلفة.

الشكل 5-3 يتفاعل فلز البوتاسيوم بشدة مع الماء مطلقاً كمية كبيرة من الحرارة كافية لإشعال غاز الهيدروجين الناتج واحتراقه.



$$\text{عدد مولات المادة المعروفة} \times \frac{\text{عدد مولات المادة المجهولة في المعادلة}}{\text{عدد مولات المادة المعروفة في المعادلة}} = \text{عدد مولات المادة المجهولة}$$

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

والأمثلة الآتية توضح خطوات الحسابات الكيميائية الضرورية للتحويل من مول إلى مول، ومن مول إلى كتلة، ومن كتلة إلى كتلة. كما يوضح الشكل الآتي استراتيجية حل المشكلة.

استراتيجية حل المسألة

إتقان الحسابات الكيميائية

يوضح المخطط الآتي الخطوات المستخدمة لحل مسائل الحسابات الكيميائية عند التحويل من مول إلى مول، ومن مول إلى كتلة، ومن كتلة إلى كتلة.

1. أكمل الخطوة الأولى بكتابة معادلة التفاعل الموزونة.
2. لمعرفة من أين تبدأ حساباتك، حدد الوحدة المستخدمة للمادة المعلومة.
3. تعتمد نهاية الحسابات على الوحدة المراد استخدامها للمادة المعلومة.
- فإذا كان المطلوب بالمولات فتوقف بعد الخطوة الثانية.
- إذا كانت الكتلة معطاة g، فابدأ حساباتك من الخطوة رقم 3.
- وإذا كان المطلوب بالجرامات فتوقف بعد إكمال الخطوة رقم 4.
- إذا كانت الكمية mol فابدأ حساباتك بالخطوة رقم 3.

تطبيق الاستراتيجية

طبق استراتيجية حل المسائل على الأمثلة 2-5، 3-5، 4-5.



حسابات المولات من سلبات احتراق غاز البروبان C_3H_8 إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 ، مما يزيد من تركيزه في الغلاف الجوي. ما عدد مولات CO_2 التي تنتج عن احتراق 10 mol من C_3H_8 في كمية وافرة من الأكسجين؟

1 تحليل المسألة

أنت تعرف عدد مولات المادة المتفاعلة C_3H_8 ، والمطلوب إيجاد عدد مولات المادة الناتجة من CO_2 . لذا اكتب معادلة التفاعل الموزونة أولاً، ثم حول مولات البروبان إلى مولات ثاني أكسيد الكربون باستعمال النسبة المولية المناسبة.

المطلوب
mol CO_2 = ?

المعطيات
mol C_3H_8 = 10 mol

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لاحتراق البروبان. استخدم النسبة المولية الصحيحة لتحويل مولات المادة المعلومة C_3H_8 إلى مولات المادة المجهولة CO_2 .

10.0 mol

? mol



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

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

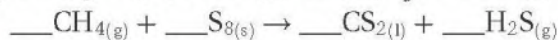
لذا يُنتج احتراق 10 mol من غاز البروبان 30 mol من CO_2 .

3 تقويم الإجابة

توضح المعادلة الكيميائية أن 1 mol من C_3H_8 أنتج 3 mol من CO_2 ، لذا 10 mol من C_3H_8 تنتج كمية أكبر من ثلاث مرات (يعني 30.0 mol) من مولات CO_2 .

مسائل تدريبية

11. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت منتجاً ثاني كبريتيد الكربون CS_2 ، وهو سائل يستخدم غالباً في صناعة السلوفان.



a. اكتب معادلة التفاعل الموزونة.

b. احسب عدد مولات CS_2 الناتجة عن تفاعل 1.5 mol من S_8 .

c. ما عدد مولات H_2S الناتجة عن تفاعل 1.5 mol من S_8 ؟

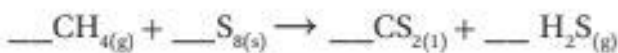
12. تحفيز يتكون حمض الكبريتيك من تفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء.

a. اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

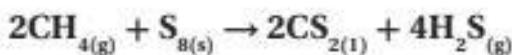
b. ما عدد مولات H_2SO_4 الناتجة عن تفاعل 12.5 mol من SO_2 ؟

c. ما عدد مولات O_2 اللازمة لتفاعل 12.5 mol من SO_2 ؟

11. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت مُنتِجًا ثاني كبريتيد الكربون CS_2 ، وهو سائل يُستخدم غالبًا في صناعة السلوفان.



a. اكتب معادلة التفاعل موزونة.



b. احسب عدد مولات CS_2 الناتجة عن تفاعل 1.5 mol من S_8 .

$$1.5 \text{ mol } S_8 \times \frac{2 \text{ mol } CS_2}{1 \text{ mol } S_8} = 3.00 \text{ mol } CS_2$$

c. ما عدد مولات H_2S الناتجة؟

$$1.5 \text{ mol } S_8 \times \frac{4 \text{ mol } H_2S}{1 \text{ mol } S_8} = 6.00 \text{ mol } H_2S$$

12. تحفيز يتكوّن حمض الكبريتيك من تفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء.

a. اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.



b. ما عدد مولات H_2SO_4 الناتجة عن تفاعل 12.5 mol SO_2 ؟

$$12.5 \text{ mol } SO_2 \times \frac{2 \text{ mol } H_2SO_4}{2 \text{ mol } SO_2} = 12.5 \text{ mol } H_2SO_4$$

c. ما عدد مولات O_2 اللازمة للتفاعل؟

$$12.5 \text{ mol } SO_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } SO_2} = 6.25 \text{ mol } O_2$$

الحسابات الكيميائية: تحويل المول إلى كتلة والآن، افترض أنك تعرف إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة، وأنت ترغب في حساب كتلة مادة متفاعلة أو ناتجة أخرى. فيما يأتي مثال على التحويل من مول إلى كتلة.

مثال 3-5

حسابات المول - الكتلة احسب كتلة كلوريد الصوديوم NaCl المعروف بملح الطعام، الناتجة عن تفاعل 1.25 mol من غاز الكلور Cl₂ بشدة مع الصوديوم.

1 تحليل المسألة

أعطيت مولات المادة المتفاعلة الكلور Cl₂، وطلب إليك تحديد كتلة المادة الناتجة NaCl، وتحويل عدد مولات الكلور Cl₂ إلى عدد مولات NaCl باستخدام النسبة المولية، ثم تحويل عدد مولات NaCl إلى جرامات NaCl باستخدام الكتلة المولية بوصفها معامل تحويل.

المعطيات عدد مولات الكلور = 1.25 mol
المطلوب كتلة كلوريد الصوديوم (g) = ؟

2 حساب المطلوب

اكتب معادلة التفاعل الموزونة وحدد القيم المعروفة وغير المعروفة.

$$2\text{Na(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NaCl(s)}$$

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

اضرب عدد مولات Cl₂ في النسبة المولية لحساب عدد مولات NaCl

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

استخدم الكتلة المولية لـ NaCl لحساب كتلة NaCl بالجرام (g)

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

3 تقويم الإجابة

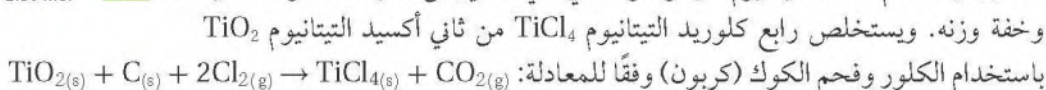
للتأكد من صحة كتلة NaCl المحسوبة، اعكس الحسابات، واقسم كتلة NaCl على الكتلة المولية لـ NaCl، ثم قسم الناتج على 2 لتحصل على عدد مولات Cl₂ المعطاة في السؤال.

مسائل تدريبية

13. يتفكك كلوريد الصوديوم إلى عناصره الأساسية الكلور والصوديوم بتمرير تيار كهربائي في محلوله. فما كمية غاز الكلور، بالجرامات، التي نحصل عليها من العملية الموضحة بالمخطط على اليسار؟



14. تحفيز، يستخدم معدن التيتانيوم - وهو فلز انتقالي - في الكثير من السبائك، لقوته العالية وخفة وزنه. ويستخلص رابع كلوريد التيتانيوم TiCl₄ من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO₂ باستخدام الكلور وفحم الكوك (كربون) وفقاً للمعادلة:

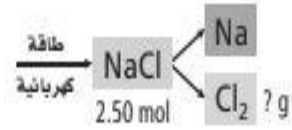


a. ما كتلة غاز Cl₂ اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO₂؟

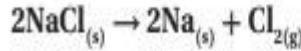
b. ما كتلة C اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO₂؟

c. ما كتلة المواد الناتجة جميعها من تفاعل 1.25 mol من TiO₂؟

13. يتفكك كلوريد الصوديوم إلى عناصره الأساسية؛ الكلور، والصوديوم بتمرير تيار كهربائي في محلوله. فما كمية غاز الكلور بالجرامات، التي نحصل عليها من العملية الموصَّحة؟



الخطوة 1: زن المعادلة الكيميائية.



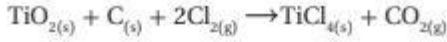
الخطوة 2: احسب عدد مولات الكلور.

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

الخطوة 3: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

$$1.25 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{70.9 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 88.6 \text{ g Cl}_2$$

14. تحفيز يُستخدم معدن التيتانيوم -وهو فلز نقي- في الكثير من السبائك، لقوته العالية و-منه لا يمتزج بالأكسجين- رابع كلوريد التيتانيوم TiCl_4 من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 باستخدام الكلور وفحم الكوك (الكربون) وفقاً للمعادلة:



a. ما كتلة غاز Cl_2 اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO_2 ؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات الكلور.

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

الخطوة 2: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

$$2.50 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{70.9 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 177 \text{ g Cl}_2$$

b. ما كتلة C اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO_2 ؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات الكربون.

$$1.25 \text{ mol TiO}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol TiO}_2} = 1.25 \text{ mol C}$$

الخطوة 2: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

$$1.25 \text{ mol C} \times \frac{12.011 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 15.0 \text{ g C}$$

c. ما كتلة المواد الناتجة جميعها من تفاعل 1.25 mol من TiO_2 ؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات TiO_2 المستهلكة.

$$1.25 \text{ mol TiO}_2 \times \frac{79.865 \text{ g TiO}_2}{1 \text{ mol TiO}_2} = 99.8 \text{ g TiO}_2$$

الخطوة 2: احسب كتلة المواد المتفاعلة جميعها بالجرامات.

$$99.8 \text{ g TiO}_2 + 15.0 \text{ g C} + 177 \text{ g Cl}_2 = 292 \text{ g}$$

$$\text{كتلة المواد المتفاعلة} = 292 \text{ g}$$

وبما أن الكتلة محفوظة:

$$\text{كتلة المواد الناتجة} = \text{كتلة المواد المتفاعلة}$$

$$\text{كتلة المواد الناتجة} = 292 \text{ g}$$

الحسابات الكيميائية: حساب الكتلة إذا كنت تستعد لإجراء تفاعل كيميائي في المختبر فسوف تحتاج إلى معرفة كمية كل من المواد المتفاعلة التي ستستخدمها في إنتاج الكتل المطلوبة من النواتج. يوضح المثال 4-5 كيف تستطيع استخدام كتلة محددة من مادة معروفة، والمعادلة الكيميائية الموزونة، والنسب المولية من المعادلة لإيجاد كتلة المادة المجهولة.

مثال 4-5

حساب الكتلة عندما تتحلل نترات الأمونيوم NH_4NO_3 ، والتي تعد أحد أهم الأسمدة، ينتج غاز أكسيد ثنائي النيتروجين (أكسيد النيتروز) والماء. حدد كتلة H_2O الناتجة عن تحلل 25.0 g من نترات الأمونيوم الصلبة NH_4NO_3 .

1 تحليل المسألة

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، ثم استخدم النسب المولية لإيجاد عدد مولات المواد الناتجة. وأخيرًا استخدم الكتلة المولية لتحويل عدد مولات المواد الناتجة إلى كتلة بالجرامات.

المعطيات	المطلوب
كتلة نترات الأمونيوم $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 25.0 \text{ g}$	كتلة الماء $\text{H}_2\text{O} = ??$

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الموزونة وحدد قيم المواد المعروفة والمواد المطلوبة.	25.0 g	$?$ g	$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
احسب عدد مولات NH_4NO_3 بالضرب في مقلوب الكتلة المولية	$25.0 \text{ g NH}_4\text{NO}_3$	$\times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80.04 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}$	$= 0.312 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$
احسب عدد مولات الماء بضرب عدد مولات نترات الأمونيوم في النسبة المولية.	$0.312 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$	$\times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}$	$= 0.624 \text{ mol H}_2\text{O}$
احسب عدد جرامات H_2O بالضرب في الكتلة المولية.	$0.624 \text{ mol H}_2\text{O}$	$\times \frac{18.02 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}}$	$= 11.2 \text{ g H}_2\text{O}$

3 تقويم الإجابة

لمعرفة ما إذا كانت كتلة الماء المحسوبة صحيحة أم لا، قم بإجراء الحسابات بطريقة معكوسة.

مسائل تدريبية



$100.0 \text{ g NaN}_3 \rightarrow ? \text{ g N}_{2(\text{g})}$

15. أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم NaN_3 وفقاً للمعادلة: $2\text{NaN}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}(\text{s}) + 3\text{N}_{2(\text{g})}$

احسب كتلة N_2 الناتجة عن تحلل NaN_3 ، كما يظهر في الرسم المجاور.

16. تحفيز عند تشكل المطر الحمضي يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء في الهواء ليشكل حمض الكبريتيك H_2SO_4 . اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل. وإذا تفاعل 2.5 g SO_2 مع الأكسجين والماء، فاحسب كتلة H_2SO_4 الناتجة بالجرامات؟

15. أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية

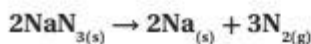
الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم NaN_3 وفقاً



احسب كتلة N_2 الناتجة عن

تحلل NaN_3 ، كما يظهر في

الرسم المجاور.



الخطوة 1، احسب عدد مولات NaN_3 .

$$100 \text{ g NaN}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaN}_3}{65.02 \text{ g NaN}_3} = 1.538 \text{ mol NaN}_3$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات N_2 .

$$1.538 \text{ mol NaN}_3 \times \frac{3 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NaN}_3} = 2.307 \text{ mol N}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة N_2 بالجرامات.

$$2.307 \text{ mol N}_2 \times \frac{28.02 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 64.64 \text{ g N}_2$$

16. تحفيز عند تشكل المطر الحمضي يتفاعل ثاني أكسيد

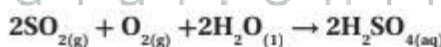
الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء في الهواء ليشكل حمض

الكبريتيك H_2SO_4 . اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل. وإذا

تفاعل 2.5 g SO_2 مع الأكسجين والماء، فاحسب كتلة

H_2SO_4 الناتجة بالجرامات؟

الخطوة 1، زن المعادلة الكيميائية.



الخطوة 2، احسب عدد مولات SO_2 .

$$2.50 \text{ g SO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{64.07 \text{ g SO}_2} = 0.0390 \text{ mol SO}_2$$

الخطوة 3، احسب عدد مولات H_2SO_4 .

$$0.0390 \text{ mol SO}_2 \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol SO}_2} = 0.0390 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

الخطوة 4، احسب كتلة H_2SO_4 بالجرامات.

$$0.0390 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \times \frac{98.09 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 3.83 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

5. ما كمية كربونات الصوديوم Na_2CO_3 الناتجة عن تحلل صودا الخبز؟
جهاز حاملاً مع حلقة، ومثلثاً من الصلصال لتسخين الجفنة.

6. يستخدم صودا الخبز - كربونات الصوديوم الهيدروجينية - في كثير من وصفات الخبز؛ لأنها تسبب انتفاخ العجينة، مما يجعلها خفيفة إسفنجية.

سخن الجفنة باستخدام موقد بنزن يبطئ في البداية، ثم مدة 7 - 8 min بلهب قوي، وسجل ملاحظاتك في أثناء التسخين.

١- كانت المادة الناتجة رطبة في أثناء التسخين وتظهر عليها بعض الفقاعات ولكنها جفت مع الوقت.

٢- يجب أن تكون الكتلتان متساويتين.

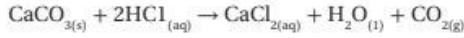
٣- على افتراض أن الكتلة المتوقعة والكتلة الفعلية هما ١,٩٧ g

و $1,90 \text{ g}$ على التوالي، فيكون الخطأ $= 0,07 \text{ g}$ ، ونسبة الخطأ تساوي $3,55\%$

٤- الأخطاء الناتجة عن قياس كل من الكتلتين، ووزن الرطوبة التي تمتصها الجفنة.

الخلاصة

- 172



يجب أن تُفسّر خريطة المفاهيم كيفية تحديد كتلة CaCl_2 الناتجة عن تفاعل كمية معلومة من HCl .

ستتنوع خرائط المفاهيم، ولكن يجب على الجميع بيان استعمالهم لمعاملات التحويل التالية: معكوس الكتلة المولية، والنسب المولية، والكتلة المولية.

17. فسّر لماذا تُستخدم المعادلة الكيميائية الموزونة في حلّ مسائل الحسابات الكيميائية.

تُعبّر المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة عن العلاقات المولية بين كل زوج من المواد المتفاعلة والناتجة.

18. اذكر الخطوات الأربع المُستخدمة في حلّ مسائل الحسابات الكيميائية.

1. زن المعادلة.

2. حوّل كتلة المادة المعروفة إلى عدد مولات.

3. استخدم النسبة المولية في تحويل عدد مولات المادة المعروفة إلى عدد مولات المادة المجهولة.

4. حوّل عدد مولات المادة المجهولة إلى كتلة بالجرامات.

19. طبق كيف يمكن حساب كتلة البروم السائل الضرورية للتفاعل كليًا مع كتلة معروفة من الماغنسيوم.

اكتب معادلة موزونة، وحوّل الكتلة المعطاة للماغنسيوم Mg إلى عدد مولات. ثم استخدم النسبة المولية من المعادلة لتحويل عدد مولات Mg إلى عدد مولات Br . وأخيرًا حوّل عدد مولات Br إلى كتلة بالجرامات.

20. احسب كتلة الأمونيا الناتجة عن تفاعل 2.70 g من الهيدروجين مع كمية وافرة من النيتروجين حسب المعادلة:



الخطوة 1، احسب عدد مولات H_2 .

$$2.70 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2.016 \text{ g H}_2} = 1.34 \text{ mol H}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات NH_3 .

$$1.34 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ mol NH}_3}{3 \text{ mol H}_2} = 0.893 \text{ mol NH}_3$$

الخطوة 3، احسب كتلة NH_3 بالجرامات.

$$0.893 \text{ mol NH}_3 \times \frac{17.030 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 15.2 \text{ g NH}_3$$

المادة المحددة للتفاعل

Limiting Reactants

الفكرة الرئيسية يتوقف التفاعل الكيميائي عندما تُستنفد أي من المواد المتفاعلة تمامًا.

الربط مع الحياة إذا كان عدد الطلاب الراغبين في الجلوس أكبر من عدد المقاعد فإن عددًا من الطلاب سيبقى واقفًا. وهذا الموقف يشبه المواد المتفاعلة؛ إذ لا تشارك المواد الفائضة في التفاعل.

لماذا تتوقف التفاعلات؟ Why do reactions stop?

نادرًا ما توجد المواد المتفاعلة في الطبيعة بالنسب التي تحددها معادلة التفاعل الموزونة. وعادة ما تكون واحدة أو أكثر من المواد الفائضة. ويستمر التفاعل إلى أن يتم استنفاد إحدى المواد أو جميعها. وينطبق هذا المبدأ على التفاعلات في المختبر؛ إذ تكون إحدى المواد أو أكثر فائضة، في حين تكون مادة واحدة محددة للتفاعل. لذا فإن كمية المواد الناتجة تعتمد على كمية المادة المحددة للتفاعل.

المواد المحددة للتفاعل والمواد الفائضة بالرجوع إلى التجربة الاستهلاكية صفحة 161؛ وعند إضافة المزيد من كبريتيد الصوديوم الهيدروجيني إلى المحلول الشفاف الذي تكون لم يُلاحظ أي تغير؛ وذلك لعدم وجود برمنجنات بوتاسيوم للتفاعل معه. لذا فإن برمنجنات البوتاسيوم مادة محددة للتفاعل. والمادة المحددة للتفاعل هي المادة التي تستهلك كليًا في التفاعل وتحدد كمية المادة الناتجة.

لذلك تبقى كميات من المواد المتفاعلة الأخرى بعد توقف التفاعل بدون استهلاك. وتسمى هذه المواد المتبقية **المواد الفائضة**. ولمساعدتك على فهم المواد المحددة للتفاعل والفائضة انظر الشكل 4-5. يمكننا بناءً على المواد المتوافرة تكوين أربع مجموعات تتألف من كاشطة ومطرقة ومفكين. وقد حُدد عدد المجموعات بناءً على عدد المطارق، لذا تبقى الكاشطات والمفكات فائضة.

تحدد المادة المحددة للتفاعل في معادلة كيميائية.

تعرف المادة الفائضة، وتحسب كمية المتبقي منها عند انتهاء التفاعل.

تحسب كتلة الناتج عندما تُعطى كتلاً لأكثر من مادة متفاعلة.

مراجعة المفردات

الكتلة المولية: كتلة مول واحد من أي مادة بالجرام.

المفردات الجديدة

المادة المحددة للتفاعل
المواد الفائضة

الأدوات المتوافرة



مجموعات الأدوات



مجموعة 4

مجموعة 3

مجموعة 2

مجموعة 1

أدوات فائضة



الشكل 4-5 يجب أن تحتوي كل مجموعة على مطرقة، لذا يمكن تشكيل أربع مجموعات. **فسر** كم مطرقة يتطلب إكمال المجموعة الخامسة؟

اجابة سؤال الشكل 4-5 :

تحتاج الى مطرقة اضافية .



الشكل 5-5 إذا أمعنت النظر في الذرات الموجودة قبل التفاعل وبعده فستجد أن بعض جزيئات النيتروجين لم تتغير. وتسمى هذه الجزيئات المادة الفائضة.

تعرف المادة المحددة للتفاعل بُنيت الحسابات التي أجريتها في الأمثلة السابقة على وجود المواد المتفاعلة بالنسبة التي تحددتها معادلة التفاعل الموزونة. وعندما لا تكون الحالة على هذا النحو فإن عليك معرفة المادة المحددة للتفاعل أولاً.

فلننظر إلى التفاعل في الشكل 5-5 الذي يصف تفاعل ثلاثة جزيئات من النيتروجين N_2 مع ثلاثة جزيئات من الهيدروجين H_2 لتكوين غاز الأمونيا NH_3 ؛ إذ تتحلل جزيئات النيتروجين والهيدروجين في بداية التفاعل إلى ذرات منفصلة تتفاعل معاً لتكوين جزيئات الأمونيا، كما هو الحال في مثال الأدوات في الشكل 4-5.

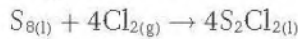
ما عدد جزيئات الأمونيا المتكوّنة؟ يمكن تكوين جزيئين من الأمونيا، وذلك بسبب وجود ستة ذرات هيدروجين، ترتبط كل ثلاث منها مع ذرة نيتروجين. ولذا يُعد الهيدروجين مادة محددة للتفاعل، في حين يُعد النيتروجين مادة فائضة. لذا من الضروري معرفة المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة؛ لأن كمية المادة الناتجة تعتمد على ذلك.

