قـــررت وزارة الـتـعـلـيـم تـــدريس
هـذا الـكـتـاب وطـبـعـه عـلـى نـفـقـتـهـا

المملكة العربية السعودية

الكيمياء 2

التعليم الثانوي - نظام المسارات

السنة الثانية

قام بالتأليف والمراجعة
فريق من المتخصصين

يُوزع مجّانًا ولا يُباع

طبعة 1445 - 2023

ⓒ وزارة التعليم ، ١٤٤٤هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
كيمياء ٢ – التعليم الثانوي – نظام المسارات – السنة الثانية. /
وزارة التعليم – ط ١٤٤٥ . – الرياض ، ١٤٤٤ هـ .
٥٨١ص ؛ ٢١ X ٢٧,٥ سم
ردمك : ٤-٤٢٦-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

١ – الكيمياء – كتب دراسية ٢ – التعليم الثانوي – السعودية
ديوي ٥٤٠,٧١٢ ١٤٤٤/٨٦٩١

رقم الإيداع : ١٤٤٤/٨٦٩١
ردمك : ٤-٤٢٦-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"

ien.edu.sa

أعزاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم:
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.

fb.ien.edu.sa

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

المقدمة

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحيمِ

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها من منطلق أحد التزامات رؤية المملكة العربية السعودية **2030** وهو: «إعداد مناهج تعليمية متطورة تركز على الممارسات الأساسية بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية»، وذلك من منطلق تطوير التعليم وتحسين مُخرجاته ومواكبة التطورات العالمية على مختلف الصعد.

ويأتي كتاب كيمياء 2 للتعليم الثانوي (نظام المسارات) داعمًا لرؤية المملكة العربية السعودية **(2030)** نحو الاستثمار في التعليم عبر ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة، بحيث يكون الطالب فيها هو محور العملية التعليمية التعلمية.

والكيمياء فرع من العلوم الطبيعية يتعامل مع بنية المادة ومكوناتها وخصائصها النشطة. ولأن المادة هي كل شيء يشغل حيزًا في الفراغ وله كتلة، إذن فالكيمياء تهتم بدراسة كل شيء يحيط بنا، ومن ذلك السوائل التي نشربها، والغازات التي نتنفّسها، والمواد التي يتكون منها جهازنا الخلوي، وطبيعة الأرض تحت أقدامنا. كما تهتم بدراسة جميع التغيرات والتحولات التي تطرأ على المادة. فالنفط الخام يحوّل إلى منتجات نفطية قابلة للاستخدام بطرائق كيميائية، وكذلك تحويل بعض المنتجات النفطية إلى مواد بلاستيكية. والمواد الخام المعدنية يستخلص منها الفلزات التي تستخدم في العديد من الصناعات الدقيقة، وفي صناعة السيارات والطائرات. والأدوية المختلفة تستخلص من مصادر طبيعية ثم تفصل وتركب في مختبرات كيميائية. ويتم في هذه المختبرات تعديل مواصفات هذه الأدوية لتتوافق مع المواصفات الصيدلانية، وتلبي متطلبات الطب الحديث.

وقد تم بناء محتوى كتاب الطالب بطريقة تتيح ممارسة العلم كما يمارسه العلماء، وجاء تنظيم المحتوى بأسلوب مشوق يعكس الفلسفة التي بنيت عليها سلسلة مناهج العلوم من حيث إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبني والموجَّه والمفتوح. فقبل البدء في دراسة محتوى كل فصل من فصول الكتاب، يقوم الطالب بالاطلاع على الفكرة العامة للفصل التي تقدم صورة شاملة عن محتواه. ثم يقوم بتنفيذ أحد أشكال الاستقصاء المبني تحت عنوان التجربة الاستهلالية التي تساعد أيضًا على تكوين النظرة الشاملة عن محتوى الفصل. وتتيح التجربة الاستهلالية في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء الموجه من خلال سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمن النشاطات التمهيدية

للفصل إعداد مطوية تساعد على تلخيص أبرز الأفكار والمفاهيم التي سيتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية الأخرى التي يمكن تنفيذها من خلال دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو حل المشكلات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الكيمياء في نهاية كل فصل، الذي يتضمن استقصاءً مفتوحًا في نهايته ، بما يُعزز أيضاً مبدأ رؤية **2030** " نتعلم لنعمل " .

وعندما تبدأ دراسة المحتوى تجد في كل قسم ربطًا بين المفردات السابقة والمفردات الجديدة، وفكرة رئيسة خاصة بكل قسم ترتبط مع الفكرة العامة للفصل. وستجد أدوات أخرى تساعدك على فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحًا وتفسيرًا للمفردات الجديدة التي تظهر مظللة باللون الأصفر، وتجد أيضًا أمثلة محلولة يليها مسائل تدريبية تعمِّق معرفتك وخبراتك في فهم محتوى الفصل. وتضمّن كل قسم مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية بدرجة عالية الوضوح تعزز فهمك للمحتوى. وتجد أيضًا مجموعة من الشروح والتفسيرات في هوامش الكتاب، ومنها ما يتعلق بالربط بمحاور رؤية **2030** وأهدافها الاستراتيجية، منها ما يتعلق بالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، أو إرشادات للتعامل مع المطوية التي تعدها في بداية كل فصل.

وقد وظفت أدوات التقويم الواقعي في مستويات التقويم بأنواعه الثلاثة، التمهيدي والتكويني والختامي؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل بوصفها تقويمًا تمهيديًّا لتعرّف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل، أو من خلال مناقشة الأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلالية. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى تجد سؤالاً تحت عنوان «ماذا قرأت؟»، وتجد تقويمًا خاصًّا بكل قسم من أقسام الفصل يتضمن أفكار المحتوى، وأسئلة تعزز فهمك لما تعلمت وما ترغب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل تجد دليلاً لمراجعة الفصل يتضمَّن تذكيرًا بالفكرة العامة والأفكار الرئيسة والمفردات الخاصة بأقسام الفصل، وخلاصة بالأفكار الرئيسة التي وردت في كل قسم. ثم تجد تقويمًا للفصل في صورة أسئلة متنوعة تهدف إلى إتقان المفاهيم، وحل المسائل، وأسئلة خاصة بالتفكير الناقد، والمراجعة العامة، والمراجعة التراكمية، ومسائل تحدٍّ، وتقويمًا إضافيًّا يتضمن تقويم مهارات الكتابة في الكيمياء، وأسئلة خاصة بالمستندات تتعلق بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية. وفي نهاية كل فصل تجد اختبارًا مقننًا يهدف إلى تقويم فهمك للموضوعات التي قمت بتعلمها سابقًا.

والله نسأل أن يحقق الكتاب الأهداف المرجوة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.

فهرس أقسام الكتاب

القسم الأول: ..... من ص 7 إلى ص 245

القسم الثاني: ..... من ص 247 إلى ص 411

القسم الثالث: ..... من ص 413 إلى ص 581

القسم الأول

قائمة المحتويات

دليل الطالب

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟ 9

الفصل 1

الحسابات الكيميائية 12

1-1 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية 14

1-2 صيغ الأملاح المائية 24

1-3 المقصود بالحسابات الكيميائية 28

1-4 حسابات المعادلات الكيميائية 33

1-5 المادة المحددة للتفاعل 39

1-6 نسبة المردود المئوية 46

الكيمياء والصحة: محاربة السلالات المقاومة 51

الفصل 2

الإلكترونات في الذرات 68

2-1 الضوء وطاقة الكم 70

2-2 نظرية الكم والذرة 80

2-3 التوزيع الإلكتروني 90

الكيمياء والصحة: ملاقط الليزر 97

الفصل 3

الجدول الدوري والتدرج في خواص العناصر 106

3-1 تطور الجدول الدوري الحديث 108

3-2 تصنيف العناصر 116

3-3 تدرج خواص العناصر 121

الكيمياء والصحة: العناصر في جسم الإنسان 129

الفصل 4

المركبات الأيونية والفلزات 140

4-1 تكون الأيون 142

4-2 الروابط الأيونية والمركبات الأيونية 146

4-3 صيغ المركبات الأيونية وأسماؤها 154

4-4 الروابط الفلزية وخواص الفلزات 161

الكيمياء من واقع الحياة: الموضة القاتلة 164

الفصل 5

الروابط التساهمية 174

5-1 الرابطة التساهمية 176

5-2 تسمية الجزيئات 184

5-3 التراكيب الجزيئية 189

5-4 أشكال الجزيئات 198

5-5 الكهروسالبية والقطبية 202

كيف تعمل الأشياء؟ الأقدام اللاصقة 208

الملاحق

دليل العناصر الكيميائية 218

المصطلحات 238

الجدول الدوري للعناصر 244

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

هذا الكتاب ليس كتابًا أدبيًّا أو رواية خيالية، بل يصف ظواهر ونظريات وقوانين وحقائق علمية، ويربطها بحياة الناس، وتطبيقات تقنية؛ لذا فأنت تقرؤه طلبًا للعلم والمعلومات. وفيما يأتي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته.

قبل أن تقرأ

اقرأ كلًّا من الفكرة العامة و الفكرة الرئيسة والتجربة الاستهلالية ؛ فهي تزودك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

لكل فصل فكرة عامة تقدم صورة شاملة عنه. ولكل قسم من أقسام الفصل الفكرة الرئيسة تدعم فكرته العامة.

يبدأ كل فصل بتجربة استهلالية تقدم المادة التي يتناولها. نفذ التجربة الاستهلالية، لتكتشف المفاهيم التي سيتناولها الفصل.

لتحصل على رؤية عامة عن الفصل

- اقرأ عنوان الفصل لتتعرّف موضوعاته.
- تصفّح الصور والرسوم والتعليقات والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة والمظللة باللون الأصفر.
- اعمل مخططًا للفصل باستخدام العناوين الرئيسة والعناوين الفرعية.

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

عندما تقرأ

ستجد في كل قسم أداة تعمِّق فهمك للموضوعات التي ستدرسها، وأدوات أخرى لاختبار مدى استيعابك لها.

1–1

الأهداف
- تفسر المقصود بالتركيب النسبي المئوي للمركب.
- تحدد الصيغتين الأولية والجزيئية للمركب من خلال التركيب النسبي المئوي والكتل الحقيقية للمركب.

مراجعة المفردات
النسبة المئوية بالكتلة: نسبة كتلة كل عنصر إلى الكتلة الكلية للمركب.

المفردات الجديدة
التركيب النسبي المئوي
الصيغة الأولية
الصيغة الجزيئية

الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية
Empirical and Molecular Formulas

الفكرة الرئيسة الصيغة الجزيئية لمركب ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

الربط مع الحياة لعلك لاحظت أن بعض عبوات المشروبات أو وجبات الطعام تحدد كمية السعرات الحرارية في جزء منها (قطعة، ملعقة، g، ml، ...). فكيف يمكنك تحديد القيمة الكلية للسعرات الحرارية في العبوة أو الوجبة؟

التركيب النسبي المئوي Percent Composition

غالبًا ما ينشغل الكيميائيون في تطوير المركبات للاستعمالات الصناعية والدوائية والمنزلية، كما في الشكل 1–1، فبعد أن يقوم الكيميائي الصناعي (الذي يحضر مركبات جديدة) بتحضير مركب جديد يقوم الكيميائي التحليلي بتحليل المركب ليقدم دليلاً عمليًا على تركيبه وصيغته الكيميائية.

إن مهمة الكيميائي التحليلي هي تحديد العناصر التي يحويها المركب، وتحديد نسبها المئوية بالكتلة. فالتحاليل الوزنية والحجمية إجراءات عملية مبنية على قياس كتل المواد الصلبة وأحجام السوائل.

التركيب النسبي المئوي من البيانات العملية فعلى سبيل المثال، إذا أخذت عينة كتلتها 100 g من مركب يحتوي على 55 g من عنصر X و 45 g من عنصر Y، فالنسبة المئوية بالكتلة لأي عنصر في المركب يمكن حسابها بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب والضرب في 100.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة (للعنصر)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

الشكل 1–1 يقوم الكيميائي الصناعي بتحضير كميات صغيرة من مركبات كيميائية جديدة كما في الصورة اليمنى. ثم يقوم الكيميائي التحليلي كما في الصورة اليسرى بتحليل المركب ليؤكد صحة تركيبه النسبي المئوي وصيغته الكيميائية.

14

الربط مع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع الواقع.

مثال 1–1

حساب التركيب النسبي المئوي حدد التركيب النسبي المئوي لثاني أكسيد الكربون CO_2.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت الصيغة الكيميائية للمركب فقط. لهذا افترض أن لديك مولاً واحدًا من CO_2. احسب الكتلة المولية للمركب وكتلة كل عنصر في المول الواحد لتحديد النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب.

المعطيات: الصيغة = CO_2

المطلوب: نسبة C = ؟ ، نسبة O = ؟

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب ونسبة كل عنصر فيه.

اضرب الكتلة المولية للكربون بـ عدد ذراته في المركب.
$$1\,\text{mol C} \times \frac{12.01\,\text{g C}}{1\,\text{mol C}} = 12.01\,\text{g C}$$

اضرب الكتلة المولية للأكسجين بـ عدد ذراته في المركب.
$$2\,\text{mol O} \times \frac{16.00\,\text{g O}}{1\,\text{mol O}} = 32.00\,\text{g O}$$

اجمع كتل العناصر في المركب.
$$= 12.01\,\text{g} + 32.00\,\text{g} = 44.01\,\text{g/mol}\ CO_2$$

احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر

عوض كتلة الكربون بـ 1 mol من المركب = 12.01 g/mol والكتلة المولية لـ CO_2 = 44.01 g/mol، واحسب نسبة الكربون.
$$C\% = \frac{12.01\,\text{g}}{44.1\,\text{g}} \times 100\% = 27.29\%$$

عوض كتلة الأكسجين بـ 1 mol من المركب = 32.00 g/mol والكتلة المولية لـ CO_2 = 44.01 g/mol، واحسب نسبة الأكسجين.
$$O\% = \frac{32.00\,\text{g}}{44.1\,\text{g}} \times 100\% = 72.71\%$$

يتكون CO_2 من 27.29% C و 72.71% O.

3 تقويم الإجابة

لأن جميع الكتل والكتل المولية فيها أربعة أرقام معنوية، لذا فإن النسب المئوية معطاة بصورة صحيحة. ولو أخذنا بعين الاعتبار حدوث خطأ في تدوير المنازل فإن مجموع النسب المئوية بالكتلة يساوي 100% كما هو مطلوب.

مسائل تدريبية

1. ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفوسفوريك H_3PO_4؟
2. أي المركبين الآتيين تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى: H_2SO_3 أم H_2SO_4؟
3. يستعمل كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ لمنع التجمد. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في $CaCl_2$.
4. **تحفيز** تستعمل كبريتات الصوديوم في صناعة المظلات.
   a. حدد العناصر المكوّنة لكبريتات الصوديوم، ثم اكتب الصيغة الكيميائية لهذا المركب.
   b. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في كبريتات الصوديوم.

16

الأمثلة المحلولة تنقلك تدريجيًا إلى حل مسائل في الكيمياء. عزّز المهارات التي اكتسبتها بحل التدريبات.

مهارات قرائية

- اسأل نفسك: ما الفكرة العامة؟ وما الفكرة الرئيسة؟
- اربط المعلومات التي درستها في هذا الكتاب مع المجالات العلمية الأخرى.
- توقع أحداثًا ونتائج من خلال توظيف المعلومات التي تعرفها من قبل.
- غيّر توقعاتك وأنت تقرأ وتجمع معلومات جديدة.

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

بعدما قرأت

اقرأ الخلاصة، وأجب عن الأسئلة لتقويم مدى فهمك لما درسته.

يختتم كل قسم بتقويم يحتوي على خلاصة وأسئلة. الخلاصة تراجع المفاهيم الرئيسة، بينما تختبر الأسئلة فهمك لما درسته.

3 تقويم الإجابة

كتلة الحديد أكبر قليلاً من كتلة التيتانيوم، والكتلة المولية للحديد أكبر قليلاً من الكتلة المولية للتيتانيوم أيضًا . ولهذا من المنطقي أن يكون عدد مولات الحديد مساويًا لعدد مولات التيتانيوم. كما أن كتلة التيتانيوم مساوية تقريبًا لكتلة الأكسجين، ولكن الكتلة المولية للأكسجين هي نحو ثلث الكتلة المولية للتيتانيوم. لذا فإن النسبة 3 إلى 1 أكسجين إلى تيتانيوم معقولة.

مسائل تدريبية

9. وجد أن مركبًا يحتوي على 49.98 g C و 10.47 g H. فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 58.12 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟
10. سائل عديم اللون يتكون من 46.68% نيتروجين و53.32% أكسجين، وكتلته المولية 60.01 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟
11. عند تحليل أكسيد البوتاسيوم، نتج 19.55 g K، و4.00 g O، فما الصيغة الأولية للأكسيد؟
12. **تحفيز** عند تحليل مادة كيميائية تستعمل في سائل تظهير الأفلام الفوتوجرافية تم التوصل إلى بيانات التركيب النسبي المئوي الموضحة في الشكل المجاور. فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 110.0 g/mol، فما الصيغة الجزيئية له؟

13. **تحفيز** عند تحليل مسكّن الآلام المعروف (المورفين) تم التوصل إلى البيانات المبينة في الجدول أدناه. فما الصيغة الأولية للمورفين؟

العنصر	كربون	هيدروجين	أكسجين	نيتروجين
الكتلة (g)	17.900	1.680	4.225	1.228

التقويم 1-1

الخلاصة

- النسبة المئوية بالكتلة للعنصر تساوي نسبة كتلة العنصر إلى الكتلة الكلية للمركب.
- تمثل الأرقام في الصيغة الأولية أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب.
- تمثل الصيغة الجزيئية العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء من المادة.
- الصيغة الجزيئية هي مضاعف صحيح للصيغة الأولية.

14. الفكرة الرئيسة **قوم** إذا أخبرك أحد زملائك أن النتائج التجريبية تبين أن الصيغة الجزيئية لمركب تساوي صيغته الأولية 2.5 مرة، فهل إجابته صحيحة؟ فسر ذلك.
15. **احسب** نتج عن تحليل مركب يتكون من الحديد والأكسجين، 174.86 g Fe، و75.14 g O. فما الصيغة الأولية لهذا المركب؟
16. **احسب** يحتوي أكسيد الألومنيوم على 0.545 g Al، و0.485 g O. ما الصيغة الأولية للأكسيد؟
17. **وضح** كيف ترتبط بيانات التركيب النسبي المئوي لمركب بكتل العناصر في ذلك المركب؟
18. **وضح** كيف تجد النسبة المولية في مركب كيميائي؟
19. **طبق** الكتلة المولية لمركب هي ضعف صيغته الأولية، فكيف ترتبط صيغته الجزيئية بصيغته الأولية؟
20. **حلل** الهيماتيت (Fe_2O_3) والماجنتيت (Fe_3O_4) خامان يستخرج منهما الحديد. فأيهما يعطي نسبة أعلى من الحديد لكل كيلو جرام؟

23

الفصل 1 دليل مراجعة الفصل

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

1-1 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

الفكرة الرئيسة الصيغة الجزيئية لمركب ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

المفردات
- التركيب النسبي المئوي
- الصيغة الأولية
- الصيغة الجزيئية

المفاهيم الرئيسة
- النسبة المئوية بالكتلة للعنصر تساوي نسبة كتلة العنصر إلى الكتلة الكلية للمركب.
- تمثل الأرقام في الصيغة الأولية أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب.
- تمثل الصيغة الجزيئية العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء من المادة.
- الصيغة الجزيئية هي مضاعف صحيح للصيغة الأولية.

1-2 سبع الأملاح المائية

الفكرة الرئيسة الأملاح المائية مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة.

المفردات
- الملح المائي

المفاهيم الرئيسة
- تتكون صيغة الملح المائي من صيغة المركب الأيوني وعدد جزيئات ماء التبلور المرتبطة بوحدة الصيغة.
- يتكون اسم الملح المائي من اسم المركب متبوعًا بمقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركب.
- يتكون الملح اللامائي عند تسخين الملح المائي.

1-3 المقصود بالحسابات الكيميائية

الفكرة الرئيسة تحدد كميةُ كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كميةَ المادة الناتجة.

المفردات
- الحسابات الكيميائية
- النسبة المولية

المفاهيم الرئيسة
- تُفسر المعادلة الكيميائية الموزونة على أساس المولات والكتلة والجسيمات المثلة (ذرات، جزيئات، وحدات الصيغة الكيميائية).
- تطبق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية.
- تشتق النسب المولية من معادلات 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.

54

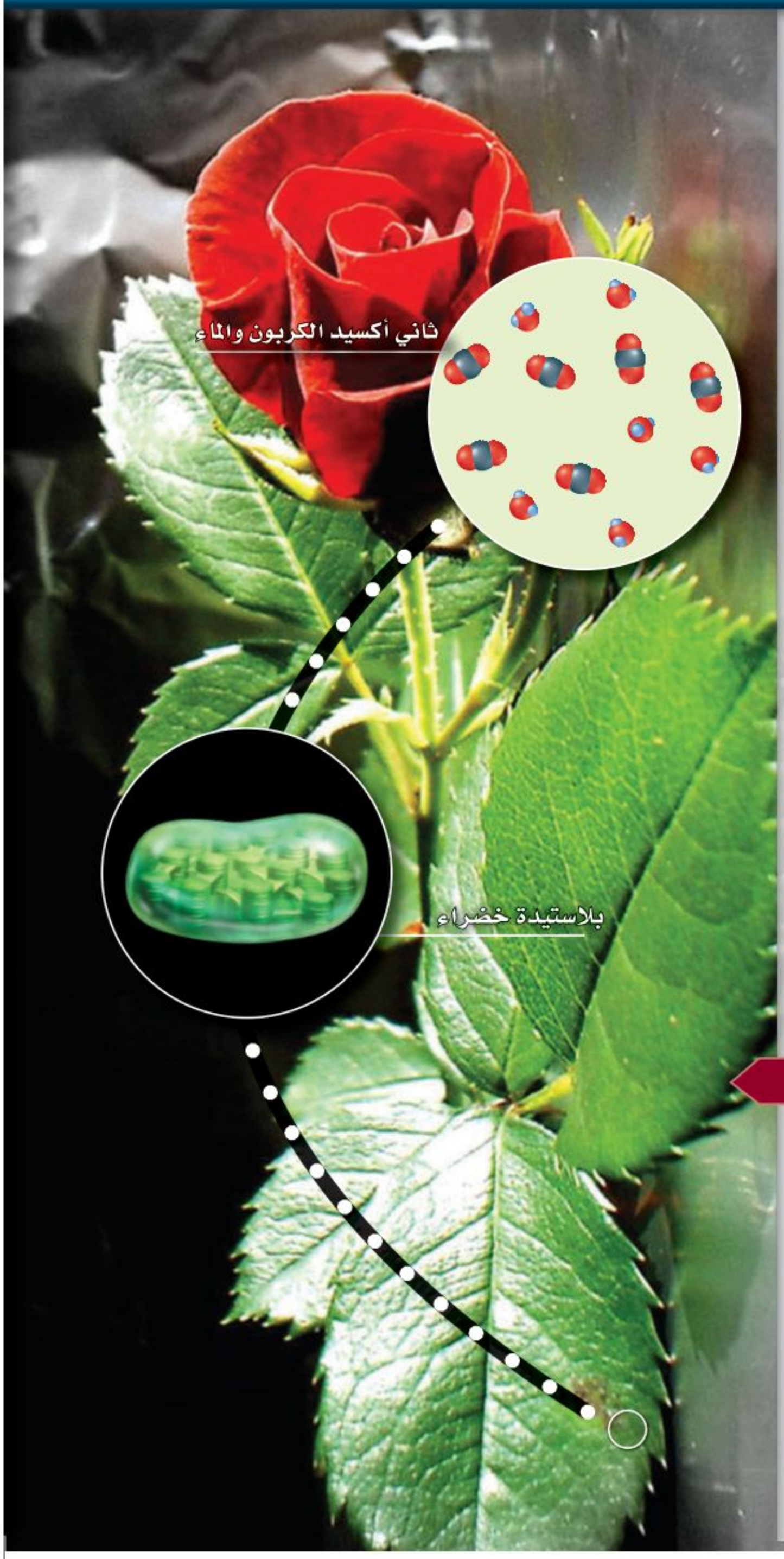
ستجد في نهاية كل فصل دليلاً للمراجعة متضمنًا المفردات والمفاهيم الرئيسة. استعمل هذا الدليل للمراجعة وللتأكد من مدى استيعابك.

طرائق أخرى للمراجعة

- اكتب الفكرة العامة .
- اربط الفكرة الرئيسة مع الفكرة العامة
- استعمل كلماتك الخاصة لتوضح ما قرأت.
- وظف المعلومات التي تعلمتها في المنزل، أو في موضوعات أخرى تدرسها.
- حدد المصادر التي يمكن أن تستخدمها للبحث عن مزيد من المعلومات حول الموضوع.

الفصل 1

الحسابات الكيميائية
Stoichiometry



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

1–1 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

الفكرة الرئيسة الصيغة الجزيئية لمركبٍ ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

1–2 صيغ الأملاح المائية

الفكرة الرئيسة الأملاح المائية هي مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة.

1-3 المقصود بالحسابات الكيميائية

الفكرة الرئيسة تحدد كميةُ كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كميةَ المواد الناتجة.

1-4 حسابات المعادلات الكيميائية

الفكرة الرئيسة تتطلب مسائل الحسابات الكيميائية كتابةَ معادلة موزونة للتفاعل.

1-5 المادة المحددة للتفاعل

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

1-6 نسبة المردود المئوية

الفكرة الرئيسة نسبةُ المردود المئوية 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) مايكفي حاجة 130 شخصًا للتنفس.
الفدان = $4200m^2$.

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلالية

ما المؤشرات التي تدل على حدوث تفاعل كيميائي ؟

تُستهلك المواد المتفاعلة خلال التفاعل الكيميائي، وتنتج مواد جديدة. وغالبًا 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 سعتها 100 mL**، باستخدام **مخبار مدرج سعته (10 mL)**.
3. أضف باستخدام المخبار 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.

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

2. وضح لماذا تُعد إضافة محلول $NaHSO_3$ ببطء مع التحريك أسلوبًا تجريبيًّا أفضل من إضافته مرة واحدة؟

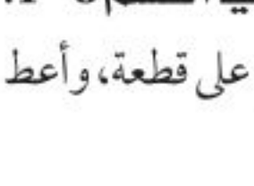
استقصاء هل يحدث شيء آخر إذا ما تابعنا إضافة محلول $NaHSO_3$ إلى الكأس؟ وضح إجابتك.

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

المطويات
منظمات الأفكار

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

خطوة 1 اثنِ الورقة طوليًّا 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 الثني حتى تحصل على أربع قطع.

خطوة 4 سمِّ القطع بأسماء خطوات الحسابات الكيميائية.

المطويات **استخدم هذه المطوية في القسم 5–1،** وعند قراءتك لهذا البند، لخص كل خطوة على قطعة، وأعط مثالاً على كل منها.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

1–1

الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية
Empirical and Molecular Formulas

الأهداف

- **تفسر** المقصود بالتركيب النسبي المئوي للمركب.
- **تحدد** الصيغتين الأولية والجزيئية للمركب من خلال التركيب النسبي المئوي والكتل الحقيقية للمركب.

مراجعة المفردات

النسبة المئوية بالكتلة: نسبة كتلة كل عنصر إلى الكتلة الكلية للمركب.

المفردات الجديدة

التركيب النسبي المئوي
الصيغة الأولية
الصيغة الجزيئية

الفكرة الرئيسة **الصيغة الجزيئية لمركب ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.**

الربط مع الحياة لعلك لاحظت أن بعض عبوات المشروبات أو وجبات الطعام تحدد كمية السعرات الحرارية في جزء منها (قطعة، ملعقة، ml ، g،...) فكيف يمكنك تحديد القيمة الكلية للسعرات الحرارية في العبوة أو الوجبة؟

التركيب النسبي المئوي Percent Composition

غالبًا ما ينشغل الكيميائيون في تطوير المركبات للاستعمالات الصناعية والدوائية والمنزلية، كما في الشكل 1–1، فبعد أن يقوم الكيميائي الصناعي (الذي يحضر مركبات جديدة) بتحضير مركب جديد يقوم الكيميائي التحليلي بتحليل المركب ليقدم دليلاً عمليًّا على تركيبه وصيغته الكيميائية.

إن مهمة الكيميائي التحليلي هي تحديد العناصر التي يحويها المركب، وتحديد نسبها المئوية بالكتلة. فالتحاليل الوزنية والحجمية إجراءات عملية مبنية على قياس كتل المواد الصلبة وأحجام السوائل.

التركيب النسبي المئوي من البيانات العملية فعلى سبيل المثال، إذا أخذت عينة كتلتها 100 g من مركب يحتوي على 55 g من عنصر X و 45 g من عنصر Y، فالنسبة المئوية بالكتلة لأي عنصر في المركب يمكن حسابها بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب والضرب في 100.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة (للعنصر)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

الشكل 1–1 يقوم الكيميائي الصناعي بتحضير كميات صغيرة من مركبات كيميائية جديدة كما في الصورة اليمنى، ثم يقوم الكيميائي التحليلي كما في الصورة اليسرى بتحليل المركب ليؤكد صحة تركيبه النسبي المئوي وصيغته الكيميائية.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

ولأن النسبة المئوية تعني الأجزاء من مئة فإن مجموع النسب المئوية بالكتلة لكل العناصر في المركب يجب أن يكون 100.

$$55\% \text{ من } x = 100 \times \frac{55\text{ g من العنصر } x}{100\text{ g من المركب}}$$

$$45\% \text{ من } y = 100 \times \frac{45\text{ g من العنصر } y}{100\text{ g من المركب}}$$

ولهذا فإن المركب يتكون من 55% من X و 45% من Y. وتُسمى النسب المئوية بالكتلة لكل العناصر في المركب **التركيب النسبي المئوي** للمركب.

التركيب النسبي المئوي من خلال الصيغة الكيميائية يمكن تحديد التركيب النسبي المئوي لمركب أيضًا من خلال الصيغة الكيميائية. ولعمل ذلك، افترض أن لديك مولاً واحدًا من المركب واستعمل الصيغة الكيميائية لحساب الكتلة المولية للمركب، ثم احسب كتلة كل عنصر في مول واحد من المركب، وأخيرًا استعمل العلاقة أدناه لحساب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر.

النسبة المئوية بالكتلة من خلال الصيغة الكيميائية

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

تجربة

تحليل العلك

هل المُحلّيات والنكهات تضاف إلى الطبقة الخارجية للعلك أم تكون مخلوطة به؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.
2. أزل الغلاف عن **قطعتي علك**، ثم قس كتلة كل منهما بالميزان وسجلها.
3. أضف 150 mL من ماء **الصنبور** البارد إلى كأس سعتها 250 mL. وضع إحدى قطعتي العلك في الكأس، و**حركها بساق** تحريك مدة دقيقتين.
4. أخرج العلكة وجففها باستعمال **مناشف ورقية**، ثم قس كتلتها وسجلها.

تحذير: كن حذرًا عند استعمال المقص.

5. استعمل **مقصًّا** لتقطيع العلكة الثانية قطعًا صغيرة، وكرر الخطوة الثالثة مستعملاً ماءً جديدًا، ولا تدع القطع تتجمع معًا.
6. استعمل مصفاة لتصفية الماء من قطع العلك. وجففها بمناشف ورقية، ثم قس كتلتها وسجلها.

التحليل

1. **احسب** كتلة المُحلّيات والنكهات– التي ذابت في الماء– للعلكة التي لم تقطع، والتي تساوي الفرق بين كتلة العلكة قبل وبعد وضعها في الماء.
2. **احسب** كتلة المُحلّيات والنكهات المذابة للعلكة التي قطعت قطعًا صغيرة.
3. **طبّق** احسب النسبة المئوية بالكتلة للمحليات والنكهات في كل قطعة.
4. **استنتج** ماذا يمكن أن تستنتج من النسبتين المئويتين؟ هل العلك مغطّى بالسكر أم أن المُحلّيات والنكهات مخلوطة بالعلك؟

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التحليل

1. **احسب** كتلة المُحلّيات والنكهات– التي ذابت في الماء– للعلكة التي لم تقطع، والتي تساوي الفرق بين كتلة العلكة قبل وبعد وضعها في الماء.

1. الكتلة المذابة = الكتلة الابتدائية – الكتلة النهائية

$$3.11\ g - 2.84\ g = 0.27\ g$$

2. **احسب** كتلة المُحلّيات والنكهات المذابة للعلكة التي قطعت قطعًا صغيرة.

2. الكتلة المذابة = الكتلة الابتدائية – الكتلة النهائية

$$3.11\ g - 2.75\ g = 0.36\ g$$

3. **طبق** احسب النسبة المئوية بالكتلة للمحليات والنكهات في كل قطعة.

3. القطعة كاملة: $(0.27\ g / 3.11\ g) \times 100\% = 8.7\%$

القطعة المجزئة: $(0.36\ g / 3.11\ g) \times 100\% = 12\%$

4. **استنتج** ماذا يمكن أن تستنتج من النسبتين المئويتين؟ هل العلك مغطّى بالسكر أم أن المُحلّيات والنكهات مخلوطة بالعلك؟

4. بسبب ذوبان كتلة أكبر عندما تكون مساحة السطح أكبر؛ فإن ذلك يعني أن المادة السكرية مخلوطة بالعلكة وليست على سطحها.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 1–1

حساب التركيب النسبي المئوي حدد التركيب النسبي المئوي لثاني أكسيد الكربون CO_2.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت الصيغة الكيميائية للمركب فقط. لهذا افترض أن لديك مولاً واحدًا من CO_2. احسب الكتلة المولية للمركب وكتلة كل عنصر في المول الواحد لتحديد النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب.

المعطيات

الصيغة $= CO_2$

المطلوب

نسبة C = ؟

نسبة O = ؟

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب ونسبة كل عنصر فيه.

اضرب الكتلة المولية للكربون في عدد ذراته في المركب.

$$1 \cancel{\text{mol C}} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \cancel{\text{mol C}}} = 12.01 \text{ g C}$$

اضرب الكتلة المولية للأكسجين في عدد ذراته في المركب.

$$2 \cancel{\text{mol O}} \times \frac{16.00 \text{ g O}}{1 \cancel{\text{mol O}}} = 32.00 \text{ g O}$$

اجمع كتل العناصر في المركب.

$$= 12.61 \text{ g} + 32.00 \text{ g} = 44.01 \text{ g/mol } CO_2$$

احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر

عوض كتلة الكربون في 1 mol من المركب = 12.01g/mol والكتلة المولية لـ CO_2 = 44.01 g/mol، واحسب نسبة الكربون.

$$C\% = \frac{12.01 \text{ g}}{44.1 \text{ g}} \times 100\% = 27.29\%$$

عوض كتلة الأكسجين في 1 mol من المركب = 32.00 g/mol والكتلة المولية لـ CO_2 = 44.01 g/mol، واحسب نسبة الأكسجين.

$$O\% = \frac{32.00 \text{ g}}{44.1 \text{ g}} \times 100\% = 72.71\%$$

يتكون CO_2 من 27.29% C و 72.71% O.

3 تقويم الإجابة

لأن جميع الكتل والكتل المولية فيها أربعة أرقام معنوية، لذا فإن النسب المئوية معطاة بصورة صحيحة . ولو أخذنا بعين الاعتبار حدوث خطأ في تدوير المنازل فإن مجموع النسب المئوية بالكتلة يساوي 100% كما هو مطلوب.

