

- 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.

## حسابات المعادلات الكيميائية

### Stoichiometric Calculations

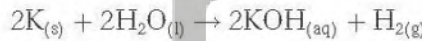
**الفكرة الرئيسية** يتطلب حل مسألة الحسابات الكيميائية كتابة معادلة كيميائية موزونة.

**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.

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

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

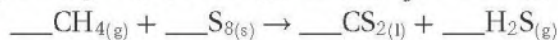
لذا يُنتج احتراق 10 mol من غاز البروبان 30 mol من  $CO_2$ .

### 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  $S_8$ ؟

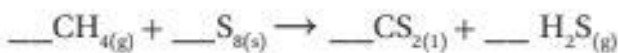
12. تحفيز يتكون حمض الكبريتيك من تفاعل ثاني أكسيد الكبريت  $SO_2$  مع الأكسجين والماء.

a. اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

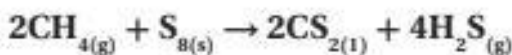
b. ما عدد مولات  $H_2SO_4$  الناتجة عن تفاعل 12.5 mol من  $SO_2$ ؟

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

11. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت مُنتجًا 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 من  $SO_2$ ؟

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

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 Cl<sub>2</sub> بشدة مع الصوديوم.

#### 1 تحليل المسألة

أعطيت مولات المادة المتفاعلة الكلور Cl<sub>2</sub>، وطلب إليك تحديد كتلة المادة الناتجة NaCl، وتحويل عدد مولات الكلور Cl<sub>2</sub> 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 :  $\frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol Cl}_2}$   
$$1.25 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol Cl}_2} = 2.50 \text{ mol NaCl}$$
  
اضرب عدد مولات Cl<sub>2</sub> في النسبة المولية لحساب عدد مولات 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

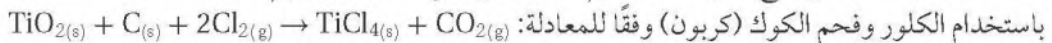
للتأكد من صحة كتلة NaCl المحسوبة، اعكس الحسابات، واقسم كتلة NaCl على الكتلة المولية لـ NaCl، ثم قسم الناتج على 2 لتحصل على عدد مولات Cl<sub>2</sub> المعطاة في السؤال.

### 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 TiCl<sub>4</sub> من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO<sub>2</sub> باستخدام الكلور وفحم الكوك (كربون) وفقاً للمعادلة:

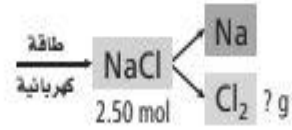


a. ما كتلة غاز Cl<sub>2</sub> اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO<sub>2</sub>؟

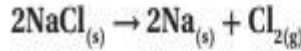
b. ما كتلة C اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO<sub>2</sub>؟

c. ما كتلة المواد الناتجة جميعها من تفاعل 1.25 mol من TiO<sub>2</sub>؟

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.

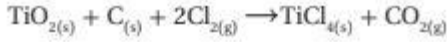
$$2.50 \text{ mol NaCl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol NaCl}} = 1.25 \text{ mol Cl}_2$$

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 نشيط- في الكثير من السبائك، لقوته العالية و-منه لا يمتزج مع- رابع كلوريد التيتانيوم  $\text{TiCl}_4$  من ثاني أكسيد التيتانيوم  $\text{TiO}_2$  باستخدام الكلور وفحم الكوك (الكربون) وفقاً للمعادلة:



a. ما كتلة غاز  $\text{Cl}_2$  اللازمة للتفاعل مع  $1.25 \text{ mol}$  من  $\text{TiO}_2$ ؟

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  $1.25 \text{ mol}$  من  $\text{TiO}_2$ ؟

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  $1.25 \text{ mol}$  من  $\text{TiO}_2$ ؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات  $\text{TiO}_2$  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  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ، والتي تعد أحد أهم الأسمدة، ينتج غاز أكسيد ثنائي النيتروجين (أكسيد النيتروز) والماء. حدد كتلة  $\text{H}_2\text{O}$  الناتجة عن تحلل 25.0 g من نترات الأمونيوم الصلبة  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

#### 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.	$25.0 \text{ g}$	$?$ 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 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ بالضرب في	$25.0 \text{ g NH}_4\text{NO}_3$	$\times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80.04 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}$	$= 0.312 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$
مقلوب الكتلة المولية			
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 $\text{H}_2\text{O}$ 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



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

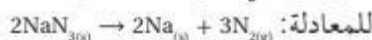
15. أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم  $\text{NaN}_3$  وفقاً للمعادلة:  $2\text{NaN}_{3(\text{s})} \rightarrow 2\text{Na}_{(\text{s})} + 3\text{N}_{2(\text{g})}$

احسب كتلة  $\text{N}_2$  الناتجة عن تحلل  $\text{NaN}_3$ ، كما يظهر في الرسم المجاور.

