

## المخطط التنظيمي للفصل 5 : الحسابات الكيميائية Stoichiometry

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

أهداف القسم	القسم		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصف العلاقات من خلال معادلة كيميائية موزونة.</li><li>2. يذكر النسب المولية في المعادلة الكيميائية الموزونة.</li></ol>	<h3>5-1 المقصود بالحسابات الكيميائية</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تحدد كمية كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المواد الناتجة.</p>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يكتب الخطوات المتتالية المستخدمة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.</li><li>2. يحل مسائل الحسابات الكيميائية.</li></ol>	<h3>5-2 الحسابات الكيميائية والمعادلات الكيميائية</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تتطلب مسائل الحسابات الكيميائية كتابة معادلة موزونة للتفاعل.</p>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يجد المادة المحددة للتفاعل في معادلة كيميائية.</li><li>2. يعرف المادة المتفاعلة الفائضة، وتحسب كمية المتبقي منها عند انتهاء التفاعل.</li><li>3. يحسب كتلة الناتج عندما تُعطى كتلاً لأكثر من مادة متفاعلة.</li></ol>	<h3>5-3 المادة المحددة للتفاعل</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> يتوقف التفاعل الكيميائي عندما تُستنفد أي من المواد المتفاعلة تماماً.</p>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يحسب المردود النظري للتفاعل الكيميائي من البيانات.</li><li>2. يجد المردود المثوي للتفاعل الكيميائي.</li></ol>	<h3>5-4 نسبة المردود المئوية</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> نسبة المردود المئوية قياسٌ لفاعلية التفاعل الكيميائي.</p>		
<b>تعلم تعاوني</b>	<b>ف م</b> فوق المستوى	<b>ض م</b> ضمن المستوى	<b>د م</b> دون المستوى

الزمن المقترح للتدريس - الفصل 5 / الحسابات الكيميائية (6 حصص)

التقويم	5-4	5-3	5-2	5-1	القسم
1	1	1	2	1	عدد الحصص

المواد والأدوات المختبرية	المواد الإثرائية الداعمة	مصادر تقويم التعلم
<p>صفحة 11 تجربة استهلاكية نخبار مدرج سعة 10 ml ، 0.01 M برمنجنات البوتاسيوم، كأس سعة 100 ml، 0.01M محلول كبريتات الصوديوم الهيدروجينية، ساق تحريك. الزمن 15 دقيقة</p> <p>صفحة 13 عرض سريع دورق مخروطي سعة 125 ml عدد 4، بالون عدد 4، 10 ml من حمض الاسيتيك، 4 عينات من صودا الخبز مختلفة الكتلة. الزمن 15 دقيقة</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p>مصادر الفصول</p> <p>دليل مراجعة الفصل صفحة 16 <b>ض م</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 16 <b>د م</b></p> <p>شريحة مهارات الرياضيات رقم 7 <b>ض م</b></p>	<p>متابعة التقدم تقويم بنائي، صفحة 15 ماذا قرأت؟ صفحة 13، 15 تقويم القسم، صفحة 16</p>
<p>صفحة 22 تجربة ميزان، جفنة، كربونات الصوديوم الهيدروجينية (NaHCO<sub>3</sub>) ، حامل الحلقة، حلقة، مثلث فخار، لهب بنزن، ملقط. الزمن 25 دقيقة</p> <p>صفحة 36 مختبر الكيمياء كبريتات النحاس (II) المائية، برادة حديد، ماء مقطر، سخان كهربائي، مشبك، دوارق، ميزان، ساق تحريك، دورق، كأس سعتها 150 ml، كأس سعتها 400 ml، نخبار مدرج سعته 100 ml، أوراق وزن الزمن 45 دقيقة</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>د م</b></p> <p>مصادر الفصول</p> <p>دليل مراجعة الفصل صفحة 18 <b>ض م</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 17 <b>د م</b></p> <p>شريحة التعليم رقم 15 <b>ض م</b></p> <p>شريحتا مهارات الرياضيات رقم 8، 9 <b>ض م</b></p>	<p>متابعة التقدم تقويم بنائي، صفحة 18 تقويم القسم، صفحة 22</p>
<p>صفحة 26 عرض توضيحي سحاحة عدد 2، مسطرة مترية، نخبار مدرج، ساق تحريك زجاجية عدد (2)، أنابيب اختبار (18 mm × 150 mm) عدد 8، حامل أنابيب اختبار، 0.02 M KOH، 0.10 M CuSO<sub>4</sub>، ماء مقطر، جهاز الطرد المركزي. الزمن 10 دقائق</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p>مصادر الفصول</p> <p>دليل مراجعة الفصل صفحة 20 <b>ض م</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 18 <b>د م</b></p> <p>شريحة التعليم رقم 16 <b>ض م</b></p>	<p>متابعة التقدم تقويم بنائي، صفحة 25، 27، 29 ماذا قرأت؟ صفحة 24 تقويم القسم، صفحة 29</p>
<p>صفحة 31 عرض سريع 5.0 ml زيت طبخ، 20 حبة ذرة جافة، دورق متوسط الحجم، غطاء ألومنيوم مثقب، سخان كهربائي. الزمن 15 دقيقة</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p>مصادر الفصول</p> <p>دليل مراجعة الفصل صفحة 21 <b>ض م</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 19 <b>د م</b></p>	<p>متابعة التقدم تقويم بنائي، صفحة 34 تقويم القسم، صفحة 34 تقويم ختامي تقويم الفصل صفحة 38</p>

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

**1-5 المقصود بالحسابات الكيميائية**

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

**2-5 الحسابات الكيميائية والمعادلات الكيميائية**

**الفكرة الرئيسة** تتطلب مسائل الحسابات الكيميائية كتابة معادلة موزونة للتفاعل.

**3-5 المادة المحددة للتفاعل**

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

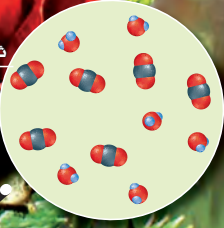
**4-5 نسبة المردود المثوية**

**الفكرة الرئيسة** 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:  
 $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
- يُنتج فدان من الذرة في يوم صيفي من الأكسجين (الناتج عن البناء الضوئي) ما يكفي حاجة 130 شخصًا للتنفس. الفدان  $4200m^2 =$

ثاني أكسيد الكربون والماء



بلاستيدة خضراء



**الفكرة العامة**

**المواد المتفاعلة** لتقديم الفكرة العامة لهذا الفصل، أحضر أربعة علب متماثلة (مثل علب أفلام التصوير) لها أغطية بحيث يمكن أحكام إغلاقها. ثم دع أربعة طلاب يضيفوا 5ml من الماء إلى كل علبة. واطلب إليهم أن يقسموا قرص بيكربونات الصوديوم إلى أربع قطع غير متساوية (صغيرة، متوسطة، بين المتوسطة والكبيرة، كبيرة)، ويضعوها على أغطية العلب، ثم ينبغي قلب الأغطية وإسقاط القطع في العلب وإغلاقها، ثم الابتعاد بعد ذلك عن الطاولة. ستلاحظ عندئذ انطلاق الأغطية في الهواء. اسأل الطلاب: أي الأغطية انطلق بقوة أكبر؟ **العلبة التي احتوت على أكبر قطعة من القرص.**

واسألهم عما إذا كانت كمية بيكربونات الصوديوم التي في العلبة تحدد قوة انطلاق غطاء العلبة. **سوف تتناسب النتائج مع حجم القرص.**

**الربط بالمعرفة السابقة**

اطلب إلى الطلبة مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل: التعبير العلمي، الأرقام المعنوية، متوسط الكتلة الذرية، معاملات التحويل المولية.

**استعمال الصورة**

**حفظ الكتلة** اكتب معادلة البناء الضوئي الأساسية على السبورة. وذكر الطلاب بقانون حفظ الكتلة، ثم اطلب إليهم أن يتحققوا أن الكتلة تُحفظ خلال عملية البناء الضوئي. **على الطلاب أن يتحققوا من تساوي أعداد كل نوع من الذرات، وأن الكتلة متساوية على جانبي المعادلة.**

## تجربة استهلاكية

**الهدف** سيلاحظ الطلاب تفاعلاً كيميائياً تستهلك فيه إحدى المواد المتفاعلة بصورة كاملة، في حين تبقى المادة المتفاعلة الأخرى بصورة فائضة.

**احتياطات السلامة** اطلب إلى الطلاب تعبئة نموذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

راجع مع الطلاب كيفية التعامل مع برمنجنات البوتاسيوم وكبريتيت الصوديوم الهيدروجينية قبل إجراء هذه التجربة. ولا تسمح لهم بتحضير محاليل كيميائية بأنفسهم؛ لأن برمنجنات البوتاسيوم  $KMnO_4$  عامل مؤكسد خطر سواء كان في صورة مسحوق أو بلورات. وذكّرهم بأن يرتدوا معطف المختبر ويضعوا النظارات الواقية.

**التخلص من الفضلات** يجب معالجة محلول  $KMnO_4$  أو الاحتفاظ به على أنه نفاية كيميائية، ولا تسكبه في المغسلة.

### استراتيجيات التدريس

- ضع خمسة أنابيب اختبار وعشر سدادات مطاطية على الطاولة، ثم أغلق كل أنبوب بسدادة واحدة، واسأل الطلاب: أيهما يتوافر بكمية أكبر؟

**النتائج المتوقعة** يكون لون محلول  $KMnO_4$  الأصلي أرجوانياً غامقاً، ويصبح المحلول عديم اللون تدريجياً عند إضافة محلول  $NaHSO_3$  إليه. ومن المتوقع أن يتطلب كل 5 ml من  $KMnO_4$  إلى 27 ml من  $NaHSO_3$  حتى يتغير لون محلول البرمنجنات إلى محلول صافٍ عديم اللون.

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

## تجربة استهلاكية

### ما أدلة حدوث تفاعل كيميائي؟

تُستهلك المواد المتفاعلة خلال التفاعل الكيميائي، وتنتج مواد جديدة. وغالباً ما يصاحب التفاعل أدلة تشير إلى حدوثه.

### خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. ضع 5 ml من محلول برمنجنات البوتاسيوم  $KMnO_4$  الذي تركيزه 0.01M في كأس سعته 100 ml، باستخدام مخبر مدرج سعته (10 ml).
3. أضف باستخدام المخبر المدرج، بعد تنظيفه وتجفيفه، 5ml من محلول كبريتيت الصوديوم الهيدروجيني  $NaHSO_3$  الذي تركيزه 0.01M ببطء إلى المحلول السابق مع الاستمرار في عملية التحريك، ثم سجل ملاحظاتك.
4. كرر الخطوة 3 وتوقف عن إضافة محلول كبريتيت الصوديوم الهيدروجيني عندما يختفي لون محلول برمنجنات البوتاسيوم، ثم سجل ملاحظاتك.

### تحليل النتائج

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

### المطويات

خطوات الحسابات الكيميائية تعمل 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** سمّ القطع بأسماء خطوات الحسابات الكيميائية.

### المطويات

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

المطويات  
مراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع:  
www.obeikaneducation.com

### تحليل النتائج

1. عندما أضيف محلول كبريتيت الصوديوم الهيدروجيني العديم اللون إلى محلول برمنجنات البوتاسيوم الأرجواني لوحظ تغير اللون من الأرجواني إلى عديم اللون.
2. يمكن أن تؤدي إضافة محلول  $NaHSO_3$  جميعه مرة واحدة إلى خطأ في حجم المحلول الذي يتطلبه تغير اللون الأرجواني لمحلول  $KMnO_4$  إلى محلول عديم اللون. ويمكن أن يكون الخطأ بمقدار 5 ml.

# 5-1

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (16) الواردة في مصادر التعلم للفصول (5-8)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

### الفكرة الرئيسية

**المواد المتفاعلة والنواتج** ضع شمعة على طبق زجاجي، وضعه في إناء فيه ماء، ثم أشعل الشمعة، واسأل الطلاب: ماذا يحدث إذا وضعت كأس كبيرة فوق الشمعة؟ **سوف تنطفئ الشمعة عندما تستنفد الأكسجين في الكأس.** ضع الكأس فوق الشمعة، واطلب إلى الطلاب مراقبة ارتفاع مستوى الماء في الكأس. واسأل: لماذا ارتفع مستوى الماء في الكأس؟ **يكون عدد مولات المواد المتفاعلة الغازية في المعادلة الموزونة أكثر من عدد مولات المواد الناتجة الغازية، مما يسبب ضغطاً أقل داخل الكأس بعدما تنطفئ الشمعة وتبرد.** أخبر الطلاب أن هذا الفصل يتضمن دراسة كميات المواد المتفاعلة والنواتج. **ض م**

## 2. التدريس

### عرض سريع



**الاحتراق** صل نهايتي أنبوب مطاطي بقمع زجاجي صغير من طرف وأنبوب غاز من الطرف الآخر، ثم املاً طبق بتري بمحلول صابون يحوي 10% من الصابون ونقط من الجليسرول، ثم اغمس القمع في الخليط. واربط قطعة خشبية بطرف مسطرة مترية وأشعلها بعود ثقاب. ثم افتح أنبوب الغاز بحيث تنتج فقائيع في القمع ببطء. ودع الفقائيع تخرج من القمع، واطلب إلى أحد الطلاب أن يلمس كل فقاعة بالقطعة الخشبية المشتعلة، فعندئذ سوف تشتعل الفقائيع. وذكر الطلاب أنك تشعل فقائيع من الغاز الطبيعي أو الميثان (CH<sub>4</sub>). واطلب إليهم أن يكتبوا معادلة الاحتراق.



## 5-1

### 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** تحدد كمية كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المادة الناتجة.

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

### علاقة المول بالجسيمات Particle and Mole Relationships

هل فوجئت باختفاء اللون الأزجواني لبرمنجنات البوتاسيوم عندما أضفت كبريتيت الصوديوم الهيدروجيني في أثناء التجربة الاستهلاكية؟ إذا استنتجت أن برمنجنات البوتاسيوم قد استهلكت وأن التفاعل قد توقف فهذا صحيح. تتوقف التفاعلات الكيميائية عندما تستهلك إحدى المواد المتفاعلة. وعندما يحفظ 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 الأكسجين 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. 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 مع الأكسجين O<sub>2</sub>، الموضح في الشكل 5-1 فعمل الرغم من تكون مركب جديد هو أكسيد الحديد Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> فإن كتلة هذا المركب الجديد لا تختلف عن كتلة مادتي التفاعل.

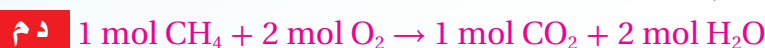
**الشكل 5-1** تحدد المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل الحديد والأكسجين العلاقة بين كمية المواد المتفاعلة والنواتج.



[www.almanahj.com](http://www.almanahj.com)

### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** استخدم مجموعة نماذج الجزيئات (الكرات والوصلات) لعمل نموذجاً لجزيء CH<sub>4</sub> وجزيئي O<sub>2</sub>، واطلب إلى الطلاب تعرف هذه النماذج. ثم اصنع نموذجاً لجزيء CO<sub>2</sub> ونموذجاً آخر لجزيئي H<sub>2</sub>O، واطلب إليهم تعرف هذه النماذج أيضاً. ثم أخبرهم بأن مجموعتي النماذج تمثلان المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند احتراق الميثان. رتب المواد المتفاعلة والنواتج على جانبي لوحة كرتون في صورة سهم، ثم اطلب إلى الطلاب عدّ أعداد كل نوع من الذرات قبل التفاعل وبعده. **ذرة كربون، أربع ذرات هيدروجين وأربع ذرات أكسجين.** وذكرهم بأن المعاملات تمثل عدد المولات أو عدد الجزيئات، وأخيراً اطلب إليهم تفسير المعادلات بالمولات.



## التعلم البصري

الجدول 1-5 اطلب إلى الطلاب استخدام الجدول لتفسير معادلة احتراق الميثان. ارسـم مخططاً للتفاعل لمساعدتهم على التفسير. **ضم**

**ماذا قرأت؟** تمثل المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة عدد الجسيمات الممثلة وعدد المولات أيضاً. 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.

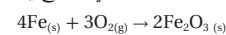
### عرض سريع



**كمية المواد المتفاعلة** خذ أربعة دوارق مخروطية حجم كل منها 125 ml وأربعة بالونات. ثم أضف 10 ml من محلول حمض الأسيتيك إلى كل دورق. وزن عينات من صودا الخبز مقاديرها 0.5 g، 1.0 g، 2.5 g، 5.0 g. واسأل الطلاب: ماذا يحدث عندما تضاف صودا الخبز إلى حمض الأسيتيك؟ **يحدث تفاعل وينتج عنه غاز.** اسأل الطلاب عما إذا كانت الدوارق كلها ستنتج الكمية نفسها من ثاني أكسيد الكربون. **سوف تنتج الإجابات.** أضف صودا الخبز إلى حمض الأسيتيك في كل دورق وغط فوهة الدورق بالبالون بسرعة. واسأل الطلاب لماذا تكون حجوم البالونات مختلفة؟ **أنتج كل تفاعل كمية مختلفة من ثاني أكسيد الكربون؛ والتي تعتمد على كمية حمض الأسيتيك وصودا الخبز المتفاعلة.**

العلاقات المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة			
4Fe(s)	+	3O <sub>2(g)</sub>	→ 2Fe <sub>2</sub> O <sub>3(s)</sub>
الحديد	+	الأكسجين	→ أكسيد الحديد III
4 atoms Fe	+	3 molecules O <sub>2</sub>	→ 2 Formula units
4 mol Fe	+	3 mol O <sub>2</sub>	→ 2 mol Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
223.4 g Fe	+	96.00 g O <sub>2</sub>	→ 319.4 g Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
319.4 g مواد متفاعلة			→ 319.4 g مواد ناتجة

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 والناتجة، إلا أنه بتحويل عدد المولات المعروفة إلى كتلة تصبح علاقات الكتلة واضحة. تذكر أنه يمكنك تحويل عدد المولات إلى كتلة بجزءها في الكتلة المولية. لذا، فإن كتل المواد المتفاعلة هي على النحو الآتي:

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

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

ولذا؛ فالكتلة الكلية للمواد المتفاعلة هي: 223.4g + 96.00g = 319.4g وبطريقة مماثلة، فإن كتلة المواد الناتجة هي:

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

لاحظ تساوي كتل المواد المتفاعلة والناتجة.