مسائل تدريبية

1. ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفوسفوريك H_3PO_4؟
2. أي المركبين الآتيين تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى: H_2SO_3 أم H_2SO_4؟
3. يستعمل كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ لمنع التجمد. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في $CaCl_2$.
4. **تحفيز** تستعمل كبريتات الصوديوم في صناعة المنظفات.
   a. حدد العناصر المكوّنة لكبريتات الصوديوم، ثم اكتب الصيغة الكيميائية لهذا المركب.
   b. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في كبريتات الصوديوم.

الاجابة في الصفحة التالية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع واجباتي

موقع واجباتي

1. ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفوسفوريك H_3PO_4؟

أولًا: افترض أن لديك 1mol من الحمض.

ثانيًا: احسب الكتلة المولية H_3PO_4:

$$3\ \text{mol H} \times \frac{1.008\text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 3.024\ \text{g H}$$

$$1\ \text{mol P} \times \frac{30.97\text{g P}}{1\ \text{mol P}} = 30.97\ \text{g H}$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 64.00\text{g O}$$

الكتلة المولية $= 64.00\text{g} + 30.06\text{g} + 3.024\text{g}$

الكتلة المولية $= 97.99\text{g/mol}$

كتلة مول واحد من $H_3PO_4 = 97.99\text{g/mol}$

ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر:

$$\%H = \frac{3.024\text{g H}}{97.99\text{g } H_3PO_4} \times 100\% = 3.08\%$$

$$\%P = \frac{30.97\text{g P}}{97.99\text{g } H_3PO_4} \times 100\% = 31.61\%$$

$$\%O = \frac{64.00\text{g O}}{97.99\text{g } H_3PO_4} \times 100\% = 65.31\%$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع واجباتي

موقع واجباتي

2. أي المركبين الآتيين تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى: H_2SO_3 أم H_2SO_4؟

H_2SO_3 :

أولًا : افترض أن لديك 1mol من الحمض.

ثانيًا : احسب الكتلة المولية H_2SO_3 :

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

$$1\ \text{mol S} \times \frac{32.06\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.06\ \text{g S}$$

$$3\ \text{mol} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 48.00\ \text{g O}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 48.00\text{g} + 32.06\ \text{g} + 2.016\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 82.08\text{g/mol}$$

$$\text{كتلة مول واحد من } H_2SO_3 = 82.08\text{g/mol}$$

ثالثًا : احسب النسبة المئوية بالكتلة للكبريت S :

$$\%\ \text{S} = \frac{32.06\ \text{g S}}{82.08\ \text{g}\ H_2SO_3} \times 100\% = 39.06\ \%$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع واجباتي

موقع واجباتي

أعد الخطوتين (1، 2)، افترض أن لديك 1mol من الحمض، ثم احسب الكتلة المولية H_2SO_4:

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

$$1\ \text{mol S} \times \frac{32.06\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.06\ \text{g S}$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 64.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية $= 64.00\text{g} + 32.06\ \text{g} + 2.016\text{g}$

الكتلة المولية $= 94.08\text{g/mol}$

كتلة مول واحد من $H_2SO_4 = 94.08\text{g/mol}$

ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة للكبريت S:

$$\%\ \text{S} = \frac{32.06\text{g S}}{94.08\text{g}\ H_2SO_4} \times 100\% = 34.08\ \%$$

يمتلك H_2SO_3 نسبة مئوية للكبريت أكبر من H_2SO_4.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

3. يستعمل كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ لمنع التجمد. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في $CaCl_2$.

أولًا: افترض أن لديك 1mol من المركّب.

ثانيًا: احسب الكتلة المولية $CaCl_2$:

$$1\ \cancel{mol\ Ca} \times \frac{40.08\ g\ Ca}{1\ \cancel{mol\ Ca}} = 40.08\ g\ Ca$$

$$2\ \cancel{mol\ Cl} \times \frac{35.45\ g\ Cl}{1\ \cancel{mol\ Cl}} = 70.90\ g\ Cl$$

الكتلة المولية $= 70.90\ g + 40.08\ g$

الكتلة المولية $= 110.98 g/mol$

ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر:

$$\%\ Ca = \frac{40.08\ g\ Ca}{110.98 g\ CaCl_2} \times 100\% = 36.11\%$$

$$\%\ Cl = \frac{70.90 g\ Cl}{110.98 g\ CaCl_2} \times 100\% = 63.89\%$$

4. تحفيز تستعمل كبريتات الصوديوم في صناعة المنظفات.

a. حدد العناصر المكوّنة لكبريتات الصوديوم، ثم اكتب الصيغة الكيميائية لهذا المركب.

العناصر المكوّنة لكبريتات الصوديوم: الصوديوم Na، والكبريت S، والأكسجين O. وصيغته الكيميائية: Na_2SO_4.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

b. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في كبريتات الصوديوم.

أولًا: افترض أن لديك 1mol من المركّب.

ثانيًا: احسب الكتلة المولية Na_2SO_4:

$$2\ \text{mol Na} \times \frac{22.99\text{g Na}}{1\ \text{mol Na}} = 45.98\text{g Na}$$

$$1\ \text{mol S} \times \frac{32.07\text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.07\text{g S}$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 64.00\text{g O}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 64.00\text{g} + 32.07\text{g} + 45.98\text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 142.05\ \text{g/mol}$$

ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر:

$$\%\text{Na} = \frac{45.98\text{g Na}}{142.05\ \text{g Na}_2\text{SO}_4} \times 100\% = 32.37\%$$

$$\%\text{S} = \frac{32.07\text{g S}}{142.05\ \text{g Na}_2\text{SO}_4} \times 100\% = 22.58\%$$

$$\%\text{O} = \frac{64.00\text{g O}}{142.05\ \text{g Na}_2\text{SO}_4} \times 100\% = 45.05\%$$

موقع واجباتي

الصيغة الأولية Empirical Formula

عندما يُعرف التركيب النسبي المئوي لمركب ما، فإنه يمكن حساب صيغته، وذلك بتحديد أصغر نسبة من الأعداد الصحيحة لمولات العناصر فيه. وتمثل هذه النسبة أعداد ذرات العناصر في الصيغة الأولية. **فالصيغة الأولية** لمركب هي الصيغة التي تبين أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب. وقد تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها أو مختلفة عنها. وإذا اختلفت الصيغتان فإن الصيغة الجزيئية ستكون دائمًا مضاعفًا بسيطًا للصيغة الأولية. فالصيغة الأولية مثلاً لفوق أكسيد الهيدروجين HO، وصيغته الجزيئية هي H_2O_2. لاحظ أن نسبة الأكسجين إلى الهيدروجين هي 1:1 في الصيغتين. ويمكن استعمال التركيب النسبي المئوي أو كتل العناصر في كتلة محددة من المركب لحساب الصيغة الأولية. فمثلاً إذا أعطيت التركيب النسبي المئوي للمركب، ومع افتراض أن كتلة المركب الكلية 100.00 g، وأن النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر تساوي كتلة العنصر بالجرامات، كما في الشكل 2–1، حيث كل 100 g من المركب تتكون من 40.05% من S و59.95% من O، أي تحتوي على 40.05 g من S و 59.95 g من O. ثم تحول كتلة كل عنصر إلى مولات.

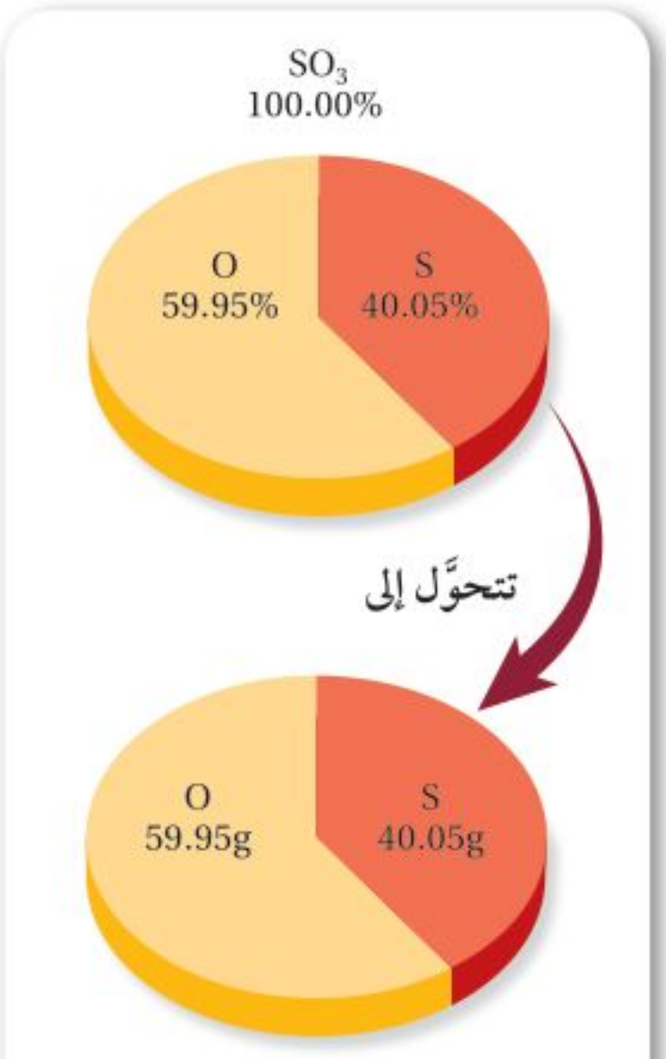
$$40.05\,\text{g S} \times \frac{1\,\text{mol S}}{32.07\,\text{g S}} = 1.249\,\text{mol S}$$

$$59.95\,\text{g O} \times \frac{1\,\text{mol O}}{16.00\,\text{g O}} = 3.747\,\text{mol O}$$

لذا فإن نسبة ذرات S إلى ذرات O في المركب هي 3.747 :1.249. وعندما لا تكون القيم في النسبة المولية أعدادًا صحيحة فلا يمكن استعمالها في الصيغة الكيميائية، لذا يجب تحويلها إلى أعداد صحيحة، ولجعل القيمة المولية أعدادًا صحيحة، اقسم القيمتين الموليتين على أصغر قيمة مولية، وهي للكبريت (1.249)، وهذا لا يغير النسبة المولية بين العنصرين لأن كليهما سيقسم على الرقم نفسه.

$$\frac{1.249\,\text{mol S}}{1.249} = 1\,\text{mol S} \qquad \frac{3.747\,\text{mol O}}{1.249} = 3\,\text{mol O}$$

أيْ أن أبسط نسبة عددية صحيحة لمولات S إلى O هي 3:1. ولذا فإن الصيغة الأولية هي SO_3. وفي بعض الأحيان، قد لا تؤدي القسمة على أصغر قيمة مولية إلى أعداد صحيحة. وفي مثل هذه الحالات يجب ضرب كل قيمة مولية في أصغر رقم يجعلها عددًا صحيحًا، كما في المثال 2–1.



الشكل 2–1 تذكّر هذا الشكل عند حل المسائل المتعلقة بالتركيب النسبي المئوي. يمكنك الافتراض دائمًا أن لديك عينة كتلتها 100 g من المركب، واستعمل النسب المئوية للعناصر بوصفها كتلاً.

ماذا قرأت؟ عدّد الخطوات المطلوبة لحساب الصيغة الأولية من التركيب النسبي المئوي.

1. **افترض أن الكتلة الكلية للمركب تساوي 100g عندها تكون النسب المئوية لكتل كل عنصر مساوية لكتلة ذلك العنصر بالجرامات.**
2. **حول كتلة كل عنصر إلى مولات مستعملا الكتلة المولية بوصفها عامل تحويل.**
3. **اقسم كل قيمة مولية على أصغر قيمة بينها.**
4. **اضرب في عدد مناسب للحصول على إجابات بأعداد صحيحة إذا تطلب الأمر ذلك.**
5. **اكتب الصيغة الأولية باستعمال أصغر نسب عددية صحيحة للعناصر**

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 2–1

الصيغة الأولية من التركيب النسبي المئوي حدد الصيغة الأولية لمركب يتكون من 48.64 % كربون، و8.16 % هيدروجين، و43.20 % أكسجين.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت التركيب النسبي المئوي لمركب، والمطلوب تحديد صيغته الأولية، ولأنه يمكن افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g، لذا يمكن أن تحل الوحدة (g) محل رمز النسبة، ثم حوّل الجرامات إلى مولات، وأوجد أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر.

المعطيات

النسبة المئوية بالكتلة لـ C = 48.64%
النسبة المئوية بالكتلة لـ H = 8.16%
النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 43.20%

المطلوب

الصيغة الأولية = ؟

2 حساب المطلوب

حوّل كل كتلة إلى مولات باستعمال معامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات:

احسب مولات الكربون بالتعويض عن قيمة كتلة الكربون مضروبة في مقلوب الكتلة المولية

$$48.64\ \text{g C} \times \frac{1\ \text{mol C}}{12.01\ \text{g C}} = 4.050\ \text{mol C}$$

احسب مولات الهيدروجين بالتعويض عن قيمة كتلة الهيدروجين مضروبة في مقلوب الكتلة المولية

$$8.16\ \text{g H} \times \frac{1\ \text{mol H}}{1.008\ \text{g H}} = 8.10\ \text{mol H}$$

احسب مولات الأكسجين بالتعويض عن قيمة كتلة الأكسجين مضروبة في مقلوب الكتلة المولية

$$43.20\ \text{g O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\ \text{g O}} = 2.70\ \text{mol O}$$

إذن، فالنسب المولية للمركب هي: (4.05 mol C): (8.10 mol H) : (2.700 mol O)، ثم احسب أبسط نسبة مولية للعناصر في المركب بالقسمة على أصغر قيمة مولية (2.700).

اقسم مولات C على 2.700

$$\frac{4.050\ \text{mol C}}{2.700} = 1.5\ \text{mol C}$$

اقسم مولات H على 2.700

$$\frac{8.10\ \text{mol H}}{2.700} = 3\ \text{mol H}$$

اقسم مولات O على 2.700

$$\frac{2.700\ \text{mol O}}{2.700} = 1\ \text{mol O}$$

أبسط نسبة مولات هي (1.5 mol C): (3 mol H): (1 mol O). وأخيرًا اضرب كل عدد تشتمل عليه النسبة في أصغر رقم– وهو في هذه الحالة الرقم 2– يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

اضرب مولات C في 2 للحصول على عدد صحيح.

$$2 \times 1.5\ \text{mol C} = 3\ \text{mol C}$$

اضرب مولات H في 2 للحصول على عدد صحيح.

$$2 \times 3\ \text{mol H} = 6\ \text{mol H}$$

اضرب مولات O في 2 للحصول على عدد صحيح.

$$2 \times 1\ \text{mol O} = 2\ \text{mol O}$$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي (3 C) : (6 H) : (2 O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي $C_3H_6O_2$.

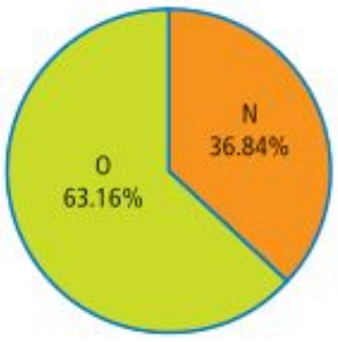
3 تقويم الإجابة

للتحقق من صحة الإجابة احسب التركيب النسبي المئوي الممثل بالصيغة، للوقوف على مدى اتفاقه مع معطيات المثال.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية



5. يمثل الرسم البياني الدائري المجاور التركيب النسبي المئوي لمادة صلبة زرقاء. فما الصيغة الأولية لهذه المادة؟
6. ما الصيغة الأولية لمركب يحتوي على 35.98% ألومنيوم و64.02% كبريت.
7. البروبان هو أحد الهيدروكربونات، وهي مركبات تحتوي فقط على الكربون والهيدروجين. فإذا كان البروبان يتكون من 81.82% كربون و18.18% هيدروجين، فما صيغته الأولية؟
8. **تحفيز** الأسبرين يعد من أكثر الأدوية استعمالاً في العالم، ويتكون من 60.00% كربون، و4.44% هيدروجين، و35.56% أكسجين. فما صيغته الأولية؟

الاجابة في الصفحة التالية

الصيغة الجزيئية Molecular Formula

قد تندهش إذا علمت أن مواد لها خواص مختلفة تمامًا قد يكون لها التركيب النسبي المئوي والصيغة الأولية نفسها! كيف يكون ذلك؟ تذكر أن الصيغة الأولية تعطي أبسط نسبة لذرات العناصر في المركب، ولكن هذه النسبة لا تمثل دائمًا العدد الفعلي لذراته. ويلجأ العلماء إلى ما يعرف **بالصيغة الجزيئية** لتحديد أي مركب، وهذه الصيغة تعطي العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء واحد من المادة، ويبين الشكل 3–1 أحد استخدامات غاز الأستيلين المهمة في الصناعة. فغاز الأستيلين وسائل البنزين مثلاً لهما التركيب النسبي المئوي والصيغة الأولية (CH) نفسها، ولكنهما يختلفان تمامًا في الخواص.

ولتحديد الصيغة الجزيئية لمركب يجب تحديد الكتلة المولية لهذا المركب من خلال التجارب العملية، ومقارنتها بالكتلة الممثلة بالصيغة الأولية. فالكتلة المولية للأستيلين مثلاً هي 26.04 g / mol، وكتلة صيغته الأولية (CH) هي 13.02g / mol. إن قسمة الكتلة المولية الفعلية على كتلة الصيغة الأولية تبين أن الكتلة المولية للأستيلين ضعف كتلة الصيغة الأولية.

$$\frac{\text{الكتلة المولية للأستيلين}}{\text{كتلة الصيغة الأولية (CH)}} = \frac{26.04\ \text{g/mol}}{13.02\ \text{g/mol}} = 2.00$$

ولأن الكتلة المولية للأستيلين ضعف كتلة الصيغة الأولية فإن الصيغة الجزيئية له يجب أن تحتوي على ضعف عدد ذرات الكربون والهيدروجين الموجودة في الصيغة الأولية. وكذلك عند مقارنة الكتلة المولية المحددة تجريبيًّا للبنزين (78.12 g /mol) بكتلة الصيغة الأولية ستجد أن الكتلة المولية تساوي ستة أضعاف كتلة الصيغة الأولية.

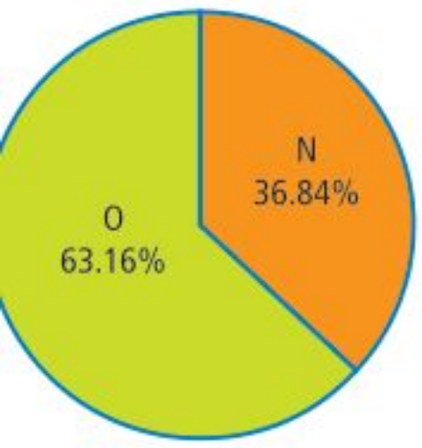
$$\frac{\text{الكتلة المولية للبنزين}}{\text{كتلة الصيغة الأولية (CH)}} = \frac{78.12\ \text{g/mol}}{13.02\ \text{g/mol}} = 6.00$$

لذا فإن الصيغة الجزيئية للبنزين يجب أن تمثل ستة أمثال عدد ذرات الكربون والهيدروجين في الصيغة الأولية. ويمكنك أن تستنتج أن الصيغة الجزيئية للأستيلين

الشكل 3–1 يستخدم غاز الأستيلين في لحام المعادن بسبب درجة الحرارة العالية التي تصاحب احتراقه في وجود الأكسجين.

موقع واجباتي

موقع واجباتي



5. يمثل الرسم البياني الدائري المجاور التركيب النسبي المئوي لمادة صلبة زرقاء. فما الصيغة الأولية لهذه المادة؟

أولًا: افترض أن لديك 100g من المادة، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$36.84\,\cancel{g\ N} \times \frac{1\ mol\ N}{14.01\,\cancel{g\ N}} = 2.630\ mol\ N$$

$$63.16\,\cancel{g\ O} \times \frac{1\ mol\ O}{16.01\,\cancel{g\ O}} = 3.948\ mol\ O$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{2.630\ mol\ N}{2.630\ mol\ N} = \frac{1.000\ mol\ N}{1.000\ mol\ N} = \frac{1 mol\ N}{1 mol\ N}$$

$$\frac{3.948\ mol\ O}{2.630\ mol\ N} = \frac{1.500\ mol\ O}{1.000\ mol\ N} = \frac{1.5\ mol\ O}{1 mol\ N}$$

تكون نسبة O : N

1 mol N : 1.5 mol O

ثالثًا: حوّل الكسور العشرية إلى أعداد صحيحة:

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol N : 3 mol O

الصيغة الأولية للمادة: N_2O_3

موقع واجباتي

موقع واجباتي

6. ما الصيغة الأولية لمركب يحتوي على 35.98% ألومنيوم و64.02% كبريت.

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$35.98\,\cancel{g\ Al} \times \frac{1\ mol\ Al}{26.98\,\cancel{g\ Al}} = 1.334\ mol\ Al$$

$$64.02\,\cancel{g\ S} \times \frac{1\ mol\ S}{32.06\,\cancel{g\ S}} = 1.996\ mol\ S$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{1.334\ mol\ Al}{1.334\ mol\ Al} = \frac{1.000\ mol\ Al}{1.000\ mol\ Al} = \frac{1 mol\ Al}{1 mol\ Al}$$

$$\frac{1.996\ mol\ S}{1.334\ mol\ Al} = \frac{1.500\ mol\ S}{1.000\ mol\ Al} = \frac{1.5\ mol\ S}{1 mol\ Al}$$

تكون نسبة S : Al:

1 mol Al : 1.5 mol S

ثالثًا: حول الكسور العشرية إلى أعداد صحيحة

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol Al : 3 mol S

الصيغة الأولية للمادة: Al_2S_3

موقع واجباتي

موقع واجباتي

7. البروبان هو أحد الهيدروكربونات، وهي مركبات تحتوي فقط على الكربون والهيدروجين. فإذا كان البروبان يتكون من 81.82% كربون و18.18% هيدروجين، فما صيغته الأولية؟

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$81.82\ \cancel{g\ C} \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\ \cancel{g\ C}} = 6.813\ mol\ C$$

$$18.18\ \cancel{g\ H} \times \frac{1\ mol\ H}{2.008\ \cancel{g\ H}} = 18.04\ mol\ H$$

ثالثًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{6.813\ mol\ C}{6.813\ mol\ C} = \frac{1.000 mol\ C}{1.000\ mol\ C} = \frac{1 mol\ C}{1\ mol\ C}$$

$$\frac{18.04\ mol\ H}{6.813\ mol\ C} = \frac{2.649\ mol\ H}{1.000\ mol\ C} = \frac{2.65\ mol\ C}{1\ mol\ C}$$

تكون نسبة H : C:

1 mol C : 2.65 mol H

ثالثًا: حول الكسور العشرية إلى أعداد صحيحة

نضرب الطرفين في العدد 3، فتصبح النسبة:

3 mol C : 7.95 mol H

3 mol C : 8 mol H

الصيغة الأولية للمركّب: C_3H_8

موقع واجباتي

موقع واجباتي

8. **تحفيز** الأسـبرين يعد من أكثر الأدوية استعمالاً في العالم، ويتكون من 60.00% كربون، و4.44% هيدروجين، و35.56% أكسجين. فما صيغته الأولية؟

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$60.00\,\cancel{g\,C} \times \frac{1\ \text{mol C}}{12.01\,\cancel{g\,C}} = 5.00\ \text{mol C}$$

$$4.44\,\cancel{g\,H} \times \frac{1\ \text{mol H}}{1.008\,\cancel{g\,H}} = 4.40\ \text{mol H}$$

$$35.56\,\cancel{g\,O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\,\cancel{g\,O}} = 2.22\ \text{mol O}$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{5.00\ \text{mol C}}{2.22\ \text{mol O}} = \frac{2.25\ \text{mol C}}{1.00\ \text{mol O}} = \frac{2.25\ \text{mol C}}{1\ \text{mol O}}$$

$$\frac{4.40\ \text{mol H}}{2.22\ \text{mol O}} = \frac{1.98\ \text{mol H}}{1.00\ \text{mol O}} = \frac{2\ \text{mol H}}{1\ \text{mol O}}$$

$$\frac{2.22\ \text{mol O}}{2.22\ \text{mol O}} = \frac{1.00\ \text{mol O}}{1.00\ \text{mol O}} = \frac{1\ \text{mol O}}{1\ \text{mol O}}$$

تكون نسبة O : H : C

1 mol O : 2.00 mol H : 2.25 mol C

ثالثًا: حول الكسور العشرية إلى أعداد صحيحة

نضرب الطرفين في العدد 4، فتصبح النسبة:

4 mol O : 8.00 mol H : 9.00 mol C

الصيغة الأولية للمركّب: $C_9H_8O_4$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

هي C_2H_2 وأن الصيغة الجزيئية للبنزين هي C_6H_6.

ويمكن تمثيل الصيغة الجزيئية بوصفها صيغة أولية مضروبة في عدد صحيح (ن).

الصيغة الجزيئية = ن (الصيغة الأولية)

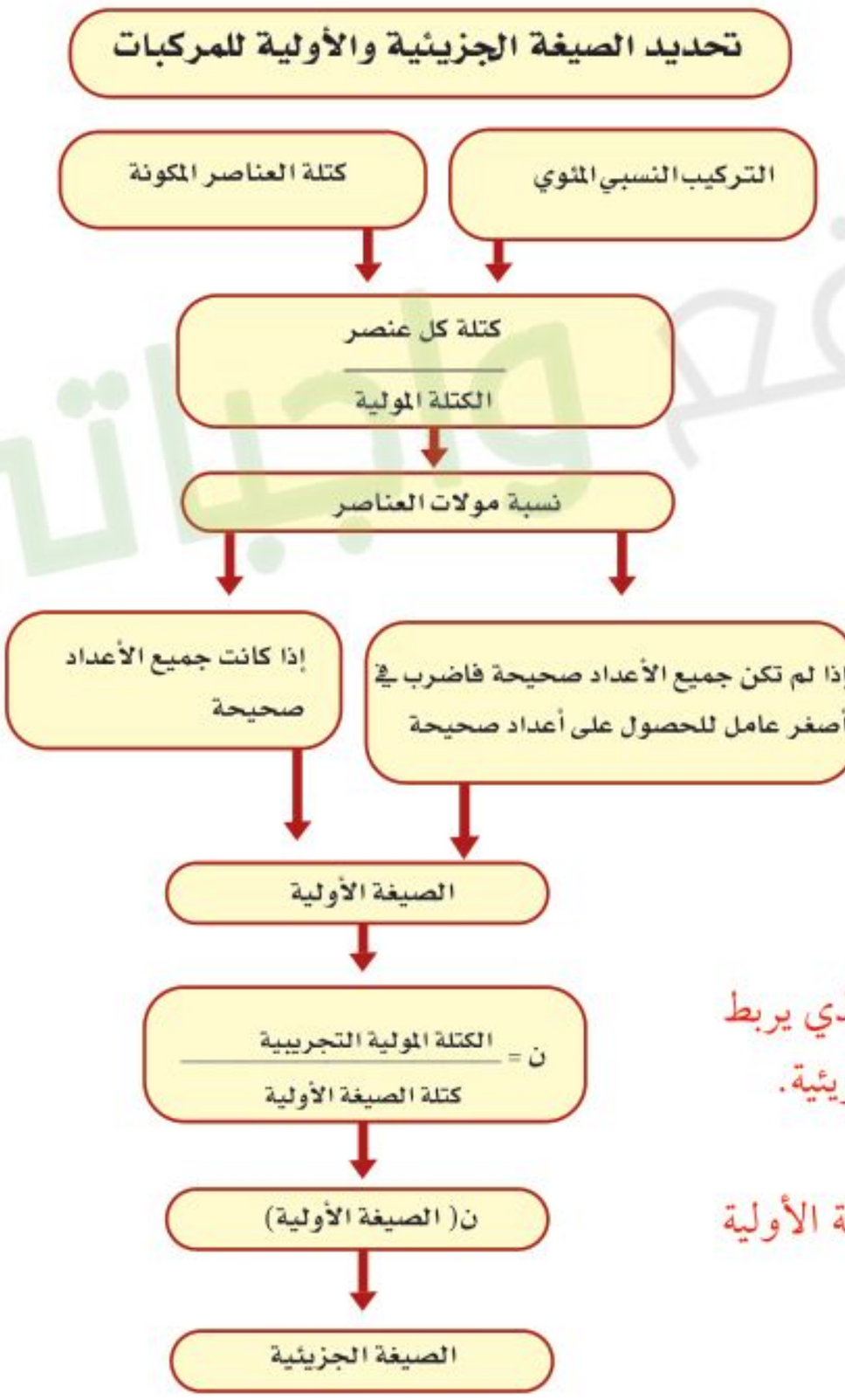
حيــث (ن) تمثل العامل (6 في مثال البنزين) الذي تضرب فيــه الأرقام في الصيغة الأولية للحصول على الصيغة الجزيئية.

يبين **الشــكل 4–1** خطوات تحديد الصيغ الأولية والجزيئية للمركب بدءًا بالتركيب النسبي المئوي أو بيانات الكتلة.

الشكل 4–1 استعن بهذا المخطط الذي يساعدك على تحديد الصيغ الأولية والجزيئية للمركبات.

صف كيف يرتبط العدد الصحيح (ن) بالصيغ الأولية والجزيئية.

العدد الصحيح (ن) الذي يضرب في قيمة الصيغة الأولية للحصول على الصيغة الجزيئية



عبّر عن النسبة المئوية بالكتلة بالجرامات.

أوجــد عدد المــولات لكل عنصر.

افحص النسبة المولية.

اكتب الصيغة الأولية

حـدد الـعـدد الصحيـح الذي يربط الصيغة الأولية بالصيغة الجزيئية.

اضرب أعداد ذرات الصيغة الأولية في قيمة ن.

اكتب الصيغة الجزيئية.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 3–1

تحديد الصيغة الجزيئية يشـير التحليل الكيميائي لحمض ثنائي الكربوكسيل مثل حمض السكسنيك (بيوتان دايويك) إلى أنه يتكون من 40.68% كربون، و5.08% هيدروجين، و54.24% أكسـجين، وله كتلة مولية 118.1g /mol. حدد الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لهذا الحمض.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت التركيب النسبي المئوي لحمض السكسنيك. افترض أن كل نسبة مئوية كتلية تمثل كتلة العنصر بـ 100 g من العينة، لذا يمكنك مقارنة الكتلة المولية المعطاة (118.1g /mol) بالكتلة التي تمثل الصيغة الأولية لإيجاد العدد الصحيح ن.

المعطيات

النسبة المئوية بالكتلة لـ C = 40.68%

النسبة المئوية بالكتلة لـ H = 5.08%

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 54.24%

الكتلية المولية = 118.1g /mol حمض السكسنيك

المطلوب

الصيغة الأولية = ؟

الصيغة الجزيئية= ؟

2 حساب المطلوب

عوض كتلة C، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$40.68\ \text{g}\cancel{\text{C}} \times \frac{1\ \text{mol C}}{12.01\ \cancel{\text{g C}}} = 3.3870\ \text{mol C}$$

عوض كتلة H، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$5.08\ \cancel{\text{g H}} \times \frac{1\ \text{mol H}}{1.008\ \cancel{\text{g H}}} = 5.04\ \text{mol H}$$

عوض كتلة O، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$54.24\ \cancel{\text{g O}} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\ \cancel{\text{g O}}} = 3.39\ \text{mol O}$$

نسـبة المولات في حمض السكسـنيك هي (3.387 mol C) : (5.04 mol H) : (3.39 mol O). احسب أبسط نسبة لمولات العناصر بقسمة مولات كل عنصر على أصغر قيمة في النسبة المولية المحسوبة.

اقسم مولات C على 3.387

$$\frac{3.387\ \text{mol C}}{3.387} = 1\ \text{mol C}$$

اقسم مولات H على 3.387

$$\frac{5.04\ \text{mol H}}{3.387} = 1.5\ \text{mol H}$$

اقسم مولات O على 3.387

$$\frac{3.39\ \text{mol O}}{3.387} = 1\ \text{mol O}$$

أبسط نسبة مولية هي 1 : 1.5 : 1 اضرب جميع القيم المولية في 2 للحصول على أعداد صحيحة.

اضرب مولات C في 2.

$$2 \times 1\ \text{mol C} = 2\ \text{mol C}$$

اضرب مولات H في 2.

$$2 \times 1.5\ \text{mol H} = 3\ \text{mol H}$$

اضرب مولات O في 2.

$$2 \times 1\ \text{mol O} = 2\ \text{mol O}$$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي 2 : 3 : 2، إذن الصيغة الأولية هي $C_2H_3O_2$.

احسب كتلة الصيغة الأولية باستعمال الكتلة المولية لكل عنصر.

اضرب الكتلة المولية للكربون في عدد مولات ذراته.

$$2\ \cancel{\text{mol C}} \times \frac{12.01\ \text{g C}}{1\ \cancel{\text{mol C}}} = 24.02\ \text{g C}$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

$$3\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 3.024\ \text{g H}$$ اضرب الكتلة المولية للهيدروجين في عدد مولات ذراته.

$$2\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 32.00\ \text{g O}$$ اضرب الكتلة المولية للأكسجين في عدد مولات ذراته.

الكتلة المولية لـ $C_2H_3O_2$ $= 32.0\ \text{g} + 3.024\ \text{g} + 24.02\ \text{g} = 59.04\ \text{g/mol}$ اجمع كتل العناصر.

لتحديد قيمة ن اقسم الكتلة المولية لحمض السكسنيك على كتلة الصيغة الأولية.

$$\text{ن} = \frac{\text{الكتلة المولية لحمض السكسنيك}}{\text{الكتلة المولية } C_2H_3O_2} = \frac{118.1\ \text{g/mol}}{59.04\ \text{g/mol}} = 2.000$$

اضرب الأرقام في الصيغة الأولية في 2 لتحصل على الصيغة الجزيئية.

الصيغة الجزيئية $= (C_2H_3O_2) \times 2 = C_4H_6O_4$

3 تقويم الإجابة

الكتلة المولية للصيغة الجزيئية التي تم التوصل إليها هي الكتلة المولية نفسها المحددة تجريبيًّا للمركب.

مثال 4–1

حساب الصيغة الأولية من خلال الكتلة يُعدّ معدن الإلمنيت أحد الخامات الرئيسة لاستخراج التيتانيوم. وعند تحليل عينة منه وجد أنها تحوي 5.41 g من الحديد، و4.64 g من التيتانيوم، و4.65 g من الأكسجين. حدد الصيغة الأولية لهذا المعدن.

1 تحليل المسألة

لديك كتل العناصر الآتية في كتلة معينة من المعدن، والمطلوب حساب الصيغة الأولية له. لذا حوّل العناصر كلها إلى مولات، ثم أوجد أبسط نسبة صحيحة لمولات هذه العناصر.

المعطيات

كتلة الحديد $\text{Fe} = 5.41\ \text{g}$

كتلة التيتانيوم $\text{Ti} = 4.64\ \text{g}$

كتلة الأكسجين $\text{O} = 4.65\ \text{g}$

المطلوب

الصيغة الأولية = ؟

2 حساب المطلوب

حول الكتل المعروفة إلى مولات بالضرب في معامل التحويل الذي يربط المولات بالجرامات– مقلوب الكتلة المولية.

$$5.41\ \text{g Fe} \times \frac{1\ \text{mol Fe}}{55.85\ \text{g Fe}} = 0.0969\ \text{mol Fe}$$ عوض كتلة الحديد، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$4.64\ \text{g Ti} \times \frac{1\ \text{mol Ti}}{47.88\ \text{g Ti}} = 0.0969\ \text{mol Ti}$$ عوض كتلة التيتانيوم، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$4.65\ \text{g O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\ \text{g O}} = 0.291\ \text{mol O}$$ عوض كتلة الأكسجين، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

إذا كانت النسبة المولية لمعدن الإلمنيت هي: (0.0969 mol Fe): (0.0969 mol Ti): (0.291 mol O) فاقسم كل قيمة مولية على أصغر قيمة في النسبة (0.0969) لتحصل على أبسط نسبة مولية.