✓ **ماذا قرأت؟** توسع ما عدد جزيئات الهيدروجين التي تلزم للتفاعل مع جزيئات النيتروجين الفائضة في الشكل 5-5؟

حساب الناتج بناءً على المادة المحددة للتفاعل

Calculating the Product when a Reactant is Limiting

كيف يمكنك حساب كمية الناتج عندما تكون إحدى المواد محددة للتفاعل؟ لنأخذ مثلاً على ذلك مركب ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت الذي يستخدم في صناعة جلفنة المطاط. يظهر الشكل 6-5 كيف تجعل الجلفنة المطاط صالحاً للاستعمالات الكثيرة، حيث يُحضّر هذا المركب بتفاعل مصهور الكبريت مع غاز الكلور حسب المعادلة:



ما مقدار ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت الناتج عن تفاعل 200.0 g من مصهور الكبريت مع 100.0 g من غاز الكلور؟

حساب المادة المحددة للتفاعل لقد أعطيت كتلتي المادتين المتفاعلتين، لذا عليك أن تحدد أولاً أيها المادة المحددة للتفاعل؛ لأن التفاعل سيتوقف عندما تستهلك هذه المادة تماماً.

المطلوبات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطوّيتك.

اجابة سؤال ماذا قرأت :
ستة جزيئات .

الشكل 5-6 يكون المطاط الطبيعي ليناً ولزجاً، لذا يعالج بالجلفنة ليصبح أكثر صلابة. ترتبط الجزيئات في أثناء عملية الجلفنة معاً مكونة مادة ناعمة، صلبة، قليلة اللزوجة. لذا تجعل الجلفنة من المطاط الطبيعي مادة مثالية لصناعة بعض الأدوات، ومنها العجلة الظاهرة في الصورة.



الصيدلي إن معرفة تركيب الدواء، وكيفية استعماله، والمضاعفات الضارة المحتملة من استعماله تجعل الصيدلي قادراً على نصيح المريض وإرشاده. كما يقوم الصيدلي بمزج المواد الكيميائية لصناعة المساحيق، والأقراص، والدهون والمحاليل. لمعرفة المزيد عن الكيمياء في المهن زر الموقع obeikaneducation.com

المفردات

الاستعمال العلمي والاستعمال

الشائع.

الناتج

الاستعمال العلمي. مادة جديدة تتكون في أثناء التفاعل الكيميائي. كان الناتج الوحيد عن التفاعل غازاً عديم اللون.

الاستعمال الشائع. شيء ينتج عند قسمة عددين أحدهما على الآخر...

مولات المواد المتفاعلة يتطلب تعرّف المادة المحددة للتفاعل إيجاد عدد مولات كل مادة متفاعلة؛ وذلك بتحويل كتل المواد إلى مولات. ويمكنك تحويل كتلة كل من الكلور والكبريت إلى مولات، بضرب كتلة كل مادة في عامل تحويل يساوي معكوس الكتلة المولية لكل منها.

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

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

استعمال نسب المولات تتطلب الخطوة الآتية معرفة النسبة المولية الصحيحة التي تربط بين المادتين كما أعطيت في المعادلة الموزونة. تبين معاملات المعادلة الموزونة وجود 4 mol من Cl₂ لكل 1 mol من S₈، أي أن النسبة بينهما (4:1). ويتطلب تحديد النسب الصحيحة المقارنة بين النسبة (4:1) ونسب المولات الفعلية للمواد المتفاعلة. ولإجراء ذلك نقسم عدد مولات الكلور الفعلية على مولات الكبريت الفعلية أيضاً.

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

تظهر الحسابات أن النسبة هي: 1.808 mol من Cl₂ لكل 1 mol من S₈ بدلاً من 4 mol من Cl₂ كما تظهر المعادلة. ولذلك يكون الكلور هو المادة المحددة للتفاعل.

حساب كمية الناتج المتكوّن يمكنك بعد حساب مولات المادة المحددة للتفاعل أن تحسب مولات المادة الناتجة عن طريق ضرب مولات المادة المحددة للتفاعل (1.410 mol) في نسبة مولات ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت، ثم تحويل مولات S₂Cl₂ إلى جرامات، وذلك بضرب عدد المولات في كتلتها المولية كما هو مبين أدناه:

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

وهذا يعني تكوّن 190.4 g من S₂Cl₂ عند تفاعل 1.410 mol من Cl₂ مع كمية فائضة من S₈.

المادة الفائضة بعد أن حددت المادة المحددة للتفاعل وكمية الناتج المتكوّن قد ترغب في معرفة ما حدث للمادة الفائضة، والكمية التي تفاعلت من الكبريت؟

المولات المتفاعلة عليك تحويل المولات إلى كتلة لمعرفة كتلة الكبريت التي تلزم لتفاعل تماماً مع 1.410 mol من Cl₂، لذا ابدأ أولاً بحساب مولات الكبريت بضرب مولات الكلور بالنسبة المولية لـ Cl₂ / S₈.

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

الكتلة المتفاعلة لحساب كتلة الكبريت، تضرب 0.3525 mol S₈ في الكتلة المولية لـ S₈

$$0.3525 \text{ mol S}_8 \times \frac{256.5 \text{ g S}_8}{1 \text{ mol S}_8} = 93.588 \text{ g S}_8$$

الكمية الفائضة يمكن حساب الكمية المتبقية بعد التفاعل من S₈ بطرح كتلة المادة المتفاعلة من كتلة المادة الكلية على النحو الآتي:

الكمية الفائضة = كتلة المادة - الكمية التي تفاعلت

$$200.0 \text{ g S}_8 - 93.588 \text{ g S}_8 = 106.4 \text{ g S}_8$$

المادة المحددة للتفاعل يتفاعل الفوسفور الصلب الأبيض P_4 مع الأكسجين لتكوين مركب صلب يُسمى عاشر أكسيد رابع الفوسفور P_4O_{10} ، ويطلق على هذا المركب أحياناً اسم خامس أكسيد ثنائي الفوسفور؛ لأن صيغته الأولية هي P_2O_5 .

a. احسب كتلة P_4O_{10} الناتجة عن تفاعل 25.0 g من الفوسفور مع 50.0 g من الأكسجين.

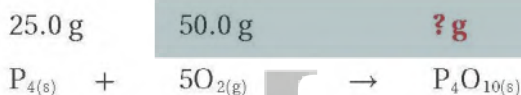
b. ما مقدار المادة الفائضة بعد انتهاء التفاعل؟

1 تحليل المسألة بما أن لديك كتلتي المادتين المتفاعلتين لذا يمكنك تعرف المادة المحددة للتفاعل، ثم حساب كتلة الناتج. ويمكن معرفة عدد مولات المادة الفائضة بناءً على معرفة مولات المادة المحددة للتفاعل، وحساب عدد مولات المادة الفائضة التي تفاعلت وتحويلها إلى كتلة، ثم طرح هذه الكتلة من الكتلة المتوافرة قبل بدء التفاعل.

المطلوب	المعلوم
كتلة عاشر أكسيد رابع الفوسفور $P_4O_{10} = ?g$	كتلة الفوسفور = 25.0 g
كتلة المادة الفائضة = ?g	كتلة الأكسجين = 50.0 g

2 حساب المطلوب

حساب المادة المحددة للتفاعل



اكتب المعادلة الموزونة، وحدد المعطيات والمطلوب

احسب عدد مولات المواد المتفاعلة بضرب كتلة كل منها في عامل التحويل الذي يربط عدد المولات مع الكتلة معكوس الكتلة المولية لكل منها.

$$25.0 \text{ g } P_4 \times \frac{1 \text{ mol } P_4}{123.9 \text{ g } P_4} = 0.202 \text{ mol } P_4$$

احسب مولات P_4

$$50.0 \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32.00 \text{ g } O_2} = 1.56 \text{ mol } O_2$$

احسب مولات O_2

احسب النسبة المولية الفعلية لمولات P_4, O_2

$$\frac{1.56 \text{ mol } O_2}{0.202 \text{ mol } P_4} = \frac{7.72 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } P_4}$$

احسب نسبة مولات O_2 إلى مولات P_4

حدد النسبة المولية للمواد المتفاعلة من المعادلة الموزونة:

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

وبما أنه يتوافر 7.72 mol من الأكسجين، في حين أن التفاعل يحتاج إلى 5 mol من الأكسجين لتفاعل مع 1 mol من P_4O_{10} ، فالأكسجين هو المادة الفائضة، ويكون P_4 هو المادة المحددة للتفاعل. لذا تستعمل مولات P_4 لحساب مولات P_4O_{10} الناتجة.

اضرب عدد مولات P_4 في النسبة المولية $\frac{P_4O_{10}}{P_4}$

$$0.202 \text{ mol } P_4 \times \frac{1 \text{ mol } P_4O_{10}}{1 \text{ mol } P_4} = 0.202 \text{ mol } P_4O_{10}$$

احسب مولات P_4O_{10} الناتجة.

ولحساب كتلة P_4O_{10} نضرب مولات P_4O_{10} في عامل التحويل الذي يربط الكتلة بالمولات.

$$0.202 \text{ mol } P_4O_{10} \times \frac{283.9 \text{ g } P_4O_{10}}{1 \text{ mol } P_4O_{10}} = 57.3 \text{ g } P_4O_{10}$$

احسب كتلة P_4O_{10} الناتجة.

وبما أن O_2 هو المادة الفائضة فإن جزءاً منه فقط يتفاعل. لذا استخدم المادة المحددة للتفاعل P_4 لحساب عدد مولات O_2 الداخل في التفاعل وكتلته.

$$0.202 \text{ mol } P_4 \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } P_4} = 1.01 \text{ mol } O_2$$

اضرب عدد مولات المادة المحددة للتفاعل في النسبة المولية لتحديد مولات المادة الفائضة التي تفاعلت والتي بقيت.

حوّل مولات O_2 الداخلة في التفاعل إلى كتلة.

$$1.0 \text{ mol } O_2 \times \frac{32.0 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 32.3 \text{ g } O_2$$

اضرب عدد مولات O_2 في الكتلة المولية.

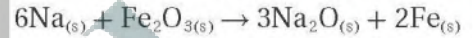
احسب كمية O_2 الفائضة.

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

3 تقويم الإجابة أعطيت جميع القيم بثلاث أرقام معنوية، وكذلك أعطيت قيمة P_4O_{10} . وينطبق ذلك على جميع الحسابات والأرقام الداخلة في المسألة. حسبت كتلة الأكسجين الفائضة (17.7g) بطرح رقمين في كل منها منزلة عشرية واحدة. لذا فإن الكتلة الفائضة من الأكسجين صحيحة؛ لأنها تحتوي على منزلة عشرية واحدة.

مسائل تدريبية

22. يتفاعل الصوديوم مع أكسيد الحديد (III) وفق المعادلة الكيميائية:



إذا تفاعل 100 g من Na مع 100.0 g من Fe_2O_3 ، فاحسب كلّاً مما يأتي:

a. المادة المحددة للتفاعل.

b. المادة الفائضة.

c. كتلة الحديد الناتجة.

d. كتلة المادة الفائضة المتبقية بعد انتهاء التفاعل.

23. تحفيز يستعمل تفاعل البناء الضوئي في النباتات ثاني أكسيد الكربون والماء لإنتاج السكر $C_6H_{12}O_6$ ، وغاز الأكسجين.

فإذا توافر لبنته ما 88.0 g من ثاني أكسيد الكربون، و 64.0 g من الماء للقيام بعملية البناء الضوئي:

a. فاكتب معادلة التفاعل الموزونة.

b. وحدد المادة المحددة للتفاعل.

c. وحدد المادة الفائضة.

d. واحسب كتلة المادة الفائضة.

e. واحسب كتلة السكر الناتج.

22. يتفاعل الصوديوم مع أكسيد الحديد (III) وفق المعادلة الكيميائية:



إذا تفاعل 100g من Na مع 100.0g من Fe_2O_3 ، فاحسب كلاً مما يأتي:

a. المادة المحددة للتفاعل.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Na.

$$100.0\text{g Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{22.99 \text{ g Na}} = 4.350 \text{ mol Na}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات Fe_2O_3 .

$$100.0\text{g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{159.7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} = 0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$$

الخطوة 3، قارن بين النسبة المولية الفعلية واللازمة لـ Na و Fe_2O_3

$$\frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{6 \text{ mol Na}} \text{ مقارنة بـ } \frac{0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{4.350 \text{ mol Na}}$$

b. وحدد المادة المُحددة للتفاعل.

الخطوة 1، احسب عدد مولات CO_2 .

$$88.0\text{g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44.01\text{g CO}_2} = 2.00 \text{ mol CO}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات H_2O .

$$64.0\text{g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.0\text{g H}_2\text{O}} = 3.55 \text{ mol H}_2\text{O}$$

الخطوة 3، قارن بين النسبة المولية الفعلية واللازمة لـ CO_2 و H_2O

$$\frac{6 \text{ mol CO}_2}{6 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \text{مقارنة بـ} \quad \frac{2.00 \text{ mol CO}_2}{3.55 \text{ mol H}_2\text{O}}$$

النسبة المولية الفعلية 0.563 مقارنة بالنسبة المولية

اللازمة 1.00،

النسبة المولية الفعلية أقل من النسبة المولية اللازمة. لذا،

فإن ثاني أكسيد الكربون CO_2 هو المادة المُحددة للتفاعل.

c. وحدد المادة الفائضة.

الماء هو المادة الفائضة.

d. واحسب كتلة المادة الفائضة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات H_2O اللازمة.

$$2.00 \text{ mol CO}_2 \times \frac{6 \text{ mol H}_2\text{O}}{6 \text{ mol CO}_2} = 2.00 \text{ mol H}_2\text{O}$$

الخطوة 2، احسب كتلة H_2O اللازمة بالجرامات.

$$2.00 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18.02\text{g H}_2\text{O}}{1.00 \text{ mol H}_2\text{O}} = 36.0 \text{ g H}_2\text{O}$$

كتلة المادة اللازمة - كتلة المادة المعطاة = كتلة المادة الفائضة

$$= 64.0\text{g H}_2\text{O} - 36.0\text{g H}_2\text{O}$$

$$= 28.0 \text{ g H}_2\text{O} \text{ فائضة}$$

e. واحسب كتلة السكر الناتج.

الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ الناتجة.

$$2.00 \text{ mol CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{6 \text{ mol CO}_2} = 0.333 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

الخطوة 2، احسب كتلة $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ الناتجة بالجرامات.

$$0.333 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{180.24\text{g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 60.0 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

النسبة المولية الفعلية 0.1439 مقارنة بالنسبة المولية

اللازمة 0.1667،

النسبة المولية الفعلية أقل من النسبة المولية اللازمة. لذا،

فإن أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 هو المادة المُحددة للتفاعل.

b. المادة الفائضة.

بما أن أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 هو المادة المُحددة للتفاعل،

فإن الصوديوم هو المادة الفائضة.

c. كتلة الحديد الناتجة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Fe.

$$0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}$$

$$= 1.252 \text{ mol Fe}$$

الخطوة 2، احسب كتلة Fe بالجرامات.

$$1.252 \text{ mol Fe} \times \frac{55.85\text{g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 69.92\text{g Fe}$$

d. كتلة المادة الفائضة المتبقية بعد انتهاء التفاعل.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Na اللازمة.

$$0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{6 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 3.757 \text{ mol Na}$$

الخطوة 2، احسب كتلة Na اللازمة بالجرامات.

$$3.757 \text{ mol Na} \times \frac{22.9 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 86.37\text{g Na}$$

كتلة المادة اللازمة - كتلة المادة المعطاة = كتلة المادة الفائضة

$$= 100.0\text{g Na} - 86.37\text{g Na}$$

$$= 13.6\text{g Na} \text{ فائضة}$$

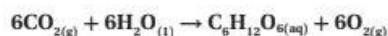
23. تحفيز يستعمل تفاعل البناء الضوئي في النباتات ثاني أكسيد

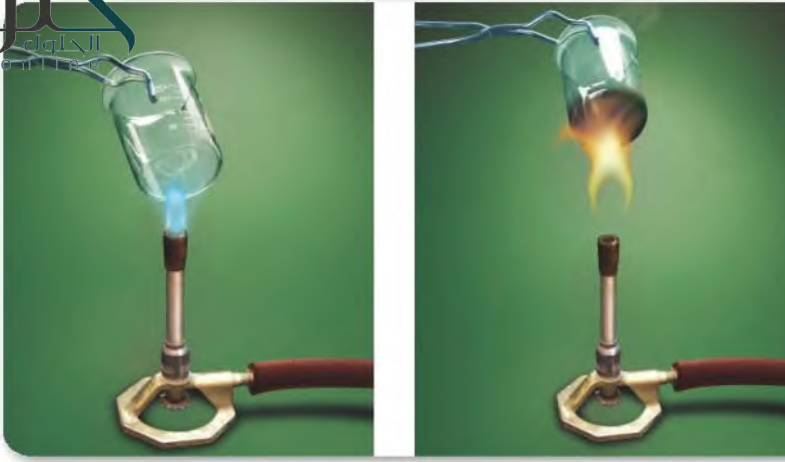
الكربون والماء لإنتاج السكر $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ، وغاز الأكسجين.

فإذا توافر لنبته ما 88.0g من ثاني أكسيد الكربون، و64.0g

من الماء للقيام بعملية البناء الضوئي:

a. فاكتب معادلة التفاعل الموزونة.





الشكل 5-7 عندما لا يتوافر الأكسجين بكميات كافية يشتعل لهب بنزن بلهب أصفر مليء بالسناج، كما يظهر الشكل الأيمن. أما إذا توافرت كميات كافية فيشتعل موقد بنزن بلهب أزرق شديد الحرارة، خالٍ من السناج، كما في الشكل الأيسر.

لماذا نستخدم فائضاً من مادة متفاعلة؟

يتوقف كثير من التفاعلات عن الحدوث على الرغم من بقاء جزء من المواد المتفاعلة في خليط التفاعل. وقد يؤدي ذلك إلى هدر المواد الأولية. لذا وجد الكيميائيون أن استعمال مادة واحدة بكميات فائضة - وهي عادة المادة الأقل ثمنًا - يدفع التفاعل للاستمرار لحين نفاد المادة المحددة للتفاعل تمامًا، كما أن ذلك يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي.

يبين الشكل 5-7 كيف يؤدي التحكم في المادة المتفاعلة إلى زيادة فاعلية التفاعل. وكما تعلم فإن موقد بنزن يستعمل في المختبرات المدرسية، ويمكن التحكم في كمية الهواء الممزوجة بالغاز عن طريق فتحات الهواء الخاصة بذلك، مما يساعد على تعديل كمية الأكسجين الممزوج بغاز الميثان. وتعتمد فاعلية اللهب على نسبة غاز الأكسجين، فعندما تكون كمية الهواء محدودة يكون اللهب أصفر اللون بسبب عدم احتراق جزء من الغاز، مما يؤدي إلى تراكم السناج (الكربون) على الأدوات الزجاجية، فينتج عن ذلك هدر في استعمال الوقود؛ لأن الطاقة الناتجة أقل من الطاقة التي يمكن الحصول عليها.

وعند توافر الأكسجين بكميات فائضة يحترق المزيج منتجاً لهباً حاراً في صورة لهب أزرق باهت، ولكن لا يتكون السناج؛ بسبب احتراق الوقود تمامًا.

الرابط مع علم الأحياء يحتاج الجسم إلى الفيتامينات والأملاح المعدنية والعناصر بكميات قليلة للمساعدة على حدوث التفاعلات الأيضية بيسر وسهولة. ويؤدي نقص هذه المواد إلى إعاقات في النمو، وخلل في وظائف خلايا الجسم. فالفوسفور على سبيل المثال ضروري جداً لعمل الأجهزة الحيوية، كما توجد مجموعة الفوسفات في المادة الوراثية DNA. ويحتاج الجسم إلى البوتاسيوم ليؤدي كل من الأعصاب وضغط الدم والعضلات عملها بصورة صحيحة. فإذا احتوت الوجبات الغذائية على كميات كبيرة من الصوديوم وكميات أقل من البوتاسيوم فإن ذلك يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم. ولا يستطيع الجسم دون وجود فيتامين B-12 تكوين المادة الوراثية DNA على نحو صحيح، مما يؤثر في إنتاج خلايا كرات الدم الحمراء.

التقويم 5-3

الخلاصة

- المادة المحددة للتفاعل هي المادة التي تستهلك تمامًا في أثناء التفاعل الكيميائي. أما المادة التي لم تستهلك جميعها وتبقى بعد انتهاء التفاعل فتسمى «المادة الفائضة».
- ينبغي لتحديد المادة المحددة للتفاعل مقارنة النسبة المولية الفعلية للمواد المتفاعلة المتوافرة بالنسبة المولية لمعاملات المعادلة الموزونة.
- تعتمد الحسابات الكيميائية على المادة المحددة للتفاعل.

24.

الفكرة الرئيسة صف لماذا يتوقف التفاعل بين مادتين؟

25.

حدّد المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة في كل من التفاعلات الآتية:

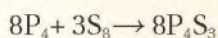
a. احتراق الخشب.

b. تفاعل كبريت الهواء مع ملعقة من الفضة لتكوين كبريتيد الفضة.

c. تحلل صودا الخبز في العجين لإنتاج ثاني أكسيد الكربون.

26.

حلّ استخدم ثالث كبريتيد رابع الفوسفور P_4S_3 في صناعة بعض أنواع أعواد الثقاب. ويحضر هذا المركب بالتفاعل.



حدّد أي الجمل الآتية غير صحيحة، وأعد كتابتها لتصبح صحيحة:

a. يتفاعل 4 mol من P_4 مع 1.5 mol من S_8 لتكوين 4 mol من P_4S_3 .



b. عند تفاعل 4 mol من P_4 مع 4 mol من S_8 يكون الكبريت هو

المادة المحددة للتفاعل.

c. يتفاعل 6 mol من P_4 مع 6 mol من S_8 لتكوين 1320 g من P_4S_3 .



24. صف لماذا يتوقف التفاعل بين مادتين؟

إن استهلكت إحدى المواد المتفاعلة تماماً.

25. حدّد المادة المُحدّدة للتفاعل والمادة الفائضة في كلّ من التفاعلات الآتية.

a. احتراق الخشب.

يُحدّد الخشب التفاعل، والأكسجين هو المادة الفائضة، حيث يستمر الاحتراق بوجود الخشب فقط.

b. تفاعل كبريت الهواء مع ملعقة من الفضة لتكوين كبريتيد الفضة.

الفضة هي المادة المُحدّدة للتفاعل. والكبريت هو المادة الفائضة. فعندما يتأكسد سطح الفضة، يمنع الكبريت في الهواء من التفاعل.

c. تحلّل مسحوق الخبز في العجين لإنتاج ثاني أكسيد الكربون. يُنتج التحلل عادة من مادة متفاعلة واحدة. أمّا التفاعل فيتحدّد بكمية الخميرة الموجودة.

26. حلّ يُستخدم ثالث كبريتيد رباعي الفسفور P_4S_3 في صناعة بعض أنواع أعواد الثقاب. ويُحضّر هذا المركّب بالتفاعل:



حدّد أيّ الجمل الآتية غير صحيحة، وأعدّ كتابتها لتصبح صحيحة:

a. يتفاعل 4 mol من P_4 مع 1.5 mol من S_8 لتكوين 4 mol من P_4S_3 .

صحيحة.

b. عند تفاعل 4 mol من P_4 مع 4 mol من S_8 يكون الكبريت هو المادة المُحدّدة للتفاعل.

الفوسفور هو المادة المُحدّدة للتفاعل.

c. يتفاعل 6 mol من P_4 مع 6 mol من S_8 لتكوين 1320g من P_4S_3 .

صحيحة.

- تحسب المردود النظري للتفاعل الكيميائي من البيانات.
- تحدد المردود المئوي للتفاعل الكيميائي.

مراجعة المفردات

عملية : سلسلة من الأفعال أو الأعمال.

المفردات الجديدة

المردود النظري
المردود الفعلي
نسبة المردود المئوية

نسبة المردود المئوية Percent Yield

الفكرة الرئيسية

نسبة المردود المئوية قياس تفاعلية التفاعل الكيميائي.