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

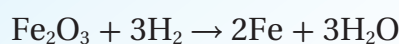
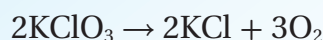
$$319.4\text{g} = 319.4\text{g}$$

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.

### دفتر الكيمياء

**تفسير المعادلات الكيميائية** اطلب إلى الطلاب أن يفسروا المعادلات التالية فيما يتعلق بالجسيمات، وعدد المولات، والكتلة.

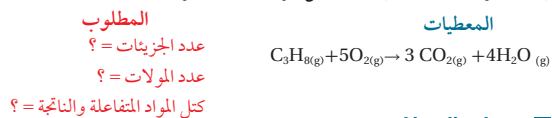


ثم اطلب إليهم أن يوضحوا في دفاترهم أنه قد روعي قانون حفظ الكتلة. **ضم**

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 وضح تطبيق قانون حفظ الكتلة.

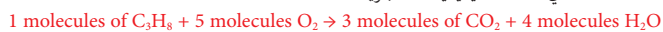
### 1 تحليل المسألة

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.

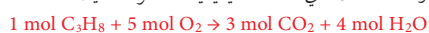


### 2 حساب المطلوب

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  $\times$  الكتلة المولية للمادة المتفاعلة أو الناتجة = جرامات المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة.

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

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

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

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

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

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

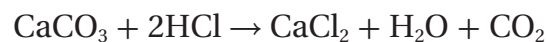
$$204.1 \text{ g} \text{ مواد متفاعلة} = 204.1 \text{ g} \text{ مواد ناتجة} \quad \text{تطبيق قانون حفظ الكتلة}$$

### 3 تقويم الإجابة

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

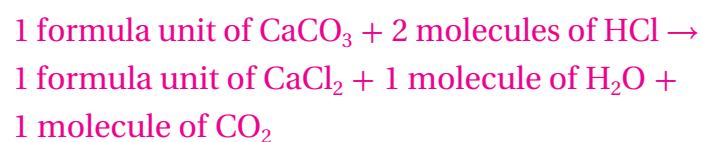
## مثال في الصف

**السؤال** يتفحص الجيولوجيون وجود كربونات الكالسيوم في الصخور باستخدام محلول حمض الهيدروكلوريك؛ إذ يشير ظهور الفقاعات إلى انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من الحجر الجيري؛ طبقاً للتفاعل التالي:



فسر معادلة هذا التفاعل اعتماداً على الجسيمات الممثلة، وعدد المولات، والكتلة، مبيناً مراعاة قانون حفظ الكتلة.

### الإجابة



175g من المواد الناتجة = 175g من المواد المتفاعلة

إذاً الكتلة محفوظة.

## طرائق تدريس متنوعة

**المعاقون سمعياً** اعرض على الطلاب مشهداً لإطلاق المكوك الفضائي. ووضح لهم على السبورة أن الوقود المستخدم لعملية الإطلاق هو خليط من الهيدروجين والأكسجين. واطلب إليهم أن يكتبوا فقرة تصف العوامل التي يأخذها المهندسون في الحسبان عند استخدام هذه الأنواع من الوقود. **على أن تشمل هذه الفقرات عوامل مثل كمية الهيدروجين الناتجة وكمية الأكسجين الضرورية.**

**ض م**

## مشروع الكيمياء

### الحسابات الكيميائية في الفضاء

اطلب إلى الطلاب البحث في دور هيدروكسيد الليثيوم في التخلص من ثاني أكسيد الكربون الذي ينتجه رواد الفضاء. واطلب إليهم أن يناقشوا لماذا يجب التخلص من ثاني أكسيد الكربون، وكيف تستخدم الحسابات الكيميائية لتقليل وزن هيدروكسيد الليثيوم المحمول إلى الفضاء. واطلب إليهم إجراء حساب تقريبي لكمية ثاني أكسيد الكربون التي ينتجها الشخص في اليوم.

**ض م ف م**

## التقويم

مهارة اطلب إلى كل طالب أن يكتب على ورقة معادلةً موزونة، ويعطيها إلى زميله لكتابة النسب المولية لها. **ض م**

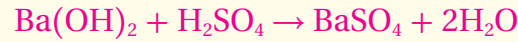
## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

ضع قطعة صغيرة من الكالسيوم في أنبوب اختبار يحتوي على HCl بتركيز 3.0 M. واجمع غاز الهيدروجين الناتج في أنبوب اختبار آخر. وأثبت وجوده باستخدام قطعة خشب مشتعلة، ولاحظ الفرق المميز لاحتراقه، ثم اكتب على السبورة المعادلة اللفظية للتفاعل: كالسيوم مع حمض الهيدروكلوريك ينتج كلوريد الكالسيوم والهيدروجين. واطلب إلى الطلاب كتابة المعادلة الموزونة، وكتابة نسبتين موليتين لها على الأقل. **ض م**



ضع 10 ml من 0.10 M Ba(OH)<sub>2</sub> في أنبوب اختبار، وأضف إليها 10 ml من محلول حمض الكبريتيك. ثم اطلب إلى الطلاب كتابة معادلة التفاعل وجميع النسب المولية الممكنة. **ض م**



### التوسع

اطلب إلى الطلاب توضيح كيفية استخدام النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة لربط كتل المواد المتفاعلة والناجمة في التفاعل. بما أن الكميات المولية ترتبط بالكتلة بوساطة عدد أفوجادرو، فإنه يمكن تحويل النسب المولية إلى نسب كتلية.

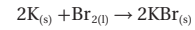
**ض م**

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.

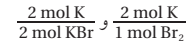
### مسائل تدريبية

- فسر المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية من حيث عدد الجسيمات والموالات والكتلة، آخذاً بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:
  - $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NH}_{3(g)}$
  - $\text{HCl}_{(aq)} + \text{KOH}_{(aq)} \rightarrow \text{KCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
  - $2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$
- تحفيز زن المعادلات الكيميائية الآتية، ثم فسرها من حيث عدد الجسيمات المثلثة والموالات والكتلة آخذاً بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:
  - $\text{Na}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{NaOH}_{(aq)} + \text{H}_2(g)$
  - $\text{Zn}_{(s)} + \text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Zn(NO}_3)_2(aq) + \text{N}_2\text{O}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

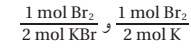
**نسبة المولات** لقد تعلمت أن المعاملات في المعادلة الكيميائية تظهر العلاقات بين مولات المواد المتفاعلة ومولات المواد الناتجة. وتستطيع أن تستخدم العلاقات بين المعاملات لاشتقاق عوامل التحويل المسماة النسب المولية. والنسبة المولية نسبة بين أعداد المولات لأي مادتين في المعادلة الكيميائية الموزونة. فعلى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



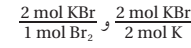
فأي نسب مولية يمكن كتابتها لهذا التفاعل؟ تستطيع بدءاً بالبوتاسيوم المتفاعل كتابة النسبة المولية التي تربط بين مولات البوتاسيوم وكل من المادتين الأخرين في المعادلة. ولذلك تربط إحدى النسب المولية بين مولات البوتاسيوم ومولات البروم المتفاعلة. في حين تربط النسبة الأخرى مولات البوتاسيوم المتفاعلة مع مولات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



تُظهر النسبتان التاليتان كيف ترتبط مولات البروم مع مولات المادتين الأخرين في المعادلة وهما: البوتاسيوم وبروميد البوتاسيوم.



وترتبط بصورة مماثلة نسباً مولات بروميد البوتاسيوم مع مولات البوتاسيوم والبروم.



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

ماذا قرأت؟ حدّد المصدر الذي تُشتق منه النسب المولية للتفاعل الكيميائي.



### مسائل تدريبية

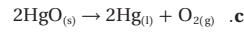
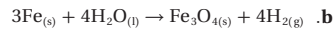
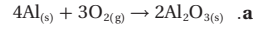
- 34.062 g مواد متفاعلة = 34.062 g مواد ناتجة
  - 92.566 g مواد متفاعلة = 92.566 g مواد ناتجة
  - 80.608 g مواد متفاعلة = 80.608 g مواد ناتجة
- $2\text{Na}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{NaOH}_{(aq)} + 1\text{H}_2(g)$   
82.01 g مواد متفاعلة = 82.01 g مواد ناتجة
  - $4\text{Zn}_{(s)} + 10\text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow 4\text{Zn(NO}_3)_2(aq) + 1\text{N}_2\text{O}_{(g)} + 5\text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
891.68 g مواد متفاعلة = 891.68 g مواد ناتجة



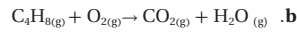
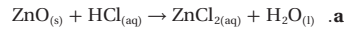
## مسائل تدريبية

### مسائل تدريبية

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



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



لاحظ أن عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها لتفاعل يحوي (n) من المواد هي  $n(n-1)$ . 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 الرئيسية** قارن 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:  
 $x\text{A} + y\text{B} \rightarrow z\text{AB}$
9. حيث يمثل A و B عنصرين، وتمثل x و y و z المعاملات. حدد النسب المولية لهذا التفاعل.
10. طبق يتفكك فوق أكسيد الهيدروجين لينتج الماء والأكسجين. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل، ثم حدد النسب المولية. نمذج اكتب النسب المولية لتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

- تفسر المعادلة الكيميائية الموزونة على أساس المولات والكتلة والجسيمات الممثلة (ذرات، جزيئات، وحدات صنع 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.

www.almanahj.com

## التقويم 5-1

5. تشير معاملات المعادلة الموزونة إلى العلاقة المولية بين كل زوج من المواد المتفاعلة والناتجة.

6.  $(6) = (3)(2)$  نسب مولية

7. الجسيمات (الذرات، الجزيئات، وحدات الصيغة)، والموولات، والكتلة.

8.  $x\text{A} / y\text{B}$  ،  $x\text{A} / z\text{AB}$  ،  $y\text{B} / x\text{A}$  ،  $y\text{B} / z\text{AB}$  ،  $z\text{AB} / x\text{A}$  ،  $z\text{AB} / y\text{B}$

9.  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

$2\text{mol H}_2\text{O}_2 / 2\text{mol H}_2\text{O}$  ،  $2\text{mol H}_2\text{O}_2 / 1\text{mol O}_2$  ،

$2\text{mol H}_2\text{O} / 2\text{mol H}_2\text{O}_2$  ،  $2\text{mol H}_2\text{O} / 1\text{mol O}_2$  ،  $1\text{mol O}_2 /$

$2\text{mol H}_2\text{O}_2$  ،  $1\text{mol O}_2 / 2\text{mol H}_2\text{O}$

10.  $2\text{H}_2 / \text{O}_2$  ،  $2\text{H}_2 / 2\text{H}_2\text{O}$  ،  $\text{O}_2 / 2\text{H}_2$  ،  $\text{O}_2 / 2\text{H}_2\text{O}$  ،  $2\text{H}_2\text{O} / 2\text{H}_2$  ،

$2\text{H}_2\text{O} / \text{O}_2$

يجب أن يظهر الرسم التوضيحي للطلاب تفاعل 6 جزيئات من الهيدروجين مع 3 جزيئات من الأكسجين لإنتاج 6 جزيئات من الماء.

3. a.  $\frac{4 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol O}_2}$  ،  $\frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}$  ،  $\frac{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol Al}}$

$\frac{3 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Al}}$  ،  $\frac{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}{3 \text{ mol O}_2}$  ،  $\frac{4 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}$

b.  $\frac{3 \text{ mol Fe}}{4 \text{ mol H}_2\text{O}}$  ،  $\frac{3 \text{ mol Fe}}{4 \text{ mol H}_2}$  ،  $\frac{3 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}$

$\frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{3 \text{ mol Fe}}$  ،  $\frac{4 \text{ mol H}_2}{3 \text{ mol Fe}}$  ،  $\frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{3 \text{ mol Fe}}$

$\frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{4 \text{ mol H}_2}$  ،  $\frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{4 \text{ mol H}_2\text{O}}$  ،  $\frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{4 \text{ mol H}_2}$

$\frac{4 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}$  ،  $\frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}$  ،  $\frac{4 \text{ mol H}_2}{4 \text{ mol H}_2\text{O}}$

c.  $\frac{2 \text{ mol HgO}}{2 \text{ mol Hg}}$  ،  $\frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol Hg}}$  ،  $\frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol HgO}}$

$\frac{2 \text{ mol Hg}}{2 \text{ mol HgO}}$  ،  $\frac{2 \text{ mol Hg}}{1 \text{ mol O}_2}$  ،  $\frac{2 \text{ mol HgO}}{1 \text{ mol O}_2}$

4. a.  $\text{ZnO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$\frac{1 \text{ mol ZnO}}{2 \text{ mol HCl}}$  ،  $\frac{1 \text{ mol ZnO}}{1 \text{ mol ZnCl}_2}$  ،  $\frac{1 \text{ mol ZnO}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}}$

$\frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol ZnO}}$  ،  $\frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol ZnCl}_2}$  ،  $\frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}}$

$\frac{1 \text{ mol ZnCl}_2}{1 \text{ mol ZnO}}$  ،  $\frac{1 \text{ mol ZnCl}_2}{2 \text{ mol HCl}}$  ،  $\frac{1 \text{ mol ZnCl}_2}{1 \text{ mol H}_2\text{O}}$

$\frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol ZnO}}$  ،  $\frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol HCl}}$  ،  $\frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol ZnCl}_2}$

b.  $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$

$\frac{2 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{13 \text{ mol O}_2}$  ،  $\frac{2 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{8 \text{ mol CO}_2}$  ،  $\frac{2 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{10 \text{ mol H}_2\text{O}}$

$\frac{13 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}$  ،  $\frac{8 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}$  ،  $\frac{10 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}$

$\frac{10 \text{ mol H}_2\text{O}}{13 \text{ mol O}_2}$  ،  $\frac{10 \text{ mol H}_2\text{O}}{8 \text{ mol CO}_2}$  ،  $\frac{8 \text{ mol CO}_2}{13 \text{ mol O}_2}$

$\frac{13 \text{ mol O}_2}{10 \text{ mol H}_2\text{O}}$  ،  $\frac{8 \text{ mol CO}_2}{10 \text{ mol H}_2\text{O}}$  ،  $\frac{13 \text{ mol O}_2}{8 \text{ mol CO}_2}$

- 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.

## الحسابات الكيميائية والمعادلات الكيميائية

## Stoichiometric Calculations

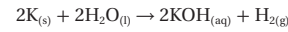
**الفكرة الرئيسية** يتطلب حل مسألة الحسابات الكيميائية كتابة معادلة كيميائية موزونة.

**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

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

**الحسابات الكيميائية: حساب المولات** تتفاعل البوتاسيوم مع الماء بشدة، كما في الشكل 3-5، 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 حدّد 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 تُتخذ 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 التالية فإن النسبة المولية الصحيحة هي: 1 mol من  $H_2$  إلى 2 mol من K، ويظهر الشكل أيضاً عدد مولات المادة المعروفة في البسط، وعدد مولات المادة المعروفة في المقام، وباستخدام هذه النسبة تُحوّل عدد مولات البوتاسيوم إلى عدد مولات الهيدروجين.

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



## 5-2

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (17) الواردة في مصادر التعلم للفصول (5-8)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

www.obeikaneducation.com

## الفكرة الرئيسية

**ضبط الاختلاف في الكميات** يتطلب تحضير مخفوق الموز أربعة مكونات لكل منها كمية محدّدة: موزة واحدة، وكوبان من الآيس كريم، و 50 ml من عصير الشوكولاتة، و 50 ml من عصير الفراولة. اكتب المكونات على السبورة في صورة معادلة كيميائية:

+ عصير شوكولاته + آيس كريم + موز + مخفوق الموز → عصير فراولة

ثم زن المعادلة بوضع الكميات المطلوبة من كل من المكونات الآتية:

50 ml كوبين من الآيس كريم + عصير شوكولاته + موزة واحدة مخفوق موز 1 → 50 ml عصير فراولة +

اسأل الطلاب: ما الذي يحتاجون إليه لصنع 5 أكواب من مخفوق الموز باستخدام الوصفة ذاتها. 5 موزات 10 أكواب من الآيس كريم، 250 ml من مخفوق الشوكولاته، 250 ml من مخفوق الفراولة. **دم** **ضم**

## 2. التدريس

## تطوير المفهوم

**استخدام المولات** وضح للطلاب ضرورة استخدام المولات دائماً عند حل مسائل الحسابات الكيميائية. وذكرهم أن النسبة المولية ضرورية للتحويل من مادة إلى أخرى في المعادلة الكيميائية الموزونة. وإذا شك الطلاب في كيفية البدء في حل أحد مسائل الحسابات الكيميائية، فذكرهم بالرجوع إلى عدد المولات في المعادلة أولاً. **ضم**

## مشروع الكيمياء

**صناعة الصابون** عملية كيميائية متعددة الخطوات تتضمن العديد من التفاعلات الكيميائية. اطلب إلى الطلاب القيام بإجراء بحث حول عملية صناعة الصابون يحددون من خلاله المركبات والمواد اللازمة، ويقدمون تلخيصاً للتفاعلات الكيميائية الأساسية التي تحدث خلال هذه العملية، على أن يكتبوا معادلة كيميائية موزونة للتفاعل الكيميائي المستخدم في إنتاج الصابون، والنسب المولية التي يمكن اشتقاقها من المعادلة. **فم**

## عرض سريع



**موازنة المعادلات** اطلب إلى الطلاب كتابة معادلات موزونة لتكون ثاني كبريتيد الكربون من الكربون والكبريت، ثم كتابة معنى كل صيغة.