16. تحفيز عند تشكل المطر الحمضي يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت  $\text{SO}_2$  مع الأكسجين والماء في الهواء ليشكل حمض الكبريتيك  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل. وإذا تفاعل  $2.5 \text{ g SO}_2$  مع الأكسجين والماء، فاحسب كتلة  $\text{H}_2\text{SO}_4$  الناتجة بالجرامات؟

15. أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية

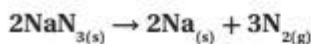
الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم  $\text{NaN}_3$  وفقاً



احسب كتلة  $\text{N}_2$  الناتجة عن

تحلل  $\text{NaN}_3$ ، كما يظهر في

الرسم المجاور.



الخطوة 1، احسب عدد مولات  $\text{NaN}_3$ .

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

الخطوة 2، احسب عدد مولات  $\text{N}_2$ .

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

الخطوة 3، احسب كتلة  $\text{N}_2$  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

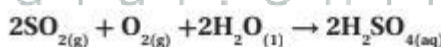
الكبريت  $\text{SO}_2$  مع الأكسجين والماء في الهواء ليُشكل حمض

الكبريتيك  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل. وإذا

تفاعل  $2.5 \text{ g SO}_2$  مع الأكسجين والماء، فاحسب كتلة

$\text{H}_2\text{SO}_4$  الناتجة بالجرامات؟

الخطوة 1، زن المعادلة الكيميائية.



الخطوة 2، احسب عدد مولات  $\text{SO}_2$ .

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

الخطوة 3، احسب عدد مولات  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

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

الخطوة 4، احسب كتلة  $\text{H}_2\text{SO}_4$  بالجرامات.

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



### تطبيقات على الحسابات الكيميائية

- ما كمية كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  الناتجة عن تحلل صودا الخبز؟  
يستخدم صودا الخبز - كربونات الصوديوم الهيدروجينية - في كثير من وصفات الخبز؛ لأنها تسبب انتفاخ العجينة، مما يجعلها خفيفة إسفنجية.
5. جهاز حاملًا مع حلقة، ومثلًا من الصلصال لتسخين الجفنة.  
6. سخن الجفنة باستخدام موقد بنزن ببطء في البداية، ثم مدة 7 - 8 min بلهب قوي، وسجل ملاحظاتك في أثناء التسخين.

7. أطفئ الموقد واستخدم ملقطًا لرفع الجفنة عن اللهب.

**تحذير:** لا تلمس الجفنة الساخنة.

8. دع الجفنة تبرد، ثم قس كتلتها وكتلة  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

### تحليل النتائج

1. صف ما لاحظته في أثناء تسخين صودا الخبز.  
2. قارن كتلة  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  التي حسبته بالكتلة الفعلية التي حصلت عليها من التجربة.  
3. احسب افتراض أن كتلة  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  التي حسبته في الخطوة رقم 4 هي الكتلة الصحيحة لنتائج التفاعل؛ احسب الخطأ ونسبته المئوية في ضوء نتيجة التجربة.  
4. حدد مصادر الخطأ المحتملة في خطوات العمل التي أدت إلى خطأ الحساب في السؤال رقم 3.

### اجابة سؤال تحليل النتائج :

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 1,97 g

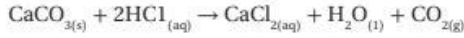
و 1,90 g على التوالي، فيكون الخطأ = 0,07 g ، ونسبة الخطأ تساوي 3,55%

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

### التقويم 2-5

#### الخلاصة

17. **الغرفة الرئيسية** هسر لماذا تستخدم المعادلة الكيميائية الموزونة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.
18. اذكر الخطوات الأربع المستخدمة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.
19. طبق كيف يمكن حساب كتلة البروم السائل الضرورية للتفاعل كليًا مع كتلة معروفة من الماغنسيوم.
20. احسب كتلة الأمونيا الناتجة عن تفاعل 2.70 g من الهيدروجين مع كمية وافرة من النيتروجين حسب المعادلة:  $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$
21. صمم خريطة مفاهيم للتفاعل الآتي:  
 $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$   
يجب أن تفسر خريطة المفاهيم كيفية تحديد كتلة  $\text{CaCl}_2$  الناتجة عن تفاعل كمية معروفة من HCl.
- 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.



يجب أن تُفسّر خريطة المفاهيم كيفية تحديد كتلة  $\text{CaCl}_2$  الناتجة عن تفاعل كمية معلومة من  $\text{HCl}$ .

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. طبّق كيف يمكن حساب كتلة البروم السائل الضرورية للتفاعل كلياً مع كتلة معروفة من الماغنسيوم.

اكتب معادلة موزونة، وحوّل الكتلة المعطاة للماغنسيوم  $\text{Mg}$  إلى عدد مولات. ثم استخدم النسبة المولية من المعادلة لتحويل عدد مولات  $\text{Mg}$  إلى عدد مولات  $\text{Br}$ . وأخيراً حوّل عدد مولات  $\text{Br}$  إلى كتلة بالجرامات.

20. احسب كتلة الأمونيا الناتجة عن تفاعل  $2.70 \text{ g}$  من الهيدروجين مع كمية وافرة من النيتروجين حسب المعادلة:



الخطوة 1، احسب عدد مولات  $\text{H}_2$ .

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

الخطوة 2، احسب عدد مولات  $\text{NH}_3$ .

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

الخطوة 3، احسب كتلة  $\text{NH}_3$  بالجرامات.

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