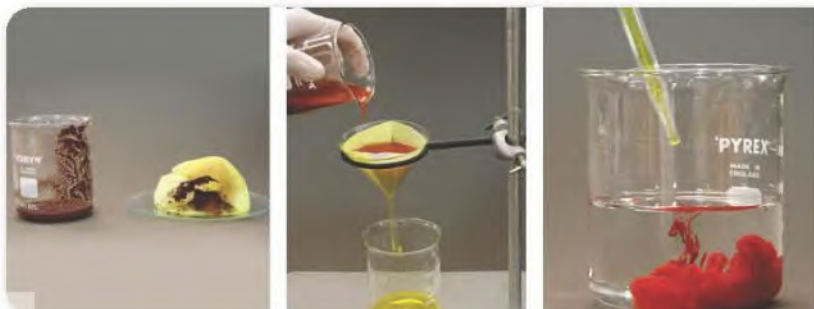
الربط مع الحياة افترض أنك تتدرب على الرماية الحرة في كرة السلة، وعليك القيام بمائة رمية. من الناحية النظرية يمكنك تحقيق مائة هدف، ولكن فعلياً قد لا تحقق هدفاً في كل رمية. للتفاعلات الكيميائية أيضاً نواتج نظرية وأخرى فعلية.

ما مقدار المادة الناتجة ؟ How much product ?

في أثناء حل مسائل هذا الفصل، لا بد أنك قد استنتجت أن التفاعل الكيميائي يجري في المختبر بناء على معادلة كيميائية موزونة، وتنتج عنه كمية من الناتج يتم حسابها مسبقاً. ولكن ذلك غير صحيح، فكما أنه ليس من المحتمل أن تدخل كرة السلة الهدف 100 مرة من خلال 100 رمية خلال التدريب، كذلك لا تنتج معظم التفاعلات كمية الناتج المتوقعة. ولأسباب متعددة تتوقف التفاعلات قبل الاكتمال، ولا تنتج كميات النواتج المتوقعة منها. فقد تلتصق المواد المتفاعلة والناتجة - في الحالة السائلة - على سطوح الأوعية أو تبخر، وفي بعض الحالات قد تنتج مواد أخرى غير متوقعة بسبب تفاعلات التنافس التي تقلل من كمية الناتج المرغوب فيه، أو كما يوضح الشكل 5-8 قد تُترك بعض كميات المواد الصلبة جانباً على ورقة الترشيح أو تُفقد بسبب عملية التنقية. ونتيجة هذه المشاكل فإن الكيميائيين بحاجة إلى معرفة كيفية تحديد كمية الناتج في التفاعل الكيميائي.

المردود النظري والمردود الفعلي في كثير من الحسابات السابقة، قمت بحساب كمية الناتج من كمية مادة متفاعلة معطاة. وتسمى كمية الناتج المحسوبة هذه المردود النظري للتفاعل. المردود النظري أكبر كمية من الناتج يمكن الحصول عليها من كمية المادة المتفاعلة المعطاة.

نادرًا ما ينتج عن التفاعل الكيميائي مردود فعلي مطابق للمردود النظري المتوقع. يحدد الكيميائي المردود الفعلي للتفاعل من خلال تجربة دقيقة يحسب من خلالها كتلة المادة الناتجة. لذا فالمردود الفعلي هو كمية المادة الناتجة عند إجراء التفاعل الكيميائي عملياً.



الشكل 5-8 تتشكل كرومات الفضة عند إضافة كرومات البوتاسيوم إلى نترات الفضة. لاحظ أن بعضاً من المادة المترسبة قد ترك جانباً على ورقة الترشيح، كما أن كمية أخرى منها تفقد لأنها قد تعلق على جوانب الإناء.

نسبة المردود المثوية يحتاج الكيميائيون إلى معرفة فاعلية التفاعل في إنتاج النواتج المرغوب فيها. ومن طرائق قياس فاعلية التفاعل حساب نسبة المردود المثوية. لذا فإن نسبة المردود المثوية للنواتج هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري في صورته نسبة مئوية.

نسبة المردود المثوية

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$$

لذا تحسب نسبة المردود المثوية بقسمة المردود الفعلي على المردود النظري مضروباً في مئة.

مثال 5-6

نسبة المردود المثوية تتكون كرومات الفضة الصلبة Ag_2CrO_4 عند إضافة كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 إلى محلول يحتوي على 0.500 g من نترات الفضة AgNO_3 . احسب المردود النظري لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 ، واحسب نسبة المردود المثوية إذا كانت كتلة كرومات الفضة Ag_2CrO_4 الناتجة فعلياً عن التفاعل هي (0.455 g).

1 تحليل المسألة تعلم أن كتلة المواد المتفاعلة وكتلة المردود الفعلي من المعطيات. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، واحسب المردود النظري بتحويل جرامات AgNO_3 إلى مولات AgNO_3 ، ومن ثم تحويل مولات AgNO_3 إلى مولات Ag_2CrO_4 ، وأخيراً تحويل مولات Ag_2CrO_4 إلى جرامات Ag_2CrO_4 . ثم احسب نسبة المردود المثوية من المردود الفعلي والمردود النظري.

المعطيات

كتلة نترات الفضة = 0.500 g AgNO_3

المردود الفعلي = 0.455 g Ag_2CrO_4

المطلوب

المردود النظري = ؟ g Ag_2CrO_4

المردود المثوي = ؟ % Ag_2CrO_4

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة وحدد

المعطيات والمطلوب

استخدم الكتلة المولية لتحويل جرامات

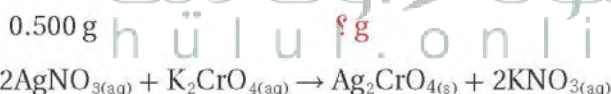
AgNO_3 إلى عدد مولات AgNO_3

استخدم النسبة المولية لتحويل عدد مولات

AgNO_3 إلى عدد مولات Ag_2CrO_4

احسب المردود النظري

احسب نسبة المردود المثوية.



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

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

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

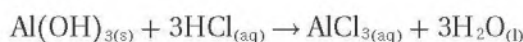
$$\frac{0.455 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{0.488 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4} \times 100 = 93.2\% \text{ Ag}_2\text{CrO}_4$$

3 تقويم المسألة

القيمة التي تحتوي أقل عدد من الأرقام المعنوية هي القيمة التي يوجد بها ثلاثة أرقام معنوية، لذا فالنسبة التي استخدمت للتعبير عن الجواب صحيحة. كما أن الكتلة المولية لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 هي ضعف الكتلة المولية لنترات الفضة $AgNO_3$ تقريباً. ولذلك نسبة عدد مولات نترات الفضة $AgNO_3$ إلى عدد مولات كرومات الفضة Ag_2CrO_4 في المعادلة هي (2:1). ولذلك يجب أن ينتج 0.500 g من $AgNO_3$ من الكتلة نفسها من كرومات الفضة تقريباً. فالمردود الفعلي لكرومات الفضة قريب من 0.500g، لذلك فنسبة المردود المثوية معقولة.

مسائل تدريبية

27. تحتوي أقراص مضاد الحموضة على هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ لمعادلة حمض المعدة HCl . ويمكن وصف التفاعل الحادث في المعدة بالمعادلة:



احسب المردود النظري لـ $AlCl_3$ إذا تفاعل قرص مضاد للحموضة يحتوي على 14.0 g من $Al(OH)_3$ تمامًا مع حمض المعدة HCl .

28. يتفاعل الزنك مع اليود حسب المعادلة: $Zn + I_2 \rightarrow ZnI_2$

a. احسب المردود النظري إذا تفاعل 1.912 mol من الزنك.

b. احسب نسبة المردود المثوية إذا تم الحصول عملياً على 515.6 g من يوديد الزنك.

29. تحفيز عند وضع سلك من النحاس في محلول نترات الفضة $AgNO_3$ تترسب بلورات الفضة، ويتكون محلول نترات النحاس $Cu(NO_3)_2$.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.

b. إذا تفاعل 20.0 g من النحاس فاحسب المردود النظري للفضة.

c. إذا نتج 60.0 g من الفضة فعلياً من التفاعل، فما نسبة المردود المثوية للتفاعل؟

27. تحتوي أقراص مضاد الحموضة على هيدروكسيد الألومنيوم $\text{Al}(\text{OH})_3$ لمعادلة حمض المعدة HCl . ويمكن وصف التفاعل الحادث في المعدة بالمعادلة:



احسب المردود النظري لـ AlCl_3 إذا تفاعل قرص مضاد للحموضة يحتوي على 14.0g من $\text{Al}(\text{OH})_3$ تمامًا مع حمض المعدة HCl .

الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{Al}(\text{OH})_3$.

$$14.0\text{g Al}(\text{OH})_3 \times \frac{1 \text{ mol Al}(\text{OH})_3}{78.0\text{g Al}(\text{OH})_3} = 0.179 \text{ mol Al}(\text{OH})_3$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات AlCl_3 .

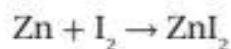
$$0.179 \text{ mol Al}(\text{OH})_3 \times \frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{1 \text{ mol Al}(\text{OH})_3} = 0.179 \text{ mol AlCl}_3$$

الخطوة 3، احسب كتلة AlCl_3 بالجرامات.

$$0.179 \text{ mol AlCl}_3 \times \frac{133.3\text{g AlCl}_3}{1 \text{ mol AlCl}_3} = 23.9\text{g AlCl}_3$$

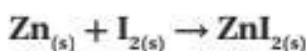
المردود النظري لـ AlCl_3 هو 23.9g.

28. يتفاعل الزنك مع اليود حسب المعادلة:



a. احسب المردود النظري إذا تفاعل 1.912 mol من الزنك.

الخطوة 1، اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة.



c. إذا نتج 60.0 g من الفضة فعلياً من التفاعل، فما نسبة المردود المثوية للتفاعل؟

$$\begin{aligned} \text{نسبة المردود المثوية} &= \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\% \\ &= \frac{60.0 \text{ g Ag}}{68.0 \text{ g Ag}} \times 100\% \\ &= 88.2\% \text{ Ag} \end{aligned}$$

نسبة المردود المثوية من Ag تساوي 88.2%.

الخطوة 2، احسب عدد مولات ZnI_2 .

$$1.912 \text{ mol Zn} \times \frac{1 \text{ mol ZnI}_2}{1 \text{ mol Zn}} = 1.912 \text{ mol ZnI}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة ZnI_2 بالجرامات.

$$1.912 \text{ mol ZnI}_2 \times \frac{319.2 \text{ g ZnI}_2}{1 \text{ mol ZnI}_2} = 610.3 \text{ g ZnI}_2$$

المردود النظري لـ ZnI_2 هو 610.3 g.

b. احسب نسبة المردود المثوية إذا تم الحصول عملياً على 515.6 g من يوريد الزنك.

$$\begin{aligned} \text{نسبة المردود المثوية} &= \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\% \\ &= \frac{515.6 \text{ g ZnI}_2}{610.3 \text{ g ZnI}_2} \times 100\% \\ &= 84.48\% \text{ ZnI}_2 \end{aligned}$$

نسبة المردود المثوية من ZnI_2 تساوي 84.48%.

29. تحفيز عند وضع سلك من النحاس في محلول نترات الفضة AgNO_3 ، تترسب بلورات الفضة، ويتكون محلول نترات النحاس $\text{Cu(NO}_3)_2$.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.



b. إذا تفاعل 20.0 g من النحاس فاحسب المردود النظري للفضة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Cu.

$$20.0 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63.55 \text{ g Cu}} = 0.315 \text{ mol Cu}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات Ag.

$$0.315 \text{ mol Cu} \times \frac{2 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol Cu}} = 0.630 \text{ mol Ag}$$

الخطوة 3، احسب كتلة Ag بالجرامات.

$$0.630 \text{ mol Ag} \times \frac{107.9 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 68.0 \text{ g Ag}$$

المردود النظري للفضة Ag هو 68.0 g.

عدد المردود النظري للأكسجين في الأكاسيد
جودة في عينة كتلتها 1.00 Kg من تربة القمر.
سب استطاع العلماء باستخدام الأساليب
إفرة حاليًا استخراج 15 Kg من الأكسجين من
100 من تربة القمر. احسب نسبة المردود المثوية
العملية.

ت والملاحظات

بيانات الصخور	
النسبة الكتلية في التربة %	الأكسيد
47.3%	SiO ₂
17.8%	Al ₂ O ₃
11.4%	CaO
10.5%	FeO
9.6%	MgO
1.6%	TiO ₂
0.7%	Na ₂ O
0.6%	K ₂ O
0.2%	Cr ₂ O ₃
0.1%	MnO

اجابة سؤال التفكير الناقد :

1 - FeO : ١٠٥ g ; SiO₂ : ٤٧٣ g ; Al₂O₃ : ١٧٨ g ; TiO₂ : ١٦ g

٦ g ; K₂O : ٧ g ; Na₂O : ١١٤ g ; CaO : ٩٦ g ; MgO :

٢ g ; Cr₂O₃ : ١ g ; MnO :

٢ - O₂ : ٠,٨٣٨ kg ; Al₂O₃ : ٠,٠٠٦٤١ kg ; TiO₂ :

O₂ : ٠,٢٥٢ kg ; SiO₂ :

O₂ : ٠,٢٣٤ kg ; FeO : ٠,٣٨١ kg ; MgO :

O₂ : ٠,٠١٨١ kg ; Na₂O : ٠,٣٢٥ kg ; CaO :

O₂ : ٠,٠٠٩٨٨ kg ; K₂O : ٠,٠٠٢٢٥ kg ; MnO :

O₂ : ٠,٠٠٦٣٢ kg ; Cr₂O₃ :

٣ - SiO₂ هو المنتج الأكبر ، أما المنتج الأقل هو MnO

٤ - ١,٠٠ kg of O₂ / ٠,٤٣٩ kg من تربة القمر .

٥ - ٣٤ % = ٠,٤٣٩ x ١٠٠ / ٠,١٥ kg

نسبة المردود المثوية والجلوى الاقتصادية

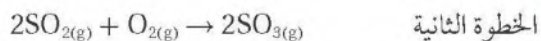
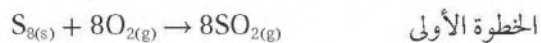
Percent Yield in the Marketplace

تلعب نسبة المردود المثوية دورًا مهمًا في تحديد التكلفة الاقتصادية لكثير من الصناعات.
وفي المثال الموضح بالشكل 5-9، يستخدم الكبريت لتحضير حمض الكبريتيك H₂SO₄،
وهو مادة كيميائية أولية مهمة تدخل في صناعة الكثير من المنتجات، ومنها الأسمدة
والمنظفات والمنسوجات والأصباغ.

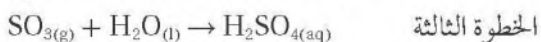


الشكل 5-9 الكبريت يتم
استخراج الكبريت من مننوجات
البتروك بواحدة عمليات كيميائية،
كما يستخرج بدفع الماء الساخن إلى
أماكن تجمعها تحت الأرض، فيضخ
الكبريت السائل إلى السطح.

لذا تؤثر تكلفة إنتاج حمض الكبريتيك في تكلفة الكثير من المواد التي يستعملها المستهلك. إن الخطوتين الأوليين لعملية التصنيع هما:



وفي الخطوة الأخيرة يتحد ثالث أكسيد الكبريت SO_3 مع الماء لينتج حمض الكبريتيك.



الخطوة الأولى، ينتج عن حرق الكبريت ثاني أكسيد الكبريت بنسبة 100% تقريباً، كما ينتج ثالث أكسيد الكبريت في الخطوة الثانية أيضاً بنسبة عالية إذا استُخدم عامل محفز عند درجة حرارة (400°C). والعامل المحفز مادة تزيد من سرعة التفاعل أو دون أن تستهلك، ولا تظهر في المعادلة الكيميائية. لكن تحت هذه الظروف يكون التفاعل بطيئاً، ورفع درجة الحرارة تزيد من سرعة التفاعل، ولكنها تقلل من الناتج.

ولزيادة الناتج وتقليل الوقت في الخطوة الثانية، طور العلماء نظاماً تمرر خلاله المواد المتفاعلة SO_2 و O_2 فوق عامل محفز عند درجة حرارة (400°C). ولأن التفاعل يصدر مقداراً كبيراً من الحرارة ترتفع درجة الحرارة بالتدريج، وتقل كمية الناتج. ولذلك، عندما تصل درجة الحرارة إلى 600°C تقريباً يتم تبريد المزيج، ومن ثم يمرر فوق العامل المحفز مرة أخرى. وبتكرار تمريره فوق العامل المحفز أربع مرات مع التبريد بين كل عملية وأخرى نحصل على ناتج أكبر من (98%).

التقويم 5-4

الخلاصة

- المردود النظري للتفاعل الكيميائي هو أكبر كمية من المادة الناتجة يمكن الحصول عليها من كميات معينة من المواد المتفاعلة، ويحسب بالاعتماد على المعادلة الكيميائية الموزونة.
- المردود الفعلي هو كمية المادة الناتجة التي يتم الحصول عليها عملياً من التفاعل.
- نسبة المردود المثوية هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري معبراً عنها بالنسبة المئوية. إن نسبة المردود المثوية المرتفعة مهمة في تقليل تكلفة كل مادة ناتجة عن العمليات الكيميائية.

30. حدد أي مما يأتي يعد أداة قياس فاعلية التفاعل الكيميائي المردود النظري أم المردود الفعلي أم نسبة المردود المثوية؟
31. اذكر عدة أسباب لعدم تساوي المردود الفعلي والمردود النظري في التفاعل الكيميائي.
32. وضح كيف تحسب نسبة المردود المثوية؟
33. طبق إذا خلطت 83.77 g من الحديد مع كمية فائضة من الكبريت، وقمت بتسخين المزيج للحصول على كبريتيد الحديد (III):
 $2Fe_{(s)} + 3S_{(s)} \rightarrow Fe_2S_{3(s)}$
فما المردود النظري (بالجرام) لكبريتيد الحديد (III)؟
34. احسب نسبة المردود المثوية لتفاعل الماغنسيوم مع كمية فائضة من الأكسجين.
 $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

بيانات التفاعل	
35.67g	كتلة الجفنة
38.06g	كتلة الجفنة - Mg
39.15g	كتلة الجفنة - MgO بعد التسخين

30. حدّد أيّ ممّا يلي يُعدّ أداة قياس فاعلية التفاعل الكيميائي: المردود النظري، أم المردود الفعلي، أم نسبة المردود المثوية؟ نسبة المردود المثوية.

31. اذكر عدة أسباب لعدم تساوي المردود الفعلي والمردود النظري في التفاعل الكيميائي.

لا تستمر التفاعلات جميعها حتى النهاية. ففي بعض التفاعلات تلتصق كمية من المواد المتفاعلة أو الناتجة بسطح الوعاء بحيث لا تُوزن أو تُنقل. كما أنه قد تُنتج مواد غير متوقّعة من بعض التفاعلات الجانبية.

32. وضح كيف تُحسب نسبة المردود المثوية؟

يكون ذلك بقسمة المردود الفعلي على المردود النظري والضرب في المئة.

33. طبّق إذا خلطت 83.77g من الحديد مع كمية فائضة من الكبريت، وقمت بتسخين المزيج للحصول على كبريتيد الحديد (III): $2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{S}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_{3(s)}$

فما المردود النظري (بالجرام) لكبريتيد الحديد (III)؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات Fe.

$$83.77\text{g-Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{55.845\text{g-Fe}} = 1.500 \text{ mol Fe}$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات Fe_2S_3 .

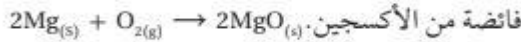
$$1.500 \text{ mol Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{S}_3}{2 \text{ mol Fe}} = 0.750 \text{ mol Fe}_2\text{S}_3$$

الخطوة 3: احسب كتلة Fe_2S_3 بالجرامات.

$$0.750 \text{ mol Fe}_2\text{S}_3 \times \frac{207.885 \text{ g Fe}_2\text{S}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{S}_3} = 155.9 \text{ g Fe}_2\text{S}_3$$

المردود النظري لـ Fe_2S_3 هو 155.9g.

34. احسب نسبة المردود المثوية لتفاعل الماغنسيوم مع كمية



بيانات التفاعل	
35.67g	كتلة الجفنة
38.06g	كتلة الجفنة + Mg
39.15g	كتلة الجفنة + MgO بعد التسخين

$$\text{كتلة (الجفنة)} - \text{كتلة (Mg+الجفنة)} = \text{كتلة (Mg)}$$

$$= 38.06\text{g} - 35.67 = 2.39\text{g}$$

$$\text{كتلة (الجفنة)} - \text{كتلة (MgO+الجفنة)} = \text{كتلة (MgO)}$$

$$\text{المردود الفعلي} = 39.15\text{g} - 35.67\text{g} = 3.48\text{g}$$

الخطوة 1 ، احسب عدد مولات Mg.

$$2.39 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24.31 \text{ g Mg}} = 0.0983 \text{ mol Mg}$$

الخطوة 2 ، احسب عدد مولات MgO.

$$0.0983 \text{ mol Mg} \times \frac{2 \text{ mol MgO}}{2 \text{ mol Mg}} = 0.0983 \text{ mol MgO}$$

الخطوة 3 ، احسب كتلة MgO بالجرامات.

$$0.0983 \text{ mol MgO} \times \frac{40.31 \text{ g MgO}}{1 \text{ mol MgO}} = 3.96 \text{ g MgO}$$

المردود النظري لـ MgO هو 3.96 g.

$$\text{نسبة المردود المنوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{3.48 \text{ g MgO}}{3.96 \text{ g MgO}} \times 100\%$$

$$= 87.9 \% \text{ MgO}$$

نسبة المردود المنوية من MgO تساوي 87.9%.

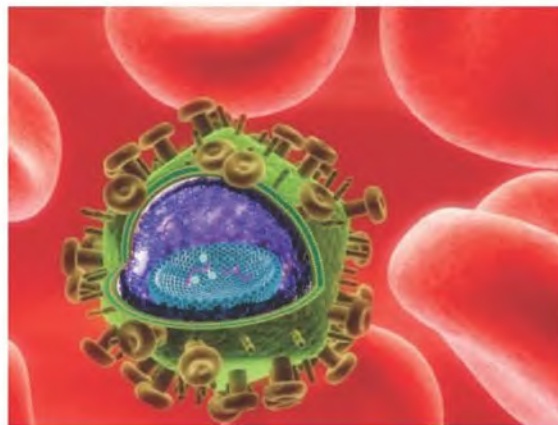
مهارية السلالات المقاومة

لقد تبين أن فيروس نقص المناعة عند الإنسان [HIV] الذي يسبب مرض الإيدز من ألد أعداء الطب الحديث، ولم يتم التوصل إلى علاجه حتى الآن. ويعود ذلك إلى قدرة هذا الفيروس الفائقة على التكيف؛ إذ تظهر السلالات المقاومة للأدوية من هذا الفيروس بسرعة؛ بحيث تصبح الأدوية الحديثة والمتطورة جميعها دون جدوى. وتُجرى بعض الأبحاث الآن باستخدام قدرة هذا الفيروس على التكيف لاتخاذ ذلك طريقة لمكافحته.

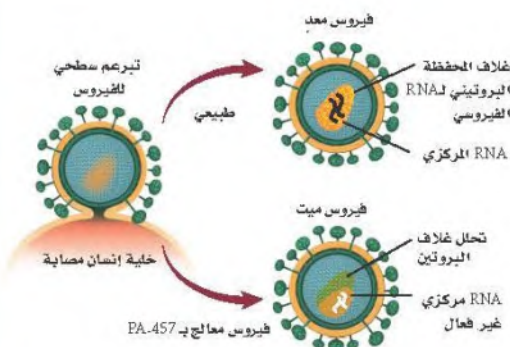
اختيار المقاومة إن 457 - PA علاج واعد ضد فيروس

[HIV]، وهو عبارة عن حمض البتيولينيك، المركب العضوي المستخرج من بعض النباتات، ومنها لحاء شجر السدر. ولعروفة ما يفعله PA-457 [HIV]، وهو ما يسمى آلية عمل الدواء، خطأ العلماء خطوة غريبة؛ إذ شجعوا عينات من [HIV] على بناء مقاومة ضد هذا الدواء PA-457.