اطلب إلى الطلاب كتابة معادلة أخرى بما في ذلك كتل المواد المتفاعلة والنتيجة.



اشرح للطلاب أن كتل ذرات الكربون والكبريت وجزيئات ثاني كبريتيد الكربون صغيرة جداً لا يمكن قياسها. لذا من الأسهل تحضير ثاني كبريتيد الكربون من تفاعل الكتلة المولية للكربون، 12.0 g، بدلاً من كتلة ذرة واحدة، مع ضعف الكتلة المولية للكبريت 64.0 g، بدلاً من كتلة ذرتين من الكبريت. ثم اسأل الطلاب: ما كتلة ثاني كبريتيد الكربون الناتج؟ **مول واحد من ثاني كبريتيد الكربون =**

**76.0 g ض م**

عدد مولات المادة المعروفة × عدد مولات المادة المجهولة في المعادلة = عدد مولات المادة المعروفة في المعادلة

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

والأمثلة الآتية توضح خطوات الحسابات الكيميائية الضرورية لتحويل مول - مول، وكتلة - كتلة، وكتلة - كتلة. كما يوضح الشكل استراتيجيات حل المشكلة.

### استراتيجية حل المسألة

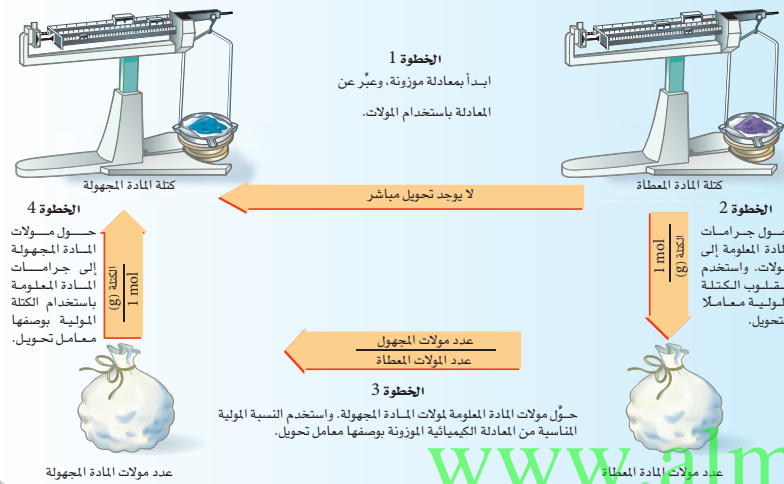
#### إتقان الحسابات الكيميائية

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 المعروفة.
3. تعتمد نهاية الحسابات على الوحدة المراد استخدامها للمادة المطلوبة معرفة كميته.
- إذا كانت الكتلة معطاة g، فابدأ حساباتك من الخطوة الثانية.
- إذا كانت الكمية mol فابدأ حساباتك بالخطوة رقم 3.
- وإذا كان المطلوب بالجرامات فتوقف بعد إكمال الخطوة رقم 4.

#### تطبيق الاستراتيجية

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



### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** ركز على ضرورة حل مسائل الحسابات الكيميائية خطوة خطوة، وفهم أسباب كل خطوة. ثم اسأل الطلاب: ما أهمية المعادلة الكيميائية الموزونة؟ **تحديد النسبة المولية**. وأعطهم معادلة كيميائية، واطلب إليهم أن يشرحوا كيف يحولون مولات مادة إلى مولات مادة أخرى في المعادلة نفسها. **عند استخدام النسبة المولية: يقسم عدد مولات المادة المجهولة على عدد مولات المادة المعروفة**. وقد تكون هذه النقطة مربكة قليلاً؛ لذا دع الطلاب يكتبوا النسبة المولية على ورقة ومعكوسها على الجهة الأخرى، حيث يمكنهم الرجوع إلى الورقة في أثناء حلهم للمسائل ليحددوا أي النسب تعطي الوحدة الصحيحة للإجابة. **د م**

### التقويم



**المعرفة** اطلب إلى الطلاب دراسة تفاعل 2.5 mol من هيدريد الكالسيوم مع كمية فائضة من الماء وفقاً للمعادلة التالية:

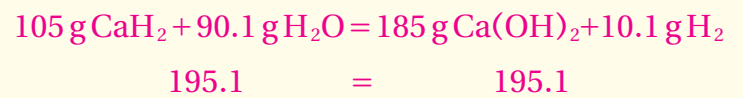
ثم اطرح عليهم الأسئلة التالية: ما كتلة هيدروكسيد الكالسيوم الناتجة؟ **185 g**

ما كتلة الماء اللازمة للتفاعل؟ **90.1 g**

ما كتلة الهيدروجين الناتجة؟ **10.1 g**

ما كتلة 2.5 mol من هيدريد الكالسيوم؟ **105 g**

دع الطلاب يتحققوا من قانون حفظ الكتلة. **ض م**



## مثال في الصف

**السؤال** يستخدم غاز البيوتان في الولاعات التي تستعمل مرة واحدة. ما عدد مولات الأكسجين التي نحتاج إليها لحرق 5 mol من البيوتان في الولاعة لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء؟

## الإجابة



$$= 5.0 \text{ mol } C_4H_{10} \times \frac{13 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } C_4H_{10}}$$

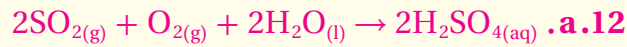
$$= 32.5 \text{ mol } O_2$$

## مسائل تدريبية



$$1.50 \text{ mol } S_8 \times \frac{2 \text{ mol } CS_2}{1 \text{ mol } S_8} = 3.00 \text{ mol } CS_2 \quad \text{b.}$$

$$1.50 \text{ mol } S_8 \times \frac{4 \text{ mol } H_2S}{1 \text{ mol } S_8} = 6.00 \text{ mol } H_2S \quad \text{c.}$$



$$12.5 \text{ mol } SO_2 \times \frac{2 \text{ mol } H_2SO_4}{2 \text{ mol } SO_2} \quad \text{b.}$$

$$= 12.5 \text{ mol } H_2SO_4$$

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

$$= 6.25 \text{ mol } O_2$$

## دفتر الكيمياء

**ما كمية الحمض التي تم معادلتها؟** اطلب إلى الطلاب إيجاد المكونات الفعالة المكتوبة في النشرة المرافقة للأقراص المضادة للحموضة، وتحديد المكوّن الذي يعادل حمض المعدة. واطلب إليهم معرفة الجرعة الموصى بها، وكمية المكوّن الذي يعادل الحموضة في القرص الواحد، وتحديد كمية المكوّن الفعال لكل جرعة. فإذا كان المكون الفعال هو هيدروكسيد الفلز، فعندئذ يتفاعل هيدروكسيد الفلز مع حمض الهيدروكلوريك HCl لإنتاج كلوريد الفلز والماء. أما إذا كان المكوّن الفعال هو كربونات الفلز فتكون المواد الناتجة كلوريد الفلز وثاني أكسيد الكربون، والماء. واطلب إليهم كتابة معادلة تفاعل مضاد الحموضة، وتحديد كتلة حمض الهيدروكلوريك التي تم معادلتها في الجرعة الواحدة باستخدام كتلة المكوّن الفعال في الجرعة. **ضم**

**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 باستخدام النسبة المولية المناسبة.

**المطلوب**  
mol  $CO_2$  = ?

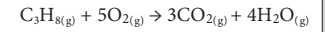
**المعطيات**  
mol  $C_3H_8$  = 10 mol

## 2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لاحتراق البروبان.

استخدم النسبة المولية الصحيحة لتحويل مولات المادة المعروفة  $C_3H_8$  إلى مولات المادة المجهولة  $CO_2$ .

10.0 mol ? mol



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

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

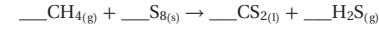
لذا يُنتج احتراق 10 mol من غاز البروبان  $30.0 \text{ mol } CO_2$ .

## 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 السلفون.



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؟

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 للتفاعل؟

## مثال في الصف

**السؤال** ما كتلة الهيدروجين الناتجة عن تفاعل 0.200 mol من الصوديوم مع كمية فائضة من الماء لإنتاج الهيدروجين وهيدروكسيد الصوديوم؟

**الإجابة**



$$0.200 \text{ mol Na} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Na}}$$

$$= 0.100 \text{ mol H}_2$$

$$0.100 \text{ mol H}_2 \times \frac{2.016 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2}$$

$$= 0.202 \text{ g H}_2$$

## مسائل تدريبية

13. 88.6 g Cl<sub>2</sub>

14. a. 177 g Cl<sub>2</sub>

b. 15.0 g C

c. 292 g

**الحسابات الكيميائية ، حساب المول - الكتلة** والآن، افترض أنك تعرف عدد مولات إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة، وأنك ترغب في حساب كتلة مادة متفاعلة أو ناتجة أخرى. فيما يلي 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



اضرب عدد مولات Cl<sub>2</sub> 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 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 تحصل عليها من العملية الموضحة؟

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:  $\text{TiO}_2\text{(s)} + \text{C(s)} + 2\text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{TiCl}_4\text{(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$

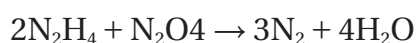
- a. ما كتلة غاز Cl<sub>2</sub> اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO<sub>2</sub>؟  
 b. ما كتلة C اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO<sub>2</sub>؟  
 c. ما كتلة المواد الناتجة جميعها من تفاعل 1.25 mol من TiO<sub>2</sub>؟

## التنوع الثقافي

**الحسابات الكيميائية في صناعة الصابون** تعود عملية صناعة الصابون إلى العام 2800 م قبل الميلاد في بابل. إذ كان استخدام الصابون خلال القرن السابع عشر مقتصرًا على الأغنياء. ولكن مع توافر المواد أصبح الصابون يصنع في معظم البيوت. وقد استخدمت تقنيات بسيطة في صناعته في كافة الحضارات القديمة. وتتطلب صناعته 3 خطوات: صناعة الصودا (القلي)، تنظيف الدهون، ثم تسخين خليط القلي مع الدهن. كما كانوا يضيفون كلوريد الصوديوم إلى الخليط لجعله صلبًا، وكذلك المعطرات. ثم يلف الصابون على شكل كرات أو يُقَطَّع على شكل ألواح لتخزينه. لقد اتخذت دهون الغزلان والحيتان وشحوم الحيوانات وزيت الزيتون مصادر أولية للدهن المستخدم في صناعة الصابون؛ حسب ما يتوافر منها في المنطقة. وكان الناس في البلدان المحاذية للبحر المتوسط يستخدمون رماد الشجيرات بدلاً من البوتاس (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)؛ لأنه غني بـكربونات الصوديوم، فكان من السلع الجيدة للتجارة.

## مثال في الصف

**السؤال** يستخدم صاروخٌ مزيجاً من الهيدرازين  $N_2H_4$ ، ورابع أكسيد النيتروجين  $N_2O_4$  وقوداً وفقاً للتفاعل الآتي:



إذا استخدم 200 g من الهيدرازين، فما عدد جرامات الماء الناتجة؟

## الإجابة



$$\text{mol } N_2H_4 = 200. \text{ g } N_2H_4 \times \frac{1 \text{ mol } N_2H_4}{32.05 \text{ g } N_2H_4}$$

$$= 6.24 \text{ mol } N_2H_4$$

$$\text{mol } H_2O = 6.24 \text{ mol } N_2H_4 \times \frac{4 \text{ mol } H_2O}{2 \text{ mol } N_2H_4}$$

$$= 12.5 \text{ mol } H_2O$$

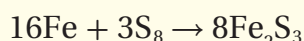
$$\text{g } H_2O = 12.5 \text{ mol } H_2O \times \frac{18.02 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O}$$

$$= 225 \text{ g } H_2O$$

## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

اكتب المعادلة الموزونة لتفاعل الحديد مع الكبريت على السبورة.

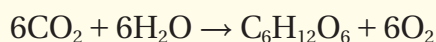


واطلب إلى الطلاب تحديد كتلة كبريتيد الحديد (III) الناتجة عن

تفاعل 7.00 g من الحديد.  $13.0 \text{ g } Fe_2S_3$  **ض م**

### إعادة التدريس

اكتب المعادلة التالية على السبورة:



واسأل الطلاب: كم جراماً من الجلوكوز ينتج عن تفاعل 88 g

من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ؟ واطلب إليهم ذكر خطوات الحل

شفوياً، وبيان أهمية كل خطوة قبل أن يبدأوا في إجراء الحسابات.

ثم اطلب إليهم أن ينفذوا الخطوات التي ذكروها.

60 g من الجلوكوز  $C_6H_{12}O_6$ . **ض م**

**الحسابات الكيميائية: حساب الكتل** 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 الكتل** 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. وأخيراً استخدم الكتلة المولية لتحويل عدد مولات المواد الناتجة إلى كتلة بالجرامات.

**المعطيات** كتلة نترات الأمونيوم  $25.0 \text{ g} = NH_4NO_3$

**المطلوب**

كتلة الماء  $H_2O = ??$

### 2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الموزونة وحدد قيم المواد المعروفة والمواد المطلوبة.

25.0 g  $NH_4NO_3$   $\rightarrow$   $N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$   $?$  g

$NH_4NO_3$

$$25.0 \text{ g } NH_4NO_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_4NO_3}{80.04 \text{ g } NH_4NO_3} = 0.312 \text{ mol } NH_4NO_3$$

النسبة المولية:  $\frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } NH_4NO_3}$

$$0.312 \text{ mol } NH_4NO_3 \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } NH_4NO_3} = 0.624 \text{ mol } H_2O$$

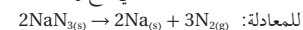
$$0.624 \text{ mol } H_2O \times \frac{18.02 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 11.2 \text{ g } H_2O$$

### 3 تقويم الإجابة

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

### مسائل تدريبية

15. أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية الموجودة في مقود السيارة هو أكسيد الصوديوم  $NaN_3$  وفقاً للمعادلة:



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؟  $100.0 \text{ g } NaN_3 \rightarrow ? \text{ g } N_2(g)$

## التوسع

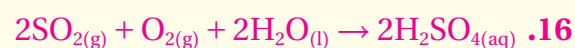
أعط الطلاب عدداً من مسائل الحسابات الكيميائية، واطلب إليهم توضيح خطوات حلها في مخطط يشبه مخطط استراتيجية حل المسألة. **ض م**

**مختبر الكيمياء** يمكنك تنفيذ مختبر الكيمياء الموجود في

نهاية الفصل في هذه المرحلة من الدرس.

### مسائل تدريبية

15.  $64.64 \text{ g } N_2$



16.  $3.83 \text{ g } H_2SO_4$

## تجربة

### تطبيقات على الحسابات الكيميائية

- ما كمية كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  الناتجة عن تحلل مسحوق الخبز؟
- يستخدم مسحوق الخبز - كربونات الصوديوم الهيدروجينية - في كثير من وصفات الخبز؛ لأنها تنسب انتفاخ العجينة، مما يجعلها خفيفة إسفنجية. وسبب حدوث ذلك هو تحلل كربونات الصوديوم الهيدروجينية  $\text{NaHCO}_3$  بالحرارة، لتنتج غاز ثاني أكسيد الكربون وفقاً للمعادلة:
- $$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- خطوات العمل
- اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
  - صمم جدولاً تدون فيه البيانات العملية وملاحظاتك.
  - استخدم الميزان لقياس كتلة جفنة نظيفة وجافة، ثم ضع فيها 3 g تقريباً من كربونات الصوديوم الهيدروجينية  $\text{NaHCO}_3$ ، وقس الكتلة الكلية للجفنة وكربونات الصوديوم الهيدروجينية، وسجل القياسات في الجدول، ثم احسب كتلة  $\text{NaHCO}_3$ .
  - استخدم كتلة  $\text{NaHCO}_3$  التي حسبته والمعادلة الكيميائية الموزونة لحساب كتلة  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  التي ستنتج.
- نظير النتائج
- صف ما لاحظته في أثناء تسخين مسحوق الخبز.
  - قارن كتلة  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  التي حسبته بالكتلة الفعلية التي حصلت عليها من التجربة.
  - احسب افترض 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.
  - حدد مصادر الخطأ المحتملة في خطوات العمل التي أدت إلى خطأ الحساب في السؤال رقم 3.

### التقويم 5-2

#### الخلاصة

17. **الفهم الرئيسة** فسر 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 كلياً 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 معلومة من  $\text{HCl}$ .