أبسط نسبة مولية هي (1mol Fe): (1mol Ti): (3 mol O) . ولأن جميع القيم المولية أعداد صحيحة، إذن الصيغة الأولية للإلمنيت هي $FeTiO_3$.

موقع واجباتي

9. وجــد أن مركبًا يحتوي على 49.98 g C و 10.47 g H. فإذا كانت الكتلــة المولية للمركب 58.12 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

أولًا : افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$49.98\,\cancel{g\ C} \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\,\cancel{g\ C}} = 4.162\ mol\ C$$

$$10.47\,\cancel{g\ H} \times \frac{1\ mol\ H}{1.008\,\cancel{g\ H}} = 10.39\ mol\ H$$

ثانيًا : احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{4.162\ mol\ C}{4.16\ 2\ mol\ C} = \frac{1.000\ mol\ C}{1.000\ mol\ C} = \frac{1\ mol\ C}{1\ mol\ C}$$

$$\frac{10.39\ mol\ H}{4.162\ mol\ C} = \frac{2.50\ mol\ H}{1.000\ mol\ C} = \frac{2.5\ mol\ H}{1\ mol\ C}$$

تكون نسبة H : C:

1 mol C : 2.50 mol H

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol C : 5 mol H

الصيغة الأولية للمركّب: C_2H_5

موقع واجباتي

موقع واجباتي

ثالثًا: احسب الكتلة المولية للصيغة الأولية:

$$2\ \text{mol C} \times \frac{12.01\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 24.02\ \text{g C}$$

$$5\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 5.040\ \text{g H}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 5.040\ \text{g} + 24.02\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 29.06\ \text{g/mol}$$

رابعًا: نحسب مُعامِل الضرب:

$$\frac{58.12\ \text{g/ mol}}{29.06\ \text{g/ mol}} = 2.000$$

$$\text{الصيغة الجزيئية للمركّب} = C_4H_{10}$$

مسائل تدريبية

10. سائل عديم اللون يتكون من 46.68% نيتروجين و53.32% أكسجين، وكتلته المولية 60.01 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$46.68\ \text{g N} \times \frac{1\ \text{mol N}}{14.01\ \text{g N}} = 3.332\ \text{mol N}$$

$$53.32\ \text{g O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\ \text{g O}} = 3.333\ \text{mol O}$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

ثانيًا : احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{3.332\ \text{mol N}}{3.332\ \text{mol N}} = \frac{1.000\ \text{mol N}}{1.000\ \text{mol N}} = \frac{1\ \text{mol N}}{1\ \text{mol N}}$$

$$\frac{3.333\ \text{mol O}}{3.332\ \text{mol N}} = \frac{1.000\ \text{mol O}}{1.000\ \text{mol N}} = \frac{1\ \text{mol O}}{1\ \text{mol N}}$$

تكون نسبة O : N

1 mol O : 1 mol N

الصيغة الأولية للمركّب: NO

ثالثًا: احسب الكتلة المولية للصيغة الأولية :

$$1\ \cancel{\text{mol N}} \times \frac{14.01\text{g N}}{1\ \cancel{\text{mol N}}} = 14.01\text{g N}$$

$$1\ \cancel{\text{mol O}} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \cancel{\text{mol O}}} = 16.00\text{g O}$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الكتلة المولية $= 16.00\ g + 14.01\ g$

الكتلة المولية $= 30.01 g/mol$

رابعًا: احسب معامل الضرب:

$$\frac{60.01 g/mol}{30.01 g/mol} = 2.000$$

الصيغة الجزيئية للمركّب $= N_2O_2$

11. عند تحليل أكسيد البوتاسيوم، نتج $19.55\ g\ K$، و$4.00\ g\ O$، فما الصيغة الأولية للأكسيد؟

أولاً: احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$19.55\ g\ K \times \frac{1\ mol\ K}{39.10\ g\ K} = 0.5000\ mol\ K$$

$$4.00\ g\ O \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\ g\ O} = 0.250\ mol\ O$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{0.5000\ mol\ K}{0.250\ mol\ O} = \frac{2.000\ mol\ K}{1.000\ mol\ O} = \frac{2 mol\ K}{1\ mol\ O}$$

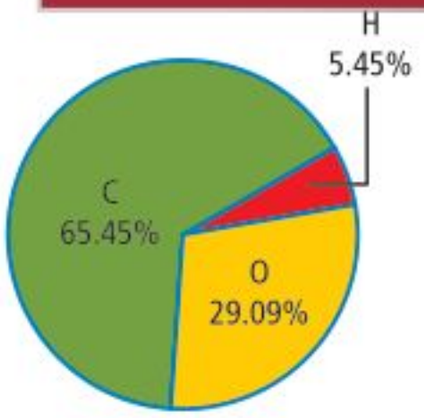
$$\frac{0.250\ mol\ O}{0.250\ mol\ O} = \frac{1.000\ mol\ O}{1.000\ mol\ O} = \frac{1 mol\ O}{1\ mol\ O}$$

تكون نسبة O : K

2 mol K : 1 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: K_2O

موقع واجباتي



12. **تحفيز** عند تحليل مادة كيميائية تستعمل في سائل تظهير الأفلام الفوتوجرافية تم التوصل إلى بيانات التركيب النسبي المئوي الموضحة في الشكل المجاور. فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 110.0 g/mol، فما الصيغة الجزيئية له؟

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$65.45\,\cancel{g\ C} \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\,\cancel{g\ C}} = 5.450\ mol\ C$$

$$5.45\,\cancel{g\ H} \times \frac{1\ mol\ H}{1.008\,\cancel{g\ H}} = 5.41\ mol\ H$$

$$29.09\,\cancel{g\ O} \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\,\cancel{g\ O}} = 1.818\ mol\ O$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{5.450\ mol\ C}{1.818\ mol\ O} = \frac{3.00\ mol\ C}{1.00\ mol\ O} = \frac{3\ mol\ C}{1\ mol\ O}$$

$$\frac{5.41\ mol\ H}{1.818\ mol\ O} = \frac{2.98\ mol\ H}{1.00\ mol\ O} = \frac{3\ mol\ H}{1\ mol\ O}$$

$$\frac{1.818\ mol\ O}{1.818\ mol\ O} = \frac{1.00\ mol\ O}{1.00\ mol\ O} = \frac{1\ mol\ O}{1\ mol\ O}$$

موقع واجباتي

تكون نسبة O : H : C

1 mol O : 3 mol H : 3 mol C

الصيغة الأولية للمركّب: C_3H_3O

ثالثًا: احسب الكتلة المولية للصيغة الأولية:

$$3\ \text{mol C} \times \frac{12.01\text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 36.03\text{g C}$$

$$3\ \text{mol H} \times \frac{1.008\text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 3.024\text{g H}$$

$$1\ \text{mol O} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 16.00\text{g O}$$

الكتلة المولية $= 16.00\text{g} + 3.024\text{g} + 36.03\text{g}$

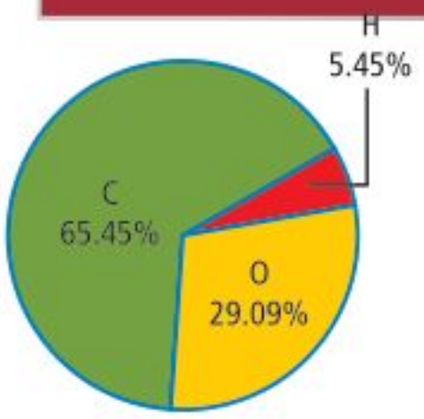
الكتلة المولية $= 55.05\ \text{g/mol}$

رابعًا: نحسب معامل الضرب:

$$\frac{110.0\ \text{g/ mol}}{55.05\ \text{g/mol}} = 1.998 \approx 2.000$$

الصيغة الجزيئية للمركّب $= C_6H_6O_2$

موقع واجباتي



13. **تحفيـز** عند تحليل مســكن الآلام المعروف (المورفين) تم التوصل إلى البيانات المبينة في الجدول أدناه. فما الصيغة الأولية للمورفين؟

العنصر	كربون	هيدروجين	أكسجين	نيتروجين
الكتلة (g)	17.900	1.680	4.225	1.228

أولا : افترض أن لديك 100 g من المركب، احسب عدد المولات لكل عنصر:

$$17.900\,\cancel{g\,C} \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\,\cancel{g\ C}} = 1.490\ mol\ C$$

$$1.680\,\cancel{g\,H} \times \frac{1\ mol\ H}{1.008\,\cancel{g\ H}} = 1.667\ mol\ H$$

$$4.255\,\cancel{g\,O} \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\,\cancel{g\ O}} = 0.2641\ mol\ O$$

$$1.288\,\cancel{g\,N} \times \frac{1\ mol\ N}{14.01\,\cancel{g\ N}} = 0.08765\ mol\ N$$

موقع واجباتي

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{1.490\ \text{mol C}}{0.08765\ \text{mol N}} = \frac{17.00\ \text{mol C}}{1.000\ \text{mol N}} = \frac{17\text{mol C}}{1\ \text{mol N}}$$

$$\frac{1.667\ \text{mol H}}{0.08765\ \text{mol N}} = \frac{19.02\ \text{mol H}}{1.000\ \text{mol N}} = \frac{19\ \text{mol H}}{1\ \text{mol N}}$$

$$\frac{0.2641\ \text{mol O}}{0.08765\ \text{mol N}} = \frac{3.013\ \text{mol O}}{1.000\ \text{mol N}} = \frac{3\text{mol O}}{1\ \text{mol N}}$$

$$\frac{0.08765\ \text{mol N}}{0.08765\ \text{mol N}} = \frac{1.000\ \text{mol N}}{1.000\ \text{mol N}} = \frac{1\text{mol N}}{1\ \text{mol N}}$$

تكون نسبة O : N : H : C

17 mol C : 19 mol H : 1 mol N : 3 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: $C_{17}H_{19}NO_3$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 1-1

14. الفكرة الرئيسة **قوّم** إذا أخبرك أحد زملائك أن النتائج التجريبية تبين أن الصيغة الجزيئية لمركب تساوي صيغته الأولية 2.5 مرة، فهل إجابته صحيحة؟ فسر ذلك.

لا، الإجابة غير صحيحة؛ لأن الصيغة الجزيئية يجب أن تكون من مضاعفات الصيغة الأولية بأعداد صحيحة.

15. **احسب** نتج عن تحليل مركب يتكون من الحديد والأكسجين، 174.86 g Fe، و75.14 g O. فما الصيغة الأولية لهذا المركب؟

أولًا: احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$174.86\,g\,Fe \times \frac{1\ mol\ Fe}{55.85\,g\ Fe} = 3.131\ mol\ Fe$$

$$75.14\,g\,O \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\,g\ O} = 4.696\ mol\ O$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{3.131\ mol\ Fe}{3.131\ mol\ Fe} = \frac{1.000\ mol\ Fe}{1.000\ mol\ Fe} = \frac{1\ mol\ Fe}{1\ mol\ Fe}$$

$$\frac{4.696\ mol\ O}{3.131\ mol\ Fe} = \frac{1.500\ mol\ O}{1.000\ mol\ Fe} = \frac{1.5\ mol\ O}{1\ mol\ Fe}$$

تكون نسبة O : Fe

1 mol Fe : 1.5 mol O

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol Fe : 3 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: Fe_2O_3

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 1-1

16. **احسب** يحتوي أكسيد الألومنيوم على 0.545 g Al، و0.485 g O. ما الصيغة الأولية للأكسيد؟

أولًا: احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$0.545\ \text{g Al} \times \frac{1\ \text{mol Al}}{26.98\ \text{g Al}} = 0.0202\ \text{mol Al}$$

$$0.485\ \text{g O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\ \text{g O}} = 0.0303\ \text{mol O}$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{0.0202\ \text{mol Al}}{0.0202\ \text{mol Al}} = \frac{1.000\ \text{mol Al}}{1.000\ \text{mol Al}} = \frac{1\ \text{mol Al}}{1\ \text{mol Al}}$$

$$\frac{0.0303\ \text{mol O}}{0.0202\ \text{mol Al}} = \frac{1.500\ \text{mol O}}{1.000\ \text{mol Al}} = \frac{1.5\ \text{mol O}}{1\ \text{mol Al}}$$

تكون نسبة O : Al

1 mol Al : 1.5 mol O

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol Al : 3 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: Al_2O_3

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 1-1

17. **وضّح** كيف ترتبط بيانات التركيب النسبي المئوي لمركب بكتل العناصر في ذلك المركب؟

التركيب النسبي المئوي يساوي كتلة كلّ عنصر بالجرام في 100 g من العيّنة.

18. **وضّح** كيف تجد النسبة المولية في مركب كيميائي؟

تُحسَب النسبة المولية عن طريق حساب مولات كلّ عنصر في المركّب، ثمّ قسمة كلّ عدد من المولات على أصغر عدد من بينها. وقد يكون، من الضروري أحيانًا الضرب في عدد صحيح لتحصل على جواب بقيمة عددية صحيحة.

19. **طبّق** الكتلة المولية لمركب هي ضعف صيغته الأولية، فكيف ترتبط صيغته الجزيئية بصيغته الأولية؟

الصيغة الجزيئية تساوي ضعف الصيغة الأولية.

20. **حلّل** الهيماتيت (Fe_2O_3) والماجنتيت (Fe_3O_4) خامان يستخرج منهما الحديد. فأيهما يعطي نسبة أعلى من الحديد لكل كيلو جرام؟

أولًا: احسب الكتلة المولية Fe_2O_3:

$$2\ \cancel{mol\ Fe} \times \frac{55.85g\ Fe}{1\ \cancel{mol\ Fe}} = 111.70g\ Fe$$

$$3\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 48.00g\ O$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الكتلة المولية Fe_2O_3 = 48.00 g + 111.70 g

الكتلة المولية = 159.70g/ mol

ثانيًا : احسب الكتلة المولية Fe_3O_4 :

$$3\ \cancel{mol\ Fe} \times \frac{55.85g\ Fe}{1\ \cancel{mol\ Fe}} = 167.55g\ Fe$$

$$4\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 64.00g\ O$$

الكتلة المولية Fe_3O_4 = 64.00 g + 167.55 g

الكتلة المولية = 231.55g/ mol

ثالثًا : احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ Fe في المركّب Fe_2O_3 :

$$Fe\%\ في\ Fe_3O_4 = \frac{111.70\ g\ Fe}{159.70\ g\ Fe_2O_3} \times 100\%$$

=69.94%

رابعًا : احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ Fe في المركّب Fe_3O_4 :

$$Fe\%\ في\ Fe_3O_4 = \frac{167.55\ g\ Fe}{231.55\ g\ Fe_3O_4} \times 100\%$$

=72.36%

يحتوي الهيماتيت على 69.94% Fe ، في حين يحتوي الماجنتيت على 72.36% Fe . لذا يحتوي الماجنتيت على نسبة مئوية أعلى من الحديد في كلّ كيلو جرام واحد.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

1-2

الأهداف

- **توضح** المقصود بالملح المائي وتربط اسمه بتركيبه.
- **تحدد** صيغة ملح مائي من البيانات المختبرية.

مراجعة المفردات

الشبكة البلورية: الترتيب الهندسي الثلاثي الأبعاد للجسيمات.

المفردات الجديدة

الملح المائي

صيغ الأملاح المائية
Formulas of Hydrates

الفكرة الرئيسة **الأملاح المائية مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة.**

الربط مع الحياة تُعبأ بعض المنتجات -ومنها المعدات الإلكترونية- في صناديق مع أكياس صغيرة مكتوب عليها "مجفف". وتضبط هذه الأكياس الرطوبة بامتصاص الماء. ويحتوي بعضها على مركبات أيونية تسمى الأملاح المائية.

تسمية الأملاح المائية Naming Hydrates

هل راقبت يومًا بلورات تتكون ببطء من محلول مائي؟ تلتصق جزيئات الماء أحيانًا بالأيونات خلال تكون المادة الصلبة. وتسمى جزيئات الماء التي تصبح جزءًا من البلورة ماء التبلور. وتُسمى المواد الأيونية الصلبة التي تُحتجز فيها جزيئات ماء أملاحًا مائية. **فالملح المائي** مركب يحتوي على عدد معين من جزيئات الماء المرتبطة بذراته. ويبين الشكل 5-1 الحجر الكريم الجميل المعروف بالأوبال، وهو ثاني أكسيد السليكون المائي (SiO_2) الذي يحتوي على ماء. والألوان الفريدة ناتجة عن وجود الماء في المعدن.

يكتب في صيغة الملح المائي عدد جزيئات الماء المرتبطة بوحدة الصيغة للمركب تاليًا لنقطة، مثل $CoCl_2 . 6H_2O$. ويُسمى هذا المركب كلوريد الكوبلت (II) سداسي الماء (أيْ يحتوي على 6 جزيئات ماء). وتدخل كتلة جزيئات الماء المرتبطة بوحدة الصيغة في حساب الكتلة المولية. ويختلف عدد جزيئات ماء التبلور من ملحٍ إلى آخر، ويبين الجدول **1-1** بعض الأملاح المائية الشائعة.

الجدول 1-1 صيغ الأملاح المائية

المقطع	عدد جزيئات الماء	الصيغة	الاسم
أحادي	1	$(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$	إكسالات الأمونيوم أحادية الماء.
ثنائي	2	$CaCl_2 . 2H_2O$	كلوريد الكالسيوم ثنائي الماء.
ثلاثي	3	$NaC_2H_3O_2. 3H_2O$	أسيتات الصوديوم ثلاثية الماء
رباعي	4	$FePO_4. 4H_2O$	فوسفات الحديد (III) رباعية الماء.
خماسي	5	$CuSO_4. 5H_2O$	كبريتات النحاس (II) خماسية الماء
سداسي	6	$CoCl_2.6H_2O$	كلوريد الكوبلت (II) سداسي الماء.
سباعي	7	$MgSO_4 . 7H_2O$	كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء.
ثماني	8	$Ba(OH)_2. 8H_2O$	هيدروكسيد الباريوم ثماني الماء.
عشاري	10	$Na_2CO_3.10H_2O$	كربونات الصوديوم عشارية الماء

الشكل 5-1 إن وجود الماء وشوائب المعادن المختلفة يفسران التنوع الكبير لأحجار الأوبال الكريمة. وتحدث تغيرات أخرى في اللون عندما يجف.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

كلوريد الكوبلت (II) سداسي الماء الزهري — يمكن تسخين الملح المائي لطرد ماء التبلور — كلوريد الكوبلت (II) اللامائي أزرق

الشكل 6–1 يمكن إزالة ماء التبلور بتسخين الملح المائي، لتكوين ملح لا مائي قد يبدو مختلفًا جدًّا عن الملح المائي.

تحليل الأملاح المائية Analyzing a Hydrates

عند تسخين ملح مائي، تُطرد جزيئات الماء تاركة وراءها الملح اللامائي. انظر الشكل 6–1؛ حيث توضح سلسلة الصور أنه عند تسخين كلوريد الكوبلت (II) السداسي الماء الزهري اللون، ينتج كلوريد الكوبلت (II) اللامائي الأزرق اللون.

كيف يمكنك تحديد صيغة ملح مائي؟ يجب أن تحسب عدد مولات الماء المرتبطة بمول واحد من الملح المائي. افترض أن لديك عينة مكونة من 5.00 g من كلوريد الباريوم المائي. ولأنك تعرف أن صيغة الملح هي $BaCl_2 . xH_2O$، فإنه يجب أن تحدد قيمة x، وهي معامل H_2O في صيغة الملح المائي، والتي تشير إلى عدد مولات جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من $BaCl_2$. وحتى تجد قيمة x، يجب أن تسخن العينة للتخلص من ماء التبلور. وافترض أنك بعد تسخينها وجدت أن كتلة الملح اللامائي $BaCl_2$ هي 4.26 g.

إذن كتلة ماء التبلور تساوي الفرق بين كتلة الملح المائي (5.00 g) وكتلة الملح اللامائي (4.26 g).

$$5.00\ g - 4.26\ g = 0.74\ g\ H_2O .$$

وبعد أن عرفت كتلة كل من $BaCl_2$ و H_2O في العينة، يمكنك تحويل هذه الكتل إلى مولات باستعمال الكتل المولية. الكتلة المولية لـ $BaCl_2$ هي 208.23 g/mol، وللماء 18.02 g/mol.

$$4.26\ \cancel{g\ BaCl_2} \times \frac{1\ mol\ BaCl_2}{208.23\ \cancel{g\ BaCl_2}} = 0.0205\ mol\ BaCl_2$$

$$0.74\ \cancel{g\ H_2O} \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.02\ \cancel{g\ H_2O}} = 0.041\ mol\ H_2O$$

$$x = \frac{mol\ H_2O}{mol\ BaCl_2} = \frac{0.041\ mol\ H_2O}{0.0205\ mol\ BaCl_2} = \frac{2.0\ mol\ H_2O}{1.00\ mol\ BaCl_2} = \frac{2}{1}$$

إذن نسبة مولات H_2O إلى مولات $BaCl_2$ هي 2 إلى 1، لذا فإن 2 mol H_2O ترتبط بـ 1 mol $BaCl_2$.

أيْ أنّ قيمة المعامل x هي 2، وصيغة الملح المائي هي $BaCl_2 . 2H_2O$. ما اسم هذا الملح؟

ماذا قرأت؟ فسّر لماذا تستعمل النقطة في صيغة الملح المائي؟

تشير النقطة الموجودة بين المركب وجزيئات الماء إلى أن جزيئات الماء قد احتجزت داخل المركب ولكنها لم ترتبط به كيميائيا

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 5–1

تحديد صيغة الملح المائي وضعت عينة من كبريتات النحاس المائية الزرقاء $CuSO_4.xH_2O$ كتلتها 2.50 g في جَفنة وسُخّنت. وبقي بعد التسخين 1.59 g من كبريتات النحاس اللامائية البيضاء $CuSO_4$. ما صيغة الملح المائي؟ وما اسمه؟

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت كتلة كبريتات النحاس المائية، وكبريتات النحاس اللامائية. كما أنك تعرف صيغة المركب ما عدا قيمة x، وهي معامل H_2O في صيغة الملح المائي، والتي تشير إلى عدد مولات ماء التبلور.

المعطيات

كتلة الملح المائي $CuSO_4.xH_2O = 2.50\ g$

كتلة الملح اللامائي $CuSO_4 = 1.59\ g$

الكتلة المولية لـ $H_2O = 18.02\ g/mol$

الكتلة المولية لـ $CuSO_4 = 159.6\ g/mol$

المطلوب

صيغة الملح المائي = ؟

اسم الملح المائي = ؟

2 حساب المطلوب

حدد كتلة الماء المفقود

كتلة الماء المفقود = كتلة الملح المائي – كتلة الملح اللامائي

اطرح كتلة الملح اللامائي $CuSO_4$ من كتلة الملح المائي $CuSO_4.XH_2O$

$$2.50g - 1.59\ g = 0.91\ g$$

حوّل الكتلة المعلومة للماء والملح المائي إلى مولات مستعملاً معامل التحويل الذي يربط المولات بالكتلة – مقلوب الكتلة المولية.

احسب عدد مولات $CuSO_4$ بالتعويض بقيمة كتلة $CuSO_4$ مضروبًا في مقلوب الكتلة المولية.

$$1.59\ \cancel{g\ CuSO_4} \times \frac{1\ mol\ CuSO_4}{159.6\ \cancel{g\ CuSO_4}} = 0.00996\ mol\ CuSO_4$$

احسب عدد مولات H_2O، بالتعويض بقيمة كتلة H_2O مضروبًا في مقلوب الكتلة المولية.

$$0.91\ \cancel{g\ H_2O} \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.02\ \cancel{g\ H_2O}} = 0.05\ mol\ H_2O$$

$$x = \frac{mol\ H_2O}{mol\ CuSO_4}$$

احسب أبسط نسبة عددية بالتعويض بعدد مولات H_2O، وعدد مولات $CuSO_4$.

$$x = \frac{0.050\ mol\ H_2O}{0.00996\ mol\ CuSO_4} \approx \frac{5\ mol\ H_2O}{1\ mol\ CuSO_4} = 5$$

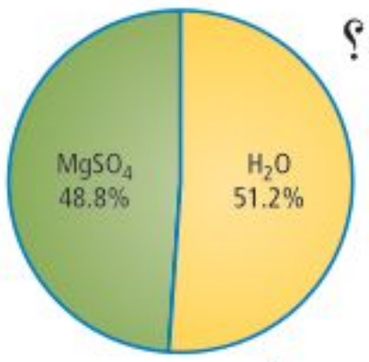
إذن، فصيغة الملح المائي هي $CuSO_4.5H_2O$، واسمه كبريتات النحاس (II) الخماسية الماء.

3 تقويم الإجابة

كبريتات النحاس (II) الخماسية الماء، ملح شائع، ومدون في الجدول 1– 1.

موقع واجباتي

21. يظهر في الشكل المجاور تركيب أحد الأملاح المائية. فما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟



أولًا: افترض أن لديك 100 g من العيّنة، احسب عدد المولات لكلّ مركّب:

$$48.8\ \cancel{g}\ MgSO_4 \times \frac{1\ mol\ MgSO_4}{120.38\ \cancel{g}\ MgSO_4}$$

$$= 0.405\ mol\ MgSO_4$$

$$51.2\ \cancel{g}\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.02\ \cancel{g}\ H_2O}$$

$$= 2.84\ mol\ H_2O$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ مركب:

$$\frac{0.405\ mol\ MgSO_4}{0.405\ mol\ MgSO_4} = \frac{1.00\ mol\ MgSO_4}{1.00\ mol\ MgSO_4} = \frac{1\ mol\ MgSO_4}{1\ mol\ MgSO_4}$$

$$\frac{2.84\ mol\ H_2O}{0.405\ mol\ MgSO_4} = \frac{7.01\ mol\ H_2O}{1.00\ mol\ MgSO_4} = \frac{7\ mol\ H_2O}{1\ mol\ MgSO_4}$$

صيغة هذا الملح المائي: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$،

واسمه كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء.

موقع واجباتي

22. تحفيز سخنت عينة كتلتها 11.75 g من ملح مائي شائع لكلوريد الكوبلت II. وبقي بعد التسخين 0.0712 mol من كلوريد الكوبلت اللامائي. ما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟

أولًا: احسب كتلة $CoCl_2$ المتبقية:

$$0.0712\ \text{mol}\ CoCl_2 \times \frac{129.83\ \text{g}\ CoCl_2}{1\ \text{mol}\ CoCl_2}$$

$$= 9.24\ \text{g}\ CoCl_2$$

ثانيًا: احسب كتلة الماء المتبخرة

كتلة الماء المتبخرة = كتلة المركّب المائي − كتلة المركّب اللامائي المتبقية

$$= 11.75\ \text{g}\ CoCl_2 \cdot xH_2O - 9.24\ \text{g}\ CoCl_2$$

$$= 2.51\ \text{g}\ H_2O$$

ثالثًا: احسب مولات كلّ مركّب:

$$9.24\ \text{g}\ CoCl_2 \times \frac{1\ \text{mol}\ CoCl_2}{129.83\ \text{g}\ CoCl_2}$$

$$= 0.0712\ \text{mol}\ CoCl_2$$

$$2.51\ \text{g}\ H_2O \times \frac{1\ \text{mol}\ H_2O}{18.02\ \text{g}\ H_2O}$$

$$= 0.139\ \text{g}\ H_2O$$

رابعًا: احسب نسبة المولات لكلّ مركّب:

$$\frac{0.0712\ \text{mol}\ CoCl_2}{0.0712\ \text{mol}\ CoCl_2} = \frac{1.00\ \text{mol}\ CoCl_2}{1.00\ \text{mol}\ CoCl_2} = \frac{1\ \text{mol}\ CoCl_2}{1\ \text{mol}\ CoCl_2}$$

$$\frac{0.139\ \text{mol}\ H_2O}{0.0712\ \text{mol}\ CoCl_2} = \frac{1.95\ \text{mol}\ H_2O}{1.00\ \text{mol}\ CoCl_2} = \frac{2\ \text{mol}\ H_2O}{1\ \text{mol}\ CoCl_2}$$

صيغة هذا الملح المائي: $CoCl_2 \cdot 2H_2O$

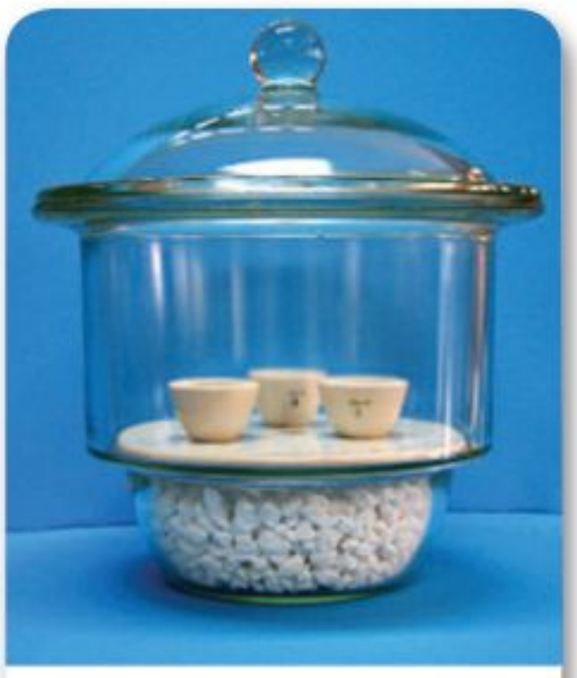
واسمه كلوريد الكوبلت (II) ثنائي الماء.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

استعمالات الأملاح المائية Uses of Hydrates

للأملاح المائية استعمالات مهمة في مختبر الكيمياء. فكلوريد الكالسيوم يكوّن ثلاثة أملاح مائية: أحادي الماء، وثنائي الماء، وسداسي الماء. ويوضع كلوريد الكالسيوم اللامائي في قعر أوعية محكمة الإغلاق تُسمى المجفِّفات،كما في الشكل 7–1؛ حيث يقوم بامتصاص الرطوبة من الهواء في داخل المجفِّف، ويصنع جوًّا جافًّا مناسبًا لحفظ المواد. وتضاف كبريتات الكالسيوم أحيانًا إلى المذيبات العضوية كالإيثانول والإيثيل إيثر للحفاظ عليها خالية من الماء.



الشكل 7–1 يجفف كلوريد الكالسيوم الهواء من جزيئات الماء. كما يستعمل في المختبر في حفظ المواد الكيميائية من رطوبة الجو.

إن قدرة الملح اللامائي على امتصاص الماء له أيضًا بعض التطبيقات التجارية. فالمعدات الإلكترونية والبصرية، وبخاصة تلك التي تُشحن عبر البحار، غالبًا ما تُعبأ مع أكياس من المُجفّفات التي تمنع تأثير الرطوبة في الدوائر الإلكترونية الدقيقة. وتستعمل بعض الأملاح المائية مثل كبريتات الصوديوم المائية ($Na_2SO_4.10H_2O$) لخزن الطاقة الشمسية. فعندما تُسخّن الشمس الملح المائي إلى أكثر من $32^\circ C$ تذوب Na_2SO_4 في مولات ماء التبلور العشرة، وخلال ذلك يمتص الملح المائي الطاقة، وهذه الطاقة تنطلق عندما تنخفض درجة الحرارة ويتبلور الملح المائي ثانية.

التقويم 1-2

الخلاصة

- تتكون صيغة الملح المائي من صيغة المركب الأيوني وعدد جزيئات ماء التبلور المرتبطة بوحدة الصيغة.
- يتكون اسم الملح المائي من اسم المركب متبوعًا بمقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركب.
- يتكون الملح اللامائي عند تسخين الملح المائي.

23. **الفكرة الرئيسة** **وضح** تركيب الملح المائي.
24. **سمّ** المركّب الذي صيغته $SrCl_2.6H_2O$.
25. **صف** الخطوات العملية لتحديد صيغة الملح المائي معلّلاً كل خطوة.
26. **طبّق** يحتوي ملح مائي على 0.050 mol من الماء لكل 0.00998 mol من المركب الأيوني. اكتب صيغة عامة للملح المائي.
27. **احسب** كتلة ماء التبلور إذا فقد ملح مائي 0.025 mol من الماء عند تسخينه.
28. **رتّب** الأملاح المائية الآتية تصاعديًّا بحسب تزايد النسبة المئوية للماء فيها: $CoCl_2.6H_2O$، $Ba(OH)_2.8H_2O$، $MgSO_4.7H_2O$
29. **طبّق** فسّر كيف يمكن استعمال الملح المائي في **الشكل 7–1** بوصفه طريقة تقريبية لتحديد احتمال سقوط المطر؟

الاجابة في الصفحة التالية

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 2-1

23. الفكرة الرئيسة **وضح** تركيب الملح المائي.

المركّب المائي هو مركّب أيوني احتجز جزيئات من الماء في داخله.

24. سمّ المركّب الذي صيغته $SrCl_2.6H_2O$.

كلوريد الإسترانشيوم سداسي الماء.

25. صف الخطوات العملية لتحديد صيغة الملح المائي معلّلاً كل خطوة.

سجِّل كتلة جفنة فارغة، أضف إليها مركّبًا مائيًا ثمّ أعد قياس كتلتها، وسخن الجفنة لإخراج الماء من المركّب. ثمّ برّد الجفنة وأعد قياس كتلتها. واحسب مولات الملح اللامائي، ثمّ اطرح كتلة الجفنة بعد التسخين من كتلتها قبل التسخين فيكون الفرق هو كتلة الماء المفقود. ثمّ احسب مولات الماء، واحسب أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات المركّب إلى الماء، مما ينتج عنه صيغة المركّب المائي.

26. طبّق يحتوي ملح مائي على 0.050 mol من الماء لكل 0.00998 mol من المركب الأيوني. اكتب صيغة عامة للملح المائي.

$XY.5H_2O$؛ حيث تمثل XY المركّب الأيوني.

27. احسب كتلة ماء التبلور إذا فقد ملح مائي 0.025 mol من الماء عند تسخينه.