وقد أخضع الباحثون عينات من [HIV] إلى جرعات قليلة من PA-457، مما يسمح ببقاء بعض الفيروسات حية وتبني مقاومة. ثم تُجمع الفيروسات التي بقيت حية بعد تعرضها لـ PA-457، ويُفحص تسلسل جيناتها. وقد وجد أن هذه الجينات مسؤولة عن قدرة الفيروسات على بناء ما يُسمى غلاف المناعة كما في الشكل 1.



الشكل 1 يشكل الغلاف طبقة حماية حول المادة الجينية لفيروس HIV العادي.



الشكل 2 عندما يتعرض HIV لـ PA - 457 يفقد هذا الغلاف شكله وينهار، مما يؤدي إلى موت الفيروس.

هجوم مفاجئ: يعد هذا الاكتشاف مفاجأة؛ لأنه عكس

معظم الأدوية، حيث أن PA-457 يهاجم بناء [HIV] بدلاً من الإنزيمات التي تساعد HIV على إعادة الإنتاج، كما في الشكل 2، مما يجعل PA-457 واحداً من أوائل سلسلة الأدوية الجديدة لـ HIV المعروفة بمعيقات النضج. إنه العلاج الذي يستطيع منع الفيروس من النضج خلال المراحل الأخيرة من نموه.

تقليل سرعة النمو الأمل المعقود على هذا الدواء، وغيره من

معوقات النضج، أن يهاجم بناء [HIV] ويجعل بناء مقاومته بطيئة. وتوصف معوقات النضج مع أدوية أخرى للإيدز التي تهاجم [HIV] في مراحل دورة حياته المختلفة. وتدعى هذه التجربة علاجًا متعدد الأدوية، ومن شأنها منع HIV من بناء مقاومة؛ لأن أي فيروس حي بحاجة إلى مناعة متعددة، على ألا تقل عن واحدة لكل دواء، ضد HIV. وهو غير محتمل الحدوث في الوقت نفسه.

الكتابة في الكيمياء بحث كيف يحدد العلماء

مستوى الجرعة الآمن لأي دواء؟ ناقش كيف يجب أن تكون فاعلية الدواء متوازنة مع درجة السُمِّية والأعراض الجانبية؟

مختبر الكيمياء

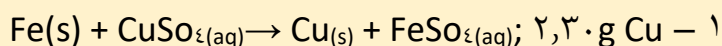
تحديد النسبة المولية

9. أضف 15 mL من الماء المقطر إلى فلز النحاس الصلب في الكأس (150 mL)، وحرك هذه الكأس لغسل النحاس، ثم صب السائل فقط في الكأس (400 mL).
10. كرر الخطوة 9 مرتين.
11. ضع الدورق الذي

- الخليقية النظرية: يتفاعل الحديد مع كبريتات النحاس (II) CuSO_4 . ويمكنك حساب النسبة المولية عملياً بقياس كتلة الحديد التي تفاعلت وكتلة فلز النحاس التي تكونت.
- سؤال: كيف تُقارن بين النسبة المولية العملية والنسبة المولية النظرية؟



اجابة سؤال حل واستنتج :



النسبة المولية = (Fe : Cu) = 1,02 : 1, نسبة المردود المئوية : 98,3%

3 - نسبة الحديد الى النحاس في المعادلة هي 1:1 , وهي قريبة من النسبة الناتجة عن التجربة العملية.

4 - لم يكن النحاس جافاً تماماً , كما أن بعض النحاس يتأكسد إذا سُخِّن كثيراً , وكان من الممكن خسارة بعض النحاس .

بعد أن يجف النحاس، باستخدام

س معا.

تفضلات ضع النحاس الجاف بل ما علق بالكأس، وجففها بمحلول كبريتات النحاس (II)،

ومحلول كبريتات الحديد، غير المتفاعلة، في كأس كبيرة، وأعد جميع أجهزة وأدوات المختبر إلى أماكنها الخاصة بها.

حل واستنتج

1. طبق اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل، ثم احسب كتلة النحاس التي يجب أن تتكون من كمية الحديد المستعملة، فتكون هذه الكتلة هي المردود النظري.
2. فسر البيانات حدد كتلة، وعدد مولات النحاس الناتجة واحسب عدد مولات الحديد المستعملة، وحدد النسبة المولية العددية الصحيحة (الحديد: النحاس)، ثم حدد نسبة المردود المئوية.

3. قارن بين النسبة المولية النظرية والنسبة المولية التي قمت بحسابها عملياً في الخطوة 2 (الحديد : للنحاس).

4. تحليل الخطأ حدد مصادر الخطأ التي تجعل النسبة المولية المعطاة في المعادلة الكيميائية الموزونة أكبر من الواقع.

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. قس كتلة كأس سعتها 150 mL نظيفة وجافة. وسجل جميع القياسات في جدول البيانات.
3. ضع $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 12 g في الكأس.
4. أضف 50 mL من الماء المقطر إلى $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ في الكأس، وضع الكأس على السخان، ثم حرك المزيج حتى يذوب (لا تدع المزيج يصل إلى درجة الغليان)، ثم ارفع الكأس عن السخان باستخدام الملقط.
5. زن 2 g من برادة الحديد باستخدام ورق الوزن.
6. أضف البرادة ببطء إلى كبريتات النحاس (II) الساخنة في أثناء التحريك.
7. اترك المزيج مدة خمس دقائق.
8. استعن بساق التحريك كما في الصورة لصب المزيج في كأس سعتها 400 mL، من دون صب فلز النحاس الصلب.

الفكرة العامة تؤكد العلاقات بين كتل المواد في التفاعلات الكيميائية صحة قانون حفظ الكتلة .

5-1 المقصود بالحسابات الكيميائية

الفكرة الرئيسية تحديد كمية كل

مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المادة الناتجة.

المفردات

- الحسابات الكيميائية
- النسبة المولية
- تفسر المعادلة الكيميائية الموزونة على أساس المولات والكتلة والجسيمات الممثلة (ذرات، جزيئات، وحدات الصيغة الكيميائية).
- تطبق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية.
- تشتق النسب المولية من معاملات المعادلة الكيميائية الموزونة. وترمز كل نسبة مولية إلى نسبة عدد مولات إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة لعدد مولات مادة أخرى متفاعلة أو ناتجة في التفاعل الكيميائي.

5-2 حسابات المعادلات الكيميائية Stoichiometric calculations

الفكرة الرئيسية يتطلب حل

- مسائل الحسابات الكيميائية
- كتابة معادلة كيميائية موزونة.
- تستخدم الحسابات الكيميائية لحساب كميات المواد المتفاعلة والناتجة عن تفاعل معين.
- تعد كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة الخطوة الأولى في حل مسائل الحسابات الكيميائية.
- تستخدم النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية.
- تستخدم النسب المولية في مسائل الحسابات الكيميائية للتحويل بين الكتلة وعدد المولات.

5-3 المادة المحددة للتفاعل

الفكرة الرئيسية يتوقف التفاعل

الكيميائي عندما تُستنفذ أيُّ من المواد المحددة للتفاعل هي المادة التي تستنفذ تمامًا في التفاعل. والمادة الفائضة هي المادة التي يبقى جزء منها بعد انتهاء التفاعل.

المفردات

- المادة المحددة للتفاعل
- المواد الفائضة
- ينبغي لتحديد المادة المحددة للتفاعل مقارنة النسبة المولية الفعلية للمواد المتفاعلة المتوافرة بالنسبة المولية لمعاملات المعادلة الموزونة.
- تعتمد الحسابات الكيميائية على المادة المحددة للتفاعل.

5-4 نسبة المردود المثوية

الفكرة الرئيسية نسبة المردود

المثوية قياس لفاعلية التفاعل الكيميائي هو أكبر كمية من المادة الناتجة يمكن الحصول عليها من كميات معينة من المواد المتفاعلة، ويحسب بالاعتماد على المعادلة الكيميائية الموزونة.

المفردات

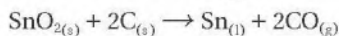
- المردود الفعلي
- المردود النظري
- نسبة المردود المثوية
- نسبة المردود المثوية هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري معبراً عنها بالنسبة المئوية. إن نسبة المردود المثوية المرتفعة مهمة في تقليل تكلفة كل مادة ناتجة عن العمليات الكيميائية.

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$$

إتقان المفاهيم

اقتقان حل المسائل

43. يتفاعل أكسيد القصدير (IV) مع الكربون وفق المعادلة:



فسر المعادلة الكيميائية من حيث الجسيمات الممثلة، وعدد المولات، و الكتلة.

44. تتكون نترات النحاس (II) وثاني أكسيد النتر وحين و الماء

عندما يضاف النحاس الصلب إلى حمض النيتريك، اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل، ثم اكتب ست نسب مولية.

45. عندما يتفَاعَل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول

نترات الرصاص (II) يترسب كلوريد الرصاص (II) وينتج محلول حمض النيتريك.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.

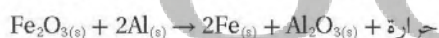
b. فسر المعادلة من حيث الجسيمات الممثلة وعدد المولات والكتلة.

46. عندما يُخلط الأله منوم مع أكسيد الحديد (III)، يتتح فلز:

الحديد و أكسيد الألومنيوم، مع كمية كبيرة من الحرارة.

فما النسبة المئوية المستخدمة لتحديد عدد مولات

الحديد إذا كان عدد مولات Fe_2O_3 معروفة؟



47. يتفعا ثانی اکسید السلیکون الصلب (السلیکا) مع

محلول حمض الهيدروفلوريك HF، لينتج غاز رباعي فلوريد السلكون و الماء.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

b. اكتب ثلاث نسب مولية، وبين كيف

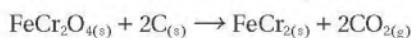
تستخدمها في الحسابات الكيميائية.

48. انكروم أهم خام تجارى للكروم هو الكروميت

FeCr_2O_4 . ومن الخطوات المتبعة في استخلاص الكروم

من خامه تفاعل الكروميت مع الفحم (الكربون) لإنتاج

الفيروكروم FeCr_2 .



ما النسبة المئوية التي تستخدم لتحويل مولات الكروميت

إلى مولات الفيروكروم؟

35. لماذا يشترط أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة قبل أن تحدد النسب المولية؟

36. ما العلاقات التي تستطيع أن تحددها من المعادلة الكيمائية الموزونة؟

37. فسر لماذا تُعد النسب المئوية أساس الحسابات الكمائية؟

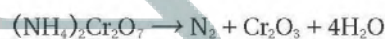
38. ما النسبة المئوية التي يمكن استخدامها لتحويل مولات المادة A إلى مولات المادة B؟

39. لماذا تستخدم المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة لاشتقاق النسب المولية بدلاً من الأرقام الموجودة عن

يمين الصيغ الكيميائية؟

40. فسر كيف يساعدك قانون حفظ الكتلة على تفسير معادلة كيميائية موزونة من خلال الكتلة؟

41. تحليل ثنائي كرومات الأمونيوم عند التسخين وتنتج غاز النيتروجين وأكسيد الكروم (III) الصلب وبخار الماء.



اكتب النسب المولية لهذا التفاعل التي تربط ثنائي
كرومات الأمونيوم مع المواد الناتجة.

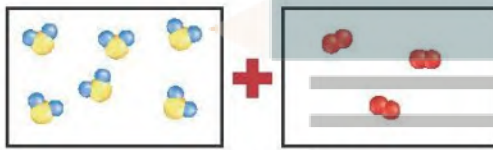
42. يمثل الشكل 5-10 معادلة، وتمثل المربعات العنصر M،

كما تمثل الدوائر العنصر N . اكتب معادلة موزونة لتمثيل الصور الموضحة باستخدام أبسط نسب عددية صحيحة، ثم اكتب النسب المولية لهذه المعادلة.



الشكل 5-10

49. تلوث الهواء يتم إزالة الملوث SO_2 من الهواء عن طريق تفاعله مع كربونات الكالسيوم والأكسجين، والمواد الناتجة من هذا التفاعل هي كبريتات الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون. حدد النسبة المولية التي تستخدم في تحويل مولات SO_2 إلى مولات $CaSO_4$.
50. تتفاعل المادتان W و X لتنتج Y و Z. والجدول 5-2 يوضح عدد مولات المواد المتفاعلة والناتجة التي تم الحصول عليها عند التفاعل. استخدم البيانات لتحديد المعاملات التي تجعل المعادلة موزونة.
51. مضاد الحموضة يُعد هيدروكسيد الماغنسيوم أحد مكونات أقراص مضاد الحموضة؛ إذ تتفاعل مضادات الحموضة مع حمض الهيدروكلوريك الفائض في المعدة للمساعدة على عملية الهضم.
52. ما الخطوة الأولى في جميع الحسابات الكيميائية؟
53. ما المعلومات التي تقدمها المعادلة الموزونة للتفاعل؟
54. ما القانون الذي تركز عليه الحسابات الكيميائية، وكيف تدعمه؟
55. كيف تستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية؟
56. ما المعلومات التي يجب أن تتوافر لك لتحسب كتلة المادة الناتجة عن التفاعل الكيميائي؟
57. يمثل كل صندوق في الشكل 11-5 محتويات دورق. يحتوي أحدهما على كبريتيد الهيدروجين، ويحتوي الآخر على الأكسجين، وعند مزجها يحدث تفاعل وينتج بخار ماء وكبريت. تمثل الدوائر الحمراء في الشكل الأكسجين، في حين تمثل الدوائر الصفراء الكبريت، أما الدوائر الزرقاء فتمثل الهيدروجين.
- a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.
- b. مستخدماً الألوان نفسها، أعد رسم الورق بعد حدوث التفاعل.



الشكل 11-5

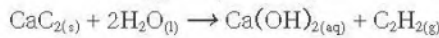
إتقان حل المسائل

58. الإيثانول يمكن تحضير الإيثانول C_2H_5OH ، (ويعرف بكحول الجيوب) من تخمر السكر. والمعادلة الكيميائية غير الموزونة للتفاعل هي:

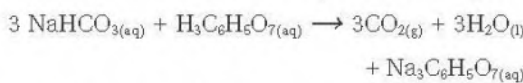


زن المعادلة الكيميائية، وحدد كتلة C_2H_5OH التي تتكون من تخمر 750 g من $C_6H_{12}O_6$.

59. اللحم إذا تفاعلت 5.50 mol من كبريد الكالسيوم مع كمية فائضة من الماء، فما عدد مولات غاز الأسيتيلين (غاز يستخدم في اللحام) الناتج؟



60. مضاد الحموضة عندما يذوب قرص مضاد الحموضة في الماء يصدر أزيزاً بسبب التفاعل بين كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ وحمض الستريك $H_3C_6H_5O_7$ حسب المعادلات الآتية:



ما عدد مولات $Na_3C_6H_5O_7$ الناتجة عند إذابة قرص واحد يحتوي على 0.0119 mol $NaHCO_3$ ؟



الجدول 5-2 بيانات التفاعل

عدد مولات المواد المتفاعلة		عدد مولات المواد الناتجة	
W	X	Y	Z
0.90	0.30	0.60	1.20

51. مضاد الحموضة يُعد هيدروكسيد الماغنسيوم أحد مكونات أقراص مضاد الحموضة؛ إذ تتفاعل مضادات الحموضة مع حمض الهيدروكلوريك الفائض في المعدة للمساعدة على عملية الهضم.
- a. زن معادلة التفاعل.
- b. اكتب النسب المولية التي تستخدم في تحديد عدد مولات $MgCl_2$ الناتجة عن هذا التفاعل.

5-2

إتقان المفاهيم

52. ما الخطوة الأولى في جميع الحسابات الكيميائية؟
53. ما المعلومات التي تقدمها المعادلة الموزونة للتفاعل؟
54. ما القانون الذي تركز عليه الحسابات الكيميائية، وكيف تدعمه؟
55. كيف تستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية؟
56. ما المعلومات التي يجب أن تتوافر لك لتحسب كتلة المادة الناتجة عن التفاعل الكيميائي؟

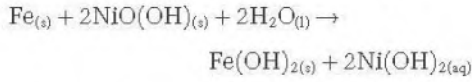
61. غاز الدفيئة يرتبط غاز ثاني أكسيد الكربون مع ارتفاع درجات حرارة الغلاف الجوي للأرض. وهو ينطلق إلى الهواء عند احتراق الأوكتان في الجازولين. اكتب المعادلة الموزونة لعملية احتراق الأوكتان، ثم احسب كتلة الأوكتان المطلوبة لإطلاق 5.00 mol من ثاني أكسيد الكربون CO_2 .
62. يتفاعل محلول كرومات البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص (II) لإنتاج راسب أصفر من كرومات الرصاص (II) ومحلول نترات البوتاسيوم.
- a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.
- b. حدد كتلة كرومات الرصاص (II) الناتجة عن تفاعل 0.250 mol من كرومات البوتاسيوم.
63. وقود الصاروخ يستخدم التفاعل المولد للطاقة الحرارية بين سائل الهيدرازين N_2H_4 وسائل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 وقوداً للصاروخ. والمواد الناتجة عن هذا التفاعل هي غاز النيتروجين والماء.
- a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.
- b. ما مقدار الهيدرازين، بالجرام، اللازم لإنتاج 10.0 mol من غاز النيتروجين؟
64. الكلوروفورم CHCl_3 مذيب مهم ينتج عن تفاعل الميثان والكلور.
- $$\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CHCl}_3(\text{g}) + 3\text{HCl}(\text{g})$$
- ما مقدار CH_4 بالجرامات اللازم لإنتاج 50.0 g CHCl_3 ؟
65. إنتاج الأكسجين تستخدم وكالة الفضاء الروسية فوق أكسيد البوتاسيوم KO_2 لإنتاج الأكسجين في البدلات الفضائية.
- $$4\text{KO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2 \rightarrow 4\text{KHCO}_3 + 3\text{O}_2$$
- أكمل الجدول 3-5.

الجدول 3-5 بيانات إنتاج الأكسجين

كتلة	كتلة	كتلة	كتلة	كتلة
O_2	KHCO_3	CO_2	H_2O	KO_2
380g				

74. بطارية نيكل - حديد اخترع توماس أديسون عام 1901

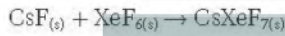
بطارية نيكل-حديد. وتمثل المعادلة الآتية التفاعل الكيميائي في هذه البطارية:



ما عدد مولات $\text{Fe}(\text{OH})_2$ التي تنتج عن تفاعل 5.0 mol مع 8.0 mol $\text{NiO}(\text{OH})$ ؟

75. أحد مركبات الزينون القليلة التي تتكون هو سابع

فلوريد زينون سيزيوم CsXeF_7 . ما عدد مولات CsXeF_7 التي يمكن إنتاجها من خلال تفاعل 12.5 mol من فلوريد السيزيوم مع 10.0 mol من سادس فلوريد الزينون.



76. إنتاج الحديد يستخرج الحديد تجارياً من تفاعل الهيماتيت

Fe_2O_3 مع أول أكسيد الكربون. ما مقدار الحديد، بالجرامات، الذي يمكن إنتاجه من تفاعل 25.0 mol هيماتيت Fe_2O_3 مع 30.0 mol من أول أكسيد الكربون؟

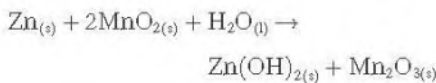


77. ينتج كلوريد الفسفور عن تفاعل غاز الكلور مع

الفوسفور P_4 الصلب خالصي. وعند تفاعل 16.0g من الكلور مع 32.0g من الفوسفور، فأَي المادتين المتفاعلتين مُحَدَّدة للتفاعل، وأَيها فائضة؟

78. البطارية القلوية تنتج البطارية القلوية الطاقة الكهربائية

حسب المعادلة الآتية:



a. ما المادة المُحدَّدة للتفاعل إذا تفاعلت 25.0 g Zn مع

مع 30.0 g MnO_2 ؟

b. حدد كتلة $\text{Zn}(\text{OH})_2$ الناتجة من التفاعل.

5-3

إتقان المفاهيم

70. كيف تُستخدم النسبة المولية في إيجاد المادة المُحدَّدة للتفاعل؟

71. وضح لماذا تُعد العبارة الآتية غير صحيحة: (المادة المُحدَّدة للتفاعل هي المادة المتفاعلة ذات الكتلة الأقل).

72. تمثل المربعات في الشكل 5-12 M، العنصر، وتمثل الدوائر العنصر N.



الشكل 5-12

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

b. إذا كان كل مربع يمثل 1mol M، وتمثل كل دائرة 1mol N، فما عدد مولات كل من M و N التي كانت موجودة عند بداية التفاعل؟

c. ما عدد مولات المادة الناتجة؟ ما عدد مولات كل

من العنصرين M و N التي لم تتفاعل؟

d. أي العنصرين مادة مُحدَّدة للتفاعل؟ وأَيها مادة فائضة؟

إتقان حل المسائل

73. يوضح الشكل 5-13 التفاعل بين الإيثانين (C_2H_2)

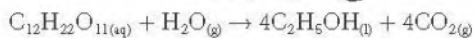
والهيدروجين، والمادة الناتجة هي الإيثان (C_2H_6). ما المادة المُحدَّدة للتفاعل وما المادة الفائضة؟ وضح ذلك.



الشكل 5-13

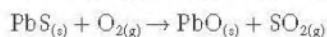
إتقان حل المسائل

87. الإيثانول (C_2H_5OH) ينتج عن تخمر السكرز $C_{12}H_{22}O_{11}$ مع وجود الإنزيمات.



حدد المردود النظري ونسبة المردود المئوية للإيثانول إذا تخمر 684 g من السكرز وكان الناتج 349 g إيثانول.

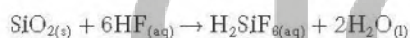
88. يستخلص أكسيد الرصاص (II) بتحميص الجالينا؛ كبريتيد الرصاص (II)، في الهواء.



a. زن المعادلة الكيميائية وحدد المردود النظري لـ PbO إذا سخن 200 g من كبريتيد الرصاص PbS .

b. ما نسبة المردود المئوية إذا نتج 70.0 g من PbO ؟

89. لا يمكن حفظ محاليل حمض الهيدروفلوريك في أوعية زجاجية؛ لأنه يتفاعل مع أكسيد السليكا في الزجاج لينتج حمض سداسي الفلوروسيليك H_2SiF_6 حسب المعادلة الآتية:



إذا تفاعل 40.0 g من SiO_2 مع 40.0 g من HF ونتج 45.8 g من H_2SiF_6 :

a. ما المادة المحددة للتفاعل؟

b. ما الكتلة المتبقية من المادة الفائضة؟

c. ما المردود النظري لـ H_2SiF_6 ؟

d. ما نسبة المردود المئوية؟

90. تتحلل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ عند التسخين إلى أكسيد الكالسيوم CaO وثاني أكسيد الكربون CO_2 .

a. ما المردود النظري لـ CO_2 إذا تحلل 235.0 g من $CaCO_3$ ؟

b. ما نسبة المردود المئوية لـ CO_2 إذا نتج 97.5 g من CO_2 ؟

79. يتفاعل الليثيوم تلقائيًا مع البروم لإنتاج بروميد الليثيوم، اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل. وإذا تفاعل 25.0 g من الليثيوم مع 25.0 g من البروم معًا فما:

a. المادة المحددة للتفاعل.

b. كتلة بروميد الليثيوم الناتجة.

c. المادة الفائضة وكتلتها المتبقية.