### التقويم 5-2

17. تعبر المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة عن العلاقة المولية بين كل زوج من المواد المتفاعلة والناتجة.
18. زن المعادلة، وحوّل كتلة المادة المعروفة إلى عدد مولات، ثم استخدم النسبة المولية لتحويل عدد مولات المادة المعروفة إلى عدد مولات المادة المجهولة، ثم حوّل عدد مولات المادة المجهولة إلى كتلة بالجرامات.
19. اكتب معادلة موزونة، وحوّل الكتلة المعطاة للماغسيوم  $\text{Mg}$  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.
20. 15.2 g من الأمونيا  $\text{NH}_3$
21. ستتنوع خرائط المفاهيم، ولكن يجب على الجميع بيان استعماهم لمعاملات التحويل التالية: معكوس الكتلة المولية، النسب المولية، الكتلة المولية.

## تجربة

**الهدف** تتوقع الكتلة النظرية للنواتج، وتقارنها بالكتلة العملية الناتجة عن التجربة.

**المهارات العملية** جمع البيانات وتفسيرها، والتوقع، واستخدام الأرقام.

**احتياطات السلامة** اطلب الى الطلاب الإطلاع على نماذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل، وحذرهم من حرارة البوتقة.

**التخلص من الفضلات** يمكن التخلص من كربونات الصوديوم الناتجة بإلقائها في سلة المهملات.

**استراتيجيات التدريس** اطلب إلى الطلاب حساب الكتلة النهائية للمادة الناتجة قبل بدء العمل.

**النتائج المتوقعة** ينتج 1.90 g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية  $\text{NaHCO}_3$  عند تفاعل 3.12 g من كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

### التحليل

1. كانت المادة الناتجة رطبة في أثناء التسخين وتظهر عليها بعض الفقاعات ولكنها جفت مع الوقت.
2. يجب أن تكون الكتلتان متساويتين.
3. على افتراض أن الكتلة المتوقعة والكتلة الفعلية هما 1.97 g و 1.90 g على التوالي، فيكون الخطأ =  $-0.07 \text{ g}$ ، ونسبة الخطأ = 3.55%
4. الأخطاء الناتجة عن قياس كل من الكتلتين، ووزن الرطوبة التي تمتصها الجفنة. **ضم**

- تحديد المادة المحددة للتفاعل في معادلة كيميائية.
- تعريف المادة المتفاعلة 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  
المادة المتفاعلة الفائضة

## المادة المحددة للتفاعل Limiting Reactant

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

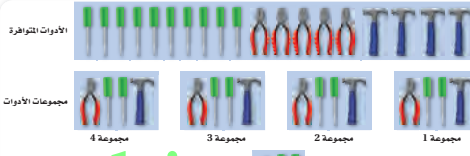
**الربط مع الحياة** إذا كان عدد الطلاب الراغبين في الجلوس أكبر من عدد المقاعد فإن عدداً من الطلاب سيبقى واقفاً. وهذا الموقف يشبه المواد المتفاعلة؛ إذ لا تشارك المواد الفائضة في التفاعل.

## لماذا تتوقف التفاعلات؟ Why do reactions stop?

نادراً 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 الفائضة، 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؛ وعند إضافة المزيد من كبريتيد الصوديوم الهيدروجيني إلى المحلول الشفاف الذي تكوّن لم يلاحظ أي تغير؛ وذلك لعدم وجود برمنجنات بوتاسيوم للتفاعل معه. لذا فإن برمنجنات البوتاسيوم مادة محددة للتفاعل. **والمادة المحددة للتفاعل هي التي تحدد سير التفاعل، وكمية المادة الناتجة.**

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



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

## 5-3

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (18) الواردة في مصادر التعلم للفصول (5-8)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

www.obeikaneducation.com

## الفكرة الرئيسية

**المادة المحددة للتفاعل** ذكّر الطلاب بالتجربة الاستهلاكية، واسأل: ماذا حدث لمحلول برمنجنات البوتاسيوم؟ **تحوّل لون المحلول من اللون الأرجواني إلى الشفاف.** وما كمية كبريتيد الصوديوم الهيدروجيني التي أضيفت قبل أن يتغير لون المحلول؟ **ستتفاوت الإجابات. ولكن يجب أن تكون حوالي 8 ml من NaHSO<sub>3</sub> أضيفت لتغيير اللون.**

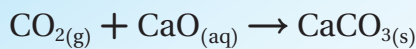
ثم اسأل الطلاب: ماذا يحدث لو أضيفت قطرة أخرى من كبريتيد الصوديوم الهيدروجيني NaHSO<sub>3</sub>؟ **لا شيء، وسيبقى المحلول شفافاً.** وهل يمكنهم تفسير ذلك؟ **لقد تفاعلت برمنجنات البوتاسيوم بصورة كاملة ولم يتبق منها ما يمكن أن يتفاعل مع كمية أخرى من المادة المضافة.** **ض م**

## 2. التدريس

## عرض سريع



**إضافة المواد المتفاعلة** انفخ، باستعمال ماصة العصير، في أنبوب اختبار يحتوي على كمية من ماء الجير. ووضح للطلاب أن ماء الجير يصبح كدراً بسبب تكوّن كربونات الكالسيوم غير الذائبة، ثم اكتب معادلة التفاعل على السبورة:



واطلب إلى الطلاب تحديد كتلة كربونات الكالسيوم الناتجة عن نفخ 0.0900 mol من ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> في أنبوب الاختبار. **9 g CaCO<sub>3</sub>** **ض م**

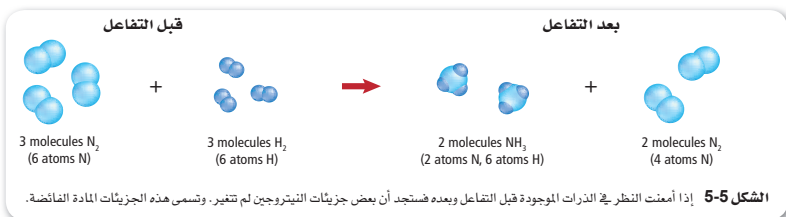
## دفتر الكيمياء

**خطوات حل مسائل الحسابات الكيميائية** اطلب إلى الطلاب أن يكتبوا عنوان "خطوات حل مسائل الحسابات الكيميائية للمادة المحددة للتفاعل" في دفاتر الكيمياء. واطلب إليهم خلال دراستهم للقسم 3-5 وضع قائمة بالخطوات التي يمكن اتباعها لحساب كميات المواد الناتجة، إذا أعطيت كتل المواد المتفاعلة جميعها. على الطلاب توضيح أهمية كل خطوة. **ض م**

■ **إجابة سؤال الشكل 4-5:** نحتاج إلى مطرقة إضافية. **دم**



ماذا قرأت؟ ستة جزيئات.



**تعرف المادة المحددة للتفاعل** بُنيت الحسابات التي أجريتها في الأمثلة السابقة على وجود المواد المتفاعلة بالنسبة التي تحددها 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<sub>2</sub> مع ثلاثة جزيئات من الهيدروجين H<sub>2</sub> لتكوين غاز الأمونيا NH<sub>3</sub>؛ 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.

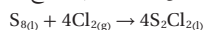
ما عدد جزيئات الأمونيا المتكوّنة؟ يمكن تكوين جزيئين من الأمونيا، وذلك بسبب وجود ستة ذرات هيدروجين، ترتبط كل ثلاث منها مع ذرة نيتروجين. ولذا يُعد الهيدروجين مادة محددة للتفاعل، في حين يُعد النيتروجين مادة فائضة. لذا من الضروري معرفة المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة؛ لأن كمية المادة الناتجة تعتمد 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 مثالاً على ذلك مركب ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت الذي يستخدم في صناعة جلفنة المطاط. يظهر الشكل 5-6 كيف تجعل الجلفنة المطاط صالحاً للاستعمالات الكثيرة، حيث يُخضّر 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 كلتي المادتين المتفاعلتين، لذا عليك أن تحدد أولاً أيها المادتين المحددة للتفاعل؛ لأن التفاعل سيتوقف عندما تستهلك هذه المادة تماماً.

**المطويات**  
أدخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

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

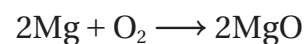


## المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

يواجه الطلاب غالباً صعوبة في تحديد المادة المحددة للتفاعل عندما يعطون كتلة أكثر من مادة متفاعلة.

## استكشاف المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

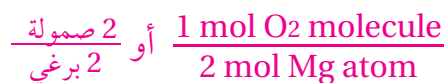
اسأل الطلاب: ما كتلة أكسيد الماغنسيوم الناتجة عن تفاعل 48.6 g من الماغنسيوم مع 64 g من الأكسجين وفقاً للمعادلة الآتية:



اطلب إليهم تحديد عدد مولات كل مادة متفاعلة في السؤال. 2.00 mol من الماغنسيوم Mg، و 2.00 mol من الأكسجين O<sub>2</sub>. ثم اسأل: أي المادتين هي المادة المحددة للتفاعل؟ Mg. وما كتلة أكسيد الماغنسيوم الناتجة؟ 80.6 g.

## عرض المفهوم

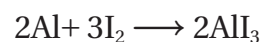
استعن بالبراهي والصواميل على تمثيل عدد مولات الذرات، واستعمل برغيين للدلالة على مولين من Mg، و 4 صواميل للدلالة على مولين من O<sub>2</sub>. ثم اطلب إلى الطلاب تحديد النسبة المولية بين جزيئات O<sub>2</sub> وذرات Mg



واسأل: أي المادتين فائضة؟ 1 mol O<sub>2</sub> أو صمولتان. استخدم برغيًا و صمولة للدلالة على 1 mol من أكسيد الماغنسيوم MgO. واسأل: ما عدد وحدات MgO التي تتشكل؟ وحدتان كل منهما مكون من صمولة وبرغي، ويبقى صمولتان.

## تقويم المعرفة الجديدة

اطرح على الطلاب المسألة الآتية: يتفاعل 54 g من الألومنيوم مع 254 g من اليود وفقاً للمعادلة:



اطلب إلى الطلاب تحديد عدد مولات كل من المواد المتفاعلة. 2 mol Al، 2 mol I<sub>2</sub>، ثم اسأل: أي المادتين هي المحددة للتفاعل؟ I<sub>2</sub>. وما عدد مولات AlI<sub>3</sub> الناتجة؟ 1.33 mol

ضم د م

## مشروع الكيمياء

**أكبر مردود من ثاني أكسيد الكربون** اطلب إلى مجموعة من الطلاب تصميم تجربة لتحديد أكبر مردود من ثاني أكسيد الكربون يمكن الحصول عليه من تفاعل صودا الخبز مع الخل. وأما المواد المطلوبة فهي: قارورة بلاستيكية لشراب غازي، خل، صودا الخبز، بالون لتغطية فوهة القارورة، وملعقة صغيرة؛ إذ تعادل ملعقة صغيرة من صودا الخبز 10 g تقريباً، وملعقة صغيرة من الخل 4.9 ml تقريباً. والخل محلول تركيزه 5% من حمض الأستيك.

واقترح على الطلاب أن يستخدموا كمية ثابتة من الصودا، أي ملعقة صغيرة واحدة، وتغيير كمية الخل المستخدمة. ثم اطلب إليهم أن يحددوا النقطة التي يتوقف عندها التفاعل. **ضم م تعلم تعاوني**



المعرفة زود الطلاب بالوصفة الآتية لعمل رقائق كعك الشوكولاتة:

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1 ملعقة ملح طعام  | 2 1/4 كوب طحين    |
| 2 إصبع زبد مهروسة | 1 ملعقة صودا خبز  |
| 3/4 كوب سكر بُني  | 3/4 كوب سكر مطحون |
| ملعقتا فانيلا     | بيضتان            |

86 g من حبيبات الشوكولاتة

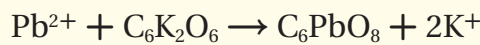
فيكون الناتج أربع درازن من رقائق كعك الشوكولاتة.

ثم اسأل الطلاب: كيف يمكن مضاعفة كمية الكعك؟  
بمضاعفة المكونات. وكيف يمكن أيضاً عمل الكعك باستعمال بيضة واحدة؟ باستعمال نصف المكونات المدونة في الوصفة. ثم اطلب إليهم أن يربطوا هذا الإجراء بالمادة المحددة للتفاعل. يحدد عدد البيض عدد الكعك الذي يمكن عمله، وبالمثل فإن

كمية المواد المتفاعلة تحدد كمية المواد الناتجة. **ضم**

## الخلفية النظرية للمحتوى

**فحص المواد الكيميائية** استمرت الأصبغ الأولية المستعملة في الدهانات التي تحتوي على الرصاص حتى عام 1940م، وهي  $PbCO_3$ .  $Pb(OH)_2$ . أما اليوم فنعرف أن الرصاص الموجود في المنتجات المستخدمة في المنازل يُشكل خطراً على الصحة، ومع ذلك ما زال الدهان القديم موجوداً في كثير من البيوت. ويمكن تحديد مستوى الرصاص في البيوت باستخدام فحوصات خاصة بذلك. يتم خلال إحدى هذه الفحوصات فرك السطح المراد فحصه في قُطنة تحتوي على روديرونات البوتاسيوم  $C_6K_2O_2$ . فإذا كان الرصاص موجوداً يظهر لون زهري على القطنة؛ نظراً إلى تكوّن روديرونات الرصاص (II). ويكون التفاعل الحادث إحدياً أحادياً توضحه المعادلة الآتية:



ويزداد احمرار القطنة كلما كانت كمية الرصاص أكبر. وتستطيع من خلال هذا الفحص الكشف عن كميات قليلة من الرصاص لا تتجاوز 0.006 g.

### مهن في الكيمياء

**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](http://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 التالية معرفة النسبة المولية الصحيحة التي تربط بين المادتين كما أعطيت في المعادلة الموزونة. تبين معاملات المعادلة الموزونة وجود 4 mol  $Cl_2$  لكل 1 mol  $S_8$ ، أي أن النسبة بينها (4:1). ويتطلب تحديد النسب الصحيحة المقارنة بين النسبة (4:1) ونسب المولات الفعلية للمواد المتفاعلة. لإجراء 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  $Cl_2$  لكل 1 mol  $S_8$  بدلاً من 4 mol  $Cl_2$  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  $S_2Cl_2$  إلى جرامات، وذلك بضرب عدد المولات في كتلتها المولية كما هو مبين أدناه:

$$1.410 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{4 \text{ mol S}_2Cl_2}{4 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{135.0 \text{ g S}_2Cl_2}{1 \text{ mol S}_2Cl_2} = 190.4 \text{ g S}_2Cl_2$$

وهذا يعني تكوّن 190.4 g  $S_2Cl_2$  عند تفاعل 1.410 mol  $Cl_2$  مع كمية فائضة من  $S_8$ .

**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 تمامًا مع mol من  $Cl_2$ ، 1.410. لذا ابدأ أولاً بحساب مولات الكبريت بضرب مولات الكلور بالنسبة المولية لـ  $S_8 / Cl_2$ .

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

**الكتلة المتفاعلة** لحساب كتلة الكبريت، تضرب 0.3525 mol  $S_8$  في الكتلة المولية لـ  $S_8$

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

**الكمية الفائضة** يمكن حساب الكمية المتبقية بعد التفاعل من  $S_8$  بطرح كتلة المادة المتفاعلة من كتلة المادة الكلية على النحو الآتي:

$$\text{الكمية الفائضة} = \text{كتلة المادة} - \text{الكمية التي تفاعلت}$$

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

### طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** قسّم الطلاب إلى مجموعات واعرض عليهم المكونات

الآتية: (ملحوظة: الملعقة الواحدة = 4.9 ml).

1000 كوب طحين 10 درازن بيض

40 إصبع زبدة 1.00 L خميرة خبز

2800 رقائق شوكولاتة 500 كوب سكر بني

500 كوب سكر مطحون 1.00 L ملح

1.00 L فانيلا

أي هذه المكونات هو المادة المحددة؟ **الزبدة**. وما عدد درازن الكعك

التي يمكن عملها؟ **80 درزن**. إذا بيع كل درزن بعشرة ريالات، فما

مقدار مبيعات الشركة؟ **800.00 ريالاً**. **ف م** **تعلم تعاوني**

**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 تعرّف 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**  
كتلة عاشر أكسيد رابع الفوسفور  $P_4O_{10}$ ? g =  
كتلة المادة الفائضة = 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:

$$\frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } P_4} = \text{النسبة المولية}$$

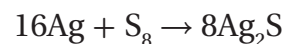
وبما أنه يتوافر 7.72 mol من الأكسجين، في حين أن التفاعل يحتاج إلى 5 mol من الأكسجين لتتفاعل مع 1 mol من  $P_4O_{10}$ ، فالأكسجين هو المادة الفائضة، ويكون  $P_4$  هو المادة المحددة للتفاعل. لذا تستعمل مولات  $P_4$  لحساب مولات  $P_4O_{10}$  الناتجة.

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.