كتلة الماء في الملح المائي:

$$0.025\ \text{mol}\ H_2O \times \frac{18.02\ \text{g}\ H_2O}{1\ \text{mol}\ H_2O} = 0.45\ \text{g}\ H_2O$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 2-1

28. رتّب الأملاح المائية الآتية تصاعديًّا بحسب تزايد النسبة المئوية للماء فيها: $CoCl_2.6H_2O$ ،$Ba(OH)_2.8H_2O$ ،$MgSO_4.7H_2O$

احسب الكتلة المولية لـ $MgSO_4.7H_2O$:

$$1\ \cancel{mol\ Mg} \times \frac{24.31g\ Mg}{1\ \cancel{mol\ Mg}} = 24.31g\ Mg$$

$$1\ \cancel{mol\ S} \times \frac{32.00g\ S}{1\ \cancel{mol\ S}} = 32.07g\ S$$

$$11\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 176.00g\ O$$

$$14\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 14.112g\ H$$

الكتلة المولية $= 14.112 + 176.00g + 32.07\ g + 24.31g$

الكتلة المولية $= 246.49g/mol\ MgSO_4.7H_2O$

احسب الكتلة المولية لـ $Ba(OH)_2.8H_2O$:

$$1\ \cancel{mol\ Ba} \times \frac{137.33g\ Ba}{1\ \cancel{mol\ Ba}} = 137.33g\ Ba$$

$$10\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 160.00g\ O$$

$$18\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 18.144g\ H$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الكتلة المولية $= 18.114 + 160.00g + 137.33g$

الكتلة المولية $= 315.47\ g/mol\ Ba(OH)_2.8H_2O$

احسب الكتلة المولية لـ $CoCl_2.6H_2O$:

$$1\ \cancel{mol\ Co} \times \frac{58.93g\ Co}{1\ \cancel{mol\ Co}} = 58.93g\ Co$$

$$2\ \cancel{mol\ Cl} \times \frac{35.45g\ Cl}{1\ \cancel{mol\ Cl}} = 70.90g\ Cl$$

$$6\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 96.00g\ O$$

$$12\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 12.096g\ H$$

الكتلة المولية $= 12.096 + 96.00g + 70.90\ g + 58.93\ g$

الكتلة المولية $= 237.93g/mol\ CoCl_2.6H_2O$

احسب الكتلة المولية لـ H_2O :

$$1\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 16.00g\ O$$

$$2\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 2.016g\ H$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الكتلة المولية $= 2.016 + 16.00\ g$

الكتلة المولية $= 18.02\ g/mol$ من H_2O

احسب نسبة الماء H_2O في المركّبات:

$$\frac{7(18.02g\ H_2O)}{246.49g\ MgSO_4.7H_2O} \times 100\ \%$$

$= MgSO_4.7H_2O$ في H_2O من 51.17%

$$\frac{8(18.02g\ H_2O)}{315.47g\ Ba(OH)_2.8H_2O} \times 100\ \%$$

$= Ba(OH)_2.8H_2O$ 8 في H_2O من 45.70%

$$\frac{6(18.02g\ H_2O)}{237.93g\ CoCl_2.6H_2O} \times 100\ \%$$

$= CoCl_2.6H_2O$ في H_2O من 45.44%

$CoCl_2.6H_2O < Ba(OH)_2.8H_2O < MgSO_4.7H_2O$

29. **طبّق** فسّـــر كيف يمكن استعمال الملح المائي في **الشكل 7–1** بوصفه طريقة تقريبية لتحديد احتمال سقوط المطر؟

يصبح المركّب المائي ورديًا (زهريًا) في الهواء الرطب.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

1–3

المقصود بالحسابات الكيميائية

Defining Stoichiometry

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

الفكرة الرئيسة **تحدِّد كميةُ كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كميةَ المادة الناتجة.**

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

علاقة المول بالجسيمات Particles and Mole Relationship

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

الحسابات الكيميائية تُسمى دراسة العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل الكيميائي **الحسابات الكيميائية**. وتعتمد الحسابات الكيميائية على قانون حفظ الكتلة الذي ينص على أن المادة لا تفنى ولا تستحدث في التفاعل الكيميائي إلا بقدرة الله تعالى. وتساوي كمية المواد الناتجة عند نهاية أي تفاعل كيميائي كمية المواد المستخدمة في بداية التفاعل. لذا فإن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة. لاحظ تفاعل مسحوق الحديد Fe مع الأكسجين O_2، الموضح في **الشكل 8–1** فعلى الرغم من تكون مركب جديد هو أكسيد الحديد III Fe_2O_3 فإن كتلة هذا المركب الجديد لا تختلف عن كتلة مادتي التفاعل.

الشكل 8-1 تحدد المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل الحديد والأكسجين العلاقة بين كمية المواد المتفاعلة والناتجة.

موقع واجباتي

تكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل الكيميائي الموضح في **الشكل 8-1** على النحو الآتي:

$$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3\ (s)}$$

تبين هذه المعادلة تفاعل أربع ذرات حديد مع ثلاثة جزيئات أكسجين لإنتاج وحدتي صيغة كيميائية من أكسيد الحديد III. تذكّر 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 بضربها في الكتلة المولية. لذا، فإن كتل المواد المتفاعلة هي على النحو الآتي:

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

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

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

وبطريقة مماثلة، فإن كتلة المواد الناتجة هي:

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

لاحظ تساوي كتل المواد المتفاعلة 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 2-1** العلاقات التي يمكن أن تحددها المعادلة الكيميائية الموزونة.

ماذا قرأت؟ **سجّل** في قائمةٍ أنواع العلاقات التي يمكن اشتقاقها من المعاملات في معادلة كيميائية موزونة.

تمثل المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة عدد الجسيمات الممثلة وعدد المولات أيضا. وعلى الرغم من أنها لا تشير مباشرة إلى كتل المواد المتفاعلة أو كتل الجسيمات، إلا أنه يمكن اشتقاق هذه الكتل من المعاملات بوساطة تحويل عدد المولات إلى كتلة.

الجدول 2-1 العلاقات المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة

$4Fe_{(s)}$	+	$3O_{2(g)}$	→	$2Fe_2O_{3(s)}$
الحديد	+	الأكسجين	→	أكسيد الحديد III
4 atoms Fe	+	3 molecules O_2	→	2 Formula units
4 mol Fe	+	3 mol O_2	→	2 mol Fe_2O_3
223.4 g Fe	+	96.00 g O_2	→	319.4 g Fe_2O_3
319.4 g مواد متفاعلة			→	319.4 g مواد ناتجة

المفردات

أصل الكلمة

الحسابات الكيميائية

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

موقع واجباتي

مثال 6-1

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 كلًّا من المولات، والجسيمات الممثلة (في هذه الحالة الجزيئات). وسيتم إثبات قانون حفظ الكتلة إذا كانت كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة متساوية.

المعطيات

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

المطلوب

عدد الجزيئات = ؟

عدد المولات = ؟

كتل المواد المتفاعلة والناتجة = ؟

2 حساب المطلوب

تحدد المعاملات في المعادلة الكيميائية عدد الجزيئات.

1 molecule C_3H_8 + 5 molecules O_2 → 3 molecules CO_2 + 4 molecules H_2O

وتحدد المعاملات في المعادلة الكيميائية عدد المولات أيضًا.

1 mol C_3H_8 + 5 mol O_2 → 3 mol CO_2 + 4 mol H_2O

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.

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

حساب كتلة C_3H_8 المتفاعلة.

$$1 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{44.09 \text{ g } C_3H_8}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 44.09 \text{ g } C_3H_8$$

حساب كتلة O_2 المتفاعلة.

$$5 \text{ mol } O_2 \times \frac{32.00 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 160.0 \text{ g } O_2$$

حساب كتلة CO_2 الناتجة

$$3 \text{ mol } CO_2 \times \frac{44.01 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 132.0 \text{ g } CO_2$$

حساب كتلة H_2O الناتجة

$$4 \text{ mol } H_2O \times \frac{18.02 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 72.08 \text{ g } H_2O$$

اجمع كتل المواد المتفاعلة

$$44.09 \text{ g } C_3H_8 + 160.0 \text{ g } O_2 = 204.1 \text{ g}$$

اجمع كتل المواد الناتجة

$$132.0 \text{ g } CO_2 + 72.08 \text{ g } H_2O = 204.1 \text{ g}$$

تطبيق قانون حفظ الكتلة

مواد ناتجة 204.1 g = مواد متفاعلة 204.1 g

3 تقويم الإجابة

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

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

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

a. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

b. $HCl_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

c. $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

الاجابة في الصفحة التالية

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

a. $___Na_{(s)} + ___H_2O_{(l)} \rightarrow ___NaOH_{(aq)} + ___H_{2(g)}$

b. $___Zn_{(s)} + ___HNO_{3(aq)} \rightarrow ___Zn(NO_3)_{2(aq)} + ___N_2O_{(g)} + ___H_2O_{(l)}$

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. و**النسبة المولية** نسبة بين أعداد المولات لأي مادتين في المعادلة الكيميائية الموزونة. فعلى سبيل المثال، يوضح تفاعل **الشكل 9-1** تفاعل البوتاسيوم K مع البروم Br_2 لتكوين بروميد البوتاسيوم KBr . ويستعمل الأطباء البيطريون الملح الأيوني الناتج عن التفاعل (بروميد البوتاسيوم) دواءً مضادًّا للصرع عند الكلاب والقطط.

$$2K_{(s)} + Br_{2(l)} \rightarrow 2KBr_{(s)}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

النسب المولية للتفاعل الكيميائي مشتقة من العلاقات بين المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة.

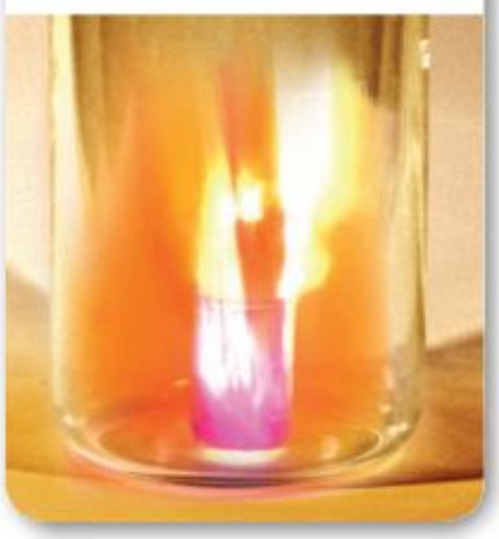
والنسبة المولية هي النسبة بين أعداد المولات لأي مادتين في المعادلة

تجربة عملية

تحديد نسب التفاعل

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

الشكل 9-1 يتفاعل فلز البوتاسيوم وسائل البروم بشدة لتكوين المركب الأيوني بروميد البوتاسيوم.



موقع واجباتي

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

a. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

الجسيمات:

1 molecule N_2 + 3 molecules H_2 ⟶ 2 molecules NH_3

المولات:

1 mol N_2 + 3 mol H_2 ⟶ 2 mol NH_3

كتلة المواد المتفاعلة:

$$N_2: 2\ \cancel{mol\ N} \times \frac{14.007g\ N}{1\ \cancel{mol\ N}} = 28.014g\ N$$

$$3H_2: 6\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008gH}{1\ \cancel{mol\ H}} = 6.048g\ H$$

كتلة المواد المتفاعلة = 34.062g

كتلة المواد الناتجة:

$$2NH_3: 2\ \cancel{mol\ N} \times \frac{14.007g\ N}{1\ \cancel{mol\ N}} + 6\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008gH}{1\ \cancel{mol\ H}}$$

$$= 34.062g\ NH_3$$

كتلة المواد الناتجة = 34.062g

28.014g N_2 + 6.048 g H_2 ⟶ 34.062 g NH_3

مواد ناتجة 34 062g = مواد متفاعلة 34 062g

موقع واجباتي

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

b. $HCl_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

الجسيمات:

1 molecule HCl + 1 formula unit KOH ⟶

1 formula unit KCl + 1 molecule H_2O

المولات:

1 mol HCl + 1 mol KOH ⟶

1 mol KCl + 1 mol H_2O

كتلة المواد المتفاعلة:

$$\text{HCl: } 1\ \cancel{\text{mol H}} \times \frac{1.008\text{g H}}{1\ \cancel{\text{mol H}}} + 1\cancel{\text{mol Cl}} \times \frac{35.453\text{g Cl}}{1\ \cancel{\text{mol Cl}}}$$

$$= 36.461\text{g HCl}$$

$$\text{KOH: } 1\ \cancel{\text{mol K}} \times \frac{39.098\text{g K}}{1\ \cancel{\text{mol K}}} + 1\ \cancel{\text{mol O}} \times \frac{15.999\text{g O}}{1\ \cancel{\text{mol O}}}$$

$$1\ \cancel{\text{mol H}} \times \frac{1.008\text{g H}}{1\ \cancel{\text{mol H}}} = 56.105\text{g KOH}$$

كتلة المواد المتفاعلة $= 92.566\text{g}$

كتلة المواد الناتجة:

$$\text{KCl: } 1\ \cancel{\text{mol K}} \times \frac{39.098\text{g K}}{1\ \cancel{\text{mol K}}} + 1\cancel{\text{mol Cl}} \times \frac{35.453\text{g Cl}}{1\ \cancel{\text{mol Cl}}}$$

$$= 74.551\text{g KCl}$$

$$H_2O\text{: } 2\ \cancel{\text{mol H}} \times \frac{1.008\text{g H}}{1\ \cancel{\text{mol H}}} + 1\ \cancel{\text{mol O}} \times \frac{15.999\text{g O}}{1\ \cancel{\text{mol O}}}$$

$$= 18.015\text{g } H_2O$$

كتلة المواد الناتجة $= 92.566\text{g}$

$$36.461\text{g HCl} + 56.105\text{g KOH} \rightarrow 74.551\text{g KCl} + 18.015\text{g } H_2O$$

مواد ناتجة 92 566g = مواد متفاعلة 92 566g

موقع واجباتي

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

c. $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

2 atoms Mg + 1 molecule O_2 ⟶

2 formula unit MgO

2 mol Mg + 1 mol O_2 ⟶ 2 mol MgO

كتلة المواد المتفاعلة :

$$2Mg: 2\ \cancel{mol\ Mg} \times \frac{24.305\ g\ Mg}{1\ \cancel{mol\ Mg}} = 48.610g\ Mg$$

$$O_2: 2\ \cancel{mol\ O} \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 31.998\ g\ O$$

كتلة المواد المتفاعلة = 80 608g

كتلة المواد الناتجة :

2MgO:

$$2\ \cancel{mol\ Mg} \times \frac{24.305\ g\ Mg}{1\ mol\ Mg}\ 2\ \cancel{mol\ O} \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}}$$

$$= 80.608g\ MgO$$

كتلة المواد الناتجة = 80 608g

$$48.610g\ Mg + 31.998g\ O \rightarrow 80.608g\ MgO$$

مواد ناتجة 80 608g = مواد متفاعلة 80 608g

موقع واجباتي

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

a. $___Na_{(s)} + ___H_2O_{(l)} \rightarrow ___NaOH_{(aq)} + ___H_{2(g)}$

$$\mathbf{2Na_{(s)} + 2H_2O_{(1)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + 1H_{2(g)}}$$

الجسيمات:

$$\mathbf{2\ atoms\ Na + 2\ molecules\ H_2O \longrightarrow}$$

$$\mathbf{2\ formula\ units\ NaOH + 1\ molecule\ H_2}$$

المولات:

$$\mathbf{2\ mol\ Na + 2\ mol\ H_2O \longrightarrow}$$

$$\mathbf{2\ mol\ NaOH + 1\ mol\ H_2}$$

كتلة المواد المتفاعلة:

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

$$\mathbf{2H_2O: 4\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} + 2\ \cancel{mol\ O} \times \frac{15.999g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}}}$$

$$\mathbf{= 36.030g\ H_2O}$$

كتلة المواد المتفاعلة = 82 01g

كتلة المواد الناتجة:

2NaOH:

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

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

$$\mathbf{H_2: 2\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = = 2.016g\ H}$$

كتلة المواد الناتجة = 82 01g

$$\mathbf{45.980g\ Na + 36.030g\ H_2O \rightarrow 79.994g\ NaOH + 2.016g\ H}$$

مواد ناتجة 82 01g = مواد متفاعلة 82 01g

موقع واجباتي

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

b. $___Zn_{(s)} + ___HNO_{3(aq)} \rightarrow ___Zn(NO_3)_{2(aq)} + ___N_2O_{(g)} + ___H_2O_{(l)}$

$$\mathbf{4Zn_{(s)} + 10HNO_{3(aq)} \rightarrow 4Zn(NO_3)_{2(aq)} + 1N_2O_{(g)} + 5H_2O_{(1)}}$$

الجسيمات:

$$\mathbf{4\ atoms\ Zn + 10\ molecules\ HNO_3 \longrightarrow}$$

$$\mathbf{4\ formula\ unit\ Zn(NO_3)_2 + 1\ molecule\ N_2O}$$

$$\mathbf{+ 5\ molecules\ H_2O}$$

المولات:

$$\mathbf{4\ mol\ Zn + 10\ mol\ HNO_3 \longrightarrow}$$

$$\mathbf{4\ mol\ Zn(NO_3)_2 + 1\ mol\ N_2O + 5\ mol\ H_2O}$$

كتلة المواد المتفاعلة:

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

$$\mathbf{10HNO_3:}$$

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

$$\mathbf{30\ \cancel{mol\ O} \times \frac{15.999g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 630.12g\ HNO_3}$$

كتلة المواد المتفاعلة = 891 68g

موقع واجباتي

كتلة المواد الناتجة :

$4Zn(NO_3)_2$:

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

$$+ 24\ \cancel{mol\ O} \times \frac{15.999g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 757.592g\ Zn(NO_3)_2$$

$$N_2O: 2\ \cancel{mol\ N} \times \frac{14.007g\ N}{1\ \cancel{mol\ N}} + 1\ \cancel{mol\ O} \times \frac{15.999g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}}$$

$$= 44.013g\ N_2O$$

$$5H_2O: 10\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} + 5\ \cancel{mol\ O} \times \frac{15.999g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}}$$

$$= 90.075g\ H_2O$$

كتلة المواد الناتجة = 891 68g

$$261.56g\ Zn + 630.12g\ HNO_3 \rightarrow 757.592g\ Zn(NO_3)_2$$
$$+ 44.013gN_2O + 90.075g\ H_2O$$

مواد ناتجة 891 68g = مواد متفاعلة 891 68g

موقع واجباتي

موقع واجباتي

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

a. $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$

$$\frac{4\ mol\ Al}{3\ mol\ O_2} \quad \frac{3\ mol\ O_2}{2\ mol\ Al_2O_3} \quad \frac{2\ mol\ Al_2O_3}{4\ mol\ Al}$$

$$\frac{3\ mol\ O_2}{4\ mol\ Al} \quad \frac{2\ mol\ Al_2O_3}{3\ mol\ O_2} \quad \frac{4\ mol\ Al}{2\ mol\ Al_2O_3}$$

b. $3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(1)} \rightarrow Fe_{(3)}O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$

$$\frac{3\ mol\ Fe}{4\ mol\ H_2O} \quad \frac{3\ mol\ Fe}{4\ mol\ H_2} \quad \frac{3\ mol\ Fe}{1\ mol\ Fe_3O_4}$$

$$\frac{4\ mol\ H_2O}{3\ mol\ Fe} \quad \frac{4\ mol\ H_2}{3\ mol\ Fe} \quad \frac{1\ mol\ Fe_3O_4}{3\ mol\ Fe}$$

$$\frac{1\ mol\ Fe_3O_4}{4\ mol\ H_2} \quad \frac{1\ mol\ Fe_3O_4}{4\ mol\ H_2O} \quad \frac{4\ mol\ H_2O}{4\ mol\ H_2}$$

$$\frac{4\ mol\ H_2}{1\ mol\ Fe_3O_4} \quad \frac{4\ mol\ H_2O}{1\ mol\ Fe_3O_4} \quad \frac{4\ mol\ H_2}{4\ mol\ H_2O}$$

c. $2HgO_{(s)} \rightarrow 2Hg_{(1)} + O_{2(g)}$

$$\frac{2\ mol\ HgO}{2\ mol\ Hg} \quad \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ Hg} \quad \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ HgO}$$

$$\frac{2\ mol\ Hg}{2\ mol\ HgO} \quad \frac{2\ mol\ Hg}{1\ mol\ O_2} \quad \frac{2\ mol\ HgO}{1\ mol\ O_2}$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

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

a. $ZnO_{(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_2O_{(1)}$

$$\mathbf{ZnO_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_2O_{(1)}}$$

$$\frac{\mathbf{1\ mol\ ZnO}}{\mathbf{2\ mol\ HCl}} \quad \frac{\mathbf{1\ mol\ ZnO}}{\mathbf{1\ mol\ ZnCl_2}} \quad \frac{\mathbf{1\ mol\ ZnO}}{\mathbf{1\ mol\ H_2O}}$$

$$\frac{\mathbf{2\ mol\ HCl}}{\mathbf{1\ mol\ ZnO}} \quad \frac{\mathbf{2\ mol\ HCl}}{\mathbf{1\ mol\ ZnCl_2}} \quad \frac{\mathbf{2\ mol\ HCl}}{\mathbf{1\ mol\ H_2O}}$$

$$\frac{\mathbf{1\ mol\ ZnCl_2}}{\mathbf{1\ mol\ ZnO}} \quad \frac{\mathbf{1\ mol\ ZnCl_2}}{\mathbf{2\ mol\ HCl}} \quad \frac{\mathbf{1\ mol\ ZnCl_2}}{\mathbf{1\ mol\ H_2O}}$$

$$\frac{\mathbf{1\ mol\ H_2O}}{\mathbf{1\ mol\ ZnO}} \quad \frac{\mathbf{1\ mol\ H_2O}}{\mathbf{2\ mol\ HCl}} \quad \frac{\mathbf{1\ mol\ H_2O}}{\mathbf{1\ mol\ ZnCl_2}}$$

b. $C_4H_{10(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(1)}$

$$\mathbf{2C_4H_{10(g)} + 13O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)} + 10H_2O_{(1)}}$$

$$\frac{\mathbf{2\ mol\ C_4H_{10}}}{\mathbf{13\ mol\ O_2}} \quad \frac{\mathbf{2\ mol\ C_4H_{10}}}{\mathbf{8\ mol\ CO_2}} \quad \frac{\mathbf{2\ mol\ C_4H_{10}}}{\mathbf{10\ mol\ H_2O}}$$

$$\frac{\mathbf{13\ mol\ O_2}}{\mathbf{2\ mol\ C_4H_{10}}} \quad \frac{\mathbf{8\ mol\ CO_2}}{\mathbf{2\ mol\ C_4H_{10}}} \quad \frac{\mathbf{10\ mol\ H_2O}}{\mathbf{2\ mol\ C_4H_{10}}}$$

$$\frac{\mathbf{10\ mol\ H_2O}}{\mathbf{13\ mol\ O_2}} \quad \frac{\mathbf{10\ mol\ H_2O}}{\mathbf{8\ mol\ CO_2}} \quad \frac{\mathbf{8\ mol\ CO_2}}{\mathbf{13\ mol\ O_2}}$$

$$\frac{\mathbf{13\ mol\ O_2}}{\mathbf{10\ mol\ H_2O}} \quad \frac{\mathbf{8\ mol\ CO_2}}{\mathbf{10\ mol\ H_2O}} \quad \frac{\mathbf{13\ mol\ O_2}}{\mathbf{8\ mol\ CO_2}}$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 3-1

34. الفكرة الرئيسة **قارن** بين كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل الكيميائي، ووضح العلاقة بين هذه الكتل.

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

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

$n = 3$، لذا:

$(n)(1-n) = (3)(2) =$ 6 نسب مولية

36. **صنّف** طرائق تفسير المعادلة الكيميائية الموزونة.

الجسيمات (الذرات، الجزيئات، وحدات الصيغة)، والمولات، والكتلة.

37. **طبق** المعادلة العامة لتفاعل كيميائي: $xA + yB \longrightarrow zAB$

حيث يمثل A وB عنصرين، وتمثل x وy وz المعاملات . حدد النسب المولية لهذا التفاعل.

xA / yB xA / zAB yB / xA

yB / zAB zAB / xA zAB / yB

موقع واجباتي

موقع واجباتي

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

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

$$\frac{2\ mol\ H_2O_2}{2\ mol\ H_2O} \quad \frac{2\ mol\ H_2O_2}{1\ mol\ O_2} \quad \frac{2\ mol\ H_2O}{2\ mol\ H_2O_2}$$

$$\frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ O_2} \quad \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ H_2O_2} \quad \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ H_2O}$$

39. نمذج اكتب النسب المولية لتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$.

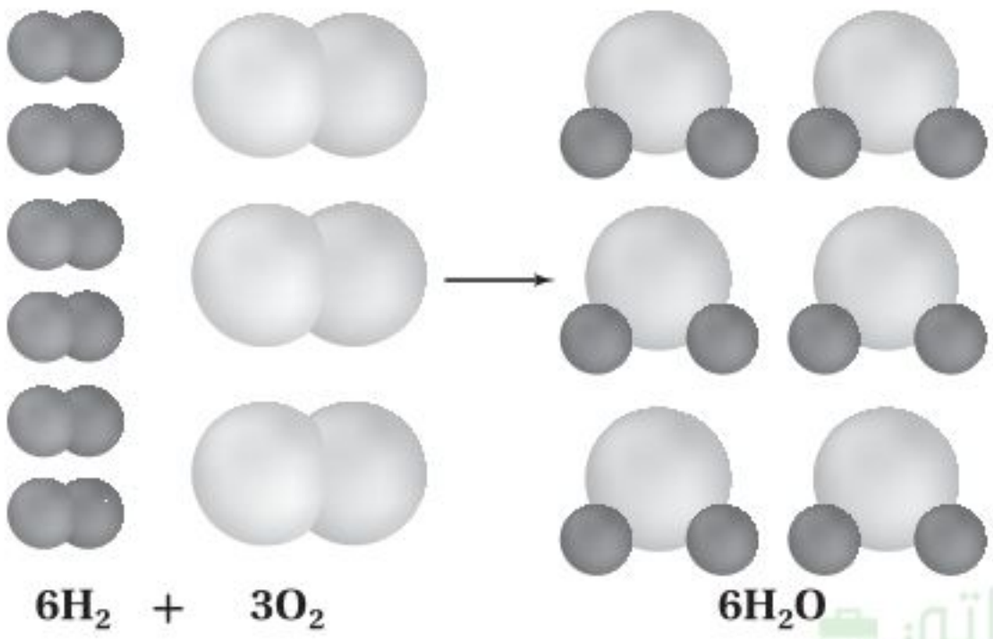
ارسم 6 جزيئات هيدروجين تتفاعل مع العدد المناسب من جزيئات الأكسجين، ثم وضح عدد جزيئات الماء المتكوّنة.

$$\frac{2\ mol\ H_2}{2\ mol\ H_2O} \text{ و } \frac{2\ mol\ H_2}{1\ mol\ O_2}$$

$$\frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ H_2O} \text{ و } \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ H_2}$$

$$\frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ O_2} \text{ و } \frac{2\ mol\ H_2O}{2\ mol\ H_2}$$

يجب أن يُظهر الرسم التوضيحي للطلاب تفاعل 6 جزيئات من الهيدروجين مع 3 جزيئات من الأكسجين لإنتاج 6 جزيئات من الماء كما يلي:



موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

1–4

الأهداف

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

مراجعة المفردات

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

حسابات المعادلات الكيميائية

Stoichiometric Calculations

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

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

استخدام الحسابات الكيميائية Using Stoichiometry

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

الحسابات الكيميائية : حساب المولات يتفاعل البوتاسيوم مع الماء بشدة، كما في **الشكل 10-1**، ويُمثَّل التفاعل بالمعادلة الآتية:

$$2K_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2KOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

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 أيضًا، ولذلك تتطلب هذه المسألة عامل تحويل مول – مول.

ولحل المسألة عليك معرفة العلاقة التي تربط عدد مولات الهيدروجين مع عدد مولات البوتاسيوم. لقد تعلمت سابقًا 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 الآتية فإن النسبة المولية الصحيحة هي: 1 mol من H_2 إلى 2 mol من K، ويظهر الشكل أيضًا عدد مولات المادة المجهولة في البسط، وعدد مولات المادة المعروفة في المقام. وباستخدام هذه النسبة نُحول عدد مولات البوتاسيوم إلى عدد مولات الهيدروجين.

الشكل 10-1 يتفاعل فلز البوتاسيوم بشدة مع الماء مطلِقًا كمية كبيرة من الحرارة كافية لإشعال غاز الهيدروجين الناتج واحتراقه.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

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

$$0.0400 \text{ mol K} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol K}} = 0.0200 \text{ mol } H_2$$

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

استراتيجية حل المسألة

إتقان الحسابات الكيميائية

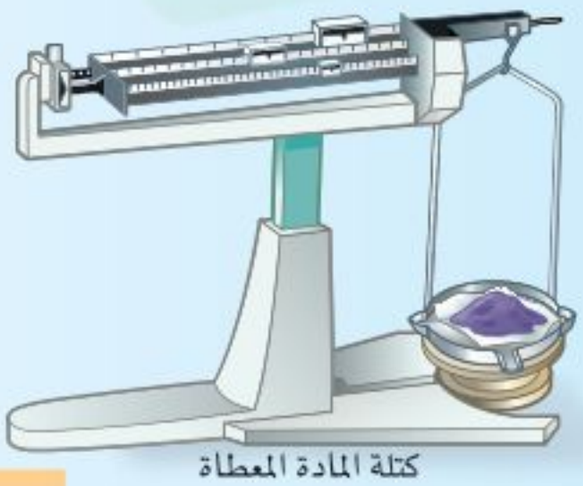
يوضح المخطط الآتي الخطوات المستخدمة لحل مسائل الحسابات الكيميائية عند التحويل من مول إلى مول، ومن مول إلى كتلة، ومن كتلة إلى كتلة.

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

تطبيق الاستراتيجية

طبق استراتيجية حل المسائل على الأمثلة 7-1، 8-1، 9-1.

كتلة المادة المجهولة



كتلة المادة المعطاة

الخطوة 1

ابدأ بمعادلة موزونة، وعبّر عن المعادلة باستخدام المولات.

لا يوجد تحويل مباشر

الخطوة 2

حول جرامات المادة المعلومة إلى مولات. واستخدم مقلوب الكتلة المولية معاملا للتحويل.

$\frac{1 \text{ mol}}{\text{الكتلة (g)}}$

الخطوة 4

حول مولات المادة المجهولة إلى جرامات المادة المعلومة باستخدام الكتلة المولية بوصفها معامل تحويل.

$\frac{\text{الكتلة (g)}}{1 \text{ mol}}$

$\frac{\text{عدد مولات المجهول}}{\text{عدد المولات المعطاة}}$

الخطوة 3

حوّل مولات المادة المعلومة لمولات المادة المجهولة. واستخدم النسبة المولية المناسبة من المعادلة الكيميائية الموزونة بوصفها معامل تحويل.

عدد مولات المادة المجهولة

عدد مولات المادة المعطاة

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 7-1

حسابات المولات من سلبيات 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 عـــدد مولات المادة المتفاعلة C_3H_8، والمطلـــوب إيجاد عدد مولات المادة الناتجة مـــن CO_2. لذا اكتب معادلة التفاعل الموزونة أولاً، ثم حول مولات البروبان إلى مولات ثاني أكسيد الكربون باستعمال النسبة المولية المناسبة.

المعطيات

$$\text{mol } C_3H_8 = 10 \text{ mol}$$

المطلوب

$$\text{mol } CO_2 = ?$$

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لاحتراق البروبان.

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

$$\underset{10.0 \text{ mol}}{C_3H_{8(g)}} + 5O_{2(g)} \rightarrow \underset{? \text{ mol}}{3CO_{2(g)}} + 4H_2O_{(g)}$$

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

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

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

3 تقويم الإجابة

توضـــح 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

40. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت منتجًا ثاني كبريتيد الكربون CS_2، وهو سائل يستخدم غالبًا في صناعة السلوفان.

$$___CH_{4(g)} + ___S_{8(s)} \rightarrow ___CS_{2(l)} + ___H_2S_{(g)}$$

a. اكتب معادلة التفاعل الموزونة.

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

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

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

a. اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

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

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

الاجابة في الصفحة التالية

موقع واجباتي

40. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت منتجًا ثاني كبريتيد الكربون CS_2، وهو سائل يستخدم غالبًا في صناعة السلوفان.

$$___CH_{4(g)} + ___S_{8(s)} \rightarrow ___CS_{2(l)} + ___H_2S_{(g)}$$

a. اكتب معادلة التفاعل الموزونة.

$$\mathbf{2CH_{4(g)} + S_{8(s)} \rightarrow 2CS_{2(1)} + 4H_2S_{(g)}}$$

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

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

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

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

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

a. اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

$$\mathbf{2SO_{2(g)} + O_{2(g)} + 2H_2O_{(1)} \rightarrow 2H_2SO_{4(aq)}}$$

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

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

c. ما عدد مولات O_2 اللازمة للتفاعل؟

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

موقع واجباتي

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

مثال 8-1

حسابات المول - الكتلة احسب كتلة كلوريد الصوديوم NaCl المعروف بملح الطعام، الناتجة عن تفاعل 1.25 mol من غاز الكلور Cl_2 بشدة مع الصوديوم.

1 تحليل المسألة

أعطيت مولات المادة المتفاعلة الكلور Cl_2، وطُلب إليك تحديد كتلة المادة الناتجة NaCl، وتحويل عدد مولات الكلور Cl_2 إلى عدد مولات NaCl باستخدام النسبة المولية، ثم تحويل عدد مولات NaCl إلى جرامات NaCl باستخدام الكتلة المولية بوصفها معامل تحويل.

المعطيات

عدد مولات الكلور = 1.25 mol

المطلوب

كتلة كلوريد الصوديوم (g) = ؟

2 حساب المطلوب

اكتب معادلة التفاعل الموزونة وحدد القيم المعروفة وغير المعروفة.

$$\overset{1.25\ mol}{2Na(s) + Cl_2(g)} \rightarrow \overset{?\ g}{2NaCl(s)}$$

النسبة المولية : $\frac{2\ mol\ NaCl}{1\ mol\ Cl_2}$

اضرب عدد مولات Cl_2 في النسبة المولية لحساب عدد مولات NaCl

$$1.25\ \cancel{mol\ Cl_2} \times \frac{2\ mol\ NaCl}{1\ \cancel{mol\ Cl_2}} = 2.50\ mol\ NaCl$$

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

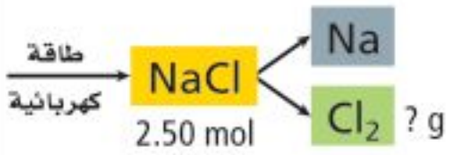
$$2.50\ \cancel{mol\ NaCl} \times \frac{58.44\ g\ NaCl}{1\ \cancel{mol\ NaCl}} = 146\ g\ NaCl$$

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_2 المعطاة في السؤال.

مسائل تدريبية

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



43. تحفيز، يستخدم معدن التيتانيوم –وهو فلز انتقالي– في الكثير من السبائك، لقوته العالية وخفة وزنه. ويستخلص رابع كلوريد التيتانيوم $TiCl_4$ من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 باستخدام الكلور وفحم الكوك (كربون) وفقًا للمعادلة: $TiO_{2(s)} + C_{(s)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow TiCl_{4(s)} + CO_{2(g)}$

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

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

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

الاجابة في الصفحة التالية

موقع واجباتي

موقع واجباتي

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

الخطوة 1: زن المعادلة الكيميائية.

$$2NaCl_{(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + Cl_{2(g)}$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات الكلور.

$$2.50\ \cancel{mol\ NaCl} \times \frac{1 mol\ Cl_2}{2\ \cancel{mol\ NaCl}} = 1.25\ mol\ Cl_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

$$1.25\ \cancel{mol\ Cl_2} \times \frac{70.9\ g\ Cl_2}{1\ \cancel{mol\ Cl_2}} = 88.6\ g\ Cl_2$$

43. **تحفيز**، يستخدم معدن التيتانيوم –وهو فلز انتقالي– في الكثير من السبائك، لقوته العالية وخفة وزنه. ويستخلص رابع كلوريد التيتانيوم $TiCl_4$ من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 باستخدام الكلور وفحم الكوك (كربون) وفقًا للمعادلة: $TiO_{2(s)} + C_{(s)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow TiCl_{4(s)} + CO_{2(g)}$

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات الكلور.

$$1.25\ \cancel{mol\ TiO_2} \times \frac{2 mol\ Cl_2}{1\ \cancel{mol\ TiO_2}} = 2.50\ mol\ Cl_2$$

الخطوة 2: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

$$2.50\ \cancel{mol\ Cl_2} \times \frac{70.9\ g\ Cl_2}{1\ \cancel{mol\ Cl_2}} = 177\ g\ Cl_2$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات الكربون.