5-4

إتقان المفاهيم

80. ما الفرق بين المردود الفعلي والمردود النظري؟

81. كيف يتم تحديد كل من المردود الفعلي والمردود النظري؟

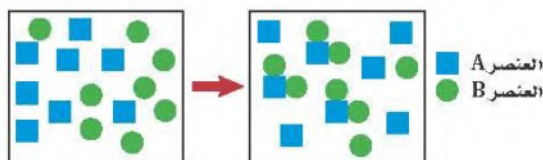
82. هل يمكن أن تكون نسبة المردود المئوية لأي تفاعل أكثر من 100%؟ وضح إجابتك.

83. ما العلاقة الرياضية المستخدمة في حساب نسبة المردود المئوية للتفاعل الكيميائي؟

84. ما البيانات التجريبية التي تحتاج إليها لحساب كل من المردود النظري ونسبة المردود المئوية لأي تفاعل كيميائي؟

85. يتفاعل أكسيد الفلز مع الماء لينتج هيدروكسيد الفلز. ما المعلومات الأخرى التي تحتاج إليها لتحديد نسبة المردود المئوية لهيدروكسيد الفلز في التفاعل؟

86. تفحص التفاعل الظاهر في الشكل 14-5. هل يستمر هذا التفاعل حتى النهاية؟ فسر إجابتك، ثم احسب نسبة المردود المئوية للتفاعل.



الشكل 14-5

مراجعة عامة

94. يتفاعل كبريتيد الأمونيوم مع نترات النحاس II من خلال تفاعل إحلال مزدوج. ما النسبة المولية التي يمكنك استخدامها لتحديد عدد مولات نترات الأمونيوم NH_4NO_3 الناتجة إذا عرفت عدد مولات كبريتيد النحاس II CuS ؟

95. عند تسخين أكسيد النحاس II مع غاز الهيدروجين ينتج عنصر النحاس والماء. ما كتلة النحاس الناتجة، إذا تفاعل 32.0 g من أكسيد النحاس II ؟

96. تلوث الهواء يتحول أكسيد النيتروجين الملوث والموجود في الهواء بسرعة إلى ثاني أكسيد النيتروجين عندما يتفاعل مع الأكسجين.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

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

97. التحليل الكهربائي حدد المردود النظري ونسبة المردود المثوية لغاز الهيدروجين إذا تم تحليل 36.0 g من الماء كهربائياً لإنتاج 3.80 g من غاز الهيدروجين إضافة إلى الأكسجين.

التفكير الناقد

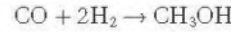
98. حلل واستنتج تم الحصول في إحدى التجارب على نسبة مردود مثوية 108%، فهل هذه النسبة ممكنة؟ وضع ذلك. افترض أن حساباتك صحيحة، فما الأسباب التي قد تفسر مثل هذه النتيجة؟

99. لاحظ واستنتج حدد ما إذا كان أي من التفاعلات الآتية يعتمد على المادة المحددة للتفاعل، ثم حدد تلك المادة.

a. تحلل كلورات البوتاسيوم لإنتاج كلوريد البوتاسيوم والأكسجين.

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

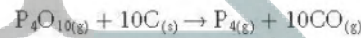
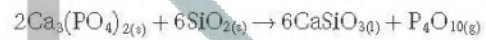
91. يتم إنتاج الميثانول، من تفاعل أول أكسيد الكربون مع غاز الهيدروجين.



إذا تفاعل 8.50 g من أول أكسيد الكربون مع كمية فائضة من الهيدروجين وتنتج 8.52 g من الميثانول، فأكمل الجدول 4-5، واحسب نسبة المردود المثوية.

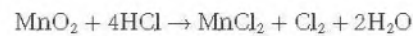
جدول 4-5 بيانات تفاعل الميثانول		
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	$\text{CO}(\text{g})$	
	8.50 g	الكتلة
32.05 g/mol	28.01 g/mol	الكتلة المولية
		عدد المولات

92. الفوسفور P_4 يُخَضَّر تجارياً بتسخين مزيج من فوسفات الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ، والرمل SiO_2 ، وفحم الكوك C في فرن كهربائي وتتضمن العملية خطوتين هما:



يتفاعل P_4O_{10} الناتج عن التفاعل الأول مع الكمية الفائضة من الفحم في التفاعل الثاني. حدد المردود النظري لـ P_4 إذا سخن 250 g من $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ و 400.0 g من SiO_2 معاً، وحدد نسبة المردود المثوية لـ P_4 ، إذا كان المردود الفعلي لـ P_4 يساوي (45.0 g).

93. يتكون الكلور من تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أكسيد المنجنيز وفقاً للمعادلة الموزونة الآتية:



احسب المردود النظري ونسبة المردود المثوية للكلور إذا تفاعل 96.9 g من MnO_2 مع 50.0 g من HCl ، وكان المردود الفعلي لـ Cl_2 هو (20.0 g).

102. طبق يمكنك إعادة اشعال النار في الخشب بعد خودها بتحرك الهواء الذي فوقها. وضح، اعتماداً على الحسابات الكيميائية، لماذا تشتعل النار من جديد عندما تحرك الهواء من فوقها؟

مسألة تحفيز

103. عند تسخين 9.59 g من أكسيد الفناديوم مع الهيدروجين، ينتج الماء وأكسيد فاندיום آخر كتلته (8.76 g). وعند تعريض أكسيد الفاندיום الثاني لحرارة إضافية مع وجود الهيدروجين تتكون 5.38 g من الفاندיום الصلب.

- حدد الصيغ الجزيئية لكلا الأكسجين.
- اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل خطوة من خطوات التفاعل.
- حدد كتلة الهيدروجين الضرورية لإكمال هذا التفاعل.

مراجعة تراكمية

104. لقد لاحظت أن ذوبان السكر في الشاي الساخن أسرع منه في الشاي البارد. لذا فقد قررت أن الارتفاع في درجة الحرارة يزيد من سرعة ذوبان السكر في الماء. فهل هذه العبارة فرضية أم نظرية؟

105. اكتب التوزيع الإلكتروني لذرات العناصر الآتية:

- الفلور
- التيتانيوم
- الألومنيوم
- الرادون

106. اشرح لماذا توجد اللافلزات الغازية على صورة جزيئات ثنائية الذرة، مع أن غازات العناصر الأخرى موجودة في صورة ذرة واحدة فقط.

107. اكتب معادلة موزونة لتفاعل البوتاسيوم مع الأكسجين.

100. طبق أجرى الطلاب تجربة لملاحظة المواد المحددة والفائضة، فأضافوا كميات مختلفة من محلول فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 إلى الكؤوس، ثم أضافوا كمية ثابتة من محلول نترات الكوبالت (II) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ، وحركوا المحاليل، ثم تركوها في الكؤوس طوال اليوم. وفي اليوم التالي وجدوا أن كلاً منها يحتوي على راسب أرجواني. سكب الطلاب السائل الطافي من كل كأس على حدة، وقسموه إلى قسمين، ثم أضافوا نقطة من محلول فوسفات الصوديوم إلى القسم الأول، ونقطة من محلول نترات الكوبالت إلى القسم الثاني، وأدرجوا بياناتهم التي حصلوا عليها في الجدول 5-5 على النحو الآتي:

جدول 5-5 بيانات تفاعل Na_3PO_4 مع $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$				
التجربة	حجم Na_3PO_4	حجم $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	التفاعل مع قطرة Na_3PO_4	التفاعل مع قطرة $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
1	5.0 mL	10.0 mL	راسب أرجواني	لا يوجد راسب
2	10.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
3	15.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
4	20.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني

- اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.
- حدد بناءً على النتائج، المادة المحددة للتفاعل والفائضة لكل تجربة.

101. صمم تجربة لتحديد نسبة المردود المثوية لكبريتات النحاس (II) اللامائية من خلال تسخين كبريتات النحاس (II) المائية لإزالة الماء.

تقويم إضافي

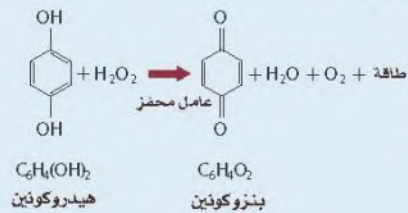
الكتابة في الكيمياء

108. تلوث الهواء ابحت في ملوثات الهواء الناتجة عن احتراق الجازولين في محرك السيارة، ناقش الملوثات الشائعة والتفاعل الذي ينتجها، موضعاً باستخدام الحسابات الكيميائية، كيف يمكن تخفيف نسبة كل ملوث إذا ازداد عدد الأشخاص الذين يستخدمون النقل الجماعي؟

109. عملية هابر تعد نسبة المردود المثوية للأمونوم الناتجة عن اتحاد الهيدروجين مع النيتروجين تحت الظروف العادية قليلة للغاية. إلا أن عملية هابر تؤدي إلى اتحاد الهيدروجين والنيتروجين تحت مجموعة ظروف صُممت لكي تزيد النواتج. ابحت في الظروف المستخدمة في عملية هابر، وبين أهمية تطوير هذه العملية.

أسئلة المستندات

الدفاع الكيميائي تنتج الكثير من الحشرات فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 والهيدروكوكينين $C_6H_4(OH)_2$. وقد استغلت بعض أنواع الخنافس هذه القدرة وقامت بخلط هذه المواد الكيميائية بعامل مساعد، فكانت النتيجة تفاعلاً كيميائياً طارداً للحرارة ورذاذاً كيميائياً ساخناً مهيجاً لأي مفترس. يأمل الباحثون في استخدام طريقة مماثلة لإشعال المحركات التوربينية للطائرة. ويوضح الشكل 15-5 المعادلة الكيميائية غير المتوازنة التي تنتج الرذاذ.



الشكل 15-5

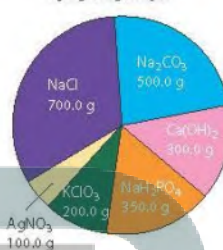
110. زن المعادلة الظاهرة في الشكل 15-5. وإذا كانت خنفساء تحتزن 100 mg من الهيدروكوكينين مع 50 mg من فوق أكسيد الهيدروجين، فأَي المادتين محدّدة للتفاعل؟
111. ما المادة الفائضة؟ وما الكتلة المتبقية منها بالمعجم؟
112. كم mg ينتج من البنزوكوكينين؟

أسئلة الاختيار من متعدد

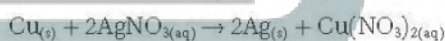
1. تعتمد الحسابات الكيميائية على:

- a. النسب المولية الثابتة c. ثابت أفوجادرو
b. قانون حفظ الطاقة d. قانون حفظ المادة
استعن بالرسم الآتي للإجابة عن الأسئلة من 2 إلى 4.

كميات المواد المتوافرة



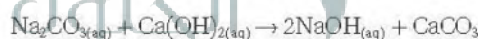
2. يحضر فلز الفضة النقي باستخدام التفاعل الآتي:



ما كتلة فلز النحاس بالجرامات المطلوبة للتفاعل مع AgNO₃ تمامًا؟

- a. 18.7g b. 37.3g c. 74g d. 100.0g

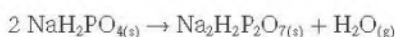
3. تعد طريقة لي بلانك الطريقة التقليدية لتصنيع هيدروكسيد الصوديوم حسب المعادلة الآتية:



ما الحد الأعلى لعدد المولات لـ NaOH الناتجة باستخدام كميات المواد الكيميائية المتوافرة.

- a. 4.050 mol b. 8.097 mol
c. 4.720 mol d. 9.430 mol

4. يتم تحضير مركب ثنائي الهيدروجين بيروفسفات الصوديوم Na₂H₂P₂O₇، والمعروف بالاسم الشائع مسحوق الخبز - بتسخين Na₂H₂PO₄ إلى درجة حرارة عالية حسب المعادلة الآتية:

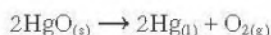


فإذا كانت الكمية المطلوبة 444.0 g من Na₂H₂P₂O₇، فكم

جراماً من NaH₂PO₄ يلزم شراؤها لإنتاج هذه الكمية من Na₂H₂P₂O₇؟

- a. 0.000g b. 130.0g
c. 94.00g d. 480.0g

5. يتحلل أكسيد الزئبق الأحمر تحت تأثير الحرارة العالية ليكون فلز الزئبق وغاز الأكسجين حسب المعادلة الآتية:



فإذا تحللت 3.55 mol من HgO لتكوين 1.54 mol من O₂ و 618 g من Hg، فما نسبة المردود المتبقية لهذا التفاعل؟

- a. 13.2% b. 56.6%
c. 42.5% d. 86.8%

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 6 و 7.

النسبة المئوية لمكونات أكاسيد النيتروجين		
المركب	نسبة النيتروجين	نسبة الأكسجين
N ₂ O ₄	30.4%	69.6%
N ₂ O ₃	؟	؟
N ₂ O	63.6%	36.4%
N ₂ O ₅	25.9%	74.1%

6. ما النسبة المئوية للنيتروجين في المركب N₂O₃؟

- a. 44.75% b. 46.7%
c. 28.1% d. 36.8%

7. تحتوي عينة من أكسيد النيتروجين على 1.29g من النيتروجين، و 3.71g من الأكسجين. أي الصيغ الآتية يحتمل أن تمثل المركب؟

- a. N₂O₄ b. N₂O₃
c. N₂O d. N₂O₅

11. أي الأشكال يمثل جزيئات لها أربعة أزواج مرتبطة من الإلكترونات ولا تحتوي أي زوج من الإلكترونات غير المرتبطة؟
12. أي الأشكال يُعرف بالشكل الهرمي؟
13. أي الأشكال يمثل ثاني أكسيد الكربون؟
14. أي الأشكال يمثل جزيئاً فيه مجالات مهجنة من نوع sp^2 ؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 15 و 16.

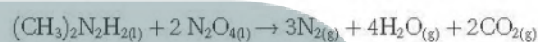
طاقة التأيين الأولى لعناصر الدورة الثالثة		
المتنصر	العدد الذري	طاقة التأيين الأولى kJ/mol
الصوديوم	11	496
المغنسيوم	12	736
الألومنيوم	13	578
السيكون	14	787
الفوسفور	15	1012
السيلينيوم	16	1000
الكلور	17	1251
الأرجون	18	1521

15. مثل البيانات السابقة بيانياً وضع العدد الذري على المحور السيني.
16. وضح الخط الذي تتغير فيه طاقة التأيين، وكيف ترتبط إلكترونات تكافؤ العنصر؟

8. ما عدد مولات تيتانيت الكوبلت Co_2TiO_4 الموجودة في 7.13 g من المركب؟
- a. 2.39×10^1 mol
- b. 3.10×10^{-2} mol
- c. 3.22×10^1 mol
- d. 4.17×10^{-2} mol
- e. 2.28×10^{-2} mol

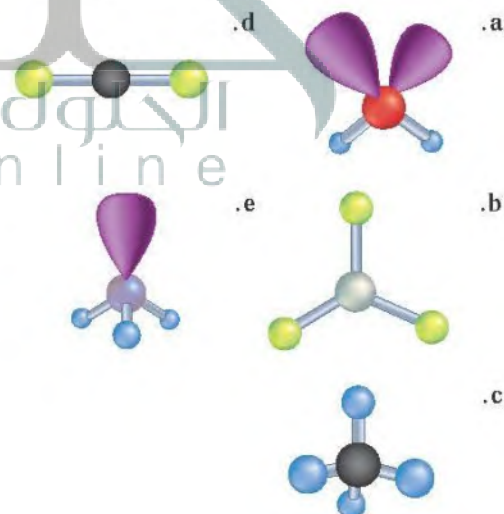
أسئلة الإجابات القصيرة

9. يشتعل $(CH_3)_2N_2H_2$ عند ملامسته لرابع أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4 .



ولأن هذا التفاعل ينتج كمية هائلة من الطاقة عن كمية قليلة من المواد المتفاعلة، فقد استعمل لنقل الصواريخ في رحلات أبولو للقمر. فإذا استهلك 18.0 mol من رابع أكسيد ثنائي النيتروجين في هذا التفاعل، فما عدد مولات غاز النيتروجين الناتجة؟

استخدم الأشكال الآتية للإجابة عن الأسئلة من 10 إلى 14.



10. أي الأشكال أعلاه يمثل جزيء كبريتيد الهيدروجين؟

إتقان المفاهيم

35. لماذا يُشترط أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة قبل أن تحدّد النسب المولية؟

تحدّد النسب المولية بين المواد المتفاعلة والنواتج من المعاملات في المعادلة الموزونة. ولا يمكن تحديد هذه النسب إذا لم تكن المعادلة موزونة.

36. ما العلاقات التي تستطيع أن تحددها من المعادلة الكيميائية الموزونة؟

العلاقات بين عدد المولات، والكتل، وعدد الجسيمات، لكل من المواد المتفاعلة والنواتج.

37. فسّر لماذا تُعدّ النسب المولية أساس الحسابات الكيميائية؟

تسمح النسب المولية بتحويل عدد مولات مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة لعدد مولات مادة أخرى في المعادلة نفسها.

38. ما النسبة المولية التي يمكن استخدامها لتحويل مولات المادة A إلى مولات المادة B؟

عدد مولات B

عدد مولات A

39. لماذا تُستخدم المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة

لإشتقاق النسب المولية بدلاً من الأرقام الموجودة عن يمين الصيغ الكيميائية؟

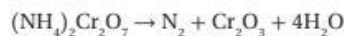
توضّح المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة عدد الجسيمات المُمثلة المُشتركة في التفاعل، في حين توضّح الأرقام التي إلى الجانب الأيمن من الصيغ الكيميائية عدد الذرات لكل نوع من العناصر في الجزيء.

إتقان حل المسائل

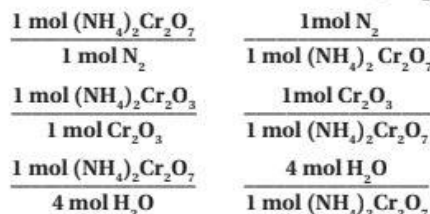
40. فسّر كيف يساعدك قانون حفظ الكتلة على تفسير معادلة كيميائية موزونة من خلال الكتلة؟

مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة دائماً.

41. تحلل ثنائي كرومات الأمونيوم عند التسخين، وتنتج غاز النيتروجين وأكسيد الكروم (III) الصلب وبخار الماء.



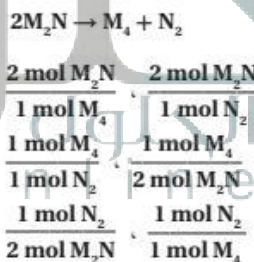
اكتب النسبة المولية لهذا التفاعل التي تربط ثنائي كرومات الأمونيوم مع المواد الناتجة.



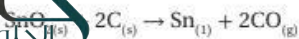
42. يُمثل الشكل 5-10 معادلة، وتُمثل المربعات العنصر M، كما تُمثل الدوائر العنصر N. اكتب معادلة موزونة لتمثيل الصور الموضحة باستخدام أبسط نسب عددية صحيحة، ثم اكتب النسب المولية لهذه المعادلة.



الشكل 5-10

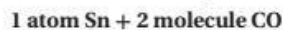


43. يتفاعل أكسيد القصدير IV مع الكربون وفق المعادلة:

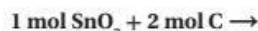


فسّر المعادلة الكيميائية من حيث الجسيمات المُمثلة، وعدد المولات، والكتلة.

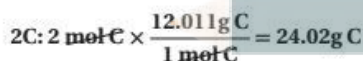
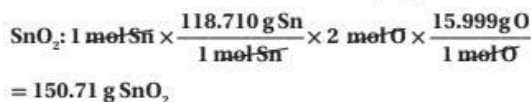
الجسيمات:



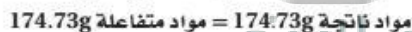
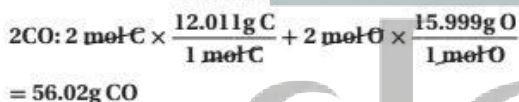
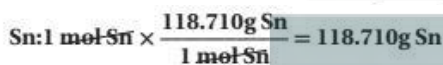
المولات:



كتلة المواد المتفاعلة:



كتلة المواد الناتجة:



44. تتكوّن نترات النحاس (II) وثنائي أكسيد النيتروجين والماء عندما يُضاف النحاس الصلب إلى حمض النيتريك. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل، ثم اكتب ست نسب مولية.



$$1 \text{ mol Pb} \times \frac{207.2 \text{ g Pb}}{1 \text{ mol Pb}} + 2 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} \\ + 6 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 331.2 \text{ g Pb(NO}_3)_2$$

$$\text{كتلة المواد المتفاعلة} = 404.1 \text{ g}$$

كتلة المواد الناتجة :

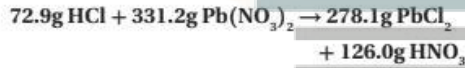
PbCl₂:

$$1 \text{ mol Pb} \times \frac{207.2 \text{ g Pb}}{1 \text{ mol Pb}} + 2 \text{ mol Cl} \times \frac{35.453 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} \\ = 278.1 \text{ g PbCl}_2$$

2HNO₃:

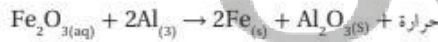
$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 2 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} \\ + 6 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} \\ = 126.0 \text{ g HNO}_3$$

$$\text{كتلة المواد الناتجة} = 404.1 \text{ g}$$



$$404.1 \text{ g مواد متفاعلة} = 404.1 \text{ g مواد ناتجة}$$

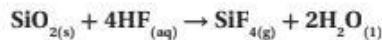
46. عندما يُخلط الألومنيوم مع أكسيد الحديد (III)، يُنتج فلز الحديد وأكسيد الألومنيوم، مع كمية كبيرة من الحرارة. فما النسبة المولية المُستخدمة لتحديد عدد مولات الحديد إذا كان عدد مولات Fe₂O₃ معروفة؟



$$\frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}$$

47. يتفاعل ثاني أكسيد السليكون الصُّلب (السليكا) مع محلول حمض الهيدروفلوريك HF، لِيُنتج غاز رباعي فلوريد السليكون والماء.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



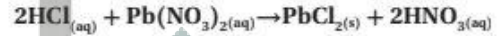
يجب أن تتضمن الإجابة أي ست نسب مولية من الآتية :

$$\begin{array}{l} \frac{1 \text{ mol Cu}}{4 \text{ mol HNO}_3} \quad \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol Cu}} \\ \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} \quad \frac{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{1 \text{ mol Cu}} \\ \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol NO}_2} \quad \frac{2 \text{ mol NO}_2}{1 \text{ mol Cu}} \\ \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Cu}} \\ \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} \quad \frac{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{4 \text{ mol HNO}_3} \\ \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{2 \text{ mol NO}_2} \quad \frac{2 \text{ mol NO}_2}{4 \text{ mol HNO}_3} \\ \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{4 \text{ mol HNO}_3} \\ \frac{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{2 \text{ mol NO}_2} \quad \frac{2 \text{ mol NO}_2}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} \\ \frac{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} \\ \frac{2 \text{ mol NO}_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol NO}_2} \end{array}$$

45. عندما يتفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول

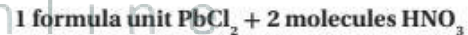
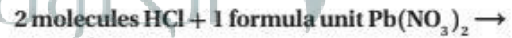
نترات الرصاص (II) يترسب كلوريد الرصاص (II) ويُنتج محلول حمض النيتريك.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.

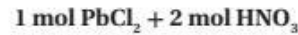
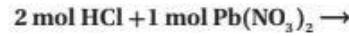


b. فسر المعادلة من حيث الجسيمات المُمثلة وعدد المولات والكتلة.

الجسيمات :



المولات :



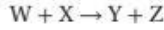
كتلة المواد المتفاعلة :

2HCl:

$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 2 \text{ mol Cl} \times \frac{35.453 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} \\ = 72.9 \text{ g HCl}$$

50.