**السؤال** عندما يتفاعل عنصر الفضة (Ag) مع الكبريت ( $S_8$ ) يتكون كبريتيد الفضة ( $Ag_2S$ ) وفقاً للمعادلة الآتية:



a. ما كتلة كبريتيد الفضة المتكونة عندما تتفاعل 4.00 g

من الفضة مع 4.00 g من الكبريت؟

b. ما كتلة المادة الفائضة المتبقية عند انتهاء التفاعل؟

الإجابة

$$a. 4.00 \text{ g } Ag \times \frac{1 \text{ mol}}{107.9 \text{ g } Ag} = 0.0371 \text{ mol } Ag$$

$$4.00 \text{ g } S_8 \times \frac{1 \text{ mol}}{256.5 \text{ g } S_8} = 0.0156 \text{ mol } S_8$$

$$0.0371 \text{ mol } Ag \times \frac{8 \text{ mol } Ag_2S}{16 \text{ mol } Ag} = 0.0186 \text{ mol } Ag_2S$$

$$0.0186 \text{ mol } Ag_2S \times \frac{247.9 \text{ g } Ag_2S}{1 \text{ mol } Ag_2S} = 4.60 \text{ g } Ag_2S$$

$$b. 0.0371 \text{ mol } Ag \times \frac{1 \text{ mol } S_8}{16 \text{ mol } Ag} = 0.00232 \text{ mol } S_8$$

$$0.00232 \text{ mol } S_8 \times \frac{256.5 \text{ g } S_8}{1 \text{ mol } S_8} = 0.595 \text{ g } S_8$$

$$4.00 \text{ g} - 0.595 \text{ g} = 3.40 \text{ g } S_8$$

## عرض توضيحي

## المادة المحددة للتفاعل

## الهدف

تلاحظ تأثير المادة المحددة للتفاعل في التفاعل الكيميائي.

## المواد والأدوات

سحاحة عدد (2)، مسطرة مترية، مخبار مدرج، ساق تحريك زجاجية عدد (2)، أنابيب اختبار (18 mm×150 mm) عدد (8)، حامل أنابيب اختبار، 0.01 M  $CuSO_4$ ، 0.20 M  $KOH$ ، ماء مقطر، جهاز الطرد المركزي.

## احتياطات السلامة

**التخلص من الفضلات** يمكن أن تبخر محاليل كل من  $KOH$  و  $CuSO_4$  حتى الجفاف في خزانة الأبخرة. كما يمكن التخلص

من المواد الصلبة الناتجة في وعاء خاص فيها.

## خطوات العمل

املاً إحدى السحاحات بمحلول 0.20M  $KOH$  وأخرى بمحلول 0.10 M  $CuSO_4$ ، ثم عنون أنابيب الاختبار بكمية  $KOH$  المضافة:

2.0 ml، 4.0 ml، 6.0 ml، 8 ml، 10 ml، 12 ml، 14 ml، 16 ml

وضع 10.0 ml  $CuSO_4$  في كل منها. أضف  $KOH$  حسب الحجم الموضح على الأنبوب. ثم أضف ماء مقطر إلى الأنبوب حتى يصل حجم المحلول الكلي في الأنبوب 26.0 ml، وحركه جيداً ثم ضعه في جهاز الطرد المركزي مدة دقيقة واحدة، وقس ارتفاع الراسب الناتج، ولاحظ لون المحلول في كل أنبوب.

## التقويم



**المعرفة** اطلب إلى الطلاب كتابة معادلة التفاعل بين الليثيوم، والبروم لإنتاج بروميد الليثيوم. واطلب إليهم تحديد ما يلي: المادة المحددة، كتلة بروميد الليثيوم الناتجة، المادة الفائضة، كتلة المادة الفائضة، إذا وجد  $25.0 \text{ g}$  من كل من البروم والليثيوم عند بداية التفاعل. **البروم هو المادة المحددة؛  $27.1 \text{ g LiBr}$ ؛ الليثيوم هو المادة الفائضة؛  $22.8 \text{ g}$  الكمية الفائضة.** **ض م**

## مسائل تدريبية

**22. a.**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

**b.** Na

**c.**  $70 \text{ g Fe}$

**d.**  $13.6 \text{ g Na}$

**23. a.**  $6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6\text{O}_2(\text{g})$

**b.**  $\text{CO}_2$

**c.**  $\text{H}_2\text{O}$

**d.**  $28.0 \text{ g}$

**e.**  $60.0 \text{ g}$

www.almanahj.com

وحساب كتلة  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  نضرب مولات  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  في عامل التحويل الذي يربط الكتلة بالمولات.

$$0.202 \text{ mol P}_4\text{O}_{10} \times \frac{283.9 \text{ g P}_4\text{O}_{10}}{1 \text{ mol P}_4\text{O}_{10}} = 57.3 \text{ g P}_4\text{O}_{10}$$

احسب كتلة  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  الناتجة.

وبما أن  $\text{O}_2$  هو المادة الفائضة فإن جزءاً منه فقط يتفاعل. لذا استخدم المادة المحددة للتفاعل  $\text{P}_4$  لحساب عدد مولات  $\text{O}_2$  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.

حزّل مولات  $\text{O}_2$  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  $\text{O}_2$  في الكتلة المولية.

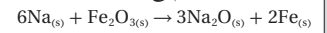
احسب كمية  $\text{O}_2$  الفائضة.

$$32.3 \text{ g O}_2 - 50.0 \text{ g O}_2 = 17.7 \text{ g O}_2$$

**3 تقويم الإجابة** أعطيت جميع القيم بثلاث أرقام معنوية، وكذلك أعطيت قيمة  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ . وينطبق ذلك على جميع الحسابات والأرقام الداخلة في المسألة. حسبت كتلة الأكسجين الفائضة ( $17.7 \text{ g}$ ) بطرح رقمين في كل منهما 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  $100 \text{ g}$  من Na مع  $100.0 \text{ g}$  من  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ، فاحسب كلاً 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  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ، وغاز الأكسجين. فإذا توافر لنبته ما  $88.0 \text{ g}$  من ثاني أكسيد الكربون، و  $64.0 \text{ g}$  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.

## النتائج

لون المحلول الطافي في أنابيب الاختبار 2، 4، 6، 8 أزرق، وكمية الراسب تزداد من أنبوب إلى آخر، أما أنابيب الاختبار 10، 12، 14، فكمية الراسب فيها ثابتة لا تتغير، ولون المحلول الطافي شفاف.

## التحليل

1. اكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل تفاعل  $\text{CuSO}_4$  مع  $\text{KOH}$ ؟



2. فسر وجود اللون الأزرق في المحلول الطافي في بعض أنابيب

الاختبار.  $\text{CuSO}_4$  مادة فائضة في هذه الأنابيب وهي سبب

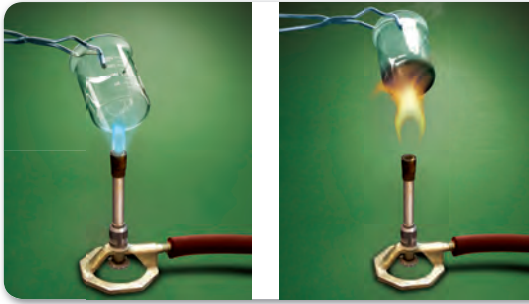
وجود اللون الأزرق.

3. أي أنابيب الاختبار كان ارتفاع الراسب فيه أكبر ما يمكن؟ في الأنابيب التي تحوي  $10 \text{ ml}$ ،  $12 \text{ ml}$ ،  $14 \text{ ml}$ ،  $16 \text{ ml}$  من هيدروكسيد البوتاسيوم.

## التقويم



**المعرفة** فسر لماذا لم يتغير مستوى الراسب في أنابيب الاختبار التي تحتوي على  $10.0 \text{ ml}$  أو أكثر من  $\text{KOH}$ ؟ لأن  $\text{KOH}$  هو المادة الفائضة، و  $\text{CuSO}_4$  هي المادة المحددة للتفاعل. **ض م**



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

**الربط 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. فالفسفور 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.

#### 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 مسادة واحدة بكميات فائضة - وهي عادة المادة الأقل ثمنًا - يدفع التفاعل للاستمرار لحين نفاذ المادة المحددة للتفاعل تمامًا، كما أن ذلك يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي.

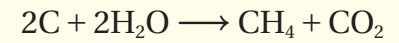
يبين الشكل 5-7 كيف يؤدي التحكم في المادة المتفاعلة إلى زيادة فعالية التفاعل. وكما تعلم فإن موقد بنزن يستعمل في المختبرات المدرسية، ويمكن التحكم في كمية الهواء المزوجة بالغاز عن طريق فتحات الهواء الخاصة بذلك، مما يساعد على تعديل كمية الأكسجين المزوج بغاز الميثان. وتعتمد فعالية اللهب على نسبة غاز الأكسجين، 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 هباً حاراً في صورة هب أزرق باهت، ولكن لا يتكون السناج؛ بسبب احتراق الوقود تمامًا.

## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

اكتب معادلة تحويل الفحم إلى غاز الميثان على السبورة:



واطلب إلى الطلاب تحديد كمية الميثان الناتجة، إذا تفاعل 2000 g كربون مع 2000 g ماء.

**الجواب: 900 g ض م**

### إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب أن يجدوا المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة في الحالتين الآتيتين:

1. احتراق قطع فحم حجري في الهواء الطلق. **الفحم هو المادة المحددة للتفاعل والأكسجين هو المادة الفائضة.**
2. احتراق شمعة داخل وعاء مغلق. **الأكسجين هو المادة المحددة للتفاعل والشمعة هي المادة الفائضة.**

واسأل: ما البيانات التي يجب جمعها؟ وما الحسابات التي يتعين القيام بها لتأكيد إجاباتهم؟ عدد مولات كل مادة متفاعلة، النسبة المولية من المعادلة الموزونة والنسبة المولية الحقيقية. **ض م**

### التوسع

يمكن للطلاب أن يصمموا تجربة لتحديد أكبر كتلة كعكة يمكن الحصول عليها باستخدام كميات مختلفة من مسحوق الخبز. **ف م**



مهارة اطلب إلى كل طالب كتابة معادلة موزونة تحتوي على مادتين متفاعلتين على الأقل وإعطاء كتلة لكل منهما. ثم اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات ثنائية بحيث يحل كل طالبين مسألتيهما لإيجاد المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة وكتلة كل مادة ناتجة. **ض م** **تعلم تعاوني**

## التقويم 5-3

## الخلاصة

24. **الفكرة الرئيسية** 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 مسحوق 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.
- $$8P_4 + 3S_8 \rightarrow 8P_4S_3$$
- 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  $P_4S_3$ .
- المادة المحددة للتفاعل هي المادة التي تستهلك تمامًا في أثناء التفاعل الكيميائي. أما المادة التي تبقى 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.

www.almanahj.com

## التقويم 5-3

24. إن استهلك إحدى المواد المتفاعلة تمامًا.
25. a. يحدد الخشب التفاعل، والأكسجين مادة فائضة؛ حيث يستمر الاحتراق بوجود الخشب فقط.
- b. الفضة هي المادة المحددة للتفاعل. الكبريت هو المادة الفائضة. عندما يتأكسد سطح الفضة يمنع الكبريت في الهواء من التفاعل.
- c. ينتج التحلل عادة عن مادة متفاعلة واحدة. أما التفاعل فيتحدد بكمية الخميرة الموجودة.
26. a. صحيحة.
- b. الفوسفور هو المادة المحددة للتفاعل.
- c. صحيحة.

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (19) الواردة في مصادر التعلم للفصول (5-8)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

## الفكرة الرئيسية

**المردود الفعلي والمردود النظري** اعمل كيسًا من الفشار، واسأل الطلاب: هل جميع حبات الذرة أصبحت فشارًا؟ **ستبقى بعض حبات الذرة كما هي.** ثم أخبر الطلاب بأنه ليس من الضروري أن تتفاعل المواد المتفاعلة جميعها لتنتج مواد جديدة في التفاعل الكيميائي. إن عدد حبات الفشار في الكيس هو المردود الفعلي. وبين للطلاب أنهم يستطيعون تحديد المردود النظري بواسطة الحسابات الكيميائية. **دم دم دم**

## 2. التدريس

## الرياضيات في الكيمياء

**حساب النسب المئوية** ربما تعلّم الطلاب أنه لحساب النسبة المئوية يجب قسمة الجزء على الكل والضرب في مئة. لذا ساعدهم على معرفة أنه عند قسمة الجزء على الكل فإنهم بذلك يحددون الكسر، وعند الضرب في مئة فإنهم يحددون أجزاء النسبة المئوية، ثم اسأل الطلاب: كيف يمكنهم إيجاد أجزاء بنسبة المليون. **اضرب الجزء في (10<sup>6</sup>). دم**

## 5-4

## الأهداف

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

## مراجعة المفردات

**عملية:** سلسلة من الأفعال أو الأفعال.

## المفردات الجديدة

المردود النظري

المردود الفعلي

نسبة المردود المثوية

نسبة المردود المثوية  
Percent Yield

**الفكرة الرئيسية** نسبة المردود المثوية قياس لفاعلية التفاعل الكيميائي.

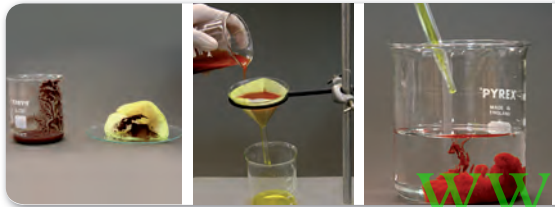
**الربط مع الحياة** افترض أنك تتدرب على الرماية الحرة في كرة السلة، وعليك القيام برماية رمية. من الناحية النظرية يمكنك تحقيق مائة هدف، ولكن فعليًا قد لا تحقق هدفًا في كل رمية. للتفاعلات الكيميائية أيضًا نواتج نظرية وأخرى فعلية.

## 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 مسبقًا. 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 توقف 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 8-5 قد تُترك بعض كميات المواد الصلبة جانبًا 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** **Theoretical and Actual Yields** 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 **المردود الفعلي** هو كمية المادة الناتجة عند إجراء التفاعل الكيميائي عمليًا.



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

## مشروع الكيمياء

**تقويم الخيارات** اطلب إلى الطلاب كتابة ستة أسئلة من نوع الاختيار من متعدد، لكل منها أربعة بدائل، أحدها صحيح، واطلب إليهم استخدام هذه الأسئلة مع إجاباتها لممارسة لعبة صافية. **دم**

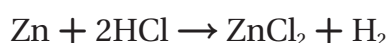
## دفتر الكيمياء

**مردود التفاعل** اطلب إلى الطلاب كتابة خلاصة يوضحون فيها المقصود بالمردود النظري، والمردود الفعلي للتفاعل. **دم**

## مثال في الصف

**السؤال** يمكن إزالة الخارصين عن البرونز، وذلك بوضع البرونز في حمض الهيدروكلوريك. يتفاعل الخارصين مع حمض الهيدروكلوريك، وينتج كلوريد الخارصين، وغاز الهيدروجين تاركًا النحاس الصلب دون تفاعل.

**a.** إذا احتوت عينة البرونز على 25 g خارصين، فاحسب المردود النظري لغاز الهيدروجين.



**b.** إذا أنتج التفاعل 0.680 g من الهيدروجين  $\text{H}_2$ ، فحدّد نسبة المردود المئوية للتفاعل.

### الإجابة

$$\text{a. } \text{mol Zn} = 25.0 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65.39 \text{ g Zn}} = 0.382 \text{ mol Zn}$$

$$\text{mol H}_2 = 0.382 \text{ mol Zn} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Zn}} = 0.382 \text{ mol H}_2$$

$$\text{المردود النظري} = 0.382 \text{ mol H}_2$$

$$\times \frac{2.016 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 0.771 \text{ g H}_2$$

$$\text{b. } \text{نسبة المردود المئوية} = \frac{0.680 \text{ g H}_2}{0.771 \text{ g H}_2} \times 100 = 88.2\% \text{ H}_2$$

## عرض سريع



**حساب نسبة المردود المئوية** ضع 5.0 ml من زيت الطبخ في دورق، ثم ضع 20 حبة من حبات الذرة الجافة في الدورق، وغطّ فوهته بغطاء مثقب من الألومنيوم. وضع الدورق على سخان كهربائي حتى تتحول حبات الذرة إلى فشار. ثم عدّ حبات الذرة التي تحوّلت إلى فشار باعتبارها المردود الفعلي. فإذا كان المردود النظري هو (20) حبة فشار، فاطلب إلى الطلاب تحديد نسبة المردود المئوية.

ستتنوع الإجابات حسب البيانات التي جمعت. **دم**

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

### نسبة المردود المئوية

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

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

### مثال 5-6

**نسبة المردود المئوية** تتكون كرومات الفضة الصلبة  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  عند إضافة كرومات البوتاسيوم  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  إلى محلول يحتوي على 0.500 g من نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$ . احسب المردود النظري لكرومات الفضة  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ، واحسب نسبة المردود المئوية إذا كانت كتلة كرومات الفضة الناتجة فعلياً عن التفاعل هي (0.455 g).

**1 تحليل المسألة** نعلم كتلة المواد المتفاعلة وكتلة المردود الفعلي من المعطيات. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، واحسب المردود النظري بتحويل جرامات  $\text{AgNO}_3$  إلى مولات  $\text{AgNO}_3$ ، ومن ثم تحويل مولات  $\text{AgNO}_3$  إلى مولات  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ، وأخيراً تحويل مولات  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  إلى جرامات  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . ثم احسب نسبة المردود المئوية من المردود الفعلي والمردود النظري.

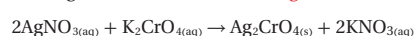
**المطلوب**  
المردود النظري = ؟ g  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$   
المردود المئوي = ؟ %  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$

**المعطيات**  
كتلة نترات الفضة = 0.500 g  $\text{AgNO}_3$   
المردود الفعلي = 0.455 g  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$

### 2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة وحدد المعطيات والمطلوب

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



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

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

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

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

احسب المردود النظري

احسب نسبة المردود المئوية.

## طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب المتفوقين تصميم جدول يستخدم لحساب المردود النظري لمادة من خلال كتلة المادة المتفاعلة المعطاة، وكذلك حساب نسبة المردود المئوية للتفاعل من خلال إعطاء المردود الفعلي. لذا عليهم أولاً تحديد المردود النظري للتفاعل عند إعطائهم كتلة إحدى المواد المتفاعلة. وينبغي ثانياً أن يستخدموا المردود الفعلي لحساب نسبة المردود المئوية للتفاعل.