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

الخطوة 2: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

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

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات TiO_2 المستهلكة.

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

الخطوة 2: احسب كتلة المواد المتفاعلة جميعها بالجرامات.

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

كتلة المواد المتفاعلة = 292g

وبما أن الكتلة محفوظة؛

كتلة المواد الناتجة = كتلة المواد المتفاعلة

كتلة المواد الناتجة = 292g

موقع واجباتي

موقع واجباتي

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 9-1** كيف تستطيع استخدام كتلة محددة من مادة معروفة، والمعادلة الكيميائية الموزونة، والنسب المولية من المعادلة لإيجاد كتلة المادة المجهولة.

مثال 9-1

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 استخدام النسب المولية لإيجاد عدد مولات المواد الناتجة. وأخيرًا استخدم الكتلة المولية لتحويل عدد مولات المواد الناتجة إلى كتلة بالجرامات.

المعطيات

كتلة نترات الأمونيوم $NH_4NO_3 = 25.0\ g$

المطلوب

كتلة الماء $H_2O = ??$

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الموزونة وحدد قيم المواد المعروفة والمواد المطلوبة.

$$NH_4NO_{3(s)} \rightarrow N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

$$25.0\ g \qquad ?\ g$$

احسب عدد مولات NH_4NO_3 بالضرب في مقلوب الكتلة المولية

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

احسب عدد مولات الماء بضرب عدد مولات نترات الأمونيوم في النسبة المولية.

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

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

احسب عدد جرامات H_2O بالضرب في الكتلة المولية.

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

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

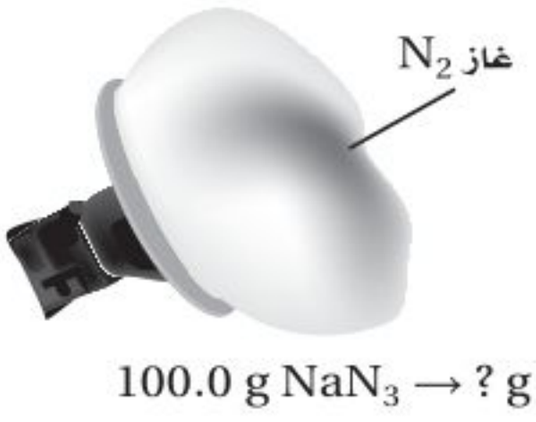
44. أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم NaN_3 وفقًا للمعادلة: $2NaN_{3(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$

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

45. 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؟

الاجابة في الصفحة التالية

موقع واجباتي



44. أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم NaN_3 وفقًا للمعادلة: $2NaN_{3(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$

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

$$2NaN_{3(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$$

الخطوة 1: احسب عدد مولات NaN_3.

$$100g\ \cancel{NaN_3} \times \frac{1\ mol\ NaN_3}{65.02g\ \cancel{NaN_3}} = 1.538\ mol\ NaN_3$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات N_2.

$$1.538\ mol\ \cancel{NaN_3} \times \frac{3\ mol\ N_2}{2\ mol\ \cancel{NaN_3}} = 2.307\ mol\ N_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة N_2 بالجرامات.

$$2.307\ \cancel{mol\ N_2} \times \frac{28.02\ g\ N_2}{1\ \cancel{mol\ N_2}} = 64.64\ g\ N_2$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

45. 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؟

$100.0\ g\ NaN_3 \longrightarrow ?\ g\ N_{2(g)}$

الخطوة 1: زن المعادلة الكيميائية.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} + 2H_2O_{(1)} \rightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات SO_2.

$$2.50\cancel{g\ SO_2} \times \frac{1\ mol\ SO_2}{64.07\cancel{g\ SO_2}} = 0.0390\ mol\ SO_2$$

الخطوة 3: احسب عدد مولات H_2SO_2.

$$0.0390\ \cancel{mol\ SO_2} \times \frac{2\ mol\ H_2SO_2}{2\ \cancel{mol\ SO_2}}$$

$$= 0.0390\ mol\ H_2SO_2$$

الخطوة 4: احسب كتلة H_2SO_2 بالجرامات.

$$0.0390\ \cancel{mol\ H_2SO_2} \times \frac{98.09\ g\ H_2SO_2}{1\ \cancel{mol\ H_2SO_2}}$$

$$= 3.83g\ H_2SO_2$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

تجربة

تطبيقات على الحسابات الكيميائية

ما كمية كربونات الصوديوم Na_2CO_3 الناتجة عن تحلل صودا الخبز؟

يستخدم صودا الخبز – كربونات الصوديوم الهيدروجينية – في كثير من وصفات الخبز؛ لأنها تسبب انتفاخ العجينة، مما يجعلها خفيفة إسفنجية. وسبب حدوث ذلك هو تحلل كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ بالحرارة، لتنتج غاز ثاني أكسيد الكربون وفقًا للمعادلة:

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. صمم جدولًا تدون فيه البيانات العملية وملاحظاتك.
3. استخدم الميزان لقياس كتلة جفنة نظيفة وجافة، ثم ضع فيها 3 g تقريبًا من كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$، وقس الكتلة الكلية للجفنة وكربونات الصوديوم الهيدروجينية، وسجل القياسات في الجدول، ثم احسب كتلة $NaHCO_3$.
4. استخدم كتلة $NaHCO_3$ التي حسبتها والمعادلة الكيميائية الموزونة لحساب كتلة Na_2CO_3 التي ستنتج.
5. جهز حاملًا مع حلقة، ومثلثًا من الصلصال لتسخين الجفنة.
6. سخن الجفنة باستخدام موقد بنزن ببطء في البداية، ثم مدة 8 min – 7 بلهب قوي، وسجل ملاحظاتك في أثناء التسخين.
7. أطفئ الموقد واستخدم ملقطًا لرفع الجفنة عن اللهب.

***تحذير:** لا تلمس الجفنة الساخنة.*

8. دع الجفنة تبرد، ثم قس كتلتها وكتلة Na_2CO_3.

تحليل النتائج

1. **صف** ما لاحظته في أثناء تسخين صودا الخبز.
2. **قارن** كتلة Na_2CO_3 التي حسبتها بالكتلة الفعلية التي حصلت عليها من التجربة.
3. **احسب** افترض أن كتلة Na_2CO_3 التي حسبتها في الخطوة رقم 4 هي الكتلة الصحيحة لناتج التفاعل؛ احسب الخطأ ونسبته المئوية في ضوء نتيجة التجربة.
4. **حدد** مصادر الخطأ المحتملة في خطوات العمل التي أدت إلى خطأ الحساب في السؤال رقم 3.

1. **صف** ما لاحظته في أثناء تسخين صودا الخبز.

كانت المادة الناتجة رطبة في أثناء التسخين وتظهر عليها بعض الفقاقيع ولكنها جفت مع الوقت

2. **قارن** كتلة Na_2CO_3 التي حسبتها بالكتلة الفعلية التي حصلت عليها من التجربة.

يجب أن تكون الكتلتان متساويتين

3. **احسب** افترض أن كتلة Na_2CO_3 التي حسبتها في الخطوة رقم 4 هي الكتلة الصحيحة لناتج التفاعل؛ احسب الخطأ ونسبته المئوية في ضوء نتيجة التجربة.

على افتراض أن الكتلة المتوقعة والكتلة الفعلية هما 1.97 g

و 1.90 g على التوالي، فيكون الخطأ= 0.07 g –، ونسبة الخطأ= 3.55%

4. **حدد** مصادر الخطأ المحتملة في خطوات العمل التي أدت إلى خطأ الحساب في السؤال رقم 3.

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

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 4-1

46. الفكرة الرئيسة **فسر** لماذا تستخدم المعادلة الكيميائية الموزونة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.

تُعبر المُعامِلات في المعادلة الكيميائية الموزونة عن العلاقات المولية بينَ كلّ زوج من المواد المتفاعلة والناتجة.

47. **اذكر** الخطوات الأربع المستخدمة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.

1. زن المعادلة.

2. حوِّل كتلة المادة المعروفة إلى عدد مولات.

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

4. حوّل عدد مولات المادة المجهولة إلى كتلة بالجرامات.

48. **طبّق** كيف يمكن حساب كتلة البروم السائل الضرورية للتفاعل كليًّا مع كتلة معروفة من الماغنسيوم.

اكتب معادلة موزونة، وحوِّل الكتلة المعطاة للماغنسيوم Mg إلى عدد مولات. ثُمّ استخدم النسبة المولية من المعادلة لتحويل عدد مولات Mg إلى عدد مولات Br. وأخيرًا حوِّل عدد مولات Br إلى كتلة بالجرامات.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

49. **احسب** كتلة الأمونيا الناتجة عن تفاعل 2.70 g من الهيدروجين مع كمية وافرة من النيتروجين حسب المعادلة: $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

الخطوة 1: احسب عدد مولات H_2.

$$2.70\text{g}\,H_2 \times \frac{1\ \text{mol}\,H_2}{2.016\text{g}\,H_2} = 1.34\ \text{mol}\,H_2$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات NH_3.

$$1.34\ \text{mol}\,H_2 \times \frac{2\ \text{mol}\,NH_3}{3\ \text{mol}\,H_2} = 0.893\ \text{mol}\,NH_3$$

الخطوة 3: احسب كتلة NH_3 بالجرامات.

$$0.893\ \text{mol}\,NH_3 \times \frac{17.030\text{g}\,NH_3}{1\ \text{mol}\,NH_3} = 15.2\ \text{g}\,NH_3$$

50. **صمم** خريطة مفاهيم للتفاعل الآتي:

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

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

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

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

1–5

المادة المحددة للتفاعل

Limiting Reactants

الأهداف

- **تحدد** المادة المحددة للتفاعل في معادلة كيميائية.
- **تعرف** المادة الفائضة، وتحسب كمية المتبقي منها عند انتهاء التفاعل.
- **تحسب** كتلة الناتج عندما تُعطى كتلًا لأكثر من مادة متفاعلة.

مراجعة المفردات

الكتلة المولية: كتلة مول واحد من أي مادة بالجرام.

المفردات الجديدة

المادة المحددة للتفاعل

المواد الفائضة

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

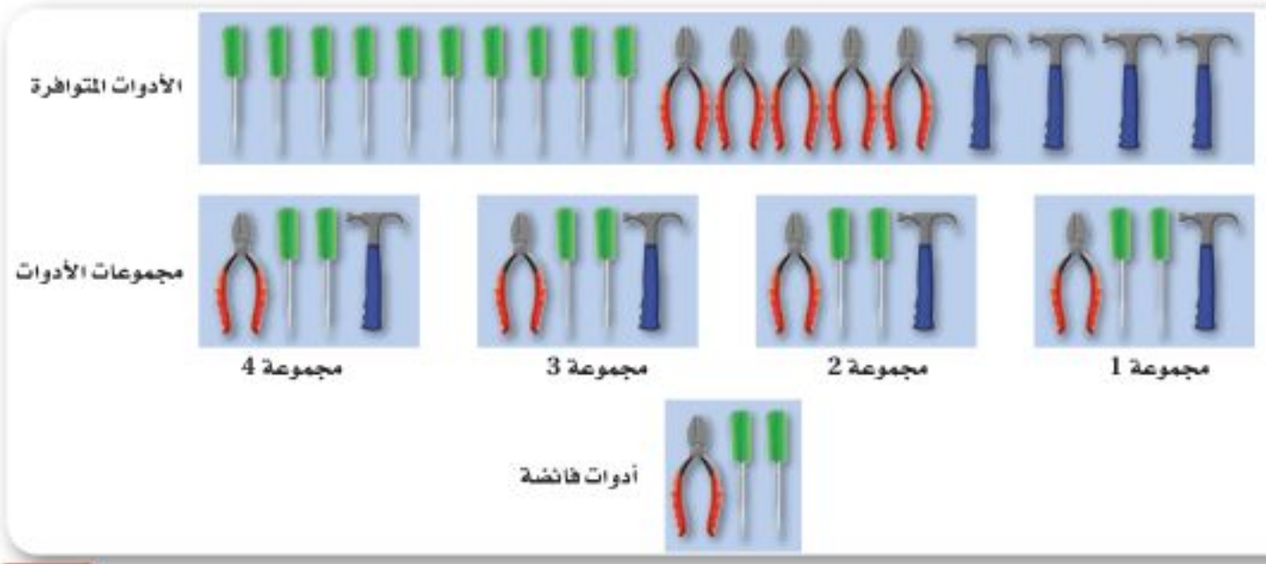
الربط مع الحياة إذا كان عدد الطلاب الراغبين في الجلوس أكبر من عدد المقاعد فإن عددًا من الطلاب سيبقى واقفًا. وهذا الموقف يشبه المواد المتفاعلة؛ إذ لا تشترك المواد الفائضة في التفاعل.

لماذا تتوقف التفاعلات؟ Why do reactions stop?

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

المواد المحددة للتفاعل والمواد الفائضة بالرجوع إلى التجربة الاستهلالية صفحة 11؛ وعند إضافة المزيد من كبريتيد الصوديوم الهيدروجيني إلى المحلول الشفاف الذي تكوَّن لم يُلاحظ أي تغيّر؛ وذلك لعدم وجود برمنجنات بوتاسيوم للتفاعل معه. لذا فإن برمنجنات البوتاسيوم مادة محددة للتفاعل. و**المادة المحددة للتفاعل** هي المادة التي تستهلك كليًا في التفاعل وتحدد كمية المادة الناتجة.

لذلك تبقى كميات من المواد المتفاعلة الأخرى بعد توقف التفاعل بدون استهلاك. وتُسمى هذه المواد المتبقية **المواد الفائضة**. ولمساعدتك على فهم المواد المحددة للتفاعل والفائضة انظر **الشكل 11-1**. يمكننا بناءً على المواد المتوافرة تكوين أربع مجموعات تتألف من كماشة ومطرقة ومفكين. وقد حُدّد عدد المجموعات بناءً على عدد المطارق، لذا تبقى الكماشات والمفكات فائضة.



الشكل 11-1 يجب أن تحتوي كل مجموعة على مطرقة، لذا يمكن تشكيل أربع مجموعات.

فسر كم مطرقة يتطلب إكمال المجموعة الخامسة؟

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الشكل 12-1 إذا أمعنت النظر في الذرات الموجودة قبل التفاعل وبعده فستجد أن بعض جزيئات النيتروجين لم تتغير. وتسمى هذه الجزيئات المادة الفائضة.

تعرُّف 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 12-1** الذي يصف تفاعل ثلاثة جزيئات من النيتروجين N_2 مع ثلاثة جزيئات من الهيدروجين H_2 لتكوين غاز الأمونيا NH_3؛ إذ تتحلل جزيئات النيتروجين والهيدروجين في بداية التفاعل إلى ذرات منفصلة تتفاعل معًا لتكوين جزيئات الأمونيا، كما هو الحال في مثال الأدوات في **الشكل 11-1**.

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؛ لأنّ كمية المادة الناتجة تعتمد على ذلك.

ماذا قرأت؟ **توسع** ما عدد جزيئات الهيدروجين التي تلزم للتفاعل مع جزيئات النيتروجين الفائضة في **الشكل 12–1**؟

ستة جزيئات

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 13-1** كيف تجعل الفلكنةُ المطاطَ صالحًا للاستعمالات الكثيرة، حيث يُحضّر هذا المركب بتفاعل مصهور الكبريت مع غاز الكلور حسب المعادلة:

$$S_{8(l)} + 4Cl_{2(g)} \rightarrow 4S_2Cl_{2(l)}$$

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

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

المطويات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

الشكل 13-1 يكون المطاط الطبيعي لينًا ولزجًا، لذا يعالج بالفلكنة ليصبح أكثر صلابة. ترتبط الجزيئات في أثناء عملية الفلكنة معًا مكونة مادة ناعمة، صلبة، قليلة اللزوجة. لذا تجعل الفلكنة من المطاط الطبيعي مادة مثالية لصناعة بعض الأدوات، ومنها العجلة الظاهرة في الصورة.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

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.

$$100.0\ \cancel{g\ Cl_2} \times \frac{1\ mol\ Cl_2}{70.91\ \cancel{g\ Cl_2}} = 1.410\ mol\ Cl_2$$

$$200.0\ \cancel{g\ S_8} \times \frac{1\ mol\ S_8}{256.5\ \cancel{g\ S_8}} = 0.7797\ mol\ S_8$$

استعمال نسب المولات تتطلب الخطوة الآتية معرفة النسبة المولية الصحيحة التي تربط بين المادتين كما أعطيت في المعادلة الموزونة. تبين معاملات المعادلة الموزونة وجود 4 mol من Cl_2 لكل 1 mol من S_8، أي أن النسبة بينهما (4:1). ويتطلب تحديد النسب الصحيحة المقارنة بين النسبة (4:1) ونسب المولات الفعلية للمواد المتفاعلة. ولإجراء ذلك نقسم عدد مولات الكلور الفعلية على مولات الكبريت الفعلية أيضًا.

$$\frac{1.410\ mol\ Cl_2}{0.7797\ mol\ S_8} = \frac{1.808\ mol\ Cl_2}{1\ mol\ S_8}$$

تظهر الحسابات أن النسبة هي: 1.808 mol من Cl_2 لكل 1mol من S_8 بدلاً من 4 mol من 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 (1.410mol) 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:

$$1.410\ \cancel{mol\ Cl_2} \times \frac{4\ \cancel{mol\ S_2Cl_2}}{4\ \cancel{mol\ Cl_2}} \times \frac{135.0\ g\ S_2Cl_2}{1\ \cancel{mol\ S_2Cl_2}} = 190.4\ g\ S_2Cl_2$$

وهذا يعني تكوّن 190.4 g من S_2Cl_2 عند تفاعل 1.410 mol من 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 لتتفاعل تمامًا مع 1.410 mol من Cl_2، لذا ابدأ أولاً حساب مولات الكبريت بضرب مولات الكلور بالنسبة المولية لـ S_8 / C_{l2}.

$$1.410\ mol\ Cl_2 \times \frac{1\ mol\ S_8}{4\ mol\ Cl_2} = 0.3525\ mol\ S_8$$

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

$$0.3525\ mol\ S_8 \times \frac{256.52\ g\ S_8}{1\ mol\ S_8} = 90.423\ g\ S_8$$

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

الكمية الفائضة = كتلة المادة – الكمية التي تفاعلت

$$200.0\ g\ S_8 - 90.423\ g\ S_8 = 109.57\ g\ S_8$$

مهن في الكيمياء

الصيدلي إن معرفة تركيب الدواء، وكيفية استعماله، والمضاعفات الضارة المحتملة من استعماله تجعل الصيدلي قادرًا على نصح المريض وإرشاده. كما يقوم الصيدلي بمزج المواد الكيميائية لصناعة المساحيق، والأقراص، والدهون والمحاليل.

المفردات

الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع.

الناتج

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

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

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 10-1

المادة المحددة للتفاعل يتفاعل الفوسفور الصلب الأبيض P_4 مع الأكسجين لتكوين مركب صلب يُسمّى عاشر أكسيد رابع الفوسفور P_4O_{10}، ويطلق على هذا المركب أحيانًا 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.

المعلوم

كتلة الفوسفور = 25.0 g

كتلة الأكسجين = 50.0 g

المطلوب

كتلة عاشر أكسيد رابع الفوسفور = P_4O_{10} ?g

كتلة المادة الفائضة = ?g

2 حساب المطلوب

حساب المادة المحددة للتفاعل

	25.0 g	50.0 g	? g
اكتب المعادلة الموزونة، وحدّد المعطيات والمطلوب	$P_{4(s)}$	+ $5O_{2(g)}$	→ $P_4O_{10(s)}$

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

احسب مولات P_4

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

احسب مولات O_2

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

احسب النسبة المولية الفعلية لمولات O_2، P_4

احسب نسبة مولات O_2 إلى مولات P_4

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

حدد النسبة المولية للمواد المتفاعلة من المعادلة الموزونة:

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

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 $\frac{P_4O_{10}}{P_4}$

احسب مولات P_4O_{10} الناتجة.

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

موقع واجباتي

موقع واجباتي

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

احسب كتلة P_4O_{10} الناتجة.

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

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

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

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

حوّل مولات O_2 الداخلة في التفاعل إلى كتلة.

اضرب عدد مولات O_2 في الكتلة المولية.

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

احسب كمية O_2 الفائضة.

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

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

مسائل تدريبية

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

$$6Na_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow 3Na_2O_{(s)} + 2Fe_{(s)}$$

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

a. المادة المحددة للتفاعل.

b. المادة الفائضة.

c. كتلة الحديد الناتجة.

d. كتلة المادة الفائضة المتبقية بعد انتهاء التفاعل.

52. تحفيز يَستعمل تفاعل البناء الضوئي في النباتات ثاني أكسيد الكربون والماء لإنتاج السكر $C_6H_{12}O_6$، وغاز الأكسجين. فإذا توافر لنبتة ما 88.0 g من ثاني أكسيد الكربون، و 64.0 g من الماء للقيام بعملية البناء الضوئي:

a. فاكتب معادلة التفاعل الموزونة.

b. وحدد المادة المحددة للتفاعل.

c. وحدد المادة الفائضة.

d. واحسب كتلة المادة الفائضة.

e. واحسب كتلة السكر الناتج.

الاجابة في الصفحة التالية

موقع واجباتي

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

$$6Na_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow 3Na_2O_{(s)} + 2Fe_{(s)}$$

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

a. المادة المحددة للتفاعل.

الخطوة 1 : احسب عدد مولات Na.

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

الخطوة 2 : احسب عدد مولات Fe_2O_3.

$$100.0\text{g } Fe_2O_3 \times \frac{1\text{mol } Fe_2O_3}{159.7\text{g } Fe_2O_3} = 0.6261\text{ mol } Fe_2O_3$$

الخطوة 3 : قارن بين النسبة المولية الفعلية واللازمة لـ Na وFe_2O_3 :

$$\frac{0.6261\text{ mol } Fe_2O_3}{4.350\text{ mol Na}} \text{ مقارنة بـ } \frac{1\text{ mol } Fe_2O_3}{6\text{ mol Na}}$$

النسبة المولية الفعليّة 0 1439 مقارنة بالنسبة المولية اللازمة 0 1667 :

النسبة المولية الفعليّة أقلّ من النسبة المولية اللازمة. لذا، فإن أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 هو المادة المُحدِّدة للتفاعل.

b. المادة الفائضة.

بما أن أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 هو المادة المُحدِّدة للتفاعل، فإن الصوديوم هو المادة الفائضة.

موقع واجباتي

c. كتلة الحديد الناتجة.

الخطوة 1 : احسب عدد مولات Fe.

$$0.6261 \cancel{\text{mol } Fe_2O_3} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \cancel{\text{mol } Fe_2O_3}}$$

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

الخطوة 2 : احسب كتلة Fe بالجرامات.

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

d. كتلة المادة الفائضة المتبقية بعد انتهاء التفاعل.

الخطوة 1 : احسب عدد مولات Na اللازمة.

$$0.6261 \cancel{\text{mol } Fe_2O_3} \times \frac{6 \text{ mol Na}}{1 \cancel{\text{mol } Fe_2O_3}} = 3.757 \text{ mol Na}$$

الخطوة 2 : احسب كتلة Na اللازمة بالجرامات.

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

كتلة المادة الفائضة = كتلة المادة المعطاة − كتلة المادة اللازمة

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

$$= 13\ 6 \text{g Na}$$ فائضة

موقع واجباتي

52. تحفيز يَستعمل تفاعل البناء الضوئي في النباتات ثاني أكسيد الكربون والماء لإنتاج السكر $C_6H_{12}O_6$، وغاز الأكسجين. فإذا توافر لنبتة ما 88.0 g من ثاني أكسيد الكربون، و 64.0 g من الماء للقيام بعملية البناء الضوئي:

a. فاكتب معادلة التفاعل الموزونة.

$$6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(1)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6O_{2(g)}$$

b. وحدِّد المادة المُحدِّدة للتفاعل.

الخطوة 1: احسب عدد مولات CO_2.

$$88.0\,\cancel{g\,CO_2} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{44.01\,\cancel{g\,CO_2}} = 2.00\ mol\ CO_2$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات H_2O.

$$64.0\,\cancel{g\,H_2O} \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.0\,\cancel{g\,H_2O}} = 3.55\ mol\ H_2O$$

الخطوة 3: قارن بين النسبة المولية الفعليّة واللازمة لـ CO_2 وH_2O:

$$\frac{2.00\ mol\ CO_2}{3.55\ mol\ H_2O} \quad \text{مقارنة بـ} \quad \frac{6\ mol\ CO_2}{6\ mol\ H_2O}$$

النسبة المولية الفعليّة 563 0 مقارنة بالنسبة المولية اللازمة 00 1:

النسبة المولية الفعليّة أقلّ من النسبة المولية اللازمة. لذا، فإن ثاني أكسيد الكربون CO_2 هو المادة المُحدِّدة للتفاعل.

c. وحدِّد المادة الفائضة.

الماء هو المادة الفائضة.

d. واحسب كتلة المادة الفائضة.

الخطوة 1: احسب عدد مولات H_2O اللازمة.

$$2.00\ \cancel{mol\ CO_2} \times \frac{6\ mol\ H_2O}{6\ \cancel{mol\ CO_2}} = 2.00\ mol\ H_2O$$

الخطوة 2: احسب كتلة H_2O اللازمة بالجرامات.

$$2.00\ \cancel{mol\ H_2O} \times \frac{18.02g\ H_2O}{1.00\ \cancel{mol\ H_2O}} = 36.0\ g\ H_2O$$

كتلة المادة الفائضة = كتلة المادة المعطاة − كتلة المادة اللازمة

$$= 64.0g\ H_2O - 36.0g\ H_2O$$

$$= 28.0\ g\ H_2O \text{ فائضة}$$

e. واحسب كتلة السكر الناتج.

الخطوة 1: احسب عدد مولات $C_6H_{12}O_6$ الناتجة.

$$2.00\ \cancel{mol\ CO_2} \times \frac{1\ mol\ C_6H_{12}O_6}{6\ \cancel{mol\ CO_2}} = 0.333\ mol\ C_6H_{12}O_6$$

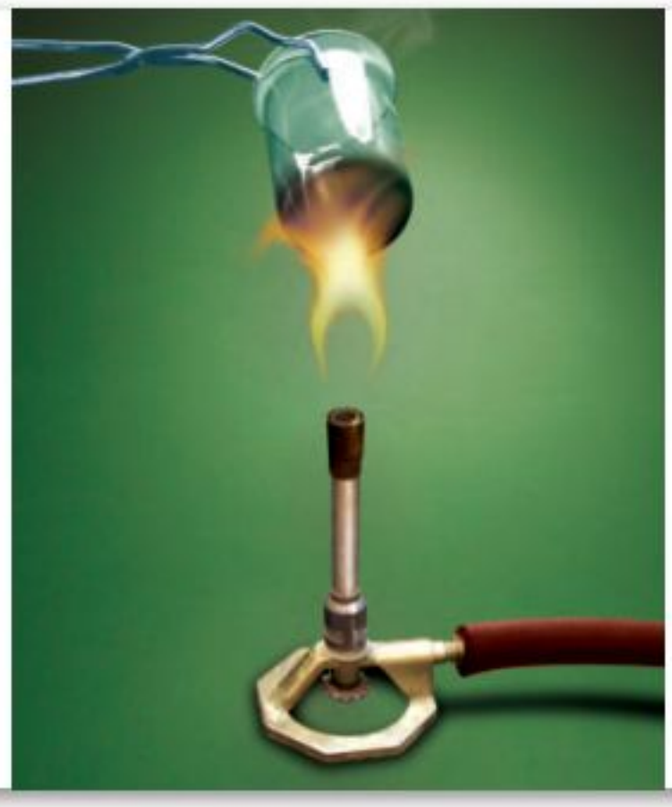
الخطوة 2: احسب كتلة $C_6H_{12}O_6$ الناتجة بالجرامات.

$$0.333\ \cancel{mol\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{180.24g\ C_6H_{12}O_6}{1\ \cancel{mol\ C_6H_{12}O_6}}$$

$$= 60.0\ g\ C_6H_{12}O_6$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي



الشكل 14-1 عندما لا يتوافر الأكسجين بكميات كافية يشتعل لهب بنزن بلهب أصفر مليء بالسناج، كما يظهر الشكل الأيمن. أما إذا توافرت كميات كافية فيشتعل موقد بنزن بلهب أزرق شديد الحرارة، خالٍ من السناج، كما في الشكل الأيسر.

لماذا نستخدم فائضا من مادة متفاعلة؟

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

يبين **الشكل 14-1** كيف يؤدي التحكم في المادة المتفاعلة إلى زيادة فاعلية التفاعل. وكما تعلم فإن موقد بنزن يستعمل في المختبرات المدرسية، ويمكن التحكم في كمية الهواء الممزوجة بالغاز عن طريق فتحات الهواء الخاصة بذلك، مما يساعد على تعديل كمية الأكسجين الممزوج بغاز الميثان. وتعتمد فاعلية اللهب على نسبة غاز الأكسجين، فعندما تكون كمية الهواء محدودة يكون اللهب أصفر اللون بسبب عدم احتراق جزء من الغاز، مما يؤدي إلى تراكم السناج (الكربون) على الأدوات الزجاجية، فينتج عن ذلك هدر في استعمال الوقود؛ لأن الطاقة الناتجة أقل من الطاقة التي يمكن الحصول عليها.

وعند توافر الأكسجين بكميات فائضة يحترق المزيج منتجًا لهبًا حارًّا في صورة لهب أزرق باهت، ولكن لا يتكون السناج؛ بسبب احتراق الوقود تمامًا.

الربط مع علم الأحياء يحتاج الجسم إلى الفيتامينات والأملاح المعدنية والعناصر بكميات قليلة للمساعدة على حدوث التفاعلات الأيضية بيسر وسهولة. ويؤدي نقص هذه المواد إلى إعاقات في النمو، وخلل في وظائف خلايا الجسم. فالفوسفور على سبيل المثال ضروري جدًّا 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 نحوٍ صحيح، مما يؤثر في إنتاج خلايا كرات الدم الحمراء.

تجربة عملية

ملاحظة المادة المحددة للتفاعل

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

إساءة استخدام العقاقير الطبية

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 5-1

53. الفكرة الرئيسة **صف** لماذا يتوقف التفاعل بين مادتين؟

إن استُهلِكت إحدى المواد المتفاعلة تمامًا.

54. **حدِّد** المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة في كل من التفاعلات الآتية:

a. احتراق الخشب.

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

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

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

c. تحلّل مسحوق الخبز في العجين لإنتاج ثاني أكسيد الكربون.

يَنتُج التحلّل عادة من مادة متفاعلة واحدة. أمّا التفاعل فيتحدَّد بكمية الخميرة الموجودة.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

55. حلِّل يستخدم ثالث كبريتيد رابع الفوسفور P_4S_3 في صناعة بعض أنواع أعواد الثقاب. ويحضر هذا المركب بالتفاعل.

$$8P_4 + 3S_8 \longrightarrow 8P_4S_3$$

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 .

صحيحة.

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

الفوسفور هو المادة المُحدِّدة للتفاعل.

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

صحيحة.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

1–6

الأهداف

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

مراجعة المفردات

عملية: سلسلة من الأفعال أو الأعمال.

المفردات الجديدة

المردود النظري
المردود الفعلي
نسبة المردود المئوية

نسبة المردود المئوية Percent Yield

الفكرة الرئيسة **نسبة المردود المئوية قياس لفاعلية التفاعل الكيميائي.**

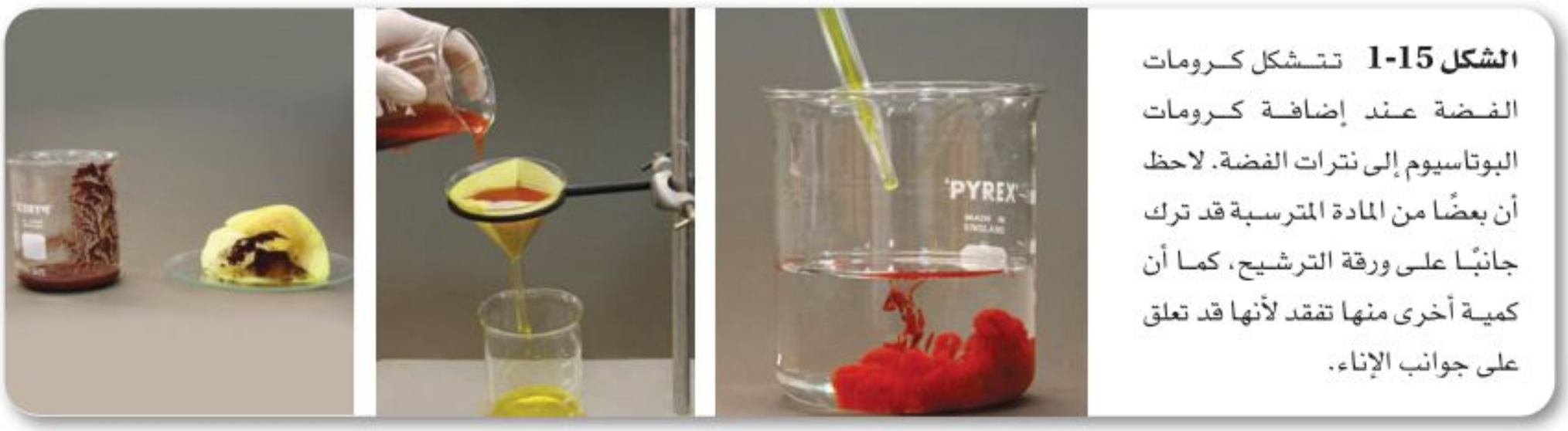
الربط مع الحياة افترض أنك تتدرب على الرماية الحرة في كرة السلة، وعليك القيام بمائة رمية. من الناحية النظرية يمكنك تحقيق مائة هدف، ولكن فعليًّا قد لا تحقق هدفًا في كل رمية. للتفاعلات الكيميائية أيضا نواتج نظرية وأخرى فعلية.

ما مقدار المادة الناتجة؟ How much product ?

في أثناء حل مسائل هذا الفصل، لا بد أنك قد استنتجت أن التفاعل الكيميائي يجرى 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 تتوقف التفاعلات قبل الاكتمال، ولا تنتج كميات النواتج المتوقعة منها. فقد تلتصق المواد المتفاعلة والناتجة- في الحالة السائلة -على سطوح الأوعية أو تتبخر، وفي بعض الحالات قد تنتج مواد أخرى غير متوقعة بسبب تفاعلات التنافس التي تقلل من كمية الناتج المرغوب فيه، أو كما يوضح **الشكل 15-1** 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 في كثير من الحسابات السابقة، قمت بحساب كمية الناتج من كمية مادة متفاعلة معطاة. وتسمى كمية الناتج المحسوبة هذه المردود النظري للتفاعل. **المردود النظري** أكبر كمية من الناتج يمكن الحصول عليها من كمية المادة المتفاعلة المعطاة.

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



الشكل 15-1 تتشكل كرومات الفضة عند إضافة كرومات البوتاسيوم إلى نترات الفضة. لاحظ أن بعضًا من المادة المترسبة قد ترك جانبًا على ورقة الترشيح، كما أن كمية أخرى منها تفقد لأنها قد تعلق على جوانب الإناء.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

نسبة المردود المئوية يحتاج الكيميائيون إلى معرفة فاعليـة التفاعل في إنتاج النواتج المرغوب فيها. ومن طرائق قياس فاعلية التفاعل حسـاب نسـبة المردود المئوية. لذا فإنّ **نسبة المرود المئوية** للنواتج هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري في صوره نسبة مئوية.