تفاعل المادتين W و X لتنتج Y و Z. والجدول 2-5 يوضح عدد مولات المواد المتفاعلة والنواتج التي تم إنتاجها عليها عند التفاعل. استخدم البيانات لتحديد المعاملات التي تجعل المعادلة موزونة.



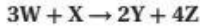
الجدول 2-5 بيانات التفاعل

عدد مولات المواد المتفاعلة		عدد مولات المواد الناتجة	
W	X	Y	Z
0.90	0.30	0.60	1.20

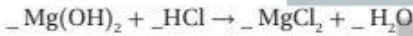
قسم كل كمية مولية على 0.30 mol وهو أقل مقام في الجدول.

$$X: \frac{0.30 \text{ mol}}{0.30} = 1 \quad W: \frac{0.90 \text{ mol}}{0.30 \text{ mol}} = 3$$

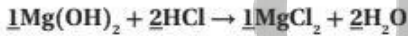
$$Z: \frac{1.20 \text{ mol}}{0.30 \text{ mol}} = 4 \quad Y: \frac{0.60 \text{ mol}}{0.30} = 2$$



51. مضاد الحموضة يُعدّ هيدروكسيد الماغنسيوم أحد مكونات أقراص مضاد الحموضة؛ إذ تتفاعل مضادات الحموضة مع حمض الهيدروكلوريك الفائض في المعدة للمساعدة على عملية الهضم.



a. زن معادلة التفاعل.



b. اكتب النسب المولية التي تُستخدم في تحديد عدد مولات MgCl_2 الناتجة عن هذا التفاعل.

$$\frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{2 \text{ mol Mg(OH)}_2} \text{ أو } \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{2 \text{ mol HCl}}$$

5-2

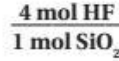
إتقان المفاهيم

52. ما الخطوة الأولى في جميع الحسابات الكيميائية؟

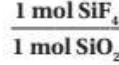
كتابة معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.

b. اكتب ثلاث نسب مولية، وبين كيف تُستخدمها في الحسابات الكيميائية.

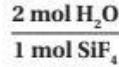
يمكن أن يكتب الطلاب أي (3) نسب من 12 نسبة المولية، والأمثلة تكون على النحو الآتي،



تُستخدم لإيجاد كمية حمض الهيدروفلوريك HF الذي سيتفاعل مع كمية معروفة من السليكا SiO_2 .



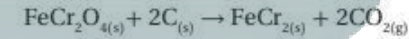
وتُستخدم لإيجاد كمية SiF_4 التي يمكن أن تنتج من كمية معروفة من SiO_2 .



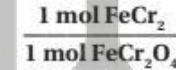
وتُستخدم لإيجاد كمية الماء H_2O التي يمكن أن تنتج مع تكون SiF_4 .

48. الكروم أهم خام تجاري للكروم هو الكروميت FeCr_2O_4 .

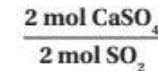
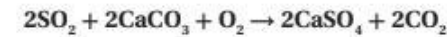
ومن الخطوات المتبعة في استخلاص الكروم من خامه تفاعل الكروميت مع الفحم (الكربون) لإنتاج الفيروكروم FeCr_2 .



ما النسبة المولية التي تُستخدم لتحويل مولات الكروميت إلى مولات الفيروكروم؟



49. تلوث الهواء تتم إزالة الملوث SO_2 من الهواء عن طريق تفاعله مع كربونات الكالسيوم والأكسجين، والمواد الناتجة من هذا التفاعل هي كبريتات الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون. حدّد النسبة المولية التي تُستخدم في تحويل مولات SO_2 إلى مولات CaSO_4 .

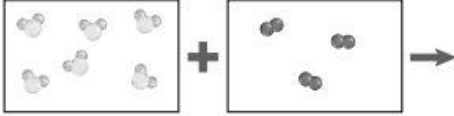


$$\frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180.16 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{2 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 8.4 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

الخطوة 3، احسب كتلة $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ بالجرامات.

$$8.4 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{46.07 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 390 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

58. يُمثّل كل صندوق في الشكل 11-5 محتويات دوري. يحتوي أحدهما على كبريتيد الهيدروجين، ويحتوي الآخر على الأكسجين. وعند مزجهما يحدث تفاعل وينتج بخار ماء وكبريت. تُمثّل الدوائر الحمراء في الشكل الأكسجين، في حين تُمثّل الدوائر الصفراء الكبريت، أما الدوائر الزرقاء فتُمثّل الهيدروجين.



الشكل 11-5

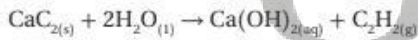
a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.



b. مُستخدماً الألوان نفسها، أعِدْ رسم الورق بعد حدوث التفاعل.

يجب أن تُظهر رسوم الطلاب ستة جزيئات ماء وست ذرات كبريت.

59. اللحم إذا تفاعلت 5.50 mol من كربيد الكالسيوم مع كمية فائضة من الماء، فما عدد مولات غاز الأسيتيلين (غاز يستخدم في اللحام) الناتج؟



النسبة المولية لـ C_2H_2 ، C_2H_2 هي 1، 1. ولهذا، فإن 5.50 mol من C_2H_2 سوف تنتج 5.50 mol من CaC_2 .

53. ما المعلومات التي تُقدّمها المعادلة الموزونة للتفاعل؟

تُعبّر المعادلة الموزونة عن العلاقة بين المواد المتفاعلة والنتيجة. وتُستخدم المعادلات في المعادلة لكتابة النسب المولية التي تربط بين المواد المتفاعلة والنتيجة.

54. ما القانون الذي تركز عليه الحسابات الكيميائية، وكيف تدعمه؟

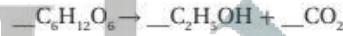
تعتمد الحسابات الكيميائية على قانون حفظ الكتلة. وتُستخدم الحسابات لتحديد كتل المواد المتفاعلة والنتيجة. إذ يجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة مجموع كتل المواد الناتجة، لتحقيق قانون حفظ الكتلة.

55. كيف تُستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية؟ الكتلة المولية هي عامل التحويل من عدد مولات مادة مُعطاة إلى كتلة والعكس صحيح.

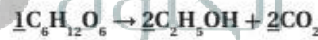
56. ما المعلومات التي يجب أن تتوافر لك لتحسب كتلة المادة الناتجة عن التفاعل الكيميائي؟

يجب أن تتوافر لديك المعادلة الكيميائية الموزونة، وكمية مادة واحدة في التفاعل. إضافة إلى معرفة المادة الناتجة التي تريد حساب كتلتها.

57. الإيثانول يمكن تحضير الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ، (ويعرف بكحول الحبوب) من تخمّر السكر. والمعادلة الكيميائية غير الموزونة للتفاعل هي:



زن المعادلة الكيميائية، وحدد كتلة $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ التي تتكوّن من 750 g من $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.



الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

$$750 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180.16 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 4.2 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

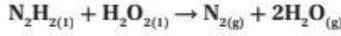
الخطوة 2، احسب كتلة C_8H_{18} بالجرامات.

$$0.250 \text{ mol PbCrO}_4 \times \frac{323.2 \text{ g PbCrO}_4}{1 \text{ mol PbCrO}_4} = 80.8 \text{ g PbCrO}_4$$

63. وقود الصاروخ يُستخدم التفاعل المولّد للطاقة الحرارية بين

سائل الهيدرازين N_2H_4 وسائل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 وقودًا للصواريخ. والمواد الناتجة عن هذا التفاعل هي غاز النيتروجين والماء.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



b. ما مقدار الهيدرازين، بالجرام، اللازم لإنتاج 10.0 mol من غاز النيتروجين؟

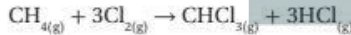
الخطوة 1، احسب عدد مولات N_2H_4 .

$$10.0 \text{ mol } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2H_4}{1 \text{ mol } N_2} = 10.0 \text{ mol } N_2H_4$$

الخطوة 2، احسب كتلة N_2H_4 بالجرامات.

$$10.0 \text{ mol } N_2H_4 \times \frac{30.03 \text{ g } N_2H_4}{1 \text{ mol } N_2H_4} = 3.00 \times 10^2 (300) \text{ g } N_2H_4$$

64. الكلوروفورم $CHCl_3$ مذيب مهم يُشج عن تفاعل الميثان والكلور.



ما مقدار CH_4 بالجرامات اللازم لإنتاج 50.0g $CHCl_3$ ؟

الخطوة 1، احسب عدد مولات $CHCl_3$.

$$50.0 \text{ g } CHCl_3 \times \frac{1 \text{ mol } CHCl_3}{119.37 \text{ g } CHCl_3} = 0.419 \text{ mol } CHCl_3$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CH_4 .

$$0.419 \text{ mol } CHCl_3 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{1 \text{ mol } CHCl_3} = 0.419 \text{ mol } CH_4$$

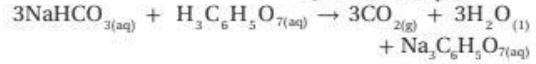
الخطوة 3، احسب كتلة CH_4 بالجرامات.

$$0.419 \text{ mol } CH_4 \times \frac{16.04 \text{ g } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} = 6.72 \text{ g } CH_4$$

60. مضاد الحموضة عندما يذوب قرص مضاد الحموضة في

الماء يُصدر أزيًا بسبب التفاعل بين كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ ، وحمض الستريك $H_3C_6H_5O_7$

حسب المعادلة الآتية:



ما عدد مولات $Na_3C_6H_5O_7$ الناتجة عند إذابة قرص واحد

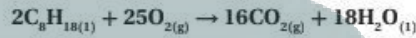
يحتوي على 0.0119 mol $NaHCO_3$ ؟

$$0.0119 \text{ mol } NaHCO_3 \times \frac{1 \text{ mol } Na_3C_6H_5O_7}{3 \text{ mol } NaHCO_3}$$

$$= 0.00397 \text{ mol } Na_3C_6H_5O_7$$

61. غاز الدفينة يرتبط غاز ثاني أكسيد الكربون مع ارتفاع

درجات حرارة الغلاف الجوي للأرض. وهو ينطلق إلى الهواء عند احتراق الأوكتان في الجازولين. اكتب المعادلة الموزونة لعملية احتراق الأوكتان، ثم احسب كتلة الأوكتان المطلوبة لإطلاق 5.00 mol من ثاني أكسيد الكربون.



الخطوة 1، احسب عدد مولات C_8H_{18} .

$$5.00 \text{ mol } CO_2 \times \frac{2 \text{ mol } C_8H_{18}}{16 \text{ mol } CO_2} = 0.625 \text{ mol } C_8H_{18}$$

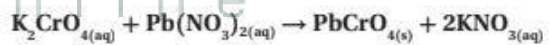
الخطوة 2، احسب كتلة C_8H_{18} بالجرامات.

$$0.625 \text{ mol } C_8H_{18} \times \frac{114.28 \text{ g } C_8H_{18}}{1 \text{ mol } C_8H_{18}} = 71.4 \text{ g } C_8H_{18}$$

62. يتفاعل محلول كرومات البوتاسيوم مع محلول نترات

الرصاص (II) لإنتاج راسب أصفر من كرومات الرصاص (II) ومحلول نترات البوتاسيوم.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



b. حدّد كتلة كرومات الرصاص (II) الناتجة عن تفاعل

0.250 mol من كرومات البوتاسيوم.

الخطوة 1، احسب عدد مولات $PbCrO_4$.

$$0.250 \text{ mol } K_2CrO_4 \times \frac{1 \text{ mol } PbCrO_4}{1 \text{ mol } K_2CrO_4}$$

$$= 0.250 \text{ mol } PbCrO_4$$

الخطوة 3، احسب كتلة CO_2 بالجرامات.

$$15.833 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{44.01 \text{ g } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{CO}_2} = 696.825 \text{ g } \text{CO}_2$$

الخطوة 1، احسب عدد مولات O_2 .

$$380 \text{ g } \text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{O}_2}{32.00 \text{ g } \text{O}_2} = 11.875 \text{ mol } \text{O}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات KHCO_3 .

$$11.875 \text{ mol } \text{O}_2 \times \frac{4 \text{ mol } \text{KHCO}_3}{3 \text{ mol } \text{O}_2} = 15.833 \text{ mol } \text{KHCO}_3$$

الخطوة 3، احسب كتلة KHCO_3 بالجرامات.

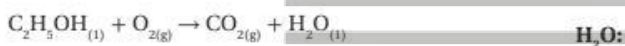
$$15.833 \text{ mol } \text{KHCO}_3 \times \frac{100.12 \text{ g } \text{KHCO}_3}{1 \text{ mol } \text{KHCO}_3}$$

$$= 1585.233 \text{ g } \text{KHCO}_3$$

66. وقود gasohol عبارة عن مزيج من الجازولين والإيثانول.

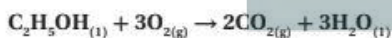
زن المعادلة الكيميائية الآتية وحدد كتلة CO_2 الناتجة عن

احتراق 100.0 g من الإيثانول.



H_2O :

زن المعادلة الكيميائية،



$$100.0 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46.08 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$$

$$= 2.170 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CO_2 .

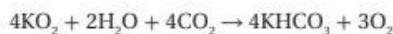
$$2.170 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{2 \text{ mol } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 4.340 \text{ mol } \text{CO}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة CO_2 بالجرامات.

$$4.340 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{44.01 \text{ g } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{CO}_2} = 191.0 \text{ g } \text{CO}_2$$

65. إنتاج الأكسجين تستخدم وكالة الفضاء الروسية فائق أكسيد

البوتاسيوم KO_2 لإنتاج الأكسجين في البدلات الفضائية.



أكمل الجدول 3-5.

الجدول 3-5 بيانات إنتاج الأكسجين				
كتلة O_2	كتلة KHCO_3	كتلة CO_2	كتلة H_2O	كتلة KO_2
380g	1585.233g	696.825g	142.658g	1125.75g

KO_2 :

الخطوة 1، احسب عدد مولات O_2 .

$$380 \text{ g } \text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{O}_2}{32.00 \text{ g } \text{O}_2} = 11.875 \text{ mol } \text{O}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات KO_2 .

$$11.875 \text{ mol } \text{O}_2 \times \frac{4 \text{ mol } \text{KO}_2}{3 \text{ mol } \text{O}_2} = 15.833 \text{ mol } \text{KO}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة KO_2 بالجرامات.

$$15.833 \text{ mol } \text{KO}_2 \times \frac{71.1 \text{ g } \text{KO}_2}{1 \text{ mol } \text{KO}_2} = 1125.75 \text{ g } \text{KO}_2$$

الخطوة 1، احسب عدد مولات O_2 .

$$380 \text{ g } \text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{O}_2}{32.00 \text{ g } \text{O}_2} = 11.875 \text{ mol } \text{O}_2$$

$$11.875 \text{ mol } \text{O}_2 \times \frac{2 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{3 \text{ mol } \text{O}_2} = 7.917 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}$$

الخطوة 3، احسب كتلة H_2O بالجرامات.

$$7.917 \text{ mol } \text{H}_2\text{O} \times \frac{18.02 \text{ g } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}} = 142.658 \text{ g } \text{H}_2\text{O}$$

الخطوة 1، احسب عدد مولات O_2 .

$$380 \text{ g } \text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{O}_2}{32.00 \text{ g } \text{O}_2} = 11.875 \text{ mol } \text{O}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CO_2 .

$$11.875 \text{ mol } \text{O}_2 \times \frac{4 \text{ mol } \text{CO}_2}{3 \text{ mol } \text{O}_2} = 15.833 \text{ mol } \text{CO}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة Au بالجرامات.

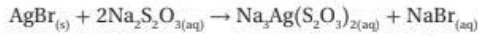
$$\text{mol Au} \times \frac{196.97 \text{ g Au}}{1 \text{ mol Au}} = 50.2 \text{ g Au}$$

b. إذا كانت كتلة خام الذهب 150.0g، فما النسبة المئوية للذهب في الخام؟

$$\% \text{Au} = \frac{\text{كتلة الذهب}}{\text{كتلة الخام}} \times 100\%$$

$$\% \text{Au} = \frac{50.02 \text{ g Au}}{150.0 \text{ g ore}} \times 100\% = 33.5\% \text{ Au}$$

69. الأفلام، تحتوي أفلام التصوير على بروميد الفضة مذاباً في الجلاتين. وعند تعرض هذه الأفلام للضوء يتحلل بعض بروميد الفضة مُنتِجاً حبيبات صغيرة من الفضة. وتتم إزالة بروميد الفضة من الجزء الذي لم يتعرض للضوء بمعالجة الفيلم في ثيوكبريتات الصوديوم.



حدّد كتلة $\text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$ الناتجة عن إزالة 572 g من بروميد الفضة AgBr .

الخطوة 1، احسب عدد مولات AgBr .

$$572 \text{ g AgBr} \times \frac{1 \text{ mol AgBr}}{187.77 \text{ g AgBr}} = 1.46 \times 10^{-3} \text{ mol AgBr}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات $\text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$.

$$1.46 \times 10^{-3} \text{ mol AgBr} \times \frac{1 \text{ mol Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2}{1 \text{ mol AgBr}} = 1.46 \times 10^{-3} \text{ mol Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة $\text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$ بالجرامات.

$$1.46 \times 10^{-3} \text{ mol Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2 \times \frac{401.12 \text{ g Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2}{1 \text{ mol Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2} = 1221 \text{ g Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$$

67. بطارية السيارة تُستخدم في بطارية السيارة الرصاص وأكسيد الرصاص IV ومحلول حمض الكبريتيك لإنتاج التيار الكهربائي. والمواد الناتجة عن هذا التفاعل هي محلول كبريتات الرصاص II والماء.

a. اكتب معادلة موازنة لهذا التفاعل.



b. حدّد كتلة كبريتات الرصاص II الناتجة عن تفاعل 25.0g رصاص مع كمية فائضة من أكسيد الرصاص IV وحض الكبريتيك.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Pb.

$$25.0 \text{ g Pb} \times \frac{1 \text{ mol Pb}}{207.2 \text{ g Pb}} = 0.121 \text{ mol Pb}$$

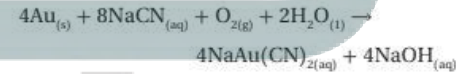
الخطوة 2، احسب عدد مولات PbSO_4 .

$$0.121 \text{ mol Pb} \times \frac{2 \text{ mol PbSO}_4}{1 \text{ mol Pb}} = 0.242 \text{ mol PbSO}_4$$

الخطوة 3، احسب كتلة PbSO_4 بالجرامات.

$$0.242 \text{ mol PbSO}_4 \times \frac{303.23 \text{ g PbSO}_4}{1 \text{ mol PbSO}_4} = 73.2 \text{ g PbSO}_4$$

68. يُستخلص الذهب من الخام بمعالجته بمحلول سيانيد الصوديوم في وجود الأكسجين والماء.



a. حدّد كتلة الذهب المُستخلص إذا استُخدم 25.0 g من سيانيد الصوديوم.

الخطوة 1، احسب عدد مولات NaCN.

$$25.0 \text{ g NaCN} \times \frac{1 \text{ mol NaCN}}{49.01 \text{ g NaCN}} = 0.510 \text{ mol NaCN}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات Au.

$$0.510 \text{ mol NaCN} \times \frac{4 \text{ mol Au}}{8 \text{ mol NaCN}} = 0.255 \text{ mol Au}$$

إتقان المفاهيم

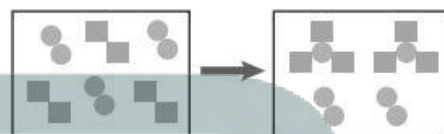
70. كيف تُستخدم النسبة المولية في إيجاد المادة المُحددة للفاعل؟

تتم مقارنة النسب المولية من المعادلة مع النسب المولية المحسوبة من الكميات المعطاة.

71. وضح لماذا تُعدّ العبارة التالية غير صحيحة: (المادة المُحددة للفاعل هي المادة المتفاعلة ذات الكتلة الأقل).

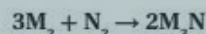
الكتلة لا تحدد المادة المُحددة للفاعل وإنما عدد المولات فقط، فالمادة المُحددة هي المادة التي تُنتج أقل عدد من مولات الناتج.

72. تُمثّل المربعات في الشكل 5-12 العنصر M، وتُمثّل الدوائر العنصر N.



الشكل 5-12

a. اكتب معادلة كيميائية متوازنة لهذا التفاعل.



b. إذا كان كل مربع يُمثّل 1 mol M، وتُمثّل كل دائرة 1 mol N، فما عدد مولات كل من M و N التي كانت موجودة عند بداية التفاعل؟

6 mol من ذرات العنصر M (في صورة 3 mol من M_2)، وكذلك 6 mol من ذرات العنصر N (في صورة 3 mol من N_2).

c. ما عدد مولات المادة الناتجة؟ ما عدد مولات كل من العنصرين M و N التي لم تتفاعل؟

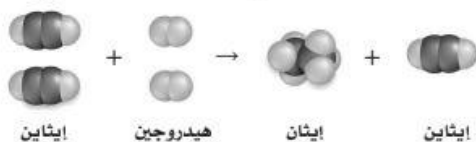
نتج 2 mol من M_3N ، وتبقى 2 mol من N_2 غير متفاعلة (ما مجموعه 4 mol من ذرات العنصر N).

d. أيّ العنصرين مادة مُحددة للفاعل؟ وأيّها ما

M_2 المادة المُحددة للفاعل، N_2 المادة الفائضة.

إتقان حل المسائل

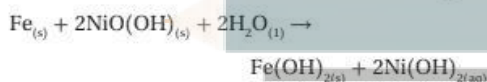
73. يوضح الشكل 5-13 التفاعل بين الإيثانين (C_2H_6) والهيدروجين، والمادة الناتجة هي الإيثان (C_2H_4) . ما المادة المُحددة للفاعل وما المادة الفائضة؟ وضح ذلك.



الشكل 5-13

الهيدروجين هو المادة المُحددة للفاعل؛ الإيثانين هو المادة الفائضة. تبقى مول واحد من الإيثانين لم يتفاعل.

74. بطارية نيكول-حديد، اخترع توماس أديسون عام 1901 بطارية نيكول-حديد. وتُمثّل المعادلة التالية التفاعل الكيميائي في هذه البطارية:



ما عدد مولات $Fe(OH)_2$ التي تُنتج عن تفاعل 5.0 mol Fe مع 8 mol $NiO(OH)$ ؟

وفقاً للمعادلة الكيميائية المتوازنة، يتفاعل 2 mol من $NiO(OH)$ مع كل 1 mol من Fe، لذا سيتفاعل 4 mol من Fe مع 8 mol من $NiO(OH)$ تاركة 1 mol من Fe الفائض. وكل 1 mol من Fe المتفاعل يُنتج 1 mol من $Fe(OH)_2$ ، وذلك لأن 4 mol من Fe قد تفاعلت، فسيُنتج 4 mol من $Fe(OH)_2$.

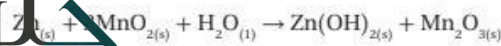
75. أحد مركبات الزينون القليلة التي تتكوّن هو سابع فلوريد زينون سيزيوم $CsXeF_7$ ، ما عدد مولات $CsXeF_7$ التي يمكن إنتاجها من خلال تفاعل 12.5 mol من فلوريد السيزيوم مع 10.0 mol من سداس فلوريد الزينون.



$$10.0 \text{ mol } XeF_6 \times \frac{1 \text{ mol } CsXeF_7}{1 \text{ mol } XeF_6} = 10.0 \text{ mol } CsXeF_7$$

78. البطارية القلوية ، تُنتج البطارية القلوية الطويلة الأمدية

حسب المعادلة التالية:



a. ما المادة المُحددة للتفاعل إذا تفاعلت 25.0g Zn مع

30.0 mol MnO₂ ؟

احسب عدد مولات Zn.

$$25.0\text{g Zn} \times \frac{1\text{mol Zn}}{65.3\text{g Zn}} = 0.380\text{ mol Zn}$$

احسب عدد مولات MnO.

$$30.0\text{g MnO}_2 \times \frac{1\text{mol MnO}_2}{86.92\text{g MnO}_2} = 0.345\text{ mol MnO}_2$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، تتفاعل 2 mol MnO₂ مع

1 mol Zn، وفي التفاعل فالنسبة هي 1 mol من MnO₂ مع

1.1 mol Zn، أو 0.345/0.380. لذا، MnO₂ هي المادة المُحددة

للتفاعل.

b. حدّد كتلة Zn(OH)₂ الناتجة من التفاعل.