**ف م**



## مسائل تدريبية

27. المردود النظري لـ  $\text{AlCl}_3$  هو 23.9 g

a. 28.  $610.3 \text{ g ZnI}_2$

b. نسبة المردود المئوية من  $\text{ZnI}_2$  تساوي 84.48%

a. 29.  $\text{Cu}_{(s)} + 2\text{AgNO}_{3(aq)} \rightarrow 2\text{Ag}_{(s)} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(aq)}$

b. 68.0 g Ag

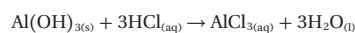
c. المردود 88.2%

### 3 حساب المطلوب

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  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  هي ضعف الكتلة المولية لترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  تقريباً. ولذلك نسبة عدد مولات نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  إلى عدد مولات كرومات الفضة  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  في المعادلة هي (2:1). ولذلك يجب أن ينتج 0.500 g من  $\text{AgNO}_3$  من الكتلة نفسها من كرومات الفضة تقريباً. فالمرادود الفعلي لكرومات الفضة قريب من 0.500g، لذلك فنسبة المردود المئوية معقولة.

### مسائل تدريبية

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



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

28. يتفاعل الزنك مع اليود حسب المعادلة:  $\text{Zn} + \text{I}_2 \rightarrow \text{ZnI}_2$

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

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

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

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 المئوية للتفاعل؟

www.almanahj.com

## التنوع الثقافي

ولد نوربرت ريليوكس Norbert Rillieux عام 1806م في نيو أورلينز، وكان أبوه من أصل فرنسي وصاحب مزرعة، وأمه من أصل إفريقي. درس العلوم والرياضيات وأصبح مهندساً كيميائياً. وقد لاحظ الخطر الكبير والجهد والعناء اللذين تتطلبهما عمليات تنقية السكر. لذا فقد طوّر طرائق محسنة وسريعة لهذه العملية. وكان الوعاء المبخر الذي اخترعه قد أحدث نقله نوعية في عمليات تنقية السكر، وحصل أخيراً على براءة الاختراع. فأصبح بالإمكان استخدام الطريقة الجديدة لإنتاج سكر عالي الجودة بنصف التكلفة.

## مختبر تحليل البيانات

- يهدف إلى تحديد كمية الأكسجين الموجودة في تربة القمر، وكذلك المردود النظري ونسبة المردود المئوية للأكسجين باستخدام المردود الفعلي الذي يمكن التوصل إليه.
- يدرس العلماء صخور القمر لمعرفة إمكانية استخدامها في تزويد رواد الفضاء بالأكسجين؛ إذ تتكون تربة القمر من أكاسيد مختلفة، وهي غنية بالأكسجين.
- قامت وكالة ناسا (NASA) بمحاكاة تكوين تربة القمر؛ بهدف إيجاد طريقة فعّالة وغير مكلفة لاستخلاص الأكسجين من هذه التربة.

### التفكير الناقد

1.  $TiO_2$ : 16 g;  $Al_2O_3$ : 178 g;  $SiO_2$ : 473 g;  $FeO$ : 105 g  
 $MgO$ : 96 g;  $CaO$ : 114 g;  $Na_2O$ : 7 g;  $K_2O$ : 6 g  
 $MnO$ : 1 g;  $Cr_2O_3$ : 2 g
2.  $TiO_2$ : 0.00641 kg  $O_2$ ;  $Al_2O_3$  : 0.0838 kg  $O_2$ ;  $SiO_2$  : 0.252 kg  $O_2$ ;  $FeO$ : 0.0234 kg  $O_2$ ;  $MgO$ : 0.0381 kg  $O_2$ ;  $CaO$ : 0.0325 kg  $O_2$ ;  $Na_2O$ : 0.00181 kg  $O_2$ ;  $K_2O$ : 0.000988 kg  $O_2$ ;  $MnO$ : 0.000225 kg  $O_2$   
; $Cr_2O_3$ : 0.000632 kg  $O_2$
3. المنتج الأكبر هو  $SiO_2$ ، أما المنتج الأقل هو  $MnO$
4.  $0.439 \text{ kg of } O_2 / 1.00 \text{ kg}$  من تربة القمر
5.  $0.15 \text{ kg} / 0.439 \times 100 = 34\%$

## مختبر تحليل البيانات

### التحليل والاستنتاج

4. حدد المردود النظري للأكسجين في الأكاسيد الموجودة في عينة كتلتها 1.00 Kg من تربة القمر.
  5. احسب استطاع العلماء باستخدام الأساليب المتوافرة حاليًا استخراج 15 Kg من الأكسجين من 100 Kg من تربة القمر. احسب نسبة المردود المئوية لهذه العملية.
- البيانات والملاحظات**

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

- التفكير الناقد**
1. احسب كتلة (بالجرام) كل من الأكاسيد الواردة في الجدول في 1.00 kg من تربة القمر.
  2. طبق يرغب العلماء في استخراج الأكسجين من أكسيد الفلز باستخدام تفاعل التحلل: الأكسجين + الفلز → أكسيد الفلز ولتقديم صحة هذه الفكرة حدد كمية الأكسجين (بالكيلوجرام) في كل من الأكاسيد الموجودة في 1.00 kg من تربة القمر.
  3. عرف ما الأكسيد الذي يعطي أكبر ناتج من الأكسجين لكل كيلوجرام؟ وما الأكسيد الذي يعطي أقل ناتج؟

### نسبة المردود المئوية والجدوى الاقتصادية

#### Percent Yield in the Marketplace

تلعب نسبة المردود المئوية دوراً مهماً في تحديد التكلفة الاقتصادية لكثير من الصناعات. وفي المثال الموضح بالشكل 9-5، يستخدم الكبريت لتحضير حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$ ، وهو مادة كيميائية أولية مهمة تدخل في صناعة الكثير من المنتجات، ومنها الأسمدة والمنظفات والمنسوجات والأصباغ.

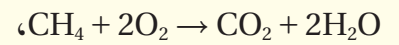


**الأداء** اطلب إلى كل طالب كتابة أربعة أسئلة من نوع الاختيار من متعدد على أن تتضمن حسابات نسبة المردود المئوية، واطلب إليهم تبادل الأسئلة فيما بينهم وحلها ومناقشة إجاباتهم. **ض م**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

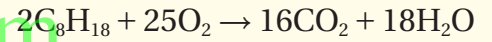
اكتب المعادلة التالية على السبورة:



واطلب إلى الطلاب تحديد نسبة المردود المئوية إذا حرق 10 g من الميثان لإنتاج 19.5 g من الماء. **نسبة المردود المئوية 86.7%.** **ض م**

#### إعادة التدريس

ناقش عملية حرق الجازولين في محرك الاحتراق الداخلي.

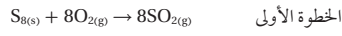


واطلب إلى الطلاب تحديد نسبة المردود المئوية لثاني أكسيد الكربون إذا نتج 1800 g من ثاني أكسيد الكربون عن تفاعل 700 g من الأوكتان، واطلب إليهم أيضاً توضيح كل خطوة من الحسابات. **نسبة المردود المئوية 83.4% من CO<sub>2</sub>.** **ض م**

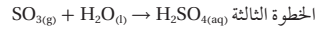
#### التوسع

اطلب إلى الطلاب كتابة بحث حول محركات الاحتراق الداخلي، وما الذي يمكن عمله لزيادة فاعلية السيارات، وتقليل تلوث الهواء.

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



وفي الخطوة الأخيرة يتحد ثالث أكسيد الكبريت 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 يمر خلاله المواد المتفاعلة SO<sub>2</sub> و O<sub>2</sub> فوق عامل محفز عند درجة حرارة (400°C). ولأن التفاعل يصدر مقداراً كبيراً من الحرارة ترتفع درجة الحرارة بالتدرج، وتقل كمية الناتج. ولذلك، عندما تصل درجة الحرارة إلى 600°C تقريباً يتم تبريد المزيج، ومن ثم يُمرر فوق العامل المحفز مرة أخرى. ويتكرر تبريره فوق العامل المحفز أربع مرات مع التبريد بين كل عملية وأخرى نحصل على ناتج أكبر من (98%).



**الشكل 5-9** الكبريت يتم استخراج الكبريت من منتجات البترول بواسطة عمليات كيميائية. كما يستخرج بدفع الماء الساخن إلى أماكن تجمعه تحت الأرض، فيضخ الكبريت السائل إلى السطح.

#### التقويم 4-5

##### الخلاصة

30. **المعززة الرئيسية** حدد أي مما يلي يعد أداة قياس فاعلية التفاعل الكيميائي: المردود النظري أم المردود الفعلي أم نسبة المردود المئوية؟
31. اذكر عدة أسباب لعدم تساوي المردود الفعلي والمردود النظري في التفاعل الكيميائي.
32. وضح كيف تحسب نسبة المردود المئوية؟
33. طبق إذا خلطت 83.77 g من الحديد مع كمية فائضة من الكبريت، وقسمت 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)؟
34. احسب نسبة المردود المئوية لتفاعل الماغنسيوم مع كمية فائضة من الأكسجين.  
 $2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$

بيانات التفاعل	كتلة الحفنة
35.67g	Mg
38.06g	MgO
39.15g	كتلة الحفنة بعد التسخين

#### التقويم 4-5

30. نسبة المردود المئوية.

31. لا تستمر التفاعلات جميعها حتى النهاية. ففي بعض التفاعلات تلتصق كمية من المواد المتفاعلة أو الناتجة بسطح الوعاء بحيث لا توزن أو تنقل. كما أنه قد تنتج مواد غير متوقعة من بعض التفاعلات الجانبية.

32. يكون ذلك بقسمة المردود الفعلي على المردود النظري والضرب في مئة.

33. 155.9g Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

34. نسبة المردود المئوية 87.9% من MgO

## الهدف

سيتعلم الطلاب كيف تُستخدم قدرة فيروس HIV على التكيف، في معرفة عمل الأدوية الجديدة المتعلقة بعلاج هذا الفيروس.

## الخلفية النظرية

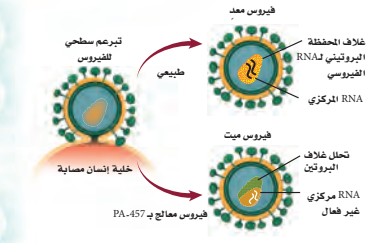
تمنح الطفرات في التسلسل الجيني فيروس [HIV] مقاومةً للدواء؛ إذ ليس لديه الحمض النووي DNA، بل يحتفظ هذا الفيروس بالمعلومات الجينية في الجزيء المرتبط بالحمض النووي RNA. وقد بحث العلماء في خريطة تسلسل لاكتشاف أي جزء من RNA يسيطر على كل جزء من الفيروس. وعندما تُكتشف الطفرات يستطيع العلماء تحديد أي جزء من الفيروس يتغير بالطفرة عند العودة إلى خريطة التسلسل الجينية.

## استراتيجيات التدريس

- ناقش أمثلة لطفرات تعطي مقاومة مثل مقاومة الحشرات لمبيد الحشرات، والأعشاب لمبيد الأعشاب، ومقاومة المضاد الحيوي للأمراض التي تسببها البكتيريا.
- لقد شجع العلماء مقاومة PA - 457 بتقديم جرعة قليلة من العلاج. فلماذا لم تكن هذه الجرعة كبيرة؟ **قد تقتل الجرعة الكبيرة الفيروسات ذات المقاومة الجزئية.** قارن ذلك بالحاجة إلى إكمال جرعات العلاج من المضاد الحيوي لمنع بناء مقاومة البكتيريا.
- لاحظ الاختلاف بين الفيروس والبكتيريا: لا تتأثر الفيروسات بالمضادات الحيوية. دع الطلاب يكتشفوا سبب ذلك.

## محاكية 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 والمنظورة جميعها دون جدوى. وتجري بعض الأبحاث الآن باستخدام قدرة هذا الفيروس على التكيف لاخاذ ذلك طريقة لمكافحته.



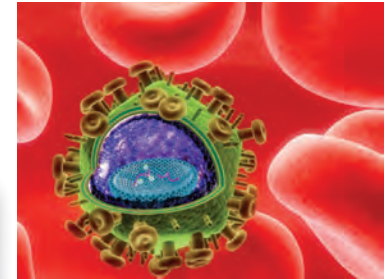
الشكل 2 عندما يتمرض HIV لـ PA - 457 يفقد هذا الغلاف شكله ويفهار، مما يؤدي إلى موت الفيروس.

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

**اختيار المقاومة:** إن PA - 457 علاج واعد ضد فيروس [HIV]، وهو عبارة عن حمض البتيولينيك، المركب العضوي المستخرج من بعض النباتات، ومنها لحاء شجر السدر. ولمعرفة ما يفعله PA - 457 لـ [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.

الكتابة في الكيمياء يبحث كيف يجد العلماء مستوى الجرعة الآمن لأي دواء؟ ناقش كيف يجب أن تكون فاعلية الدواء متوازنة مع درجة السمية بالأغراض الجانبية؟

## الكتابة في الكيمياء

**البحث** ستتتبع الإجابات. يجب أن يجد الطلاب أن العلاقة بين الاستجابة لجرعة الدواء تتنوع من دواء لآخر. فبعض الأدوية يكون علاجها متوقعاً ولا يحتاج إلى مراقبة، ولكن بعضها الآخر يحتاج إلى مراقبة شديدة. يؤثر كل من المرض وعمر المريض وتفاعلات الدواء في مستوى فعالية الدواء بالنسبة للمريض. وعلاوة على ذلك، فإن بعض الأدوية تصبح سامة حتى ولو كانت قريبة من الجرعة الطبية المسموح بها، وهي بحاجة إلى مراقبة شديدة جداً.

# مختبر الكيمياء

## تحديد النسبة المئوية

الزمن حصّة واحدة.

**المهارات العملية** الملاحظة، والاستنتاج، والقياس، وجمع البيانات وتفسيرها، واستخدام الأرقام، والمقارنة، وتطبيق المفاهيم.

**احتياطات السلامة** اطلب إلى الطلاب الإطلاع على تعليمات السلامة في المختبر، وراجع معهم الاحتياطات التي ينبغي اتخاذها عند التعامل مع كبريتات النحاس (II) المائية والحديد قبل بدء العمل. ولأن كبريتات النحاس (II) سامة، لذا تأكد من ارتداء الطلاب معاطف المختبر والقفازات، ولبس النظارات الواقية. واطلب إليهم غسل أيديهم بالماء والصابون بعد الانتهاء من التجربة.

## التخلص من النفايات

يمكن أن تبخر محاليل كبريتات النحاس والحديد في خزانة الأبخرة حتى تجف، كما يمكن التخلص من المواد الصلبة في وعاء خاص فيها.

## خطوات العمل

- تعد عملية زل (فصل) السائل تقنية جديدة في المختبر بالنسبة للطلاب. لذا دعهم يشاهدوا كيف يسكب السائل من الدورق فوق ساق التحريك إلى دورق آخر ببطء.
- أخبر الطلاب أن فلز النحاس لا يلتصق بساق التحريك عندما يكون جافاً تماماً.
- حل المشكلات ينبغي للحصول على نتائج أفضل استخدام برادة حديد غير مؤكسدة.

## مختبر الكيمياء

### تحديد النسبة المئوية

- 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).
- كرر الخطوة 9 مرتين.
- ضع الدورق الذي يحتوي على النحاس الرطب فوق سخان الكهربائي، واستخدم حرارة منخفضة لتجفيف النحاس.



- ارفع الكأس عن السخان بعد أن يجف النحاس، باستخدام الملقط واتركه حتى يبرد.

- قس كتلة الكأس والنحاس معاً.
- التنظيف والتخلص من النفايات ضع النحاس الجاف في وعاء النفايات، واغسل ما علق بالكأس، وجففها بمنشفة ورقية، ثم صب محلول كبريتات النحاس (II)، ومحلول كبريتات الحديد، غير المتفاعلة، في كأس كبيرة، وأعد جميع أجهزة وأدوات المختبر إلى أماكنها الخاصة بها.

### حلّ واستنتج

- طبق اكتسب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل، ثم احسب كتلة النحاس التي يجب أن تتكون من كمية الحديد المستعملة، فتكون هذه الكتلة هي المردود النظري.
- 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.
- قارن بين النسبة المولية النظرية والنسبة المولية التي قمت بحسابها عملياً في الخطوة 2 (الحديد: للنحاس).
- تحليل الخطأ حدد مصادر الخطأ التي تجعل النسبة المولية المعطاة في المعادلة الكيميائية الموزونة أكبر من الواقع.

**الخلفية 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؟

### المواد والأدوات اللازمة

كبريتات النحاس (II) المائية	سخان كهربائي.
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	ملقط لحمل الدورق
برادة حديد	ميزان
ماء مقطر	ساق تحريك
كأس سعته 150 ml	كأس سعته 400 ml
مخبار مدرج سعته 100 ml	أوراق وزن

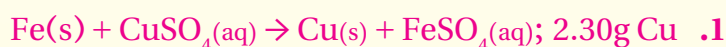
### احتياطات السلامة

تحذير: يسبب السخان الكهربائي الحروق، لذا أغلق مصدر الكهرباء إذا كنت لا تستعمله.