نسبة المردود المئوية

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

لذا تحسب نسـبة المردود المئوية بقسمة المردود الفعلي على المردود النظري مضروبًا في مئة.

مثال 11-1

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

1 تحليـل المسـألة تعْلم أن كتلة المواد المتفاعلة وكتلة المردود الفعلي من المعطيات. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، واحسـب المردود النظري بتحويل جرامات $AgNO_3$ إلى مولات $AgNO_3$، ومن ثم تحويل مولات $AgNO_3$ إلى مولات Ag_2CrO_4، وأخيرًا تحويل مولات Ag_2CrO_4 إلى جرامات Ag_2CrO_4. ثم احسب نسبة المردود المئوية من المردود الفعلي والمردود النظري.

المعطيات

كتلة نترات الفضة $= 0.500\ g\ AgNO_3$

المردود الفعلي $= 0.455\ g\ Ag_2CrO_4$

المطلوب

المردود النظري $= ?\ g\ Ag_2CrO_4$

المردود المئوي $= ?\ \%Ag_2CrO_4$

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة وحدد المعطيات والمطلوب

$$2AgNO_{3(aq)} + K_2CrO_{4(aq)} \rightarrow Ag_2CrO_{4(s)} + 2KNO_{3(aq)}$$

$0.500\ g$ ؟ g

استخدم الكتلة المولية لتحويل جرامات $AgNO_3$ إلى عدد مولات $AgNO_3$

$$0.500\ \cancel{g\ AgNO_3} \times \frac{1\ mol\ AgNO_3}{169.9\ \cancel{g\ AgNO_3}} = 2.94 \times 10^{-3}\ mol\ AgNO_3$$

استخدم النسبة المولية لتحويل عدد مولات $AgNO_3$ إلى عدد مولات Ag_2CrO_4

$$2.94 \times 10^{-3}\ \cancel{mol\ AgNO_3} \times \frac{1\ mol\ Ag_2CrO_4}{2\ \cancel{mol\ AgNO_3}} = 1.47 \times 10^{-3}\ mol\ Ag_2CrO_4$$

احسب المردود النظري

$$1.47 \times 10^{-3}\ \cancel{mol\ Ag_2CrO_4} \times \frac{331.7\ g\ Ag_2CrO_4}{1\ \cancel{mol\ Ag_2CrO_4}} = 0.488\ g\ Ag_2CrO_4$$

احسب نسبة المردود المئوية.

$$\frac{0.455\ \cancel{g\ Ag_2CrO_4}}{0.488\ \cancel{g\ Ag_2CrO_4}} \times 100 = 93.2\%\ Ag_2CrO_4$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

3 تقويم المسألة

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

فالمردود الفعلي لكرومات الفضة قريب من 0.500g، لذلك فنسبة المردود المئوية معقولة.

مسائل تدريبية

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

$$Al(OH)_{3(s)} + 3HCl_{(aq)} \rightarrow AlCl_{3(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات $Al(OH)_3$.

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات $AlCl_3$.

$$0.179\,mol\,Al(OH)_3 \times \frac{1\,mol\,AlCl_3}{1\,mol\,Al(OH)_3}$$

$$= 0.179\,mol\,AlCl_3$$

الخطوة 3: احسب كتلة $AlCl_3$ بالجرامات.

$$0.179\,mol\,AlCl_3 \times \frac{133.3\,g\,AlCl_3}{1\,mol\,AlCl_3} = 23.9\,g\,AlCl_3$$

المردود النظري لـ $AlCl_3$ هو 23 9g.

موقع واجباتي

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

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

الخطوة 1: اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة.

$$Zn_{(s)} + I_{2(s)} \rightarrow ZnI_{2(s)}$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات ZnI_2.

$$1.912 \cancel{\text{ mol Zn}} \times \frac{1 \text{ mol } ZnI_2}{1 \cancel{\text{ mol Zn}}} = 1.912 \text{ mol } ZnI_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة ZnI_2 بالجرامات.

$$1.912 \cancel{\text{ mol } ZnI_2} \times \frac{319.2 \text{ mol } ZnI_2}{1 \cancel{\text{ mol } ZnI_2}} = 610.3\text{g } ZnI_2$$

المردود النظري لـ ZnI_2 هو 610 3 g.

b. احسب نسبة المردود المئوية إذا تمّ الحصول عمليًّا على 515.6 g من يوديد الزنك.

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

$$= \frac{515.6\text{g } ZnI_2}{610.3 \text{ g } ZnI_2} \times 100\%$$

$$= 84.48\% \ ZnI_2$$

نسبة المردود المئوية من ZnI_2 تساوي 48% 84.

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

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.

$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)}$$

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات Cu.

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات Ag.

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

الخطوة 3: احسب كتلة Ag بالجرامات.

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

المردود النظري للفضة Ag هو 68 0 g.

c. إذا نتج 60.0 g من الفضة فعليًّا من التفاعل، فما نسبة المردود المئوية للتفاعل؟

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

$$= \frac{60.0\text{ g Ag}}{68.0\text{ g Ag}} \times 100\%$$

$$= 88.2\%\text{ Ag}$$

نسبة المردود المئوية من Ag تساوي 88 2%

موقع واجباتي

مختبر تحليل البيانات

التحليل والاستنتاج

هل يمكن أن تكون صخور سطح القمر مصدرًا فعالاً للأكسجين لتزويد رحلات القمر في المستقبل؟

بالرغم من عدم وجود غلاف جوي للقمر، ومن ثم عدم وجود أكسجين عليه، إلا أن سطحه مُغطى بصخور وتربة مكونة من الأكاسيد. لذا يبحث العلماء كيف يستخلصون الأكسجين من صخور القمر وتربته للاستفادة منه في التنفس في الرحلة إليه. وقد زوَّد تحليلُ عينات الصخور التي أحضرت من سطح القمر العلماءَ بالمعلومات الموضحة في الجدول. عن الأكاسيد في تربة القمر ونسبها الكتلية المئوية.

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

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

البيانات والملاحظات

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

نسبة المردود المئوية والجدوى الاقتصادية
Percent Yield and the Economic Feasibility

تلعب نسبة المردود المئوية دورًا مهمًّا في تحديد التكلفة الاقتصادية لكثير من الصناعات. وفي المثال الموضح **بالشكل 16-1**، يستخدم الكبريت لتحضير حمض الكبريتيك H_2SO_4، وهو مادة كيميائية أولية مهمة تدخل في صناعة الكثير من المنتجات، ومنها الأسمدة والمنظفات والمنسوجات والأصباغ.

لذا تؤثر تكلفة إنتاج حمض الكبريتيك في تكلفة الكثير من المواد التي يستخدمها المستهلك.

الاجابة في الصفحة التالية

موقع واجباتي

التفكير الناقد

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

1. **احسب** كتلة (بالجرام) كل من الأكاسيد الواردة في الجدول في 1.00 kg من تربة القمر.

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. **طبق** يرغب العلماء في استخراج الأكسجين من أكسيد الفلز باستخدام تفاعل التحلل:

الأكسجين + الفلز ← أكسيد الفلزولتقويم صحة هذه الفكرة حدد كمية الأكسجين (بالكيلوجرام) في كل من الأكاسيد الموجودة في 1.00 kg من تربة القمر.

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. **عرف** ما الأكسيد الذي يعطي أكبر ناتج من الأكسجين لكل كيلوجرام؟ وما الأكسيد الذي يعطي أقل ناتج؟

المنتج الاكبر هو SiO_2، أما المنتج الأقل هو MnO

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 6-1

59. الفكرة الرئيسة **حدد** أيٌّ مما يأتي يعد أداة قياس فاعلية التفاعل الكيميائي المردود النظري أم المردود الفعلي أم نسبة المردود المئوية؟

نسبة المردود المئوية.

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

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

61. وضح كيف تحسب نسبة المردود المئوية؟

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

62. **طبق** إذا خلطت 83.77 g من الحديد مع كمية فائضة من الكبريت، وقمت بتسخين المزيج للحصول على كبريتيد الحديد (III): $2Fe_{(s)} + 3S_{(s)} \rightarrow Fe_2S_{3(s)}$
فما المردود النظري (بالجرام) لكبريتيد الحديد (III)؟

الخطوة 1 : احسب عدد مولات Fe.

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

الخطوة 2 : احسب عدد مولات Fe_2S_3.

$$1.500\text{ mol Fe} \times \frac{1\text{ mol } Fe_2S_3}{2\text{ mol Fe}} = 0.750\text{ mol } Fe_2S_3$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الخطوة 3: احسب كتلة Fe_2S_3 بالجرامات.

$$0.750\ \cancel{\text{mol } Fe_2S_3} \times \frac{207.885\ \text{g } Fe_2S_3}{1\ \cancel{\text{mol } Fe_2S_3}} = 155.9\ \text{g } Fe_2S_3$$

المردود النظري لـ Fe_2S_3 هو 155 9 g.

63. احسب نسبة المردود المئوية لتفاعل الماغنسيوم مع كمية فائضة من الأكسجين. $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

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

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

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

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

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات Mg.

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

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الخطوة 2: احسب عدد مولات MgO.

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

الخطوة 3: احسب كتلة MgO بالجرامات.

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

المردود النظري لـ MgO هو 3.96 g.

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

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

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

نسبة المردود المئوية من MgO تساوي 87.9%.

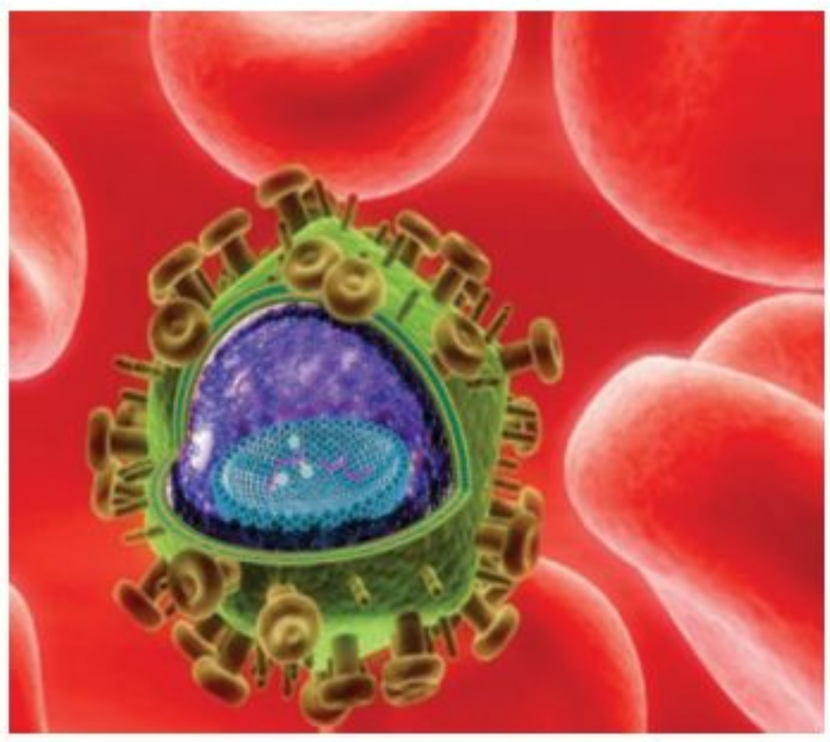
موقع واجباتي

محاربة السلالات المقاومة

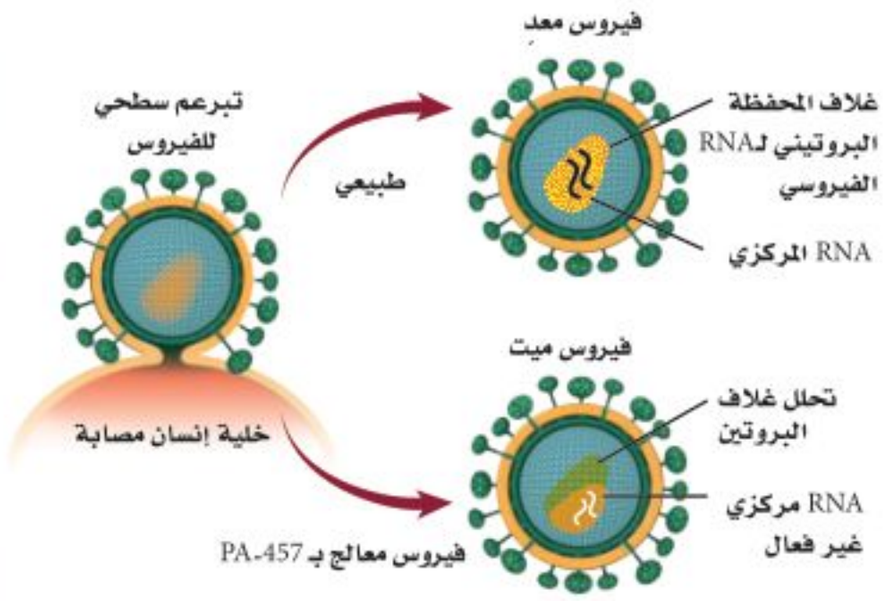
لقد تبين أن فيروس نقص المناعة عند الإنسان [HIV] الذي يسبب مرض الإيدز من ألد أعداء الطب الحديث، ولم يتم التوصل إلى علاجه حتى الآن. ويعود ذلك إلى قدرة هذا الفيروس الفائقة على التكيف؛ إذ تظهر السلالات المقاومة للأدوية من هذا الفيروس بسرعة؛ بحيث تصبح الأدوية الحديثة والمتطورة جميعها دون جدوى. وتُجرى بعض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

اختيار المقاومة إن 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، خطا العلماء خطوة غريبة؛ إذ شجعوا عينات من [HIV] على بناء مقاومة ضد هذا الدواء PA–457.

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



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



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

هجوم مفاجئ: يعد هذا الاكتشاف مفاجأة؛ لأنه عكس معظم الأدوية، حيث أن PA – 457 يهاجم بناء [HIV] بدلاً من الإنزيمات التي تساعد HIV على إعادة الإنتاج، كما في **الشكل 2**، مما يجعل PA – 457 واحدًا من أوائل سلسلة الأدوية الجديدة لـHIV 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 علاجًا متعدد الأدوية، ومن شأنها منع HIV من بناء مقاومة؛ لأن أي فيروس حي بحاجة إلى مناعة متعددة، على ألا تقل عن واحدة لكل دواء، ضد HIV . وهو غير محتمل الحدوث في الوقت نفسه.

الكتابة في الكيمياء **ابحث** كيف يحدد العلماء مستوى الجرعة الآمن لأي دواء؟ ناقش كيف يجب أن تكون فاعلية الدواء متوازنة مع درجة السُّميّة والأعراض الجانبية؟

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مختبر الكيمياء 1

تحديد صيغة الأملاح المائية

الخلفية النسبة بين عدد مولات الماء وعدد مولات المركب في الأملاح المائية عدد صحيح صغير. ويمكن تحديد هذه النسبة بتسخين الملح المائي لإزالة الماء.

سؤال كيف يمكنك تحديد عدد مولات الماء في مول واحد من الملح المائي؟

المواد والأدوات اللازمة

لهب بنزن
حامل معدني وحلقة
بوتقة ذات غطاء
مثلث خزفي
ملقط البوتقة
ميزان
ملح $MgSO_4$ المائي (كبريتات الماغنسيوم)
ملعقة
ولاعة أو علبة كبريت

إجراءات السلامة

تحذير: أطفئ لهب بنزن عند الانتهاء من استعماله. تعامل بحذر مع البوتقة والغطاء والمثلث الخزفي لأنها ساخنة وقد تحرق الجلد. لا تستنشق الروائح؛ لأنها تسبب الضرر للجهاز التنفسي.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.
2. صمم جدولاً لتدوين البيانات.
3. أوجد كتلة البوتقة وغطائها إلى أقرب 0.01 g.
4. ضع 3 g من $MgSO_4$ المائي في البوتقة، ثم قس كتلته مع البوتقة وغطائها إلى أقرب 0.01 g.
5. دوّن ملاحظاتك حول الملح المائي.
6. ضع المثلث الخزفي فوق حلقة الحامل؛ بحيث يكون فوق لهب بنزن مباشرة، دون أن تشعل اللهب.
7. ضع البوتقة على المثلث بحذر، ثم ضع الغطاء فوقها بحيث يكون مائلاً قليلاً.
8. ابدأ التسخين بلهب خفيف، ثم زد شدة اللهب تدريجيًّا مدة 10 دقائق ثم أطفئ اللهب.
9. ارفع البوتقة عن اللهب باستعمال الملقط بحذر، وقم برفع الغطاء عنها باستعمال الملقط أيضًا، ودعها تبرد.

10. قس كتلة البوتقة والغطاء وكبريتات الماغنسيوم.
11. دوّن ملاحظاتك حول ملح كبريتات الماغنسيوم اللامائي.
12. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص من ملح كبريتات الماغنسيوم اللامائي كما يطلب إليك معلمك، ثم أعد أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها المناسبة، ونظّف مكان العمل جيدًا.

حلل واستنتج

الاجابة في الصفحة التالية

1. **احسب** استعمل البيانات التجريبية لحساب صيغة ملح كبريتات الماغنسيوم المائي.
2. **لاحظ واستنتج** قارن بين مظهر بلورات كبريتات الماغنسيوم المائية واللامائية؟
3. **استنتج** لماذا قد تكون الطريقة المستخدمة في المختبر غير مناسبة لتحديد ماء التبلور في الأملاح المائية؟
4. **تحليل الخطأ** إذا كانت صيغة الملح المائي $MgSO_4.7H_2O$، فما نسبة الخطأ في الصيغة الكيميائية $MgSO_4$؟ ما مصادر الخطأ المحتملة؟ ما خطوات العمل التي من الممكن تعديلها للتقليل من الخطأ؟
5. **توقع** ما الذي يمكن أن يحدث للملح اللامائي إذا ترك دون غطاء طوال الليل؟

التوسع في الاستقصاء

صمم تجربة لاختبار ما إذا كان مركبٌ مائيًّا (يحتوي على ماء تبلور) أو لامائيًّا.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

حلل واستنتج

1. **احسب** استعمل البيانات التجريبية لحساب صيغة ملح كبريتات الماغنسيوم المائي.

$MgSO_4.3H_2O$

2. **لاحظ واستنتج** قارن بين مظهر بلورات كبريتات الماغنسيوم المائية واللامائية؟

بلـورات كبريتات الماغنسـيوم المتميهة لامعة وشـفافة، بينما بلورات كبريتات الماغنسيوم غير المتميهة غير شفافة وذات لون أبيض ساطع.

3. **استنتج** لماذا قد تكون الطريقة المستخدمة في المختبر غير مناسبة لتحديد ماء التبلور في الأملاح المائية؟

بعض المركبات المتميهة تتحلل بالتسخين.

4. **تحليـل الخطأ** إذا كانـت صيغـة الملـح المائـي $MgSO_4.7H_2O$، فما نسبة الخطأ في الصيغة الكيميائية $MgSO_4$؟ ما مصادر الخطأ المحتملة؟ ما خطوات العمل التي من الممكن تعديلها للتقليل من الخطأ؟

$$\left(\frac{(7.00 - 6.96)}{7.00}\right)100 = 0.57\%$$

5. **توقع** ما الذي يمكن أن يحدث للملح اللامائي إذا ترك دون غطاء طوال الليل؟

بلورات كبريتات الماغنسيوم المتميهة قد تمتص الماء.

التوسع في الاستقصاء

صمم تجربة لاختبار ما إذا كان مركبٌ مائيًّا (يحتوي على ماء تبلور) أو لامائيًّا.

قـد تختلـف الإجابات، ولكـن يجب أن تتضمـن تجارب الطـلاب قياس الكتلـة الابتدائية للمركب، والتسـخين، ثم قيـاس الكتلة مرة أخرى بعد التسخين. تقبل جميع الإجابات المعقولة.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مختبر الكيمياء 2

تحديد النسبة المولية

الخلفية النظرية: يتفاعل الحديد مع كبريتات النحاس(II) $CuSO_4$. ويمكنك حساب النسبة المولية عمليًّا 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
$CuSO_4 . 5H_2O$	ملقط لحمل الدوارق
برادة حديد	ميزان
ماء مقطر	ساق تحريك
كأس سعتها 150 mL	كأس سعتها 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

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. قس كتلة كأس سعتها 150 mL نظيفة وجافة. وسجل جميع القياسات في جدول البيانات.
3. ضع 12 g $CuSO_4.5H_2O$ في الكأس.
4. أضف 50 mL من الماء المقطر إلى $CuSO_4 .5H_2O$ 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.
5. زن 2 g من برادة الحديد باستخدام ورق الوزن.
6. أضف البرادة ببطء إلى كبريتات النحاس (II) الساخنة في أثناء التحريك.
7. اترك المزيج مدة خمس دقائق.
8. استعن بساق التحريك كما في الصورة لصب المزيج في كأس سعتها 400 mL، من دون صب فلز النحاس الصلب.
9. أضف 15 mL من الماء المقطر إلى فلز النحاس الصلب في الكأس (150 mL)، وحرك هذه الكأس لغسل النحاس، ثم صب السائل فقط في الكأس (400 mL) .
10. كرر الخطوة 9 مرتين.
11. ضع الدورق الذي يحتوي على النحاس الرطب فوق السخان الكهربائي، واستخدم حرارة منخفضة لتجفيف النحاس.

12. ارفع الكأس عن السخان بعد أن يجف النحاس، باستخدام الملقط واتركه حتى يبرد.
13. قس كتلة الكأس والنحاس معًا.
14. **التنظيف والتخلص من الفضلات** 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.

حلّل و استنتج

الاجابة في الصفحة التالية

1. **طبق** اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل، ثم احسب كتلة النحاس التي يجب أن تتكون من كمية الحديد المستعملة، فتكون هذه الكتلة هي المردود النظري.
2. **فسر البيانات** حدد كتلة، وعدد مولات النحاس الناتجة. واحسب عدد مولات الحديد المستعملة، وحدد النسبة المولية العددية الصحيحة (الحديد: النحاس)، ثم حدد نسبة المردود المئوية.
3. **قارن** بين النسبة المولية النظرية والنسبة المولية التي قمت بحسابها عمليًّا في الخطوة 2 (الحديد : للنحاس).
4. **تحليل الخطأ** حدد مصادر الخطأ التي تجعل النسبة المولية المعطاة في المعادلة الكيميائية الموزونة أكبر من الواقع.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

حلل و استنتج

1. **طبـق** اكتب المعادلــة الكيميائية الموزونــة للتفاعل، ثم احسب كتلة النحاس التـي يـجب أن تتكون من كميـة الحديد المستعملة، فتكون هذه الكتلة هي المردود النظري.

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow Cu(s) + FeSO_4(aq);\ 2.30g\ Cu$$

2. **فسر البيانات** حدد كتلة، وعدد مولات النحاس الناتجة. واحســب عدد مولات الحديد المستعملة، وحدد النسبة المولية العدديــة الصحيحة (الحديد: النحاس)، ثم حدد نسبة المردود المئوية.

0.0362 mol Fe، 0.0356 mol Cu، 2.26 g Cu
النسبة المولية = (1Cu:1.02 Fe)، نسبة المردود المئوية = 98.3%

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

نسـبة الحديـد إلى النحـاس في المعادلـة هـي 1:1، وهـي قريبة من النسبة الناتجة عن التجربة العملية.

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

لم يكـن النحـاس جافًّـا تمامًـا، كما أنَّ بعـض النحاس يتأكسـد إذا سخن كثيرًا، وكان من الممكن خسارة بعض النحاس.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الفصل 1

دليل مراجعة الفصل

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

1-1 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

الفكرة الرئيسة الصيغة الجزيئية لمركب ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

المفردات

- التركيب النسبي المئوي
- الصيغة الأولية
- الصيغة الجزيئية

المفاهيم الرئيسة

- النسبة المئوية بالكتلة للعنصر تساوي نسبة كتلة العنصر إلى الكتلة الكلية للمركب.
- تمثل الأرقام في الصيغة الأولية أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب.
- تمثل الصيغة الجزيئية العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء من المادة.
- الصيغة الجزيئية هي مضاعف صحيح للصيغة الأولية.

1-2 صيغ الأملاح المائية

الفكرة الرئيسة الأملاح المائية مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة.

المفردات

- الملح المائي

المفاهيم الرئيسة

- تتكون صيغة الملح المائي من صيغة المركب الأيوني وعدد جزيئات ماء التبلور المرتبطة بوحدة الصيغة.
- يتكون اسم الملح المائي من اسم المركب متبوعًا بمقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركب.
- يتكون الملح اللامائي عند تسخين الملح المائي.

1-3 المقصود بالحسابات الكيميائية

الفكرة الرئيسة تحدد كميةُ كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كميةَ المادة الناتجة.

المفردات

- الحسابات الكيميائية
- النسبة المولية

المفاهيم الرئيسة

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

موقع واجباتي

موقع واجباتي

1 دليل مراجعة الفصل

1-4 حسابات المعادلات الكيميائية

الفكرة الرئيسة يتطلب حل مسائل الحسابات الكيميائية كتابة معادلة كيميائية موزونة.

المفاهيم الرئيسة

- 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.

1-5 المادة المحددة للتفاعل

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

المفردات

- المادة المحددة للتفاعل
- المواد الفائضة

المفاهيم الرئيسة

- المادة المحددة للتفاعل هي المادة التي تستنفد تمامًا في التفاعل. والمادة الفائضة هي المادة التي يبقى جزء منها بعد انتهاء التفاعل.
- ينبغي لتحديد المادة المحددة للتفاعل مقارنة النسبة المولية الفعلية للمواد المتفاعلة المتوافرة بالنسبة المولية لمعاملات المعادلة الموزونة.
- تعتمد الحسابات الكيميائية على المادة المحددة للتفاعل.

1-6 نسبة المردود المئوية

الفكرة الرئيسة نسبة المردود المئوية قياس لفاعلية التفاعل الكيميائي.

المفردات

- المردود الفعلي
- المردود النظري
- نسبة المردود المئوية

المفاهيم الرئيسة

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

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

موقع واجباتي

1–1

إتقان المفاهيم

64. ما المقصود بالتركيب النسبي المئوي؟

التركيب النسبي المئوي هو النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب.

65. ما المعلومات التي يجب أن يحصل عليها الكيميائي لتحديد الصيغة الأولية لمركب ما؟

التركيب النسبي المئوي للمركّب.

66. ما المعلومات التي يجب توافرها للكيميائي ليحدد الصيغة الجزيئية لمركب؟

التركيب النسبي المئوي للمركّب والكتلة المولية.

67. ما الفرق بين الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية؟ أعط أمثلة على ذلك.

الصيغة الأولية هي أصغر نسبة عددية صحيحة للعناصر المكوّنة للمركّب (CH)، أما الصيغة الجزيئية فتبين العدد الفعلي لذرات كلّ عنصر في جزيء من المادة (C_6H_6).

68. متى تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها؟

تكون الصيغتان واحدة عندما تتساوى الأرقام السفلية لكلّ عنصر في الصيغتين. مثلاً؛ Na_2O هي الصيغة الأولية والجزيئية لأكسيد الصوديوم.

69. هل كل العينات النقيّة لمركب معين لها التركيب النسبي المئوي نفسه ؟ فسر إجابتك.

نعم، فكلّ عينة نقية تحتوي على نسبة كُتل لكلّ عنصر.

إتقان حل المسائل

70. **الحديد** هناك ثلاثة مركبات طبيعية للحديد، هي: البايريت FeS_2، والهيماتيت Fe_2O_3، والسيديرايت $FeCO_3$. أيها يحتوي على أعلى نسبة من الحديد؟

FeS_2:

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

$$2\ \text{mol S} \times \frac{32.07\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 64.14\ \text{g S}$$

الكتلة المولية $= 64.14\ \text{g} + 55.85\ \text{g}$

$= 119.99\ \text{g/mol}$

Fe_2O_3:

موقع واجباتي

$$2\ \text{mol Fe} \times \frac{55.85\ \text{g Fe}}{1\ \text{mol Fe}} = 111.70\text{g Fe}$$

$$3\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 48.00\text{g O}$$

الكتلة المولية = 48.00 g + 111.70 g

159.70g/mol =

: $FeCO_3$

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

$$1\ \text{mol C} \times \frac{12.01\text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 12.01\text{g C}$$

$$3\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 48.00\text{g O}$$

الكتلة المولية = 48.00 g + 12.01 g + 55.58 g

الكتلة المولية = 115.95 g/mol

$$\%\text{Fe في } Fe_2S = \frac{55.85\text{g Fe}}{119.99\text{g } Fe_2S} \times 100\ \%$$

= 46.55%

$$\%\text{Fe في } Fe_2O_3 = \frac{111.70\ \text{g Fe}}{159.70\ \text{g } Fe_2O_3} \times 100\ \%$$

= 69.95%

الهيماتيت Fe_2O_3 يحتوي على أعلى نسبة من الحديد؛ وتساوي 69.95%.

71. احسب التركيب النسبي المئوي لكل مركب مما يأتي:

a. السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$.

$$2\ \text{mol C} \times \frac{12.01\text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 144.12\ \text{g C}$$

$$22\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 22.18\ \text{g H}$$

$$11\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 176.00\text{g O}$$

الكتلة المولية = 144.12 g + 22.18 g + 176.00 g

342.30g/mol =

$$\%\text{C في } C_{12}H_{22}O_{11} = \frac{144.12\ \text{g C}}{342.30\ \text{g } C_{12}H_{22}O_{11}} \times 100\ \%$$

= 42.10%

$$\%\text{H في } C_{12}H_{22}O_{11} = \frac{22.18\ \text{g H}}{342.30\ \text{g } C_{12}H_{22}O_{11}} \times 100\ \%$$

= 6.48% من H في $Cl_{12}H_{22}O_{11}$

$$\%\text{O في } C_{12}H_{22}O_{11} = \frac{176\ \text{g O}}{342.30\ \text{g } C_{12}H_{22}O_{11}} \times 100\ \%$$

= 51.42%

b. الماجنتيت Fe_3O_4.

$$3\ \text{mol Fe} \times \frac{55.85\ \text{g Fe}}{1\ \text{mol Fe}} = 167.55\ \text{g Fe}$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 64.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية $= 64.00\ \text{g} + 167.55\ \text{g} = 231.55\ \text{g/mol}$

$$\%\text{Fe في } Fe_3O_4 = \frac{167.55\ \text{g Fe}}{231.55\ \text{g } Fe_3O_4} \times 100\ \% = 72.36\%$$

$$\%\text{O في } Fe_3O_4 = \frac{16.00\ \text{g O}}{231.55\ \text{g } Fe_3O_4} \times 100\ \% = 27.64\%$$

72. حدد الصيغة الأولية لكل مركب مما يأتي:

a. الإيثيلين C_2H_4

نقسم الأرقام السفلى على 2 لذا، تكون الصيغة الأولية CH_2.

b. حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$

نقسم الأرقام السفلى على 2 لذا، تكون الصيغة الأولية $C_3H_4O_3$.

c. النفثالين $C_{10}H_8$

نقسم الأرقام السفلى على 2 لذا، تكون الصيغة الأولية C_5H_4.

73. ما الصيغة الأولية للمركب الذي يحتوي على 10.52 g Ni، و4.38 g C، و5.10 g N؟

$$10.52\ \text{g Ni} \times \frac{1\ \text{mol Ni}}{58.69\ \text{g Ni}} = 0.1792\ \text{mol Ni}$$

$$4.38\ \text{g C} \times \frac{1\ \text{mol C}}{12.01\ \text{g C}} = 0.3470\ \text{mol C}$$

$$5.10\ \text{g N} \times \frac{1\ \text{mol N}}{14.01\ \text{g N}} = 0.3640\ \text{mol N}$$

$$\frac{0.1792\ \text{mol Ni}}{0.1792} : \frac{0.3470\ \text{mol C}}{0.1792} : \frac{0.3640\ \text{mol N}}{0.1792}$$

أبسط نسبة هي :

1 mol Ni : 1.936 mol C : 2.031 mol N

1 mol Ni : 2 mol C : 2 mol N

الصيغة الأولية للمركّب هي: $Ni(CN)_2$

موقع واجباتي

1–2

إتقان المفاهيم

74. ما الملح المائي؟ وضح إجابتك بمثال.

الملح المائي هو ملح يرتبط بذراته عدد محدد من جزيئات الماء، مثل $Na_2CO_3.10H_2O$ و $CuSO_4.5H_2O$.

75. وضح كيف تسمى الأملاح المائية؟

سمِّ المركّب أولاً، ثمّ أضف مقطع (أحادي، ثنائي، ثلاثي) قبل كلمة الماء والتي تدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركّب.

76. **المجفِّفات** لماذا توضع المجففات مّع الأجهزة الإلكترونية في صناديق حفظها؟

المُجفِّفات أملاح لامائية تمتص الماء من الهواء وتُبعده عن الأجهزة الإلكترونية.

77. اكتب صيغة كل ملح من الأملاح المائية الآتية:

a. كلوريد النيكل (II) سداسي الماء.

$NiCl_2.6H_2O$

b. كربونات الماغنسيوم خماسية الماء.

$MgCO_3.5H_2O$

إتقان حل المسائل

78. يحتوي الجدول **3–1** على بيانات تجريبية لتحديد صيغة كلوريد الباريوم المائي. أكمل الجدول وحدد صيغته واسمه.

الجدول 3–1 بيانات $BaCl_2.xH_2O$

كتلة البوتقة الفارغة	21.30 g
كتلة الملح المائي + البوتقة	31.35 g
كتلة الملح المائي	**10.05g**
كتلة الملح + البوتقة بعد التسخين مدة 5 دقائق	29.87 g
كتلة الملح اللامائي	**8.57g**

(كتلة الملح المائي + الجفنة) − (كتلة الجفنة الفارغة) = كتلة الملح المائي

$= (31.35g) - (21.30g) = 10.05g$

كتلة الملح اللامائي

(كتلة الملح + الجفنة بعد التسخين مدة 5 دقائق) − (كتلة الجفنة الفارغة) =

$= (29.87\ g) - (21.30\ g) = 8.57\ g$

(كتلة الملح المائي) − (كتلة الملح اللامائي) = كتلة الماء

$= (8.57\ g) - (10.05\ g) = 1.48\ g$

أولاً: احسب الكتلة المولية $BaCl_2$:

$$1\ \cancel{mol\ Ba} \times \frac{137.33\ g\ Ba}{1\ \cancel{mol\ Ba}} = 137.33\ g\ Ba$$

$$2\ \cancel{mol\ Cl} \times \frac{35.45\ g\ Cl}{1\ \cancel{mol\ Cl}} = 70.90\ g\ Cl$$

الكتلة المولية $= 70.90\ g + 137.33\ g$

$208.23 g/mol =$

ثانيًا: احسب الكتلة المولية H_2O:

$$1\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 2.016\ g\ H$$

$$1\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00 g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 16.00\ g\ O$$

الكتلة المولية $= 16.00 g + 2.016g$

$18.02 g/mol =$

موقع واجباتي

ثالثًا: احسب أبسط نسبة عددية بين المركبين:

$$8.57\,g\,BaCl_2 \times \frac{1\,mol\,BaCl_2}{208.23\,g\,BaCl_2} = 0.0412\,mol\,BaCl_2$$

$$1.48\,g\,H_2O \times \frac{1\,mol\,H_2O}{18.02\,g\,H_2O} = 0.0821\,mol\,H_2O$$

$$\chi = \frac{0.0821\,mol\,H_2O}{0.0412\,mol\,BaCl_2} = 2.00$$

صيغة الملح المائي هي $BaCl_2.2H_2O$

واسمه: كلوريد الباريوم ثنائي الماء.