الخطوة 1 ، احسب عدد مولات Zn(OH)₂.

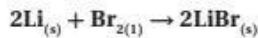
$$0.345\text{ mol MnO}_2 \times \frac{1\text{mol Zn(OH)}_2}{2\text{mol MnO}_2} = 0.173\text{ mol Zn(OH)}_2$$

الخطوة 2 ، احسب كتلة Zn(OH)₂ بالجرامات.

$$0.173\text{ mol Zn(OH)}_2 \times \frac{99.39\text{g Zn(OH)}_2}{1\text{mol Zn(OH)}_2} = 17.1\text{g Zn(OH)}_2$$

79. يتفاعل الليثيوم تلقائياً مع البروم لإنتاج بروميد الليثيوم،

اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل. وإذا تفاعل 25.0g من الليثيوم مع 25.0g من البروم معاً فما:



a. المادة المُحددة للتفاعل.

احسب عدد مولات Li.

$$25.0\text{g Li} \times \frac{1\text{mol Li}}{6.94\text{g Li}} = 3.60\text{ mol Li}$$

احسب عدد مولات Br₂.

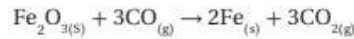
$$25.0\text{g Br}_2 \times \frac{1\text{mol Br}_2}{159.80\text{g Br}_2} = 0.156\text{ mol Br}_2$$

76. إنتاج الحديد يُستخرج الحديد تجارياً من تفاعل الهيماتيت

Fe₂O₃ مع أول أكسيد الكربون. ما مقدار الحديد بالجرامات،

الذي يمكن إنتاجه من تفاعل 25.0 mol هيماتيت Fe₂O₃

مع 30.0 mol من أول أكسيد الكربون؟



وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل 1 mol من الهيماتيت

Fe₂O₃ مع 3 mol من أول أكسيد الكربون CO. لذا، يحتاج

25.0 mol من الهيماتيت Fe₂O₃ إلى 75.0 mol من CO

حتى يتفاعل كلياً، ولكن الكمية المتوافرة منها مقدارها

30 mol فقط، لذا تُعدّ CO المادة المُحددة للتفاعل.

الخطوة 1 ، احسب عدد مولات Fe.

$$30.0\text{ mol CO} \times \frac{2\text{mol Fe}}{3\text{mol CO}} = 20.0\text{ mol Fe}$$

الخطوة 2 ، احسب كتلة Fe بالجرامات.

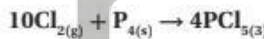
$$20.0\text{ mol Fe} \times \frac{55.85\text{g Fe}}{1\text{mol Fe}} = 1117\text{g Fe}$$

77. يُنتج خماسي كلوريد الفوسفور الصلب عن تفاعل غاز

الكلور مع الفسفور P₄ الصلب. وعند تفاعل 16g من الكلور

مع 32.0g من الفسفور، فأَيّ المادتين المتفاعلتين مُحددة

للتفاعل، وأيهما فائضة؟



احسب عدد مولات Cl₂.

$$16.0\text{g Cl}_2 \times \frac{1\text{mol Cl}_2}{70.90\text{g Cl}_2} = 0.226\text{ mol Cl}_2$$

احسب عدد مولات P₄.

$$32.0\text{g P}_4 \times \frac{1\text{mol P}_4}{123.88\text{g P}_4} = 0.258\text{ mol P}_4$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل 10 mol من Cl₂

مع 1 mol من P₄.

احسب عدد مولات P₄ اللازمة للتفاعل.

$$0.226\text{ mol Cl}_2 \times \frac{1\text{mol P}_4}{10\text{mol Cl}_2} = 0.0226\text{ mol P}_4$$

لذا، Cl₂ هو المادة المُحددة للتفاعل، في حين أن P₄ هو المادة

الفائضة.

82. هل يمكن أن تكون نسبة المردود المثوية لأ تفاعل اكبر
من 100%؟ وضح إجابتك.
لا، لا يمكن أن ينتج أكثر من المردود النظري والتي تحد من
خلال المواد المتفاعلة.

83. ما العلاقة الرياضية المستخدمة في حساب نسبة المردود
المثوية للتفاعل الكيميائي؟

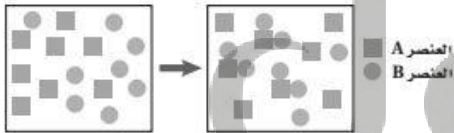
$$100\% \times \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} = \text{نسبة المردود المثوية}$$

84. ما البيانات التجريبية التي تحتاج إليها لحساب كل من
المردود النظري ونسبة المردود المثوية لأي تفاعل كيميائي؟
كمية إحدى المواد المتفاعلة والمردود الفعلي لمادة ناتجة.

85. يتفاعل أكسيد الفلز مع الماء لينتج هيدروكسيد الفلز. ما
المعلومات الأخرى التي تحتاج إليها لتحديد نسبة المردود
المثوية لهيدروكسيد الفلز في التفاعل؟

كتلة إحدى المواد المتفاعلة، والكتلة الفعلية لهيدروكسيد
الفلز الناتج.

86. تفحص التفاعل الظاهر في الشكل 14-5. هل يستمر هذا
التفاعل حتى النهاية؟ فسر إجابتك، ثم احسب نسبة المردود
المثوية للتفاعل.



الشكل 14-5

لا يستمر التفاعل حتى النهاية. وباستخدام مربعات لتمثيل
العنصر A، ودوائر لتمثيل العنصر B. بداية ينتج 4 جسيمات
من AB_2 . لكن حقيقة ما نتج هو ثلاثة جسيمات فقط. فهناك
جسيمات غير متفاعلة من A و B لإنتاج جسيم آخر من
 AB_2 . لذا، فنسبة المردود المثوية تساوي 75%.

النسبة الفعلية لمولات الليثيوم إلى مولات البروم هي،
 $\frac{3.60 \text{ mol Li}}{0.156 \text{ mol Br}_2}$ أو 1 mol Br_2 ، 23 mol Li . ولكن فعلياً
يلزم 2 mol Li من فقط لكل 1 mol Br_2 . لذا، Br_2 هي
المادة المحددة للتفاعل.

b. كتلة بروميد الليثيوم الناتجة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات LiBr.

$$0.156 \text{ mol Br}_2 \times \frac{2 \text{ mol LiBr}}{1 \text{ mol Br}_2} = 0.312 \text{ mol LiBr}$$

الخطوة 2، احسب كتلة LiBr بالجرامات.

$$0.312 \text{ mol LiBr} \times \frac{86.84 \text{ g LiBr}}{1 \text{ mol LiBr}} = 27.1 \text{ g LiBr}$$

c. المادة الفائضة وكتلتها المتبقية.

Li هي المادة الفائضة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Li المتفاعلة.

$$0.156 \text{ mol Br}_2 \times \frac{2 \text{ mol Li}}{1 \text{ mol Br}_2} = 0.312 \text{ mol Li}$$

عدد مولات Li المتبقية

عدد مولات Li المتفاعلة - عدد مولات Li جميعها =

$$= 3.60 \text{ mol} - 0.312 \text{ mol}$$

$$= 3.29 \text{ mol.}$$

الخطوة 2، احسب كتلة Li المتبقية بالجرامات.

$$0.329 \text{ mol Li} \times \frac{6.94 \text{ g Li}}{1 \text{ mol Li}} = 22.8 \text{ g Li}$$

5-4

إتقان المفاهيم

80. ما الفرق بين المردود الفعلي والمردود النظري؟

المردود الفعلي هو كمية المادة الناتجة من التفاعل الكيميائي
عملياً، أما المردود النظري فهو الكمية المتوقعة الحصول عليها
من خلال الحسابات الكيميائية.

81. كيف يتم تحديد كل من المردود الفعلي والمردود النظري؟

يُحدد المردود الفعلي من خلال التجربة، أما المردود النظري فيتم
حسابه من خلال مادة متفاعلة معطاة أو المادة المحددة للتفاعل.

الخطوة 2، احسب عدد مولات PbO.

$$\text{PbS} \times \frac{2 \text{ mol PbO}}{2 \text{ mol PbS}} = 0.84 \text{ mol PbO}$$

الخطوة 3، احسب كتلة PbO بالجرامات.

$$0.84 \text{ mol PbO} \times \frac{223.19 \text{ g PbO}}{1 \text{ mol PbO}} = 186.6 \text{ g PbO}$$

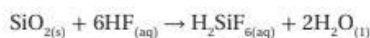
b. ما نسبة المردود المثوية إذا نتج 70.0 g من PbO ؟

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{70}{186.6} \times 100\% = 37.5\% \text{ PbO}$$

89. لا يمكن حفظ محاليل حمض الهيدروفلوريك في أوعية

زجاجية؛ لأنه يتفاعل مع أكسيد السليكا في الزجاج ليُنتج حمض سداسي الفلوروسيليسك H_2SiF_6 حسب المعادلة التالية:



إذا تفاعل 40.0 g من SiO_2 مع 40.0 g من HF ونتاج 45.8 g من H_2SiF_6 .

a. ما المادة المُحددة للتفاعل ؟

احسب عدد مولات SiO_2 .

$$40.0 \text{ g SiO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SiO}_2}{60.09 \text{ g SiO}_2} = 0.666 \text{ mol SiO}_2$$

احسب عدد مولات HF.

$$40.0 \text{ g HF} \times \frac{1 \text{ mol HF}}{20.01 \text{ g HF}} = 2.00 \text{ mol HF}$$

النسبة الفعلية لمولات HF إلى مولات SiO_2 في المعادلة

الكيميائية الموزونة هي 1 mol SiO_2 : 6 mol HF، ولكن

فعلياً، $\frac{2.00 \text{ mol HF}}{0.666 \text{ mol SiO}_2}$ يلزم 3 mol من HF فقط لكل

1 mol من SiO_2 ، لذا HF هي المادة المُحددة للتفاعل.

b. ما الكتلة المتبقية من المادة الفائضة ؟

SiO_2 هي المادة الفائضة.

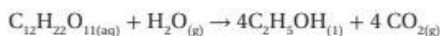
الخطوة 1، احسب عدد مولات SiO_2 المتفاعلة.

$$2.00 \text{ mol HF} \times \frac{1 \text{ mol SiO}_2}{6 \text{ mol HF}} = 0.333 \text{ mol SiO}_2$$

إتقان حل المسائل

87. الإيثانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)، يُنتج عن تخمُّر السكروز $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

مع وجود الإنزيمات.



حدِّد المردود النظري ونسبة المردود المثوية للإيثانول

إذا تخمَّر 684 g من السكروز وكان الناتج 349 g إيثانول.

المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

$$684 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \times \frac{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{342.23 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}$$

$$= 2.0 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

$$2.0 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \times \frac{4 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}$$

$$= 8.0 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

الخطوة 3، احسب كتلة $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ بالجرامات.

$$8.0 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{46.07 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 369 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

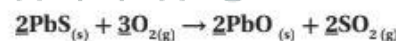
$$= \frac{349}{369} \times 100\% = 94.6\% \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

88. يُستخلص أكسيد الرصاص (II) بتحميص الجالينا؛ كبريتيد

الرصاص (II)، في الهواء. $\text{PbS}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{PbO}_{(s)} + \text{SO}_{2(g)}$

a. زِن المعادلة الكيميائية وحدِّد المردود النظري لـ PbO إذا

سُخِّن 200 g من كبريتيد الرصاص PbS .



المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات PbS .

$$200.0 \text{ g PbS} \times \frac{1 \text{ mol PbS}}{239.27 \text{ g PbS}} = 0.84 \text{ mol PbS}$$

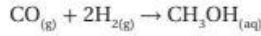
$$2.35 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{43.99 \text{ g } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{CO}_2} = 103.3 \text{ g } \text{CO}_2$$

b. ما نسبة المردود المثوية لـ CO_2 إذا نتج 97.5 g CO_2 ؟

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{97.5}{103.3} \times 100\% = 94.4\% \text{ CO}_2$$

91. يتم إنتاج الميثانول، من تفاعل أول أكسيد الكربون مع غاز الهيدروجين.



إذا تفاعل 8.50g من أول أكسيد الكربون مع كمية فائضة من الهيدروجين ونُتج 8.52g من الميثانول، فأكمل الجدول 4-5، واحسب نسبة المردود المثوية.

جدول 4-5 بيانات تفاعل الميثانول		
$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\text{CO}_{(g)}$	
9.73 g	8.50 g	الكتلة
32.05g/mol	28.01g/mol	الكتلة المولية
0.303 mol	0.303 mol	عدد المولات

الخطوة 1، احسب عدد مولات CO .

$$8.50 \text{ g } \text{CO} \times \frac{1 \text{ mol } \text{CO}}{28.01 \text{ g } \text{CO}} = 0.303 \text{ mol } \text{CO}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CH_3OH .

$$0.303 \text{ mol } \text{CO} \times \frac{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol } \text{CO}} = 0.303 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH}$$

الخطوة 3، احسب كتلة CH_3OH بالجرامات.

$$0.303 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH} \times \frac{32.05 \text{ g } \text{CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH}} = 9.71 \text{ g } \text{CH}_3\text{OH}$$

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{8.52}{9.71} \times 100\% = 87.7\% \text{ CH}_3\text{OH}$$

عدد مولات SiO_2 المتبقية

= عدد مولات SiO_2 المتفاعلة - عدد مولات SiO_2 جميعها

$$= 0.666 \text{ mol} - 0.333 \text{ mol}$$

$$= 0.333 \text{ mol}$$

الخطوة 2، احسب كتلة SiO_2 المتبقية بالجرامات.

$$0.333 \text{ mol } \text{SiO}_2 \times \frac{60.09 \text{ g } \text{SiO}_2}{1 \text{ mol } \text{SiO}_2} = 20.0 \text{ g } \text{SiO}_2$$

c. ما المردود النظري لـ H_2SiF_6 ؟

المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات H_2SiF_6 المتفاعلة.

$$2.00 \text{ mol } \text{HF} \times \frac{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SiF}_6}{6 \text{ mol } \text{HF}} = 0.333 \text{ mol } \text{H}_2\text{SiF}_6$$

الخطوة 2، احسب كتلة H_2SiF_6 بالجرامات.

$$0.333 \text{ mol } \text{H}_2\text{SiF}_6 \times \frac{144.11 \text{ g } \text{H}_2\text{SiF}_6}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SiF}_6} = 48.0 \text{ g } \text{H}_2\text{SiF}_6$$

d. ما نسبة المردود المثوية ؟

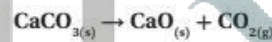
$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{45.8}{48} \times 100\% = 95.4\% \text{ H}_2\text{SiF}_6$$

90. تتحلل كربونات الكالسيوم CaCO_3 عند التسخين إلى أكسيد

الكالسيوم CaO وثاني أكسيد الكربون CO_2 .

a. ما المردود النظري لـ CO_2 إذا تحلل 235.0 g من CaCO_3 ؟



المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات CaCO_3 .

$$235.0 \text{ g } \text{CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol } \text{CaCO}_3}{100.06 \text{ g } \text{CaCO}_3} = 2.35 \text{ mol } \text{CaCO}_3$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CO_2 .

$$2.35 \text{ mol } \text{CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{CaCO}_3} = 2.35 \text{ mol } \text{CO}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة CO_2 بالجرامات.

ثم احسب نسبة المردود المثوية.

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{45.0}{49.92} \times 100\% = 90.1\% P_4$$

93. يتكوّن الكلور من تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أكسيد المنجنيز وفقاً للمعادلة الموزونة التالية:



احسب المردود النظري ونسبة المردود المثوية للكلور إذا تفاعل 96.9 g من MnO_2 مع 50.0 g من HCl ، وكان المردود الفعلي لـ Cl_2 هو (20.0 g).

الخطوة 1، ادرس المعادلة الكيميائية الموزونة وهي:



الخطوة 2، احسب كمية المادة الفائضة من المعادلة.

احسب عدد مولات MnO_2 .

$$86.0 \text{ g MnO}_2 \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{86.94 \text{ g MnO}_2} = 0.989 \text{ mol MnO}_2$$

احسب عدد مولات HCl .

$$50.0 \text{ g HCl} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36.34 \text{ g HCl}} = 1.37 \text{ mol HCl}$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل MnO_2 مع HCl بنسبة 1 mol MnO_2 : 4 mol HCl ، والنسبة المولية الفعلية

في هذا التفاعل هي: $\frac{0.989 \text{ mol MnO}_2}{1.37 \text{ mol HCl}}$ أو 1 mol MnO_2 : 1.37 mol HCl

لذا، 1.38 mol HCl هي المادة الفائضة و HCl هي المادة المحددة للتفاعل.

الخطوة 3، احسب عدد مولات Cl_2 .

$$1.37 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{4 \text{ mol HCl}} = 0.343 \text{ mol Cl}_2$$

الخطوة 4، احسب كتلة Cl_2 بالجرامات.

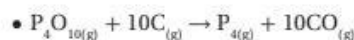
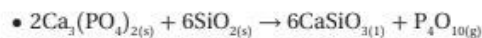
$$0.343 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{70.90 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 24.3 \text{ g Cl}_2$$

ثم احسب نسبة المردود المثوية.

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{20.0}{24.3} \times 100\% = 82.3\%$$

92. الفوسفور P_4 يُحضّر تجارياً بتسخين مزيج من فوسفات الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ والرمل SiO_2 وفحم الكوك C في فرن كهربائي. وتتضمن العملية خطوتين هما:



يتفاعل P_4O_{10} الناتج عن التفاعل الأول مع الكمية الفائضة من الفحم في التفاعل الثاني. حدّد المردود النظري لـ P_4 إذا سُخّن 250 g من $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ مع 400 g من SiO_2 معاً، وحدّد نسبة المردود المثوية لـ P_4 ، إذا كان المردود الفعلي لـ P_4 يساوي (45.0 g).

الخطوة 1، احسب كمية المادة الفائضة من المعادلة الأولى.

احسب عدد مولات SiO_2 .

$$400.0 \text{ g SiO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SiO}_2}{60.08 \text{ g SiO}_2} = 6.657 \text{ mol SiO}_2$$

احسب عدد مولات $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

$$250.0 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{310.17 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2}$$

$$= 0.8060 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ مع SiO_2 بنسبة 1، 3، وتكون SiO_2 في هذا التفاعل هي المادة

الفائضة، والكمية 0.8060 mol من $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ هي الكمية المتفاعلة.

الخطوة 2، احسب عدد مولات P_4O_{10} الناتجة.

$$0.8060 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \frac{1 \text{ mol P}_4\text{O}_{10}}{2 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 0.4030 \text{ mol P}_4\text{O}_{10}$$

الخطوة 3، احسب عدد مولات P_4 الناتجة من الخطوة 2.

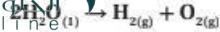
$$0.4030 \text{ mol P}_4\text{O}_{10} \times \frac{1 \text{ mol P}_4}{1 \text{ mol P}_4\text{O}_{10}} = 0.4030 \text{ mol P}_4$$

الخطوة 4، احسب كتلة P_4 بالجرامات.

$$0.4030 \text{ mol P}_4 \times \frac{123.88 \text{ g P}_4}{1 \text{ mol P}_4} = 49.92 \text{ g P}_4$$

المردود النظري = 49.92 g

التحليل الكهربائي، حدّد المردود النظري ونسبة المئوية للمردود الفعلي للمثوية لغاز الهيدروجين إذا تم تحليل 6.0g كهربائياً لإنتاج 3.80g من غاز الهيدروجين إضافة إلى الأكسجين.



المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات H_2O .

$$36.0g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.02g H_2O} = 2.00 \text{ mol } H_2O$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات H_2 .

$$2.00 \text{ mol } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } H_2O} = 2.00 \text{ mol } H_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة H_2 بالجرمات.

$$2.00 \text{ mol } H_2 \times \frac{2.02g H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 4.04g H_2$$

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

$$= \frac{3.80}{4.04} \times 100\% = 94.1\% H_2$$

التفكير الناقد

98. حلّ واستنتج، تم الحصول في إحدى التجارب على نسبة

مردود مثوية 108%، فهل هذه النسبة ممكنة؟ وضح ذلك. افترض أن حساباتك صحيحة، فما الأسباب التي قد تفسّر مثل هذه النتيجة؟

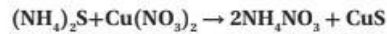
لا، لا يمكن أن تكون نسبة المردود المثوية أكبر من 100%، وإذا كانت النتائج كبيرة فذلك يعني أن النواتج لم تجفّف بصورة تامة، أو أنها ملوثة بمواد أخرى.

99. لاحظ واستنتج، حدّد ما إذا كان أيّ من التفاعلات التالية يعتمد على المادة المُحلّدة للتفاعل، ثم حدّد تلك المادة.

a. تحلّل كلورات البوتاسيوم لإنتاج كلوريد البوتاسيوم والأكسجين.

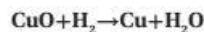
لا، وذلك بسبب وجود مادة متفاعلة واحدة.

94. يتفاعل كبريتيد الأمونيوم مع نترات النحاس II من خلال تفاعل إحلال مزدوج. ما النسبة المولية التي يمكنك استخدامها لتحديد مولات نترات الأمونيوم NH_4NO_3 الناتجة إذا عرفت عدد مولات كبريتيد النحاس II CuS ؟



$$\frac{2 \text{ mol } NH_4NO_3}{1 \text{ mol } CuS}$$

95. عند تسخين أكسيد النحاس II مع غاز الهيدروجين يُنتج عنصر النحاس والماء. ما كتلة النحاس الناتجة، إذا تفاعل 32.0g من أكسيد النحاس II؟



الخطوة 1، احسب عدد مولات CuO .

$$32.0g CuO \times \frac{1 \text{ mol } CuO}{79.55g CuO} = 0.402 \text{ mol } CuO$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات Cu .

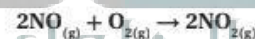
$$0.402 \text{ mol } CuO \times \frac{1 \text{ mol } Cu}{1 \text{ mol } CuO} = 0.402 \text{ mol } Cu$$

الخطوة 3، احسب كتلة Cu بالجرمات.

$$0.402 \text{ mol } Cu \times \frac{63.55g Cu}{1 \text{ mol } Cu} = 25.6g Cu$$

96. تلوث الهواء يتحوّل أكسيد النيتروجين الملوّث والموجود في الهواء بسرعة إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين عندما يتفاعل مع الأكسجين.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



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

$$\frac{2 \text{ mol } NO_2}{1 \text{ mol } NO}$$

التجارب 4-2: $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ هي المادة المُحددة المتفاعل في

حين أن Na_3PO_4 هي المادة الفائضة؛ لأن إضافة $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ إلى التفاعل سببت تفاعلاً إضافياً.

101. صمّم تجربة لتحديد نسبة المردود المئوية لكبريتات النحاس (II)

النحاس (II) اللامائية من خلال تسخين كبريتات النحاس (II) المائية لإزالة الماء.