### خطوات العمل

- اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
- قس كتلة كأس سعته 150 ml نظيفة وجافة. وسجل جميع القياسات في جدول البيانات.
- ضع  $12 \text{ g } CuSO_4 \cdot 5H_2O$  في الكأس.
- أضف 50 ml من الماء المقطر إلى  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  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.
- زن 2 g من برادة الحديد باستخدام ورق الوزن.
- أضف البرادة ببطء إلى كبريتات النحاس (II) الساخنة في أثناء التحريك.
- اترك المزيج مدة خمس دقائق.
- استعن بساق التحريك كما في الصورة لصب المزيج في كأس سعته 400 ml، من دون صب فلز النحاس الصلب.

## حلّ واستنتج



$$2.26 \text{ g Cu}, 0.0356 \text{ mol Cu}, 0.0362 \text{ mol Fe}$$

$$\text{النسبة المولية} = (1 \text{ Cu} : 1.02 \text{ Fe}), \text{ نسبة المردود المئوية} = 98.3\%$$

3. نسبة الحديد إلى النحاس في المعادلة هي 1:1، وهي قريبة من

النسبة الناتجة عن التجربة العملية.

4. لم يكن النحاس جافاً تماماً، كما أنّ بعض النحاس يتأكسد إذا

سخن كثيراً، وكان من الممكن خسارة بعض النحاس.

الفقرة (الثامنة) تؤكد العلاقات بين كتل المواد في التفاعلات الكيميائية صحة قانون حفظ الكتلة .

## دليل مراجعة الفصل

### استعمال المفردات

تعزيراً لمعرفة الطلاب بمفردات الفصل، اطلب إليهم كتابة جملة واحدة لكل مصطلح منها.

### استراتيجيات المراجعة

- يوضح الطلاب أهمية المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية. **ض م**
- يعد الطلاب قائمة بخطوات حل مسائل الحسابات الكيميائية. **ض م**
- يوضح الطلاب تأثير المادة المحددة للتفاعل في مسائل الحسابات الكيميائية. **ض م**
- يوضح الطلاب نسبة المردود المئوية للتفاعل. **ض م**

www.almanahj.com



يمكن للطلاب زيارة الموقع:

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

من أجل:

- دراسة الفصل كاملاً على الموقع الإلكتروني.
- طلباً للمزيد من المعلومات والمشاريع والنشاطات.
- التقدم لاختبار الفصل، والاختبار المقنن.

#### 5-1 المقصود بالحسابات الكيميائية

الفقرة الرئيسية تحدد كمية كل

مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المادة الناتجة.

المفردات

- الحسابات الكيميائية
- النسبة المولية

#### 5-2 الحسابات الكيميائية والمعادلات الكيميائية

الفقرة 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

الفقرة الرئيسية يتوقف التفاعل

الكيميائي عندما تستنفد أي من المواد المتفاعلة تماماً.

المفردات

- المادة الفائضة
- المادة المحددة للتفاعل

#### 5-4 نسبة المردود المئوية

الفقرة الرئيسية نسبة المردود

المئوية قياس لفاعلية التفاعل الكيميائي.

المفردات

- نسبة المردود المئوية
- المردود الفعلي
- المردود النظري

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

5-1

إتقان المفاهيم

43. يتفاعل أكسيد القصدير IV مع الكربون وفق المعادلة:  

$$\text{SnO}_2(s) + 2\text{C}(s) \rightarrow \text{Sn}(l) + 2\text{CO}(g)$$
  
 فسر المعادلة الكيميائية من حيث الجسيمات الممثلة، وعدد المولات، والكتلة.
44. تتكون نترات النحاس (II) وثاني أكسيد النيتروجين والماء عندما يضاف النحاس الصلب إلى حمض النتريك. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل، ثم اكتب ست نسب مولية.
45. عندما يتفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول نترات الرصاص (II) يترسب كلوريد الرصاص (II) وينتج محلول حمض النتريك.
- a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.  
 b. فسر المعادلة من حيث الجسيمات الممثلة وعدد المولات والكتلة.
46. عندما يُخلط الألومنيوم مع أكسيد الحديد (III)، ينتج فلز الحديد وأكسيد الألومنيوم، مع كمية كبيرة من الحرارة. فسر النسبة المولية المستخدمة لتحديد عدد مولات الحديد إذا كان عدد مولات  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  معروفة؟  

$$\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 2\text{Al}(s) \rightarrow 2\text{Fe}(s) + \text{Al}_2\text{O}_3(s)$$
  
 حرارة
47. يتفاعل ثاني أكسيد السليكون الصلب (السليكا) مع محلول حمض الهيدروفلوريك HF، لينتج غاز رباعي فلوريد السليكون والماء.
- a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.  
 b. اكتب ثلاث نسب مولية، وبيّن كيف تستخدمها في الحسابات الكيميائية.
48. الكروم أهم خام تجاري للكروم هو الكروميت  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ . ومن الخطوات المتبعة في استخراج الكروم من خامه تفاعل الكروميت مع الفحم (الكربون) لإنتاج الفيروكروم  $\text{FeCr}_2$ .
- $$\text{FeCr}_2\text{O}_4(s) + 2\text{C}(s) \rightarrow \text{FeCr}_2(s) + 2\text{CO}_2(g)$$
- 
- ما النسبة المولية التي تستخدم لتحويل مولات الكروميت إلى مولات الفيروكروم؟

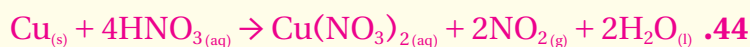
35. لماذا يشترط أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة قبل أن تحدد النسب المولية؟
36. ما العلاقات التي تستطيع أن تحدها من المعادلة الكيميائية الموزونة؟
37. فسر لماذا تُعد النسب المولية أساس الحسابات الكيميائية؟
38. ما النسبة المولية التي يمكن استخدامها لتحويل مولات المادة A إلى مولات المادة B؟
39. لماذا 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. تتحلل ثنائي كرومات الأمونيوم عند التسخين وتنتج غاز النيتروجين وأكسيد الكروم (III) الصلب وبخار الماء.  

$$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$$
  
 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

www.almanahj.com



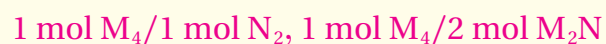
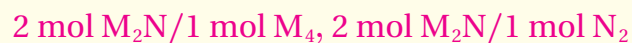
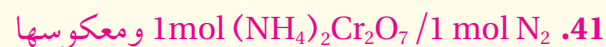
- 1 mol Cu / 4 mol HNO<sub>3</sub> ومعكوسها
- 1 mol Cu / 1 mol Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ومعكوسها
- 1 mol Cu / 2 mol NO<sub>2</sub> ومعكوسها
- 1 mol Cu / 2 mol H<sub>2</sub>O ومعكوسها
- 4 mol HNO<sub>3</sub> / 1 mol Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ومعكوسها
- 4 mol HNO<sub>3</sub> / 2 mol NO<sub>2</sub> ومعكوسها
- 4 mol HNO<sub>3</sub> / 2 mol H<sub>2</sub>O ومعكوسها
- 1 mol Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> / 2 mol NO<sub>2</sub> ومعكوسها
- 1 mol Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> / 2 mol H<sub>2</sub>O ومعكوسها
- 2 mol NO<sub>2</sub> / 2 mol H<sub>2</sub>O ومعكوسها

# الفصل 5

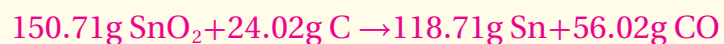
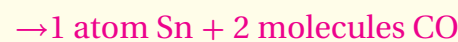
## 5-1

### إتقان المفاهيم

35. تُحدد النسب المولية بين المواد المتفاعلة والناجمة من المعاملات في المعادلة الموزونة. ولا يمكن تحديد هذه النسب إذا لم تكن المعادلة موزونة.
36. العلاقات بين عدد المولات، والكتل، وعدد الجسيمات، لكل من المواد المتفاعلة والناجمة.
37. تسمح النسب المولية بتحويل عدد مولات مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة لعدد مولات مادة أخرى في المعادلة نفسها.
38. عدد مولات B / عدد مولات A
39. توضح المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة عدد الجسيمات الممثلة المشتركة في التفاعل، في حين توضح الأرقام على الجانب الأيمن من الصيغ الكيميائية عدد الذرات لكل نوع من العناصر في الجزيء.
40. مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي دائماً مجموع كتل المواد الناتجة.

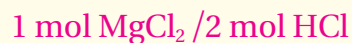
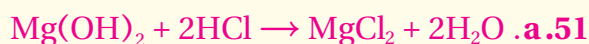
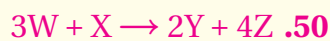


### إتقان حل المسائل



173.73g مواد ناتجة = 174.73g مواد متفاعلة

## 5 تقويم الفصل



### 5-2

52. كتابة معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.

53. تعبّر المعادلة الموزونة عن العلاقة بين المواد المتفاعلة

والناجمة. وتستخدم المعاملات في المعادلة لكتابة النسب المولية التي تربط بين المواد المتفاعلة والناجمة.

54. تعتمد الحسابات الكيميائية على قانون حفظ الكتلة.

تستخدم الحسابات لتحديد كتل المواد المتفاعلة والناجمة.

ويجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة مجموع كتل

المواد الناجمة، لتحقيق قانون حفظ الكتلة.

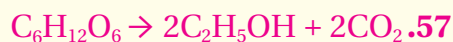
55. الكتلة المولية هي عامل التحويل من عدد مولات مادة

مُعطاة إلى كتلة والعكس صحيح.

56. يجب أن تتوافق لديك المعادلة الكيميائية الموزونة وكمية

مادة واحدة في التفاعل بالإضافة إلى معرفة المادة الناجمة

التي تريد حساب كتلتها.



b. يجب أن تظهر رسوم الطلاب تشكل ستة جزيئات ماء

وست ذرات كبريت.



49. تلوث الهواء يتم إزالة الملوث  $SO_2$  من الهواء عن طريق

تفاعله مع كربونات الكالسيوم والأكسجين، والمواد

الناجمة من هذا التفاعل هي كبريتات الكالسيوم وثاني

أكسيد الكربون. حدد النسبة المولية التي تستخدم في

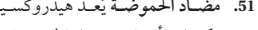
تحويل مولات  $SO_2$  إلى مولات  $CaSO_4$ .

50. تتفاعل المادتان W و X لنتجتا Y و Z. والجدول 5-2

يوضح عدد مولات المواد المتفاعلة والناجمة التي تم

الحصول عليها عند التفاعل. استخدم البيانات لتحديد

المعاملات التي تجعل المعادلة موزونة.



الجدول 5-2 بيانات التفاعل

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

51. مضاد الحموضة يُعد هيدروكسيد المغنسيوم 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؟

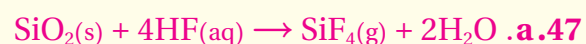
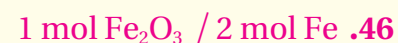
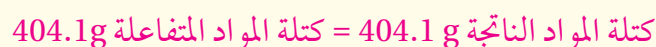
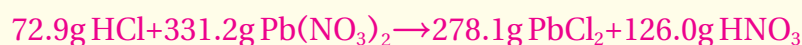
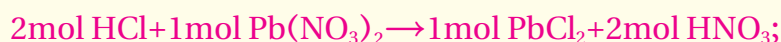
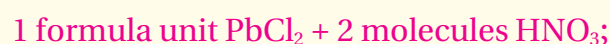
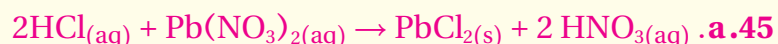
54. ما القانون الذي تركز عليه الحسابات الكيميائية، وكيف تدعمه؟

55. كيف تستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية؟

56. ما المعلومات التي يجب أن تتوافر لك لحساب كتلة المادة

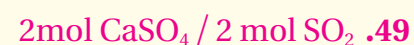
الناجمة عن التفاعل الكيميائي؟

### 5-2



b. يمكن للطالب أن يكتب أي (3) نسب من (12) نسبة. على أن

يصف الشرح الاستخدام الصحيح للنسبة بوصفها معامل تحويل.



الشكل 5-11

59. اللحم إذا تفاعلت 5.50 mol من كربيد الكالسيوم مع

كمية فائضة من الماء، فما عدد مولات غاز الأسيتيلين

(غاز يستخدم في اللحم) 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  $0.0119 \text{ mol } NaHCO_3$ ؟

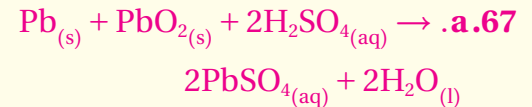
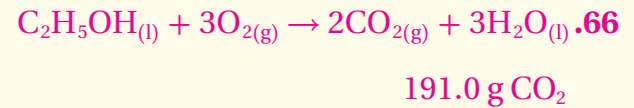
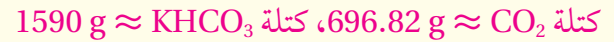
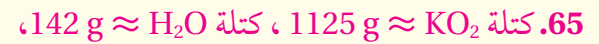
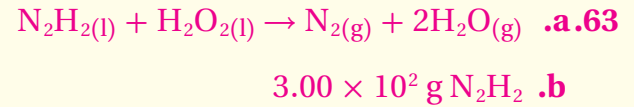
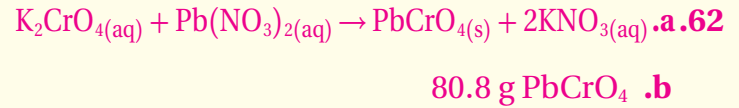
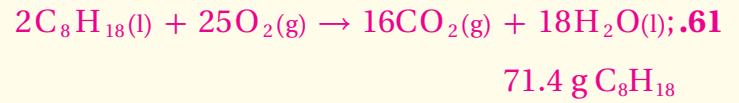


## 5 تقويم الفصل

66. وقود **gasohol** عبارة عن مزيج من الجازولين والإيثانول. زن المعادلة الآتية وحدد كتلة  $CO_2$  الناتجة عن احتراق 100.0 g من الإيثانول.  
 $C_2H_5OH(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
67. بطارية السيارة. يُستخدم 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. حدد كتلة كبريتات الرصاص II الناتجة عن تفاعل 25.0 g رصاص مع كمية فائضة من أكسيد الرصاص IV وحمض الكبريتيك.
68. يستخلص الذهب من الخام بمعالجته بمحلول سيانيد الصوديوم في وجود الأوكسجين والماء.  
 $4Au(s) + 8NaCN(aq) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4NaAu(CN)_2(aq) + 4NaOH(aq)$   
 a. حدد كتلة الذهب المستخلص إذا استخدم 25.0 g من سيانيد الصوديوم.  
 b. إذا كانت كتلة خام الذهب 150.0 g، فما النسبة المئوية للذهب في الخام؟
69. الأفلام: تحتوي أفلام التصوير على بروميد الفضة مذاباً في الجلوتين. وعند تعرّض هذه الأفلام للضوء يتحلل بعض بروميد الفضة منتجاً حبيبات صغيرة من الفضة. ويتم إزالة بروميد الفضة من الجزء الذي لم يتعرض للضوء بمعالجة الفيلم في ثيوكبريتات الصوديوم.  
 $AgBr(s) + 2Na_2S_2O_3(aq) \rightarrow Na_3Ag(S_2O_3)_2(aq) + NaBr(aq)$   
 حدد كتلة  $Na_3Ag(S_2O_3)_2$  الناتجة عن إزالة 572.0 g من بروميد الفضة  $AgBr$ .

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 موازنة 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  $N_2H_2$  وسائل فوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  وقوداً للصواريخ. والمواد الناتجة عن هذا التفاعل هي غاز النيتروجين والماء.  
 a. اكتب معادلة كيميائية موازنة 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.  
 $CH_4(g) + 3Cl_2(g) \rightarrow CHCl_3(l) + 3HCl(g)$   
 ما مقدار  $CH_4$  بالجرامات اللازم لإنتاج 50.0 g  $CHCl_3$ ؟
65. إنتاج الأوكسجين تستخدم وكالة الفضاء الروسية فائق أكسيد البوتاسيوم  $KO_2$  لإنتاج الأوكسجين في البدلات الفضائية.  
 $4KO_2 + 2H_2O + 4CO_2 \rightarrow 4KHCO_3 + 3O_2$   
 أكمل الجدول 3-5.

الجدول 3-5 بيانات إنتاج الأوكسجين				
كتلة $O_2$	كتلة $KHCO_3$	كتلة $CO_2$	كتلة $H_2O$	كتلة $KO_2$
380g				



www.almanahj.com

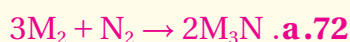
5-3

إتقان المفاهيم

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

71. الكتلة لا تحدد المادة المحددة للتفاعل وإنما عدد المولات

فقط. المادة المحددة هي المادة التي تنتج أقل عدد من مولات الناتج.



**b.** 6 mol من ذرات العنصر M (في صورة 3 mol من  $M_2$ )،

وكذلك 6 mol من ذرات العنصر N، (3 mol من  $N_2$ ).

**c.** نتج 2 mol من  $M_3N$  وتبقى 2 mol من  $N_2$  غير

متفاعلة (ما مجموعه 4 mol من ذرات العنصر N).

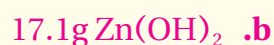
**d.**  $M_2$  المادة المحددة للتفاعل، و  $N_2$  المادة الفائضة.

www.almanahj.com

73. الهيدروجين هو المادة المحددة للتفاعل؛ الإيثان هو المادة الفائضة. تبقى مول واحد من الإيثان دون تفاعل.



77.  $Cl_2$  هو المادة المحددة للتفاعل، في حين أن  $P_4$  هو المادة الفائضة.