79. تكوّن نترات الكروم (III) ملحًا مائيًّا يحتوي على 40.50% من كتلته ماء. ما الصيغة الكيميائية للمركب؟

افترض أن لديك 100g من الملح المائي $Cr(NO_3)_3.xH_2O$:

كتلة الملح المائي − كتلة الماء = كتلة الملح اللامائي $Cr(NO_3)_3$

$= 100\,g - 40.50\,g$

$= 59.50g$ من $Cr(NO_3)_3$

أولاً: احسب الكتلة المولية $Cr(NO_3)_3$:

$$1\,mol\,Cr \times \frac{52.00g\,Cr}{1\,mol\,Cr} = 52.00g\,Cr$$

$$3\,mol\,N \times \frac{14.01g\,N}{1\,mol\,N} = 42.03g\,N$$

$$9\,mol\,O \times \frac{16.00g\,O}{1\,mol\,O} = 144.00g\,O$$

الكتلة المولية $= 144.00g + 42.03g + 52.00g$

$238.03\,g/mol =$

ثانيًا: احسب الكتلة المولية H_2O:

$$1\,mol\,H \times \frac{1.008g\,H}{1\,mol\,H} = 2.016g\,H$$

$$1\,mol\,O \times \frac{16.00g\,O}{1\,mol\,O} = 16.00g\,O$$

الكتلة المولية $= 16g + 2.016g$

$18.02g/mol =$

ثالثًا: احسب أبسط نسبة عددية بين المركبين:

$$59.50\,g\,Cr(NO_3)_3 \times \frac{1\,mol\,Cr(NO_3)_3}{238.03\,g\,Cr(NO_3)_3}$$

$= 0.250\,mol\,Cr(NO_3)_3$

$$40.50\,g\,H_2O \times \frac{1\,mol\,H_2O}{18.02\,g\,H_2O} = 2.25\,mol\,H_2O$$

$$\chi = \frac{2.25\,mol\,H_2O}{0.25\,mol\,Cr(NO_3)_3} = 2.25\,mol\,H_2O$$

نضرب في العدد 4 ليصبح عددًا صحيحًا:

$4 \times (2.25) = 9$

صيغة الملح المائي هي $Cr(NO_3)_3.9H_2O$

موقع واجباتي

80. حدّد التركيب النسبي المئوي لـ $MgCO_3 . 5H_2O$ ، ومثّل التركيب النسبي برسم بياني دائري.

احسب الكتلة المولية لـ $MgCO_3.5H_2O$:

$$1\,mol\,Mg \times \frac{24.31\,g\,Mg}{1\,mol\,Mg} = 24.31\,g\,Mg$$

$$1\,mol\,C \times \frac{12.00\,g\,C}{1\,mol\,C} = 12.01\,g\,C$$

$$10\,mol\,H \times \frac{1.008\,g\,H}{1\,mol\,H} = 10.08\,g\,H$$

$$8\,mol\,O \times \frac{16.00\,g\,O}{1\,mol\,O} = 128.00\,g\,O$$

الكتلة المولية $= 128.00g + 10.08g + 12.01g + 24.31g$

الكتلة المولية $= 174.41g/mol$

لـ $MgCO_3$:

$$\%Mg = \frac{24.31\,g\,Mg}{174.41\,g\ MgCO_3 . 5H_2O} \times 100\% = 13.93\%$$

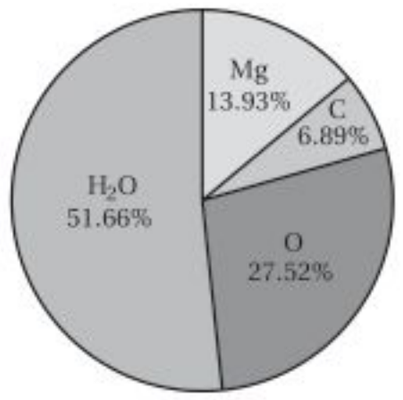
$$\%C = \frac{12.01\,g\,C}{174.41\,g\,MgCO_3 . 5H_2O} \times 100\% = 6.89\%$$

$$\%O = \frac{48.00\,g\,O}{174.41\,g\,MgCO_3 . 5H_2O} \times 100\% = 27.52\%$$

لـ $5H_2O$:

$$\%H_2O = \frac{5\,(18.02\,g\,H_2O)}{174.41\,g\,MgCO_3 . 5H_2O} \times 100\% = 51.66\%$$

يجب أن يشابه الرسم البياني الشكل الآتي:



81. سخنت عينة كتلتها 1.628 g من ملح يوديد الماغنسيوم المائي حتى تبخر الماء منها تمامًا، فأصبحت كتلتها 1.072 g بعد التسخين. ما صيغة الملح المائي؟

افترض أن صيغة الملح المائي هي $MgI_2.x\,H_2O$

كتلة الملح المائي − كتلة الملح اللامائي الصُلب

= كتلة الماء

1–3

إتقان المفاهيم

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

تحدَّد النسب المولية بين المواد المتفاعلة والناتجة من المُعامِلات في المعادلة الموزونة. ولا يمكن تحديد هذه النسب إذا لم تكن المعادلة موزونة.

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

العلاقات بين عدد المولات، والكتل، وعدد الجسيمات، لكلٍّ من المواد المتفاعلة والناتجة.

84. فسر لماذا تُعد النسب المولية أساس الحسابات الكيميائية؟

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

موقع واجباتي

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

$$\frac{\text{عدد مولات B}}{\text{عدد مولات A}}$$

86. لماذا تستخدم المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة لاشتقاق النسب المولية بدلاً من الأرقام الموجودة عن يمين الصيغ الكيميائية؟

توضِّح المُعامِلات في المعادلة الكيميائية الموزونة عددَ الجسيمات المُمثِّلة المُشتَرِكة في التفاعل، في حين توضِّح الأرقام التي إلى الجانب الأيمن من الصيغ الكيميائية عددَ الذرات لكلّ نوع من العناصر في الجزيء.

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

مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة دائمًا.

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

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \longrightarrow N_2 + Cr_2O_3 + 4H_2O$$

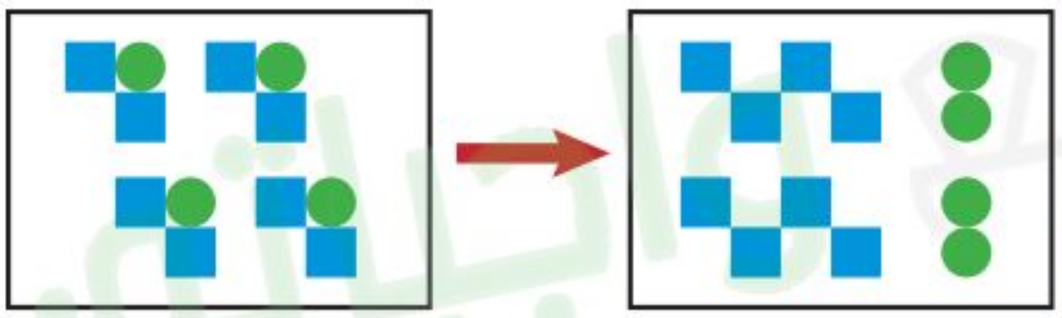
اكتب النسب المولية لهذا التفاعل التي تربط ثنائي كرومات الأمونيوم مع المواد الناتجة.

$$\frac{1\ \text{mol}\ N_2}{1\ \text{mol}\ (NH_4)_2Cr_2O_7} \quad \frac{1\ \text{mol}\ (NH_4)_2Cr_2O_7}{1\ \text{mol}\ N_2}$$

$$\frac{1\ \text{mol}\ Cr_2O_3}{1\ \text{mol}\ (NH_4)_2Cr_2O_7} \quad \frac{1\ \text{mol}\ (NH_4)_2Cr_2O_7}{1\ \text{mol}\ Cr_2O_3}$$

$$\frac{4\ \text{mol}\ H_2O}{1\ \text{mol}\ (NH_4)_2Cr_2O_7} \quad \frac{1\ \text{mol}\ (NH_4)_2Cr_2O_7}{4\ \text{mol}\ H_2O}$$

89. يمثل **الشكل 17–1** معادلة، وُتمثِّل المربعات العنصر M، كما تمثل الدوائر العنصر N. اكتب معادلة موزونة لتمثيل الصور الموضحة باستخدام ابسط نسب عددية صحيحة، ثم اكتب النسب المولية لهذه المعادلة.



الشكل 17–1

$$2M_2N \longrightarrow M_4 + N_2$$

$$\frac{2\ \text{mol}\ M_2N}{1\ \text{mol}\ M_4} \quad \frac{2\ \text{mol}\ M_2N}{1\ \text{mol}\ N_2}$$

$$\frac{1\ \text{mol}\ M_4}{1\ \text{mol}\ N_2} \quad \frac{1\ \text{mol}\ M_4}{2\ \text{mol}\ M_2N}$$

$$\frac{1\ \text{mol}\ N_2}{2\ \text{mol}\ M_2N} \quad \frac{1\ \text{mol}\ N_2}{1\ \text{mol}\ M_4}$$

موقع واجباتي

تقويم الفصل 1

إتقان حل المسائل

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

$$SnO_{2(s)} + 2C_{(s)} \longrightarrow Sn_{(l)} + 2CO_{(g)}$$

فسر المعادلة الكيميائية من حيث الجسيمات الممثلة، وعدد المولات، والكتلة.

الجسيمات:

1 formula unit SnO_2 + 2 atoms C ⟶

1 atom Sn + 2 molecule CO

المولات:

1 mol SnO_2 + 2 mol C ⟶

1 mol Sn + 2 mol CO

كتلة المواد المتفاعلة:

$$SnO_2: 1\ \cancel{mol\ Sn} \times \frac{118.710\ g\ Sn}{1\ \cancel{mol\ Sn}} \times 2\ \cancel{mol\ O} \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}}$$

$$= 150.71\ g\ SnO_2$$

$$2C: 2\ \cancel{mol\ C} \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ \cancel{mol\ C}} = 24.02\ g\ C$$

كتلة المواد المتفاعلة = 174.73g

كتلة المواد الناتجة:

$$Sn: 1\ \cancel{mol\ Sn} \times \frac{118.710\ g\ Sn}{1\ \cancel{mol\ Sn}} = 118.710\ g\ Sn$$

$$2CO: 2\ \cancel{mol\ C} \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ \cancel{mol\ C}} + 2\ \cancel{mol\ O} \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}}$$

$$= 56.02\ g\ CO$$

كتلة المواد الناتجة = 174.73g

$150.71\ g\ SnO_2 + 24.02\ g\ C \rightarrow 118.710\ g\ Sn + 56.02\ g\ CO$

مواد ناتجة 174 73g = مواد متفاعلة 174 73g

91. تتكون نترات النحاس (II) وثاني أكسيد النيتروجين والماء عندما يضاف النحاس الصلب إلى حمض النيتريك. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل، ثم اكتب ست نسب مولية.

$$Cu_{(s)} + 4HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2NO_{2(g)} + 2H_2O$$

يجب أن تتضمّن الإجابة أيّ ست نسب مولية من الآتية:

$$\frac{1\ mol\ Cu}{4\ mol\ HNO_3} \text{ ، } \frac{4\ mol\ HNO_3}{1\ mol\ Cu}$$

$$\frac{1\ mol\ Cu}{1\ mol\ Cu(NO_3)_2} \text{ ، } \frac{1\ mol\ Cu(NO_3)_2}{1\ mol\ Cu}$$

$$\frac{1\ mol\ Cu}{2\ mol\ NO_2} \text{ ، } \frac{2\ mol\ NO_2}{1\ mol\ Cu}$$

$$\frac{1\ mol\ Cu}{2\ mol\ H_2O} \text{ ، } \frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ Cu}$$

$$\frac{4\ mol\ HNO_3}{1 mol\ Cu(NO_3)_2} \text{ ، } \frac{1\ mol\ Cu(NO_3)_2}{4\ mol\ HNO_3}$$

$$\frac{4\ mol\ HNO_3}{2\ mol\ NO_2} \text{ ، } \frac{2\ mol\ NO_2}{4\ mol\ HNO_3}$$

$$\frac{4\ mol\ HNO_3}{2\ mol\ H_2O} \text{ ، } \frac{2\ mol\ H_2O}{4\ mol\ HNO_3}$$

$$\frac{1\ mol\ Cu(NO_3)_2}{2\ mol\ NO_2} \text{ ، } \frac{2\ mol\ NO_2}{1\ mol\ Cu(NO_3)_2}$$

$$\frac{1\ mol\ Cu(NO_3)_2}{2\ mol\ H_2O} \text{ ، } \frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ Cu(NO_3)_2}$$

$$\frac{2\ mol\ NO_2}{2\ mol\ H_2O} \text{ ، } \frac{2\ mol\ H_2O}{2\ mol\ NO_2}$$

موقع واجباتي

1 تقويم الفصل

92. عندما يتفاعـــل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول نترات الرصاص(II) يترســـب كلوريـــد الرصاص(II) وينتج محلول حمض النيتريك.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.

$$2HCl_{(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow PbCl_{2(s)} + 2HNO_{3(aq)}$$

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

الجسيمات:

2 molecules HCl + 1 formula unit $Pb(NO_3)_2$ →

1 formula unit $PbCl_2$ + 2 molecules HNO_3

المولات:

2 mol HCl + 1 mol $Pb(NO_3)_2$ →

1 mol $PbCl_2$ + 2 mol HNO_3

كتلة المواد المتفاعلة:

2HCl:

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

$$= 72.9\ \text{g HCl}$$

$Pb(NO_3)_2$:

$$1\ \text{mol Pb} \times \frac{207.2\ \text{g Pb}}{1\ \text{mol Pb}} + 2\ \text{mol N} \times \frac{14.007\ \text{g N}}{1\ \text{mol N}}$$

$$+ 6\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 331.2\ \text{g Pb}(NO_3)_2$$

كتلة المواد المتفاعلة = 404 1g

كتلة المواد الناتجة:

$PbCl_2$:

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

$$= 278.1\ \text{g}\ PbCl_2$$

$2HNO_3$:

$$2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} + 2\ \text{mol N} \times \frac{14.007\ \text{gN}}{1\ \text{mol N}}$$

$$+ 6\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}}$$

$$= 126.0\ \text{g}\ HNO_3$$

كتلة المواد الناتجة = 404.1g

72.9g HCl + 331.2g $Pb(NO_3)_2$ → 278.1g $PbCl_2$ + 126.0g HNO_3

مواد ناتجة 404.1g = مواد متفاعلة 404.1g

93. عندما يُخلط الألومنيوم مع أكسيد الحديد (III)، ينتج فلز الحديد وأكسيد الألومنيوم، مع كمية كبيرة من الحرارة. فـما النسـبة المولية المسـتخدمة لتحديد عـدد مولات الحديد إذا كان عدد مولات Fe_2O_3 معروفة؟

$$Fe_2O_{3(s)} + 2Al_{(s)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + Al_2O_{3(s)} + \text{حرارة}$$

$$\frac{2\ \text{mol Fe}}{1\ \text{mol}\ Fe_2O_3}$$

موقع واجباتي

تقويم الفصل 1

94. يتفاعل ثاني أكسيد السليكون الصلب (السليكا) مع محلول حمض الهيدروفلوريك HF، لينتج غاز رباعي فلوريد السليكون و الماء.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

$$SiO_{2(s)} + 4HF_{(aq)} \rightarrow SiF_{4(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

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

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

$$\frac{4\ mol\ HF}{1\ mol\ SiO_2}$$

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

$$\frac{1\ mol\ SiF_4}{1\ mol\ SiO_2}$$

وتُستخدَم لإيجاد كمية SiF_4 التي يمكن أن تَنتُج من كمية معروفة من SiO_2.

$$\frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ SiF_4}$$

وتُستخدَم لإيجاد كمية الماء H_2O التي يمكن أن تَنتُج مع تكوّن SiF_4.

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

$$FeCr_2O_{4(s)} + 2C_{(s)} \rightarrow FeCr_{2(s)} + 2CO_{2(g)}$$

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

$$\frac{1\ mol\ FeCr_2}{1\ mol\ FeCr_2O_4}$$

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

$$2SO_2 + 2CaCO_3 + O_2 \rightarrow 2CaSO_4 + 2CO_2$$

$$\frac{2\ mol\ CaSO_4}{2\ mol\ SO_2}$$

موقع واجباتي

1 تقويم الفصل

97. تتفاعل المادتان W و X لتنتجا Y و Z. والجدول 4-1 يوضح عدد مولات المواد المتفاعلة والناتجة التي تم الحصول عليها عند التفاعل. استخدم البيانات لتحدد المعاملات التي تجعل المعادلة موزونة.

$$W + X \longrightarrow Y + Z$$

الجدول 4-1 بيانات التفاعل

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

قسِّم كلَ كمية مولية على 0.30 mol وهو أقلّ مقام في الجدول.

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

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

$$3W + X \rightarrow 2Y + 4Z$$

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

$$__\ Mg(OH)_2 + __\ HCl \longrightarrow __\ MgCl_2 + __\ H_2O$$

a. زن معادلة التفاعل.

$$\underline{1}Mg(OH)_2 + \underline{2}HCl \rightarrow \underline{1}MgCl_2 + \underline{2}H_2O$$

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

$\frac{1\ mol\ MgCl_2}{2\ mol\ HCl}$ أو $\frac{1\ mol\ MgCl_2}{2\ mol\ Mg(OH)_2}$

إتقان المفاهيم

99. ما الخطوة الأولى في جميع الحسابات الكيميائية؟

كتابة معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.

100. ما المعلومات التي تقدمها المعادلة الموزونة للتفاعل؟

تُعبر المعادلة الموزونة عن العلاقة بين المواد المتفاعلة والناتجة.

وتُستخدَم المُعاملات في المعادلة لكتابة النسب المولية التي تربط بين المواد المتفاعلة والناتجة.

101. ما القانون الذي ترتكز عليه الحسابات الكيميائية، وكيف تدعمه؟

تعتمد الحسابات الكيميائية على قانون حفظ الكتلة. وتُستخدَم الحسابات لتحديد كتل المواد المتفاعلة والناتجة. إذ يجب أن يساوي مجموعُ كتل المواد المتفاعلة مجموعَ كتل المواد الناتجة، لتحقيق قانون حفظ الكتلة.

102. كيف تستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية؟

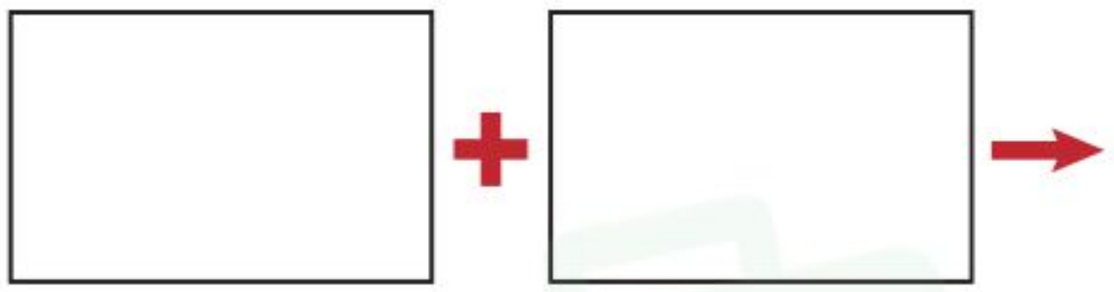
الكتلة المولية هي عامِل التحويلِ من عدد مولات مادة مُعطاة إلى كتلة والعكس صحيح.

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

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

1 تقويم الفصل

104. يمثل كل صندوق في **الشكل 18–1** محتويات دورق. يحتوي أحدهما على كبريتيد الهيدروجين، ويحتوي الآخر على الأكسجين، وعند مزجهما يحدث تفاعل وينتج بخار ماء وكبريت. تمثل الدوائر الحمراء في الشكل الأكسجين، في حين تمثل الدوائر الصفراء الكبريت، أما الدوائر الزرقاء فتمثل الهيدروجين.



الشكل 18–1

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.

$$2H_2S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 2S_{(s)}$$

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

يجب أن تظهر رسوم الطلاب تشكل ستة جزيئات ماء وست ذرات كبريت.

إتقان حل المسائل

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

$$___ C_6H_{12}O_6 \rightarrow ___ C_2H_5OH + ___ CO_2$$

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

$$1C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

الخطوة 1: احسب عدد مولات $C_6H_{12}O_6$.

$$750\,g\,C_6H_{12}O_6 \times \frac{1\,mol\,C_6H_{12}O_6}{180.16\,g\,C_6H_{12}O_6} = 4.2\,mol\,C_6H_{12}O_6$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات C_2H_5OH.

$$4.2\,mol\,C_6H_{12}O_6 \times \frac{2\,mol\,C_2H_5OH}{1\,mol\,C_6H_{12}O_6} = 8.4\,mol\,C_2H_5OH$$

الخطوة 3: احسب كتلة C_2H_5OH بالجرامات.

$$8.4\,mol\,C_2H_5OH \times \frac{46.07\,g\,C_2H_5OH}{1\,mol\,C_2H_5OH} = 390\,g\,C_2H_5OH$$

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

$$CaC_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + C_2H_{2(g)}$$

النسبة المولية لـ C_2H_2 : CaC_2 هي 1 : 1.

ولهذا، فإن 5 50 mol من C_2H_2 سوف تَنتُج 5 50 mol من CaC_2.

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

$$3\,NaHCO_{3(aq)} + H_3C_6H_5O_{7(aq)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} + Na_3C_6H_5O_{7(aq)}$$

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

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

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

108. غاز الدفيئة يرتبط غاز ثاني أكسيد الكربون مع ارتفاع درجات حرارة الغلاف الجوي للأرض. وهوينطلق 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.

$$2C_8H_{18(l)} + 25O_{2(g)} \rightarrow 16CO_{2(g)} + 18H_2O_{(l)}$$

الخطوة 1: احسب عدد مولات C_8H_{18}.

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

الخطوة 2: احسب كتلة C_8H_{18} بالجرامات.

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

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

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

$$K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow PbCrO_{4(s)} + 2KNO_{3(aq)}$$

b. حدِّد كتلة كرومات الرصاص (II) الناتجة عن تفاعل 0.250 mol من كرومات البوتاسيوم.

الخطوة 1: احسب عدد مولات $PbCrO_4$.

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

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

الخطوة 2: احسب كتلة C_8H_{18} بالجرامات.

$$0.250\ \text{mol}\ PbCrO_4 \times \frac{323.2\ \text{g}\ PbCrO_4}{1\ \text{mol}\ PbCrO_4} = 80.8\ \text{g}\ PbCrO_4$$

110. وقود الصاروخ يستخدم التفاعل المولد للطاقة الحرارية بين سائل الهيدرازين N_2H_4 وسائل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 وقودًا للصواريخ. والمواد الناتجة عن هذا التفاعل هي غاز النيتروجين والماء.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

$$N_2H_{2(l)} + H_2O_{2(l)} \rightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات N_2H_2.

$$10.0\ \text{mol}\ N_2 \times \frac{1\ \text{mol}\ N_2H_2}{1\ \text{mol}\ N_2} = 10.0\ \text{mol}\ N_2H_2$$

الخطوة 2: احسب كتلة N_2H_2 بالجرامات.

$$10.0\ \text{mol}\ N_2H_2 \times \frac{30.03\ \text{g}\ N_2H_2}{1\ \text{mol}\ N_2H_2} = 3.00 \times 10^2\ (300)\ \text{g}\ N_2H_2$$

1 تقويم الفصل

111. الكلوروفورم $CHCl_3$ مذيب مهم ينتج عن تفاعل الميثان والكلور.

$$CH_{4(g)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow CHCl_{3(g)} + 3HCl_{(g)}$$

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات $CHCl_3$.

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات CH_4.

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

الخطوة 3: احسب كتلة CH_4 بالجرامات.

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

112. إنتاج الأكسجين تستخدم وكالة الفضاء الروسية فوق أكسيد البوتاسيوم KO_2 لإنتاج الأكسجين في البدلات الفضائية. $4KO_2 + 2H_2O + 4CO_2 \longrightarrow 4KHCO_3 + 3O_2$

أكمل الجدول 5-1.

الجدول 3 -5 بيانات إنتاج الأكسجين

كتلة $_2$	كتلة $_2$	كتلة $_3$	كتلة $_2$	كتلة $_2$
1125.75g	142.658g	1585.233g	696.825g	380g

KO_2:

الخطوة 1: احسب عدد مولات O_2.

$$380\text{g } O_2 \times \frac{1\text{ mol } O_2}{32.00\text{g } O_2} = 11.875\text{ mol } O_2$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات KO_2.

$$11.875\text{ mol } O_2 \times \frac{4\text{ mol } KO_2}{3\text{ mol } O_2} = 15.833\text{ mol } KO_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة KO_2 بالجرامات.

$$15.833\text{ mol } KO_2 \times \frac{71.1\text{g } KO_2}{1\text{ mol } KO_2} = 1125.75\text{g } KO_2$$

H_2O:

الخطوة 1: احسب عدد مولات O_2.

$$380\text{g } O_2 \times \frac{1\text{ mol } O_2}{32.00\text{g } O_2} = 11.875\text{ mol } O_2$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات H_2O.

$$11.875\text{ mol } O_2 \times \frac{2\text{ mol } H_2O}{3\text{ mol } O_2} = 7.917\text{ mol } H_2O$$

الخطوة 3: احسب كتلة H_2O بالجرامات.

$$7.917\text{ mol } H_2O \times \frac{18.02\text{g } H_2O}{1\text{ mol } H_2O} = 142.658\text{g } H_2O$$

CO_2:

الخطوة 1: احسب عدد مولات O_2.

$$380\text{g } O_2 \times \frac{1\text{ mol } O_2}{32.00\text{g } O_2} = 11.875\text{ mol } O_2$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات CO_2.

$$11.875\text{ mol } O_2 \times \frac{4\text{ mol } CO_2}{3\text{ mol } O_2} = 15.833\text{ mol } CO_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة CO_2 بالجرامات.

$$15.833\text{ mol } CO_2 \times \frac{44.01\text{g } CO_2}{1\text{ mol } CO_2} = 696.825\text{g } CO_2$$

$KHCO_3$:

الخطوة 1: احسب عدد مولات O_2.

$$380\text{g } O_2 \times \frac{1\text{ mol } O_2}{32.00\text{g } O_2} = 11.875\text{ mol } O_2$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات $KHCO_3$.

موقع واجباتي

114. بطارية السيارة يُستخدم من 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 موزونة لهذا التفاعل.

$$Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 2H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2PbSO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات Pb.

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات $PbSO_4$.

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

الخطوة 3: احسب كتلة $PbSO_4$ بالجرامات.

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

113. وقود gasohol عبارة عن مزيج من الجازولين والإيثانول. زن المعادلة الآتية وحدد كتلة CO_2 الناتجة عن احتراق 100.0 g من الإيثانول.

$$C_2H_5OH_{(l)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

زن المعادلة الكيميائية:

$$C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

الخطوة 1: احسب عدد مولات C_2H_5OH.

$$100.0\text{g } C_2H_5OH \times \frac{1\text{mol } C_2H_5OH}{46.08\text{g } C_2H_5OH}$$

$$= 2.170\text{ mol } C_2H_5OH$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات CO_2. [2]

$$2.170\text{ mol } C_2H_5OH \times \frac{2\text{ mol } CO_2}{1\text{ mol } C_2H_5OH} = 4.340\text{ mol CO}$$

الخطوة 3: احسب كتلة CO_2 بالجرامات.

$$4.340\text{ mol } CO_2 \times \frac{44.01\text{g } CO_2}{1\text{ mol } CO_2} = 191.0\text{g } CO_2$$

$$11.875\text{ mol } O_2 \times \frac{4\text{ mol KHCO}_3}{3\text{ mol } O_2} = 15.833\text{ mol KHCO}_3$$

الخطوة 3: احسب كتلة $KHCO_3$ بالجرامات.

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

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

موقع واجباتي

تقويم الفصل 1

115. يستخلص الذهب من الخام بمعالجته بمحلول سيانيد الصوديوم في وجود الأكسجين والماء.

$$4Au_{(s)} + 8NaCN_{(aq)} + O_{2\ (g)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 4NaAu(CN)_{2(aq)} + 4NaOH_{(aq)}$$

a. حدِّد كتلة الذهب المُستخلَص إذا استُخدِم 25.0 g من سيانيد الصوديوم.

الخطوة 1: احسب عدد مولات NaCN.

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات Au.

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

الخطوة 3: احسب كتلة Au بالجرامات.

$$0.255\text{ mol Au} \times \frac{196.97\text{g Au}}{1\text{ mol Au}} = 50.2\text{g Au}$$

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

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

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

116. الأفلام تحتوي أفلام التصوير على بروميد الفضة مذابًا في الجلاتين. وعند تعرّض هذه الأفلام للضوء يتحلل بعض بروميد الفضة منتجًا 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.

الخطوة 1: احسب عدد مولات AgBr.

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات $Na_3Ag(S_2O_3)_2$.

$$1.46 \times 10^{-3}\text{ mol AgBr} \times \frac{1\text{ mol } Na_3Ag(S_2O_3)_2}{1\text{ mol AgBr}}$$

$$= 1.46 \times 10^{-3}\text{ mol } Na_3Ag(S_2O_3)_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة $Na_3Ag(S_2O_3)_2$ بالجرامات.

$$1.46 \times 10^{-3}\text{ mol } Na_3Ag(S_2O_3)_2 \times \frac{401.12\text{g } Na_3Ag(S_2O_3)_2}{1\text{ mol } Na_3Ag(S_2O_3)_2}$$

$$= 1221\text{ g } Na_3Ag(S_2O_3)_2$$

موقع واجباتي

1 تقويم الفصل

إتقان المفاهيم

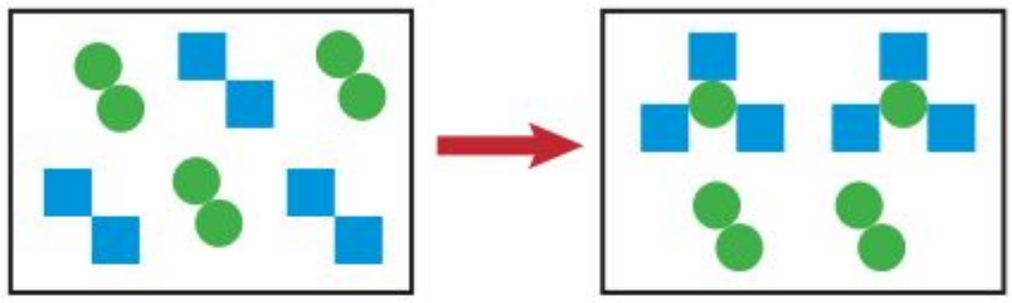
117. كيف تُستخدم النسبة المولية في إيجاد المادة المُحددة للتفاعل؟

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

118. وضح لماذا تعد العبارة الآتية غير صحيحة: (المادة المحددة للتفاعل هي المادة المتفاعلة ذات الكتلة الأقل).

الكتلة لا تحدد المادة المحددة للتفاعل وإنما عدد المولات فقط، فالمادة المحدِّدة هي المادة التي تُنتِج أقلّ عدد من مولات الناتج.

119. تمثل المربعات في الشكل 19–1 العنصر M، وتمثل الدوائر العنصر N.



الشكل 19–1

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

$$3M_2 + N_2 \rightarrow 2M_3N$$

b. إذا كان كلُّ مربع يُمثِّل 1 mol M، وتُمثِّل كلّ دائرة 1 mol N، فما عدد مولات كلّ من N وM التي كانت موجودة عند بداية التفاعل؟

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

c. ما عدد مولات المادة الناتجة؟ ما عدد مولات كلٍّ من العنصرين M وN التي لم تتفاعل؟

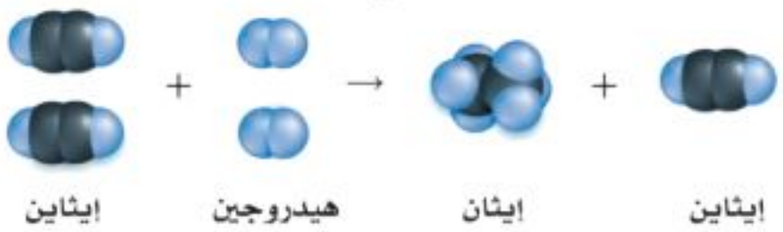
نتج 2 mol من M_3N، وتبقَّى 2 mol من N_2 غير متفاعلة (ما مجموعه 4 mol من ذرات العنصر N).

d. أيّ العنصرين مادة مُحدِّدة للتفاعل؟ وأيّهما مادة فائضة؟

M_2 المادة المُحدِّدة للتفاعل، N_2 المادة الفائضة.

إتقان حل المسائل

120. يوضح الشكل 20–1 التفاعل بين الإيثاين (C_2H_2) والهيدروجين، والمادة الناتجة هي الإيثان (C_2H_6). ما المادة المُحدِّدة للتفاعل وما المادة الفائضة؟ وضح ذلك.



الشكل 20–1

الهيدروجين هو المادة المُحدِّدة للتفاعل؛ الإيثاين هو المادة الفائضة. تبقَّى مول واحد من الإيثاين لم يتفاعل.

موقع واجباتي

1 تقويم الفصل

121. بطارية نيكل – حديد اخترع توماس أديسون عام 1901 بطارية نيكل–حديد. وتمثل المعادلة الآتية التفاعل الكيميائي في هذه البطارية:

$$Fe_{(s)} + 2NiO(OH)_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow Fe(OH)_{2(s)} + 2Ni(OH)_{2(aq)}$$

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

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل 2 mol من NiO(OH) مع كلّ 1 mol من Fe، لذا سيتفاعل 4 mol من Fe مع 8 mol من NiO(OH) تاركة 1 mol من Fe الفائض. وكلّ 1 mol من Fe المتفاعل، يُنتِج 1 mol من $Fe(OH)_{2(s)}$، وذلك لأن 4 mol من Fe قد تفاعلت، فسيَنتُج 4 mol من $Fe(OH)_2$.

122. أحد مركبات الزينون القليلة التي تتكون هو سابع فلوريد زينون سيزيوم $CsXeF_7$. ما عدد مولات $CsXeF_7$ التي يمكن إنتاجها من خلال تفاعل 12.5 mol من فلوريد السيزيوم مع 10.0 mol من سادس فلوريد الزينون.

$$CsF_{(s)} + XeF_{6(s)} \rightarrow CsXeF_{7(s)}$$

$$CsF_{(s)} + XeF_{6(s)} \rightarrow CsXeF_{7(s)}$$

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

$$= 10.0 \text{ mol } CsXeF_7$$

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

$$Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$$

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل 1 mol من الهيماتيت Fe_2O_3 مع 3 mol من أول أكسيد الكربون CO. لذا، يحتاج 25 0 mol من الهيماتيت Fe_2O_3 إلى 75 0 mol من CO حتى يتفاعل كليًّا، ولكن الكمية المتوافرة منها مقدارها 30 mol فقط، لذا تُعدّ CO المادة المُحدِّدة للتفاعل.

الخطوة 1: احسب عدد مولات Fe.

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

الخطوة 2: احسب كتلة Fe بالجرامات.