أحضروا وعاء تبخير وحسب كتلته، وأضف 2.00g من كبريتات النحاس (II) خماسية الماء وسجل كتلة الوعاء والكبريتات المائية معاً. سخن الوعاء على لهب خافت مدة 5 min، ثم بشدة مدة 5 min أخرى، وذلك لطرد وتبخير الماء. دع الوعاء يبرد، ثم سجل الكتلة الجديدة. احسب كتلة الكبريتات اللامائية مستخدماً المعادلة التالية: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$. إضافة إلى كتلة الكبريتات المائية قبل التسخين، ثم جد المردود النظري لكبريتات النحاس. احسب كذلك المردود الفعلي لكبريتات اللامائية كذلك. اقسّم المردود النظري على المردود العملي (الفعلي)، واضرب خارج القسمة في 100% لحساب نسبة المردود المئوية لكبريتات النحاس اللامائية.

102. طبق، يمكنك إعادة إشعال النار في الخشب بعد خمودها بتحريك الهواء الذي فوقها. وضح، اعتماداً على الحسابات الكيميائية، لماذا تشتعل النار من جديد عندما تحرك الهواء من فوقها؟

عندما يتحرك الهواء فوق اللهب، تزداد كمية الأكسجين المضافة ومن ثم يحترق الفحم.

مسألة تحفيز

103. عند تسخين 9.59g من أكسيد الفناديوم مع الهيدروجين، يتسج الماء وأكسيد فناديوم آخر كتلته (8.76g). وعند تعريض أكسيد الفناديوم الثاني لحرارة إضافية مع وجود الهيدروجين تتكون 5.38g من الفناديوم الصلب.

a. حدّد الضيغ الجزيئية لكل الأكسجين.

الأكسيد الأول،

الخطوة 1، احسب عدد المولات.

$$\text{V: } 5.38\text{g-V} \times \frac{1\text{mol V}}{50.94\text{g-V}} = 0.106\text{ mol v}$$

$$\text{O: } 4.21\text{g-O} \times \frac{1\text{mol O}}{15.999\text{g-O}} = 0.263\text{ mol}$$

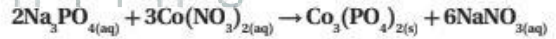
b. تفاعل نترات الفضة مع حمض الهيدروكلوريك لإنتاج كلوريد الفضة وحمض النيتريك.

نعم، وذلك بسبب وجود مادتين متفاعلتين، ولكن لا تتوافر معلومات كافية لمعرفة المادة المُحددة.

100. طبق، أجرى الطلاب تجربة لملاحظة المواد المُحددة والفائضة، فأضافوا كميات مختلفة من محلول فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 إلى الكؤوس، ثم أضافوا كمية ثابتة من محلول نترات الكوبالت (II) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ، وحركوا المحاليل، ثم تركوها في الكؤوس طوال اليوم. وفي اليوم التالي وجدوا أن كلاً منها يحتوي على راسب أرجواني. سكب الطلاب السائل الطافي من كل كأس على حدة، وقسموه إلى قسمين، ثم أضافوا نقطة من محلول فوسفات الصوديوم إلى القسم الأول، ونقطة من محلول نترات الكوبالت إلى القسم الثاني، وأدرجوا بياناتهم التي حصلوا عليها في الجدول 5-5 على النحو التالي:

جدول 5-5 بيانات تفاعل $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ مع Na_3PO_4				
التجربة	حجم Na_3PO_4	حجم $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	التفاعل مع قطرة Na_3PO_4	التفاعل مع قطرة $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
1	5.0 mL	10.0 mL	راسب أرجواني	لا يوجد راسب
2	10.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
3	15.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
4	20.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



b. حدّد بناءً على النتائج، المادة المُحددة للتفاعل والفائضة لكل تجربة.

التجربة رقم 1، Na_3PO_4 هي المادة المُحددة للتفاعل، في حين أن $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ هي المادة الفائضة؛ لأن إضافة Na_3PO_4 إلى التفاعل سببت تفاعلاً إضافياً.

الخطوة 3، احسب كتلة H_2 بالجرامات.

$$0.053 \text{ mol } H_2 \times \frac{2.016 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 0.106 \text{ g } H_2$$

التفاعل الثاني،

الخطوة 1، احسب عدد مولات VO_2 .

$$8.76 \text{ g } VO_2 \times \frac{1 \text{ mol } VO_2}{82.94 \text{ g } VO_2} = 0.106 \text{ mol } VO_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات H_2 .

$$0.106 \text{ mol } VO_2 \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } VO_2} = 0.212 \text{ mol } H_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة H_2 بالجرامات.

$$0.212 \text{ mol } H_2 \times \frac{2.016 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 0.426 \text{ g } H_2$$

$$0.106 \text{ g} + 0.426 \text{ g} = 0.532 \text{ g } H_2$$

مراجعة تراكمية

104. لقد لاحظت أن ذوبان السكر في الشاي الساخن أسرع

منه في الشاي البارد. لذا فقد قرّرت أن الارتفاع في درجة

الحرارة يزيد من سرعة ذوبان السكر في الماء. فهل هذه

العبارة فرضية أم نظرية؟

الخطوة 2، اقسّم عدد المولات على عدد المولات الأقل.

$$\frac{0.106 \text{ mol } V}{0.106 \text{ mol}} = 1 \text{ mol } V$$

$$\frac{0.236 \text{ mol } O}{0.106 \text{ mol}} = 2.5 \text{ mol } O$$

النسبة المولية هي 1 mol V ، 2.5 mol O

الخطوة 3، اضرب النسبة المولية في العدد 2.

$$2 (1 \text{ mol } V : 2.5 \text{ mol } O) = V_2O_5$$

الأكسيد الثاني،

الخطوة 1، احسب عدد المولات.

$$V: 5.38 \text{ g } V \times \frac{1 \text{ mol } V}{50.94 \text{ g } V} = 0.106 \text{ mol } V$$

$$O: 3.38 \text{ g } O \times \frac{1 \text{ mol } O}{15.999 \text{ g } O} = 0.211 \text{ mol } O$$

الخطوة 2، اقسّم عدد المولات على عدد المولات الأقل.

$$\frac{0.106 \text{ mol } V}{0.106 \text{ mol}} = 1 \text{ mol } V$$

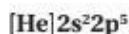
$$\frac{0.211 \text{ mol } O}{0.106 \text{ mol}} = 2 \text{ mol } O$$

النسبة المولية هي 1 mol V ، 2 mol O

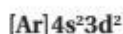
VO_2

إنها فرضية، لأنها مبنية على الملاحظة فقط لا على البيانات.

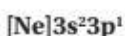
105. اكتب التوزيع الإلكتروني لذرات العناصر التالية:



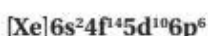
a. الفلور



b. التيتانيوم



c. الألومنيوم



d. الرادون

b. اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل خطوة من خطوات التفاعل.



c. حدّد كتلة الهيدروجين الضرورية لإكمال هذا التفاعل.

التفاعل الأول،

الخطوة 1، احسب عدد مولات V_2O_5 .

$$9.59 \text{ g } V_2O_5 \times \frac{1 \text{ mol } V_2O_5}{181.88 \text{ g } V_2O_5} = 0.053 \text{ mol } V_2O_5$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات H_2 .

$$0.053 \text{ mol } V_2O_5 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } V_2O_5} = 0.053 \text{ mol } H_2$$

106. اشرح لماذا توجد اللافلزات الغازية على صورة جزيئات

ثنائية الذرة، مع أن غازات العناصر الأخرى موجودة في

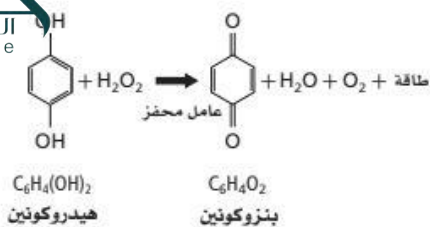
صورة ذرة واحدة فقط.

تصل جزيئات اللافلزات الغازية للتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل

بتكوين روابط تساهمية بين ذرتين، أما الغازات الأحادية

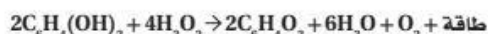
الذرة فلديها التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل.

ويوضح الشكل 15-5 المعادلة الكيميائية غير المتوازنة لتتج الرذاذ.



الشكل 5-15

110. زن المعادلة الظاهرة في الشكل 15-5. وإذا كانت خنفساء تختزن 100 mg من الهيدروكينون مع 50 mg من فوق أكسيد الهيدروجين، فأَي المادتين مُحَدَّدة للتفاعل؟



100 mg 50 mg ?mg

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ ، حوّل إلى وحدة الجرام.

$$100.0 \text{ mg } \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2 \times \frac{1 \times 10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 0.10 \text{ g } \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$$

احسب عدد مولات $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$.

$$0.10 \text{ g } \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2}{110.00 \text{ g } \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2}$$

$$= 9.08 \times 10^{-4} \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$$

H_2O_2 ، حوّل إلى وحدة الجرام.

$$50.0 \text{ mg } \text{H}_2\text{O}_2 \times \frac{1 \times 10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 0.05 \text{ g } \text{H}_2\text{O}_2$$

احسب عدد مولات H_2O_2 .

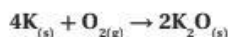
$$0.05 \text{ g } \text{H}_2\text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}_2}{34.02 \text{ g } \text{H}_2\text{O}_2} = 1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{H}_2\text{O}_2$$

احسب النسبة المولية لكل مادة،

$$\frac{9.08 \times 10^{-4} \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2}{9.08 \times 10^{-4} \text{ mol}} = 1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$$

$$\frac{1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{H}_2\text{O}_2}{9.08 \times 10^{-4} \text{ mol}} = 1.618 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}_2$$

107. اكتب معادلة موزونة لتفاعل البوتاسيوم مع الأكسجين.



تقويم إضافي

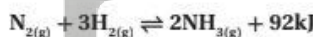
الكتابة في الكيمياء

108. تلوث الهواء ابحت في ملوثات الهواء الناتجة عن احتراق الجازولين في محرك السيارة. ناقش الملوثات الشائعة والتفاعل الذي يُستجها، موضّحًا باستخدام الحسابات الكيميائية، كيف يمكن تخفيف نسبة كل ملوث إذا ازداد عدد الأشخاص الذين يستخدمون النقل الجماعي؟

ستتنوع الإجابات، فالملوثات الشائعة هي NO ، NO_2 ، و SO_3 ، و O_3 . تحقّق من الحسابات الكيميائية، وأنها تسبب انخفاضًا في الملوثات.

109. عملية هابر تُعدّ نسبة المردود المثوية للأمونيوم الناتجة عن اتحاد الهيدروجين مع النيتروجين تحت الظروف العادية قليلة للغاية. إلا أن عملية هابر تؤدي إلى اتحاد الهيدروجين والنيتروجين تحت مجموعة ظروف صُمّمت لكي تزيد النواتج. ابحت في الظروف المُستخدمة في عملية هابر، وبيّن أهمية تطوير هذه العملية.

ستتنوع الإجابات، تأكد من وجود المعادلة التالية،



كان هدف عملية هابر التحكم في التفاعل. لذا، فإن كمية كبيرة من النواتج المفيدة أُنتجت بسرعة. وكان للعملية أهمية كبيرة؛ لأنه أمكن التوصل من خلال ذلك إلى مركب نيتروجيني يمكن إنتاجه بكميات كبيرة.

أسئلة المستندات

الدفاع الكيميائي تُنتج الكثير من الحشرات فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 والهيدروكينون $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$. وقد استغلّت بعض أنواع الخنافس هذه القدرة وقامت بخلط هذه المواد الكيميائية بعامل مساعد، فكانت النتيجة تفاعلًا كيميائيًا طاردًا للحرارة ورذاذًا كيميائيًا سaxonًا مهيجًا لأي مفترس. يأمل الباحثون في استخدام طريقة مماثلة لإشعال المحركات التوربينية للطائرة.

الخطوة 2، احسب كتلة $C_6H_4O_2$ الناتجة بالـ

$$7.35 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_4O_2 \times \frac{108.09 \text{ g } C_6H_4O_2}{1 \text{ mol } C_6H_4O_2} = 7.94 \times 10^{-2} \text{ g } C_6H_4O_2$$

الخطوة 3، حوّل إلى وحدة الملجرام.

$$7.94 \times 10^{-2} \text{ g } C_6H_4O_2 \times \frac{1 \text{ mg}}{1 \times 10^{-3} \text{ g}} = 79.4 \text{ mg } C_6H_4O_2$$

اختبار مُقنّن

الصفحتان 46 - 47

أسئلة الاختيار من متعدد

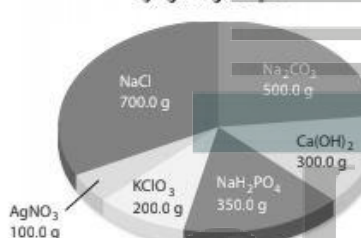
1. تعتمد الحسابات الكيميائية على:

- a. النسب المولية الثابتة
- b. قانون حفظ الطاقة
- c. ثابت أفوجادرو
- d. قانون حفظ المادة

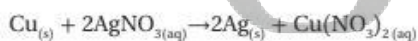
(d)

استعن بالرسم الآتي للإجابة عن الأسئلة من 2 إلى 4.

كميات المواد المتوافرة



2. يُحضّر فلز الفضة النقي باستخدام التفاعل الآتي:



ما كتلة فلز النحاس، بالجرامات، المطلوبة للتفاعل مع $AgNO_3$ تمامًا؟

- a. 18.0g
- b. 37.3g
- c. 74g
- d. 100.0g

(a)

نضرب النسب المولية في العدد 2.

$$\frac{2 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}{3.24 \text{ mol } H_2O_2} = 2$$

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل $C_6H_4(OH)_2$ مع H_2O_2

وبنسبة مولية $\frac{2 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}{4 \text{ mol } H_2O_2}$ ولكن فعليًا يتفاعلان

$$\text{بنسبة مولية } \frac{2 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}{3.24 \text{ mol } H_2O_2}$$

المادة المُحددة للتفاعل هي H_2O_2 .

111. ما المادة الفائضة؟ وما الكتلة المتبقية منها بالملجرام؟

المادة الفائضة هي $C_6H_4(OH)_2$.

الخطوة 1، احسب عدد مولات $C_6H_4(OH)_2$ المتفاعلة.

$$1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } H_2O_2 \times \frac{2 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}{4 \text{ mol } H_2O_2}$$

$$= 7.35 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_4(OH)_2$$

الخطوة 2، احسب كتلة $C_6H_4(OH)_2$ المتفاعلة بالجرامات.

$$7.35 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_4(OH)_2 \times \frac{110.12 \text{ g } C_6H_4(OH)_2}{1 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}$$

$$= 8.09 \times 10^{-2} \text{ g } C_6H_4(OH)_2$$

الخطوة 3، حوّل إلى وحدة الملجرام.

$$8.09 \times 10^{-2} \text{ g } C_6H_4(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mg}}{1 \times 10^{-3} \text{ g}}$$

$$= 80.9 \text{ mg } C_6H_4(OH)_2$$

الخطوة 4، احسب كتلة $C_6H_4(OH)_2$ المتبقية بالملجرام.

$$\begin{aligned} &\text{كتلة } C_6H_4(OH)_2 \text{ المتفاعلة} - \text{كتلة } C_6H_4(OH)_2 \text{ الكلية} \\ &= 100 \text{ mg} - 80.9 \text{ mg} = 19.1 \text{ mg } C_6H_4(OH)_2 \end{aligned}$$

112. كم mg يُنتج من البنزوكونين؟

الخطوة 1، احسب عدد مولات $C_6H_4O_2$ الناتجة.

$$1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } H_2O_2 \times \frac{2 \text{ mol } C_6H_4O_2}{4 \text{ mol } H_2O_2}$$

$$= 7.35 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_4O_2$$

احسب عدد مولات NaOH الناتجة .

$$4.049 \text{ mol Ca(OH)}_2 \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}$$

$$= 8.097 \text{ mol NaOH}$$

4. يتم تحضير مركب ثنائي الهيدروجين بيروفسفات الصوديوم $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ، والمعروف بالاسم الشائع مسحوق الخبز، بتسخين NaH_2PO_4 إلى درجة حرارة عالية حسب المعادلة الآتية:



فإذا كانت الكمية المطلوبة $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 444.0g، فكم جراماً من NaH_2PO_4 يلزم شراؤها لإنتاج هذه الكمية من $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ؟

- a. 0.000 g c. 94.00 g
b. 130.0 g d. 480.0 g

(b)

الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$

$$444.0 \text{ g Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7}{221.94 \text{ g Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7}$$

$$= 2.00 \text{ mol Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات NaH_2PO_4

$$2.00 \text{ mol Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times \frac{2 \text{ mol NaH}_2\text{PO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7}$$

$$= 4.00 \text{ mol NaH}_2\text{PO}_4$$

الخطوة 3، احسب كتلة NaH_2PO_4 بالجرامات.

$$4.00 \text{ mol NaH}_2\text{PO}_4 \times \frac{119.99 \text{ g NaH}_2\text{PO}_4}{1 \text{ mol NaH}_2\text{PO}_4}$$

$$= 480.0 \text{ g NaH}_2\text{PO}_4$$

الكمية المتوافرة - الكمية الكلية = الكمية التي يلزم شراؤها

$$= 350.0 \text{ g (من الرسم)} - 480.0 \text{ g (الحسوبة)} = 130.0 \text{ g}$$

الخطوة 1، احسب عدد مولات AgNO_3 .

$$100.0 \text{ g AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol AgNO}_3}{169.88 \text{ g AgNO}_3} = 0.589 \text{ mol AgNO}_3$$

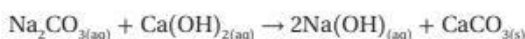
الخطوة 2، احسب عدد مولات Cu.

$$0.589 \text{ mol AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol AgNO}_3} = 0.294 \text{ mol Cu}$$

الخطوة 3، احسب كتلة Cu بالجرامات.

$$0.294 \text{ mol Cu} \times \frac{63.55 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 18.70 \text{ g Cu}$$

3. تُعد طريقة لي بلانك الطريقة التقليدية لتصنيع هيدروكسيد الصوديوم حسب المعادلة الآتية:



ما الحد الأعلى لعدد المولات لـ NaOH الناتجة باستخدام كميات المواد الكيميائية المتوافرة؟

- a. 4.050 mol c. 4.720
b. 8.097 mol d. 9.430 mol

(b)

حدد المادة المحددة للتفاعل.

احسب عدد مولات Na_2CO_3

$$500.0 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106.00 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}$$

$$= 4.717 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

احسب عدد مولات Ca(OH)_2

$$300.0 \text{ g Ca(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{74.10 \text{ g Ca(OH)}_2}$$

$$= 4.049 \text{ mol Ca(OH)}_2$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة يتفاعل Ca(OH)_2 مع

Na_2CO_3 بنسبة 1 mol Na_2CO_3 : 1 mol Ca(OH)_2

وتكون Ca(OH)_2 في هذا التفاعل هي المادة المحددة للتفاعل.

والكمية 4.049 mol من Ca(OH)_2 هي الكمية المتفاعلة.

7. أي مجالات الطاقة الفرعية الآتية توجد فيها الروابط تكافؤ العناصر المُصنّفة (W)؟
a. s b. p c. d d. f

5. يتحلّل أكسيد الزئبق الأحمر تحت تأثير الحرارة العالية ليكون فلز الزئبق وغاز الأكسجين حسب المعادلة الآتية:
 $2\text{HgO}_{(s)} \rightarrow 2\text{Hg}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$

فإذا تحلّلت 3.55 mol HgO لتكوين 1.54 mol O₂ و 618 g Hg، فما نسبة المردود المثوية لهذا التفاعل؟

- a. 13.2%
b. 56.6%
c. 42.5%
d. 86.8%

(d)

المردود النظري،

احسب عدد مولات O₂،

$$3.55 \text{ mol HgO} \times \frac{2 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol HgO}} = 1.775 \text{ mol O}_2$$

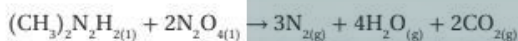
احسب نسبة المردود المثوية،

$$100\% = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times \text{نسبة المردود المثوية}$$

$$= \frac{1.54 \text{ mol}}{1.775 \text{ mol}} \times 100\% = 86.8\% \text{ O}_2$$

استعن بالرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 6 و 7.

9. يشتعل (CH₃)₂N₂H₂ عند ملامسته لرابع أكسيد ثنائي النيتروجين N₂O₄.



ولأن هذا التفاعل يُنتج كمية هائلة من الطاقة عن كمية قليلة من المواد المتفاعلة، فقد استُعمل لنقل الصواريخ في رحلات أبولو للقمر. فإذا استُهلك 18.0 mol من رابع أكسيد ثنائي النيتروجين في هذا التفاعل، فما عدد مولات غاز النيتروجين الناتجة؟

احسب النسبة المولية،

$$\text{النسبة المولية} = \frac{3 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol N}_2\text{O}_4}$$

احسب عدد مولات N₂،

$$18 \text{ mol N}_2\text{O}_4 \times \frac{3 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol N}_2\text{O}_4} = 27 \text{ mol N}_2$$

الجدول الدوري																	
1	2											13	14	15	16	17	18
Y	Y											W	W	W	W	W	W
Y	Y											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								W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z								X	X	X	X	X	X
												X	X	X	X	X	X

6. أي العناصر له أكبر نصف قطر ذري في دورته؟

- a. W
b. X
c. Y
d. Z

(c)

استخدم الأشكال الآتية للإجابة عن الأسئلة من 10 إلى 14.

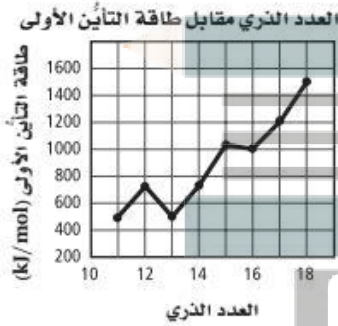
أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 15 و 16.

العنصر	العدد الذري	طاقة التأين الأولى (kJ/mol)
الصوديوم	11	496
المغنسيوم	12	736
الألمنيوم	13	578
السليكون	14	787
الفوسفور	15	1012
السيلينيوم	16	1000
الكلور	17	1251
الأرجون	18	1521

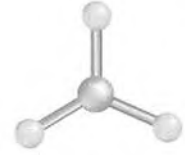
15. مثل البيانات السابقة بيانيًا، وضع العدد الذري على المحور السيني.

يجب أن تمثل البيانات علاقة خطية تقريبًا مع قليل من الجواف المتعرجة كما في الشكل الآتي.



16. وضح الخط الذي تتغير فيه طاقة التأين، وكيف ترتبط الإلكترونات تكافؤ العنصر؟

تزداد طاقة التأين عند الانتقال عبر الدورة (من اليسار إلى اليمين) أو من الأسفل إلى الأعلى عبر المجموعة في الجدول الدوري. فعناصر المجموعة 1 تمتلك إلكترون تكافؤ واحد، وعناصر المجموعة 2 تمتلك إلكترونين تكافؤين وهي نسبيًا سهلة الفقد؛ لأن ذلك يُنتج غلافًا خارجيًا مكتملاً. أما عناصر الجانب الأيمن من الجدول الدوري فلها طاقة تأين مرتفعة؛ لأن الغلاف الخارجي لها ممتلئ تقريبًا مما يجعلها أكثر قدرة على اكتساب عدد من الإلكترونات بدلا من فقدائها.



10. أي الأشكال أعلاه يُمثل جزيء كبريتيد الهيدروجين؟

11. أي الأشكال يُمثل جزيئات لها أربعة أزواج مرتبطة من الإلكترونات ولا تحتوي على أي زوج من الإلكترونات غير المرتبطة؟

12. أي الأشكال يُعرف بالشكل الهرمي؟

13. أي الأشكال يُمثل ثاني أكسيد الكربون؟

14. أي الأشكال يُمثل جزيئًا فيه مجالات مهجنة من نوع sp^2 ؟