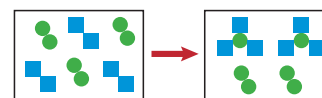
5-3

إتقان المفاهيم

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

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

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



الشكل 5-12

**a.** اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

**b.** إذا كان كل مربع يمثل 1 mol M، وتمثل كل دائرة

1 mol 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 محددة للتفاعل؟ وأيها مادة

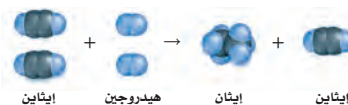
فائضة؟

إتقان حل المسائل

73. يوضح الشكل 5-13 التفاعل بين الإيثان ( $C_2H_6$ )

والهيدروجين، والمادة الناتجة هي الإيثان ( $C_2H_4$ ). ما

المادة المحددة للتفاعل وما المادة الفائضة؟ وضح ذلك.

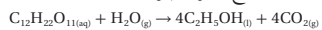


الشكل 5-13

## 5 تقويم الفصل

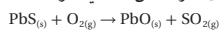
### إتقان حل المسائل

87. الإيثانول (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH): ينتج عن تخمر السكر  
C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> مع وجود الإنزيمات.



حدد المردود النظري ونسبة المردود المئوية للإيثانول إذا  
تخمّر 684 g من السكر وكان الناتج 349 g إيثانول.

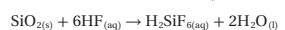
88. يستخلص أكسيد الرصاص (II) بتحميص الجالينا؛  
كبريتيد الرصاص (II)، في الهواء.



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  
ليُنتج حمض سداسي الفلوروسيليسك H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> حسب  
المعادلة التالية:



إذا تفاعل 40.0 g من SiO<sub>2</sub> مع 40.0 g من HF ونتاج 45.8 g  
من H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>:

a. ما المادة المُحددة للتفاعل؟

b. ما الكتلة المتبقية من المادة الفائضة؟

c. ما المردود النظري لـ H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>؟

d. ما نسبة المردود المئوية؟

90. تتحلل كربونات الكالسيوم عند التسخين إلى  
أكسيد الكالسيوم CaO وثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>.

a. ما المردود النظري لـ CO<sub>2</sub> إذا تحلل 235.0 g من  
CaCO<sub>3</sub>؟

b. ما نسبة المردود المئوية لـ CO<sub>2</sub> إذا نتج 97.5 g من  
CO<sub>2</sub>؟

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

a. المادة المُحددة 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؟

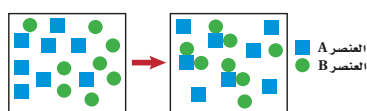
82. هل يمكن أن تكون نسبة المردود المئوية لأي تفاعل أكثر  
من 100%؟ وضح إجابتك.

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

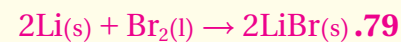
84. ما البيانات التجريبية التي تحتاج إليها لحساب كل  
من المردود النظري ونسبة المردود المئوية لأي تفاعل  
كيميائي؟

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



www.almanahj.com



a. Br<sub>2</sub>

b. 27.1 g LiBr

c. الليثيوم، 22.8 g Li

### 5-4

#### إتقان المفاهيم

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

81. يتحدّد المردود الفعلي من خلال التجربة، أما المردود النظري  
فيتم حساباً من خلال مادة متفاعلة معطاة أو المادة المُحددة  
للتفاعل.

82. لا، لا يمكن أن تنتج أكثر من المردود النظري والذي يتم  
تحديده من المواد المتفاعلة.

83. نسبة المردود المئوية =  $\frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$ .

84. كمية إحدى المواد المتفاعلة والمردود الفعلي لمادة ناتجة.

85. كتلة إحدى المواد المتفاعلة والكتلة الفعلية لهيدروكسيد  
الفلز الناتج.

86. لا يستمر التفاعل حتى النهاية. وباستخدام مربعات لتمثيل  
العنصر A ودوائر لتمثيل العنصر B، بداية ينتج 4 جسيمات  
من AB<sub>2</sub>، لكن حقيقة ما نتج هو ثلاث فقط. هناك جسيمات  
غير متفاعلة من B و A لإنتاج جسيم آخر من AB<sub>2</sub>. لذا  
فنسبة المردود المئوية تساوي 75%.

#### إتقان حل المسائل

87. المردود النظري: 369 g C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH

نسبة المردود المئوية = 94.6 %

88. a. 2PbS + 3O<sub>2</sub> → 2PbO + 2SO<sub>2</sub>

المردود النظري 186.6 g

b. نسبة المردود المئوية = 37.5 %

89. a. HF المادة المحددة للتفاعل.

b. SiO<sub>2</sub> المادة الفائضة، 20.0 g

c. المردود النظري = 48.0 g H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>

d. نسبة المردود المئوية لـ H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> = 95.4%

90. المردود النظري = 103.4 g

نسبة المردود المئوية = 94.4 %

91. كتلة CH<sub>3</sub>OH(l) = 9.71 g

## 5 تقويم الفصل

### 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 CuS II؟

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 متوازنة 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

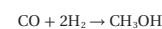
98. حلل واستنتج: تم الحصول في إحدى التجارب على نسبة مردود مئوية 108%، فهل هذه النسبة ممكنة؟ وضح ذلك. افترض أن حساباتك صحيحة، فما الأسباب التي قد تفسر مثل هذه النتيجة؟

99. لاحظ واستنتج: حدد ما إذا كان أي من التفاعلات التالية يعتمد على المادة المُحددة للتفاعل، ثم حدد تلك المادة.

a. تحليل كلورات البوتاسيوم لإنتاج كلوريد البوتاسيوم والأكسجين.

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

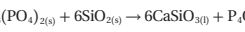
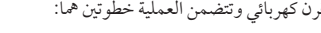
91. يتم إنتاج الميثانول، من تفاعل أول أكسيد الكربون مع غاز الهيدروجين.



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		
$CH_3OH(l)$	$CO(g)$	
	8.50 g	الكتلة
32.05 g/mol	28.01 g/mol	الكتلة المولية
		عدد المولات

92. الفوسفور  $P_4$ : يُحصَر تجارياً بتسخين مزيج من فوسفات الكالسيوم  $Ca_3(PO_4)_2$  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  $Ca_3(PO_4)_2$  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 المتوازنة 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).

عدد مولات  $CO(g) = 0.303 \text{ mol}$

عدد مولات  $CH_3OH(l) = 0.303 \text{ mol}$

نسبة المردود المثوية = 87.7%

92. المردود النظري = 49.92 g

نسبة المردود المثوية = 90.1%

93. المردود النظري = 24.3 g

نسبة المردود المثوية = 82.3%

### مراجعة عامة

94.  $2 \text{ mol } NH_4NO_3 / 1 \text{ mol } CuS$

95.  $25.6 \text{ g } Cu$

96. a.  $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$

b.  $2 \text{ mol } NO_2 / 2 \text{ mol } NO$

97. المردود النظري =  $4.04 \text{ g } H_2$

نسبة المردود المثوية = 94.1%

### التفكير الناقد

98. لا، لا يمكن أن يكون الناتج المثوي أكبر من 100%.

وإذا كانت النتائج كبيرة فذلك يعني أن النواتج لم تجفف بشكل تام أو أنها ملوثة بمواد أخرى.

99. a. لا، وذلك بسبب وجود مادة متفاعلة واحدة.

b. نعم، وذلك بسبب وجود مادتين متفاعلتين، ولكن

لا تتوفر معلومات كافية لمعرفة المادة المحددة.

## 5 تقويم الفصل

102. طبق: يمكنك إعادة اشعال النار في الخشب بعد خودها بتحريك 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 الفاناديوم مع الهيدروجين، ينتج الماء وأكسيد فانديوم آخر كتلته (8.76 g). وعند تعريض أكسيد الفانديوم الثاني لحرارة إضافية مع وجود الهيدروجين تكون 5.38 g من الفانديوم الصلب.

a. حدد الصيغ الجزيئية لكلا الأكسجينين.

b. اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل خطوة من خطوات التفاعل.

c. 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 التالية:

a. الفلور

b. التيتانيوم

c. الألومنيوم

d. 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 المُحددة والفاضة، فأضافوا كميات مختلفة من محلول فوسفات الصوديوم  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  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:

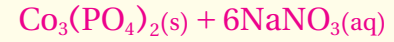
جدول 5-5 بيانات تفاعل $\text{Na}_3\text{PO}_4$ مع $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$				
التجربة	حجم $\text{Na}_3\text{PO}_4$	حجم $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	التفاعل مع قطرة $\text{Na}_3\text{PO}_4$	التفاعل مع قطرة $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
1	5.0 ml	10.0 ml	لا يوجد راسب	لا يوجد راسب
2	10.0 ml	10.0 ml	لا يوجد راسب	لا يوجد راسب
3	15.0 ml	10.0 ml	لا يوجد راسب	لا يوجد راسب
4	20.0 ml	10.0 ml	لا يوجد راسب	لا يوجد راسب

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

b. حدد بناءً على النتائج، المادة المُحددة للتفاعل والفاضة لكل تجربة.

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

www.almanahj.com



b. التجربة رقم 1: المادة المحددة هي  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

والمادة الفائضة هي  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$

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

والمادة الفائضة هي  $\text{Na}_3(\text{PO}_4)$

101. أحضر وعاء تبخير واحسب كتلته، وأضف 2.00 g

من كبريتات النحاس (II) المائية وسجل كتلة الوعاء

والكبريتات المائية معاً. سخن الوعاء على لهب خافت

لمدة 5 min، ثم سخن بشدة لمدة 5 min أخرى

وذلك لتبخير الماء. دع الوعاء يبرد ثم سجل الكتلة

الجديدة. احسب كتلة الكبريتات اللامائية مستخدماً

المعادلة التالية:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$

بالإضافة إلى كتلة الكبريتات المائية قبل التسخين، ثم

أوجد المردود النظري لكبريتات النحاس. احسب

كذلك المردود الفعلي للكبريتات اللامائية. اقسم

المردود النظري على المردود العملي (الفعلي) واضرب

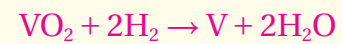
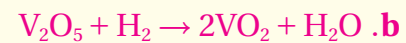
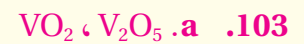
نتائج القسمة في 100% لحساب نسبة المردود المئوية

لكبريتات النحاس اللامائية.

102. عندما يتحرك الهواء فوق اللهب، تزداد كمية الأكسجين

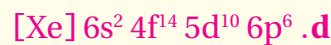
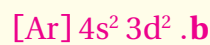
المضافة وبالتالي يحترق الفحم.

### مسألة تحفيز



### مراجعة تراكمية

104. إنها فرضية، لأنها مبنية على الملاحظة فقط لا على البيانات.

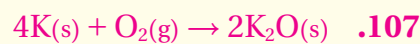


106. تصل جزيئات اللافلزات الغازية للتوزيع الإلكتروني

للغاز النبيل بتكوين روابط تساهمية بين ذرتين، أما

الغازات الأخرى الأحادية الذرة فليها التوزيع

الإلكتروني للغاز النبيل.



تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

108. ستتنوع الإجابات. الملوّثات الشائعة هي  $NO$  و  $NO_2$  و  $SO_2$  و  $O_3$ . تحقق من الحسابات الكيميائية، وأنها تسبب انخفاضاً في الملوّثات.

109. ستتنوع الإجابات. تأكد من وجود المعادلة التالية:



كان هدف عملية هابر التحكم في التفاعل، لذا فإن كمية كبيرة من النواتج المفيدة أنتجت بسرعة. وكان للعملية أهمية كبيرة؛ لأنه يمكن التوصل من خلال ذلك إلى مركب نيتروجيني يمكن إنتاجه بكميات كبيرة.

110. المادة المحددة للتفاعل هي  $H_2O_2$

111. 19.1 mg ،  $C_6H_4(OH)_2$

112. 79.4 mg

www.almanahj.com

تقويم إضافي

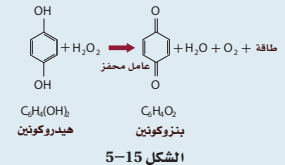
الكتابة في الكيمياء

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

109. عملية هابر تعد نسبة المردود المتوية للأمونيوم 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  $H_2O_2$  والهيدروكينون  $C_6H_4(OH)_2$ . وقد استغلت بعض أنواع الحنافس هذه القدرة وقامت بخلط هذه المواد الكيميائية بعامل مساعد، فكانت النتيجة تفاعلاً كيميائياً طارداً للحرارة وريداً كيميائياً ساخناً مهيجاً لأي مفترس. يأمل الباحثون في استخدام طريقة مماثلة لإشعال المحركات التوربينية للطائرة. ويوضح الشكل 5-15 المعادلة الكيميائية غير الموزونة التي تنتج الراداز.



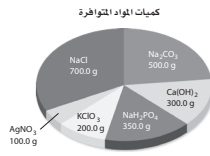
أسئلة الاختيار من متعدد

1. d
2. a
3. b
4. b
5. d
6. c
7. b
8. b

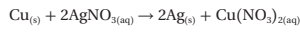
أسئلة الاختيار من متعدد

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.



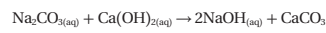
2. يحضر فلز الفضة النقي باستخدام التفاعل الآتي:



ما كتلة فلز النحاس بالجرامات المطلوبة للتفاعل مع  $\text{AgNO}_3$  تمامًا؟

- a. 18.0 g .b 37.3 g .c 74 g .d 100.0 g

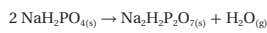
3. تعد طريقة لي بلانك الطريقة التقليدية لتصنيع هيدروكسيد الصوديوم حسب المعادلة الآتية:



ما الحد الأعلى لعدد المولات لـ  $\text{NaOH}$  الناتجة باستخدام كميات المواد الكيميائية المتوافرة .

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

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  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$  إلى درجة حرارة عالية حسب المعادلة الآتية:

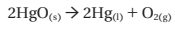


فإذا كانت الكمية المطلوبة  $444.0\text{ g}$  من  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ، فكم جرامًا من  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  يلزم شراءها لإنتاج هذه الكمية من  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ؟

www.almanahj.com

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

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



فإذا تحللت  $3.55\text{ mol}$  من  $\text{HgO}$  لتكوين  $1.54\text{ mol}$  من  $\text{O}_2$  و  $618\text{ g}$  من  $\text{Hg}$ ، فما نسبة المردود المثوية لهذا التفاعل؟

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

استعن بالرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 6 و 7.

الجدول الدوري																	
1	2											13	14	15	16	17	18
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	
Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	W	W	W	W	W	
Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	W	W	W	W	W	
Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	W	W	W	W	W	

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

6. أي العناصر له أكبر نصف قطر ذري في دورته؟  
a. W .b. X .c. Y .d. Z
7. أي مجالات الطاقة الفرعية الآتية توجد فيها إلكترونات العناصر المصنفة (W)؟  
a. S .b. p .c. D .d. f
8. ما عدد مولات تيتانيت الكولبت III،  $\text{Co}_2\text{TiO}_4$  الموجودة في  $7.13\text{ g}$  من المركب؟  
a.  $2.39 \times 10^1\text{ mol}$  .b.  $3.10 \times 10^{-2}\text{ mol}$  .c.  $3.22 \times 10^1\text{ mol}$  .d.  $4.17 \times 10^{-2}\text{ mol}$  .e.  $2.28 \times 10^{-2}\text{ mol}$

## أسئلة الإجابات القصيرة

9. 27 mol N<sub>2</sub>

a.10

c.11

e.12

d.13

b.14

## أسئلة الإجابات المفتوحة

15. يجب أن تمثل البيانات علاقة خطية تقريباً مع قليل من الحواف المتعرجة.

16. تزداد طاقة التأين بالانتقال عبر الدورة (من اليسار إلى اليمين) أو من أسفل إلى أعلى في مجموعات الجدول الدوري. لعناصر المجموعة الأولى والثانية 1 أو 2 من إلكترونات التكافؤ وهي نسبياً سهلة الفقد؛ لأنه ينتج عن ذلك مجالاً خارجياً مكتملاً. أما عناصر الجانب الأيمن من الجدول الدوري فلها طاقة تأين عالية؛ لأن الغلاف الخارجي لها ممتلئ تقريباً مما يجعلها أكثر قدرة على اكتساب عدد من الإلكترونات بدلاً من فقدانها.

### أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 15 و 16.

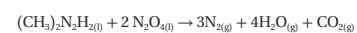
طاقة التأين الأولى لعناصر الدورة الثالثة		
العنصر	العدد الذري	طاقة التأين الأولى (kJ/mol)
الصوديوم	11	496
المغنسيوم	12	736
الألمنيوم	13	578
السليكون	14	787
الفوسفور	15	1012
السيلينيوم	16	1000
الكلور	17	1251
الأرجون	18	1521

15. مثل البيانات السابقة بيانياً، وضع العدد الذري على المحور السيني.

16. وضح الخط الذي تتغير فيه طاقة التأين، وكيف ترتبط إلكترونات تكافؤ العنصر؟

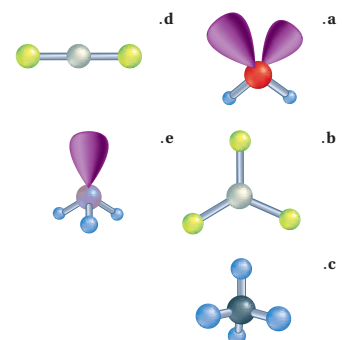
### أسئلة الإجابات القصيرة

9. يشتعل (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>N<sub>2</sub>H عند ملامسته لرابع أكسيد ثنائي النيتروجين N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.



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؟

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<sup>2</sup>؟