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

موقع واجباتي

1 تقويم الفصل

124. ينتج كلوريد الفسفور عن تفاعل غاز الكلور مع الفوسفور P_4 الصلب خماسي. وعند تفاعل 16.0g من الكلور مع 32.0g من الفوسفور، فأي المادتين المتفاعلتين مُحدِّدة للتفاعل، وأيهما فائضة؟

$$10Cl_{2(g)} + P_{4(s)} \rightarrow 4PCl_{5(3)}$$

احسب عدد مولات Cl_2.

$$16.0\cancel{g\ Cl_2} \times \frac{1\ mol\ Cl_2}{70.90\cancel{g\ Cl_2}} = 0.226\ mol\ Cl_2$$

احسب عدد مولات P_4.

$$32.0\cancel{g\ P_4} \times \frac{1\ mol\ P_4}{123.88\cancel{g\ P_4}} = 0.258\ mol\ P_4$$

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل 10 mol من Cl_2 مع 1 mol من P_4.

احسب عدد مولات P_4 اللازمة للتفاعل.

$$0.226\ \cancel{mol\ Cl_2} \times \frac{1\ mol\ P_4}{10\ mol\ Cl_2} = 0.0226\ mol\ P_4$$

لذا، Cl_2 هو المادة المُحدِّدة للتفاعل، في حين أن P_4 هو المادة الفائضة.

125. البطارية القلوية تنتج البطارية القلوية الطاقة الكهربائية حسب المعادلة الآتية:

$$Zn_{(s)} + 2MnO_{2(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Zn(OH)_{2(s)} + Mn_2O_{3(s)}$$

a. ما المادة المُحدّدة للتفاعل إذا تفاعلت 25.0 g Zn مع 30.0 g MnO_2؟

b. حدد كتلة $Zn(OH)_2$ الناتجة من التفاعل.

احسب عدد مولات Zn.

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

احسب عدد مولات MnO.

$$30.0\cancel{g\ MnO_2} \times \frac{1\ mol\ MnO_2}{86.92\cancel{g\ MnO_2}} = 0.345\ mol\ MnO_2$$

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة، تتفاعل 2 mol من MnO_2 مع 1 mol من Zn، وفي التفاعل فالنسبة هي 1 mol من MnO_2 مع 1 mol 1 من Zn، أو $\frac{0.345}{0.380}$. لذا، MnO_2 هي المادة المُحدِّدة للمتفاعل.

b. حدِّد كتلة $Zn(OH)_2$ الناتجة من التفاعل.

الخطوة 1: احسب عدد مولات $Zn(OH)_2$.

$$0.345\ \cancel{mol\ MnO_2} \times \frac{1\ mol\ Zn(OH)_2}{2\ \cancel{mol\ MnO_2}}$$

$$= 0.173\ mol\ Zn(OH)_2$$

الخطوة 2: احسب كتلة $Zn(OH)_2$ بالجرامات.

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

$$= 17.1g\ Zn(OH)_2$$

موقع واجباتي

تقويم الفصل 1

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

a. المادة المحددُة للتفاعل.

احسب عدد مولات Li.

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

احسب عدد مولات Br_2.

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

النسبة الفعليّة لمولات الليثيوم إلى مولات البروم هي:

$\frac{3.60\text{ mol Li}}{0.156\text{ mol Br}_2}$ **أو 1 mol Br : 23 mol Li، ولكن فعليًّا يلزم 2 mol من Li فقط لكلّ 1 mol من Br_2. لذا، Br_2 هي المادة المُحدِّدة للتفاعل.**

b. كتلة بروميد الليثيوم الناتجة.

الخطوة 1: احسب عدد مولات LiBr.

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

الخطوة 2: احسب كتلة LiBr بالجرامات.

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

c. المادة الفائضة وكتلها المتبقية.

Li هي المادة الفائضة.

الخطوة 1: احسب عدد مولات Li المتفاعلة.

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

عدد مولات Li المتبقية

= عدد مولات Li المتفاعلة – عدد مولات Li جميعها

= 3.60 mol – 0.312 mol

= 3.29 mol.

الخطوة 2: احسب كتلة Li المتبقية بالجرامات.

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

إتقان المفاهيم

127. ما الفرق بين المردود الفعلي والمردود النظري؟

المردود الفعلي هو كمية المادة الناتجة من التفاعل الكيميائي عمليًّا، أمّا المردود النظري فهو الكمية المتوقَّع الحصول عليها من خلال الحسابات الكيميائية.

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

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

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

لا، لا يمكن أن يَنتُج أكثر من المردود النظري والذي يُحدَّد من خلال المواد المتفاعلة.

موقع واجباتي

تقويم الفصل 1

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

نسبة المردود المئوية

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

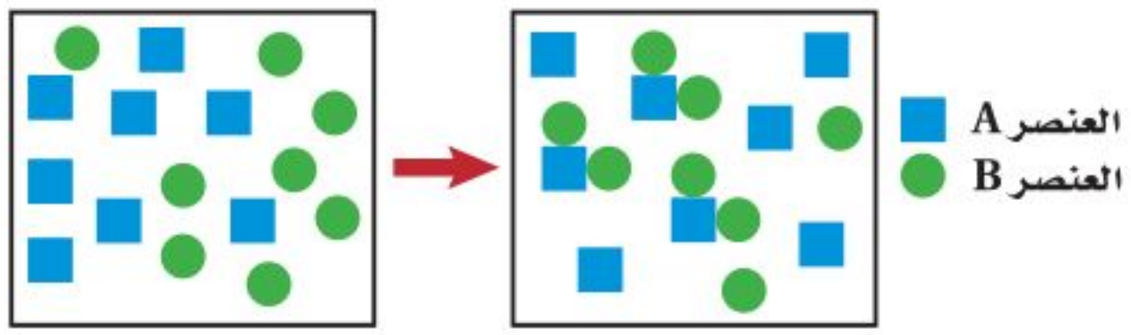
131. ما البيانات التجريبية التي تحتاج إليها لحساب كل من المردود النظري ونسبة المردود المئوية لأي تفاعل كيميائي؟

كمية إحدى المواد المتفاعلة والمردود الفعلي لمادة ناتجة.

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

كتلة إحدى المواد المتفاعلة، والكتلة الفعليّة لهيدروكسيد الفلز الناتج.

133. تفحص التفاعل الظاهر في **الشكل 21-1**. هل يستمر هذا التفاعل حتى النهاية؟ فسر إجابتك، ثم احسب نسبة المردود المئوية للتفاعل.



الشكل 21-1

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

إتقان حل المسائل

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

$$C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(g)} \rightarrow 4C_2H_5OH_{(l)} + 4CO_{2(g)}$$

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

المردود النظري:

الخطوة 1: احسب عدد مولات $C_{12}H_{22}O_{11}$.

$$684\,\text{g}\,C_{12}H_{22}O_{11} \times \frac{1\,\text{mol}\,C_{12}H_{22}O_{11}}{342.23\,\text{g}\,C_{12}H_{22}O_{11}}$$

$$= 2.0\,\text{mol}\,C_{12}H_{22}O_{11}$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات C_2H_5OH.

$$2.0\,\text{mol}\,C_{12}H_{22}O_{11} \times \frac{4\,\text{mol}\,C_2H_5OH}{1\,\text{mol}\,C_{12}H_{22}O_{11}}$$

$$= 8.0\,\text{mol}\,C_2H_5OH$$

موقع واجباتي

الخطوة 3: احسب كتلة C_2H_5OH بالجرامات.

$$8.0\,\cancel{mol\,C_2H_5OH} \times \frac{46.07\,g\,C_2H_5OH}{1\,\cancel{mol\,C_2H_5OH}} = 369\,g\,C_2H_5OH$$

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

$$= \frac{349}{369} \times 100\% = 94.6\%\ C_2H_5OH$$

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

$$PbS_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow PbO_{(s)} + SO_{2(g)}$$

a. زِنِ المعادلة الكيميائية وحدِّد المردود النظري لـ PbO إذا سُخِّن 200 g من كبريتيد الرصاص PbS.

$$\underline{2}PbS_{(s)} + \underline{3}O_{2(g)} \rightarrow \underline{2}PbO_{(s)} + \underline{2}SO_{2(g)}$$

المردود النظري:

الخطوة 1: احسب عدد مولات PbS.

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات PbO.

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

الخطوة 3: احسب كتلة PbO بالجرامات.

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

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

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

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

136. لا يمكن حفظ محاليل حمض الهيدروفلوريك في أوعية زجاجية؛ لأنه يتفاعل مع أكسيد السليكا في الزجاج ليُنتج حمض سداسي الفلوروسيليسك H_2SiF_6 حسب المعادلة الآتية:

$$SiO_{2(s)} + 6HF_{(aq)} \rightarrow H_2SiF_{6(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

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

a. ما المادة المُحدِّدة للتفاعل؟

احسب عدد مولات SiO_2.

$$40.0\,\cancel{g\,SiO_2} \times \frac{1\,mol\,SiO_2}{60.09\,\cancel{g\,SiO_2}} = 0.666\,mol\,SiO_2$$

احسب عدد مولات HF.

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

موقع واجباتي

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

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

$$CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

المردود النظري:

الخطوة 1: احسب عدد مولات $CaCO_3$.

$$235.0\,\cancel{g\ CaCO_3} \times \frac{1\ mol\ CaCO_3}{100.06\,\cancel{g\ CaCO_3}} = 2.35\ mol\ CaCO_3$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات CO_2.

$$2.35\,\cancel{mol\ CaCO_3} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{1\,\cancel{mol\ CaCO_3}} = 2.35\ mol\ CO_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة CO_2 بالجرامات.

$$2.35\,\cancel{mol\ CO_2} \times \frac{43.99g\ CO_2}{1\,\cancel{mol\ CO_2}} = 103.3g\ CO_2$$

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

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

$$= \frac{97.5}{103.3} \times 100\% = 94.4\%\ CO_2$$

النسبة الفعليّة لمولات HF إلى مولات SiO_2 في المعادلة الكيميائية الموزونة هي 1 mol SiO_2 : 6 mol HF، ولكن فعليًا: $\frac{2.00\ mol\ HF}{0.666\ mol\ SiO_2}$. يلزم 3 mol من HF فقط لكلّ 1 mol من SiO_2، لذا HF هي المادة المُحدِّدة للمتفاعل.

b. ما الكتلة المتبقية من المادة الفائضة؟

SiO_2 هي المادة الفائضة.

الخطوة 1: احسب عدد مولات SiO_2 المتفاعلة.

$$2.00\,\cancel{mol\ HF} \times \frac{1\ mol\ SiO_2}{6\,\cancel{mol\ HF}} = 0.333\ mol\ SiO_2$$

عدد مولات SiO_2 المتبقية

= عدد مولات SiO_2 جميعها − عدد مولات SiO_2 المتفاعلة

= 0 666 mol 0 333 mol

= 0 333 mol

الخطوة 2: احسب كتلة SiO_2 المتبقية بالجرامات.

$$0.333\,\cancel{mol\ SiO_2} \times \frac{60.09g\ SiO_2}{1\,\cancel{mol\ SiO_2}} = 20.0g\ SiO_2$$

c. ما المردود النظري لـ H_2SiF_6؟

المردود النظري:

الخطوة 1: احسب عدد مولات H_2SiF_6 المتفاعلة.

$$2.00\,\cancel{mol\ HF} \times \frac{1\ mol\ H_2SiF_6}{6\,\cancel{mol\ HF}} = 0.333\ mol\ H_2SiF_6$$

الخطوة 2: احسب كتلة H_2SiF_6 بالجرامات.

$$0.333\,\cancel{mol\ H_2SiF_6} \times \frac{144.11g\ H_2SiF_6}{1\,\cancel{mol\ H_2SiF_6}} = 48.0g\ H_2SiF_6$$

d. ما نسبة المردود المئوية؟

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

$$= \frac{45.8}{48} \times 100\% = 95.4\%\ H_2SiF_6$$

موقع واجباتي

1 تقويم الفصل

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

$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$$

إذا تفاعل 8.50 g من أول أكسيد الكربون مع كمية فائضة من الهيدروجين ونتج 8.52 g من الميثانول، فأكمل **الجدول 6-1**، واحسب نسبة المردود المئوية.

جدول 4-5 بيانات تفاعل الميثانول

	$CO_{(g)}$	$CH_3OH_{(l)}$
الكتلة	8.50 g	**9.73 g**
الكتلة المولية	28.01g/mol	32.05g/mol
عدد المولات	**0.303 mol**	**0.303 mol**

الخطوة 1: احسب عدد مولات CO.

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات CH_3OH.

$$0.303\text{ mol CO} \times \frac{1\text{ mol } CH_3OH}{1\text{ mol CO}} = 0.303\text{ mol } CH_3OH$$

الخطوة 3: احسب كتلة CH_3OH بالجرامات.

$$0.303\text{ mol } CH_3OH \times \frac{32.05\text{g } CH_3OH}{1\text{ mol } CH_3OH} = 9.71\text{g } CH_3OH$$

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

$$= \frac{8.52}{9.71} \times 100\% = 87.7\%\ CH_3OH$$

139. الفوسفور P_4 يُحضَّر تجاريًّا بتسخين مزيج من فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$، والرمل SiO_2، وفحم الكوك C في فرن كهربائي وتتضمن العملية خطوتين هما:

$$2Ca_3(PO_4)_{2(s)} + 6SiO_{2(s)} \rightarrow 6CaSiO_{3(l)} + P_4O_{10(g)}$$

$$P_4O_{10(g)} + 10C_{(s)} \rightarrow P_{4(g)} + 10CO_{(g)}$$

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 $Ca_3(PO_4)_4$ و 400.0 g من SiO_2 معًا، و حدد نسبة المردود المئوية لـ P_4، إذا كان المردود الفعلي لـ P_4 يساوي (45.0 g) .

الخطوة 1: احسب كمية المادة الفائضة من المعادلة الأولى.

احسب عدد مولات SiO_2.

$$400.0\text{g } SiO_2 \times \frac{1\text{ mol } SiO_2}{60.08\text{g } SiO_2} = 6.657\text{ mol } SiO_2$$

احسب عدد مولات $Ca_3(PO_4)_2$.

$$250.0\text{g } Ca_3(PO_4)_2 \times \frac{1\text{ mol } Ca_3(PO_4)_2}{310.17\text{g } Ca_3(PO_4)_2}$$

$$= 0.8060\text{ mol } Ca_3(PO_4)_2$$

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل $Ca_3(PO_4)_2$ مع SiO_2 بنسبة 1 : 3، وتكون SiO_2 في هذا التفاعل هي المادة الفائضة، والكمية 0 8060 mol من $Ca_3(PO_4)_2$ هي الكمية المتفاعلة.

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

$$0.8060\text{ mol } Ca_3(PO_4)_2 \times \frac{1\text{ mol } P_4O_{10}}{2\text{ mol } Ca_3(PO_4)_2}$$

$$= 0.4030\text{ mol } P_4O_{10}$$

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

$$0.4030\ \text{mol}\ P_4O_{10} \times \frac{1\ \text{mol}\ P_4}{1\ \text{mol}\ P_4O_{10}} = 0.4030\ \text{mol}\ P_4$$

الخطوة 4: احسب كتلة P_4 بالجرامات.

$$0.4030\ \text{mol}\ P_4 \times \frac{123.88\text{g}\ P_4}{1\ \text{mol}\ P_4} = 49.92\text{g}\ P_4$$

المردود النظري = 49 92 g

ثُمَّ احسب نسبة المردود المئوية.

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

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

140. يتكون الكلور من تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أكسيد المنجنيز وفقًا للمعادلة الموزونة الآتية:

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

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

الخطوة 1: ادرس المعادلة الكيميائية الموزونة وهي:

$$MnO_{2(s)} + 4HCl_{(aq)} \rightarrow MnCl_{2\,(aq)} + Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(1)}$$

الخطوة 2: احسب كمية المادة الفائضة من المعادلة.

احسب عدد مولات MnO_2.

$$86.0\ \text{g}\ MnO_2 \times \frac{1\ \text{mol}\ MnO_2}{86.94\ \text{g}\ MnO_2} = 0.989\ \text{mol}\ MnO_2$$

احسب عدد مولات HCl.

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

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل MnO_2 مع HCl بنسبة 1 mol MnO_2 : 4 mol HCl، والنسبة المولية الفعليّة في هذا التفاعل هي: $\frac{0.989\ \text{mol}\ MnO_2}{1.37\ \text{mol}\ HCl}$ أو 1 mol MnO_2 : 1 38 mol HCl. لذا، MnO_2 هي المادة الفائضة وHCl هي المادة المُحدِّدة للتفاعل.

الخطوة 3: احسب عدد مولات Cl_2.

$$1.37\ \text{mol}\ HCl \times \frac{1\text{mol}\ Cl_2}{4\ \text{mol}\ HCl} = 0.343\ \text{mol}\ Cl_2$$

الخطوة 4: احسب كتلة Cl_2 بالجرامات.

$$0.343\ \text{mol}\ Cl_2 \times \frac{70.90\text{g}\ Cl_2}{1\ \text{mol}\ Cl_2} = 24.3\text{g}\ Cl_2$$

ثُمَّ احسب نسبة المردود المئوية.

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

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

موقع واجباتي

1 تقويم الفصل

مراجعة عامة

141. يحتوي مركب على 6.0 g كربون، و 1.0 g هيدروجين. وكتلته المولية 42.0 g/mol. ما التركيب النسبي المئوي للمركب؟وما صيغته الأولية؟وما صيغته الجزيئية؟

$$\%\,C = \frac{6.0\ g\ C}{7.0\ g\ C_xH_y} \times 100\% = 85.7\%$$

$$\%\,H = \frac{1.0\ g\ H}{7.0\ g\ C_xH_y} \times 100\% = 14.3\%$$

$$6.0\ \cancel{g\ C} \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\ \cancel{g\ C}} = 0.50\ mol\ C$$

$$1.0\ \cancel{g\ H} \times \frac{1\ mol\ H}{12.01\ \cancel{g\ H}} = 1.0\ mol\ H$$

$$\frac{0.50\ mol\ C}{0\ 50} : \frac{1.0\ mol\ H}{0\ 50}$$

أبسط نسبة هي :

الصيغة الأولية للمركّب: CH_2؛ وكتلته المولية الأولية تساوي

14.0 g/mol

$$\frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{الكتلة المولية الأولية}} = \frac{42.0\ g/mol}{14.0\ g/mol} = 3$$

الصيغة الجزيئية للمركّب (CH_2) = 3 C_3H_6

142. أيّ المركبات الآتية يحتوي على أعلى نسبة مئوية بالكتلة من الأكسجين؟ TiO_2 ، Al_2O_3 ، Fe_2O_3

TiO_2:

$$1\ \cancel{mol\ Ti} \times \frac{47.87\ g\ Ti}{1\ \cancel{mol\ Ti}} = 47.87\ g\ Ti$$

$$2\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 32.00\ g\ O$$

الكتلة المولية $_{(TiO_2)}$ = الكتلة المولية $_{(O)}$ + الكتلة المولية $_{(Ti)}$

$$= 32.00g + 47.87g$$

$$= 79.87\ g/mol$$

كتلة مول واحد من TiO_2 = 79.87 g/mol

Al_2O_3:

$$2\ \cancel{mol\ Al} \times \frac{26.98\ g\ Al}{1\ \cancel{mol\ Al}} = 53.96\ g\ Al$$

$$1\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 48.00\ g\ O$$

الكتلة المولية = 48.00g + 53.96g

الكتلة المولية = 101.96 g/mol

143. 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 ؟

$$(NH_4)_2S + Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2NH_4NO_3 + CuS$$

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

144. 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؟

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

الخطوة 1: احسب عدد مولات CuO .

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات Cu.

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

الخطوة 3: احسب كتلة Cu بالجرامات.

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

Fe_2O_3:

$$2\ mol\ Fe \times \frac{55.58\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 111.70\ g\ Fe$$

$$3\ mol\ O \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ mol\ O} = 48.00\ g\ O$$

الكتلة المولية $= 48.00g + 111.70g$

الكتلة المولية $= 159.70g/mol$

$$TiO_2 \text{ في } \%O = \frac{32.00\ g\ O}{79.87\ g\ TiO_2} \times 100\%$$

$$= 40.07\%$$

$$Al_2O_3 \text{ في } \%O = \frac{48.00\ g\ O}{101.96\ g\ Al_2O_3} \times 100\%$$

$$= 47.08\%$$

$$Fe_2O_3 \text{ في } \%O = \frac{48.00\ g\ O}{159.70\ g\ Fe_2O_3} \times 100\%$$

$$= 30.06\%$$

يحتوي المركّب Al_2O_3 على أعلى نسبة مئوية بالكتلة من الأكسجين.

موقع واجباتي

1 تقويم الفصل

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

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

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

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

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

146. **التحليل الكهربائي** حدد المردود النظري ونسبة المردود المئوية لغاز الهيدروجين إذا تم تحليل 36.0 g من الماء كهربائيًّا لإنتاج 3.80 g من غاز الهيدروجين إضافة إلى الأكسجين.

المردود النظري:

الخطوة 1: احسب عدد مولات H_2O.

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

الخطوة 2: احسب عدد مولات H_2.

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

الخطوة 3: احسب كتلة H_2 بالجرامات.

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

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

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

التفكير الناقد

147. **حلّل 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؟

لا، لا يمكن أن تكون نسبة المردود المئوية أكبر من100%، وإذا كانت النتائج كبيرة فذلك يعني أن النواتج لم تجفف بصورة تامة، أو أنها ملوَّثة بمواد أخرى.

148. **لاحظ واستنتج** حدد ما إذا كان أي من التفاعلات الآتية يعتمد على المادة المُحدِّدة للتفاعل، ثم حدد تلك المادة.

a. تحلل كلورات البوتاسيوم لإنتاج كلوريد البوتاسيوم والأكسجين.

لا، وذلك بسبب وجود مادة متفاعلة واحدة.

موقع واجباتي

تقويم الفصل 1

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

نعم، وذلك بسبب وجود مادتين متفاعلتين، ولكن لا تتوافر معلومات كافية لمعرفة المادة المُحدِّدة.

149. طبق أجرى الطلاب تجربة لملاحظة المواد المُحدِّدة والفائضة، فأضافوا كميات مختلفة من محلول فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 إلى الكؤوس، ثم أضافوا كمية ثابتة من محلول نترات الكوبالت (II) $Co(NO_3)_2$، وحركوا المحاليل، ثم تركوها في الكؤوس طوال اليوم. وفي اليوم التالي وجدوا أن كلًّا 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 7-1** على النحو الآتي:

جدول 7-1 بيانات تفاعل $Co(NO_3)_2$ مع Na_3PO_4

التجربة	حجم Na_3PO_4	حجم $Co(NO_3)_2$	التفاعل مع قطرة Na_3PO_4	التفاعل مع قطرة $CO(NO_3)_2$
1	5.0 mL	10.0 mL	راسب أرجواني	لا يوجد راسب
2	10.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
3	15.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
4	20.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

$$2Na_3PO_{4(aq)} + 3Co(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow Co_3(PO_4)_{2(s)} + 6NaNO_{3(aq)}$$

b. حدد بناءً على النتائج، المادة المحددة للتفاعل والفائضة لكلّ تجربة.

التجربة رقم 1: Na_3PO_4 هي المادة المُحدِّدة للتفاعل، في حين أن $Co(NO_3)_2$ هي المادة الفائضة؛ لأن إضافة Na_3PO_4 إلى التفاعل سبّبت تفاعلًا إضافيًا.

التجارب 4-2: $Co(NO_3)_2$ هي المادة المُحدِّدة للتفاعل، في حين أن Na_3PO_4 هي المادة الفائضة؛ لأن إضافة $Co(NO_3)_2$ إلى التفاعل سبّبت تفاعلاً إضافيًا.

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

أحضر وعاء تبخير واحسب كتلته، وأضف 2.00 g من كبريتات النحاس (II) خماسية الماء وسجّل كتلة الوعاء والكبريتات المائية معًا. سخّن الوعاء على لهب خافت مدة 5 min، ثُمّ بشدّة مدّة 5 min أخرى، وذلك لطرد وتبخير الماء. دع الوعاء يبرد، ثُمّ سجّل الكتلة الجديدة. احسب كتلة الكبريتات اللامائية مُستخدمًا المعادلة التالية: $CuSO_4\ 5H_2O \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + 5H_2O$، إضافة إلى كتلة الكبريتات المائية قبل التسخين، ثُمّ جد المردود النظري لكبريتات النحاس. احسب كذلك المردود الفعلي للكبريتات اللامائية كذلك. اقسم المردود النظري على المردود العملي (الفعلي)، واضرب خارج القسمة في 100% لحساب نسبة المردود المئوية لكبريتات النحاس اللامائية.

موقع واجباتي

تقويم الفصل 1

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

عندما يتَحرّك الهواء فوق اللهب، تزداد كمية الأكسجين المضافة ومن ثَمَّ يحترق الفحم.

152. صمم تجربة يمكن استعمالها لتحديد كمية الماء في مركب الشب البوتاسي $KAl(SO_4)_2 \cdot XH_2O$.

قس كتلة جفنة فارغة وسجلها. ثمّ أضف حوالي 2g من الملح المائي، وقس كتلة الجفنة والملح وسجلها. سخّن الجفنة بهدوء مدة 5 دقائق، ثمّ سخّنها بشدّة مدة 5 دقائق أخرى لتبخير الماء جميعه. دع الجفنة تبرد، وقس الكتلة وسجلها. احسب كتلة الملح اللامائي وكتلة الماء

مسألة تحفيز

153. مركبان كيميائيان يتكونان من العنصرين X و Y وصيغتاهما XY. X_2Y_3. إذا علمت أنَّ كتلة 0.25 mol من المركب XY تساوي 17.96g، و0.25 mol من المركب X_2Y_3 تساوي 39.92g.

a. فما الكتلة الذرية لكل من X وY؟

b. اكتب الصيغة الكيميائية لكل من المركبين.

XY: 17.96 g / 0.25 mol = 71.84 g/mol

71.84 g/mol=X+Y

Y= 71.84 g/mol−X

X_2Y_3: 39.82 g/0.25 mol=159.68 g/mol

159.68 g/mol=2X+3Y

بالتعويض بدلاً من Y:

159.68 g/mol=2X + 3(71.84 g/mol−X)

159.68 g/mol = 2X + 215.52 g/mol−3X

−55.85 g/mol = −X

X = 55.85 g/mol

X+Y = 71.84 g/mol

55.85 g/mol + Y = 71.84 g/mol

Y = 16 g/mol

x عبارة عن عنصر الحديد(Fe)، وY عبارة عن عنصر الأكسجين (O). إذن صيغ المركبات هي: Fe_2O_3، FeO

موقع واجباتي

154. عند تسخين 9.59 g من أكسيد الفناديوم مع الهيدروجين، ينتج الماء وأكسـيد فانديوم آخر كتلته (8.76 g). وعند تعريض أكسيد الفانديوم الثاني لحرارة إضافية مع وجود الهيدروجين تتكون 5.38 g من الفانديوم الصلب.

الأكسيد الأول:

الخطوة 1: احسب عدد المولات.

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

$$O: 4.21\text{g}\,O \times \frac{1\ \text{mol}\,O}{15.999\text{g}\,O} = 0.263\ \text{mol}$$

الخطوة 2: اقسم عدد المولات على عدد المولات الأقلّ.

$$\frac{0.106\ \text{mol}\,V}{0.106\ \text{mol}} = 1\ \text{mol}\,V$$

$$\frac{0.236\ \text{mol}\,O}{0.106\ \text{mol}} = 2.5\ \text{mol}\,O$$

النسبة المولية هي 1 mol V : 2 5 mol O

الخطوة 3: اضرب النسبة المولية في العدد 2.

$$2\ (1\ \text{mol}\,V : 2.5\ \text{mol}\,O) = V_2O_5$$

الأكسيد الثاني:

الخطوة 1: احسب عدد المولات.

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

$$O: 3.38\text{g}\,O \times \frac{1\ \text{mol}\,O}{15.999\text{g}\,O} = 0.211\ \text{mol}\,O$$

الخطوة 2: اقسم عدد المولات على عدد المولات الأقلّ.

$$\frac{0.106\ \text{mol}\,V}{0.106\ \text{mol}} = 1\ \text{mol}\,V$$

$$\frac{0.211\ \text{mol}\,O}{0.106\ \text{mol}} = 2\ \text{mol}\,O$$

النسبة المولية هي 1 mol V : 2 mol O

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

$$V_2O_5 + H_2 \rightarrow 2VO_2 + H_2O$$

$$VO_2 + 2H_2 \rightarrow V + 2H_2O$$

c. حدِّد كتلة الهيدروجين الضرورية لإكمال هذا التفاعل.

التفاعل الأول:

الخطوة 1: احسب عدد مولات V_2O_5.

$$9.59\text{g}\,V_2O_5 \times \frac{1\ \text{mol}\,V_2O_5}{181.88\text{g}\,V_2O_5} = 0.053\ \text{mol}\,V_2O_5$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات H_2.

$$0.053\ \text{mol}\,V_2O_5 \times \frac{1\ \text{mol}\,H_2}{1\ \text{mol}\,V_2O_5} = 0.053\ \text{mol}\,H_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة H_2 بالجرامات.

156. اكتب التوزيع الإلكتروني لذرات العناصر الآتية:

a. الفلور $[He]2s^2 2p^5$

b. التيتانيوم $[Ar]4s^2 3d^2$

c. الألومنيوم $[Ne]3s^2 3p^1$

d. الرادون $[Xe]6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$

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

تصل جزيئات اللافلزات الغازية للتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل بتكوين روابط تساهمية بين ذرتين، أما الغازات الأحادية الذرة فلديها التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل.

158. اكتب معادلة موزونة لتفاعل البوتاسيوم مع الأكسجين.

$$4K_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2K_2O_{(s)}$$

$$0.053\ \text{mol}\ H_2 \times \frac{2.016\ \text{g}\ H_2}{1\ \text{mol}\ H_2} = 0.106\ \text{g}\ H_2$$

التفاعل الثاني:

الخطوة 1: احسب عدد مولات VO_2.

$$8.76\ \text{g}\ VO_2 \times \frac{1\ \text{mol}\ VO_2}{82.94\ \text{g}\ VO_2} = 0.106\ \text{mol}\ VO_2$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات H_2.

$$0.106\ \text{mol}\ VO_2 \times \frac{2\ \text{mol}\ H_2}{1\ \text{mol}\ VO_2} = 0.212\ \text{mol}\ H_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة H_2 بالجرامات.

$$0.212\ \text{mol}\ H_2 \times \frac{2.016\ \text{g}\ H_2}{1\ \text{mol}\ H_2} = 0.426\ \text{g}\ H_2$$

الكتلة الكلية للهيدروجين $= 0.106\ \text{g} + 0.426\ \text{g} = 0.532\ \text{g}\ H_2$

مراجعة تراكمية

155. 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؟

إنها فرضية، لأنها مبنيّة على الملاحظة فقط لا على البيانات.

موقع واجباتي

تقويم الفصل 1

الكتابة في الكيمياء

159. **الغاز الطبيعي** هيدرات الغاز الطبيعي هي مركبات كيميائية متبلورة (Clathrate hydrate). ابحث في هذه المركبات وأعدّ نشرة تعليمية عنها للمستهلكين. يجب أن تناقش هذه النشرة تركيب هذه المركبات، ومكان وجودها، وأهميتها للمستهلكين، والآثار البيئية لاستخدامها.

ستتنوّع الإجابات؛ احرص على أن تشتمل النشرات على معلومات، مثل، أن هيدرات الغاز الطبيعي مواد بلورية صُلبة يكون الماء أساسًا في تركيبها، وتشبه القطع الثلجية، وتتألف من بلورة شبكية من الماء – الثلج تضم في داخلها جزيئات خفيفة مثل الميثان، والإيثان والبروبان التي تكون محتجزة في الفراغات بين جزيئات الماء. تتكوّن هذه المركّبات بشكل طبيعي تحت ضغط مرتفع على نحو معقول، ودرجات حرارة قريبة من درجة تجمد الماء. حيث تتوافر هذه الشروط في المناطق القطبية دائمة التجمد مثل أقاليم شمال أمريكا وأوروبا وآسيا، وعلى طول المنحدرات القارية العميقة حول العالم. ويمكن اعتبار هيدرات الغاز الطبيعي على أنها "تجمع لغاز الميثان"، إذ من الممكن أن تصبح هيدرات الغاز الطبيعي مصدرًا جديدًا ونظيفًا للطاقة.

توجد كميات ضخمة من الغاز الطبيعي على صورة هيدرات الغاز حول العالم، ولكن إذا تمّ استثمارها كمصدر للطاقة، فقد يؤدي ذلك إلى فقدان التوازن في قاع البحار، وبالتالي، عدم الاستقرار ممّا يؤدي إلى انزلاقات في سطح قاع البحار وإطلاق كميات هائلة من غاز الميثان إلى السطح. ويُعدّ غاز الميثان غازَ دفيئةٍ فعالا جدًّا، إذ يفسر تحرر مقدار ضخم من غاز الميثان سلسلة الاحترار العالمي في الماضي الجيولوجي.

160. **تلوث الهواء** ابحث في ملوثات الهواء الناتجة عن احتراق الجازولين في محرك السيارة، ناقش الملوثّات الشائعة والتفاعل الذي ينتجها، موضحًا باستخدام الحسابات الكيميائية، كيف يمكن تخفيف نسبة كل ملوث إذا ازداد عدد الأشخاص الذين يستخدمون النقل الجماعي؟

ستتنوّع الإجابات، فالملوِّثات الشائعة هي NO_2، وNO، وSO_3، وO_3. تحقَّق من الحسابات الكيميائية، وأنها تسبّب انخفاضًا في الملوِّثات.

161. **عملية هابر** تعد نسبة المردود المئوية للأمونيوم الناتجة عن اتحاد الهيدروجين مع النيتروجين تحت الظروف العادية قليلة للغاية. إلا أن عملية هابر تؤدي إلى اتحاد الهيدروجين والنيتروجين تحت مجموعة ظروف صُمّمت لكي تزيد النواتج. ابحث في الظروف المستخدمة في عملية هابر، وبين أهمية تطوير هذه العملية.

ستتنوّع الإجابات، تأكد من وجود المعادلة التالية:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92kJ$$

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

موقع واجباتي

أسئلة المستندات

162. يشتمل **الجدول 8–1** على بيانات عن وقود مكوك فضاء؛ إذ لا بد من توافر 3,164,445 L من الأكسجين، والهيدروجين، وأحادي ميثيل الهيدرازين (الكتلة المولية = 46.07g/mol)، ورابع أكسيد ثنائي النيتروجين (الكتلة المولية= 92.00g/mol)، في خزانات الوقود لحظة الإقلاع. كتلتها الكلية (727,233 Kg). أكمل الجدول بحساب عدد المولات، والكتلة بالكيلوجرام، وعدد الجزيئات.

جدول (4–5) بيانات وقود مكوك فضائي

المادة	الصيغة الجزيئية	الكتلة (Kg)	عدد المولات	عدد عدد الجزيئات
الهيدروجين	H_2	**1.04×10^{5}g**	5.14×10^{7}	**3.09×10^{31}**
الأكسجين	O_2	**6.18×10^{5}g**	**1.93×10^{7}**	1.16×10^{31}
أحادي ميثيل الهيدرازين	CH_3NHNH_2	4909	**1.07×10^{5}**	**6.44×10^{28}**
رابع أكسيد النيتروجين	N_2O_4	**7.95×10^{3}**	8.64×10^{4}	**5.2×10^{28}**

الهيدروجين:

الكتلة:

$$5.14\times10^{7}\ \text{mol H} \times \frac{2.016\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} \times \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}}$$

$$= 1.4 \times 10^{5}\ \text{kg H}$$

عدد الجزيئات:

$$5.14 \times 10^{7}\ \text{mol H} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من H}}{1\ \text{mol H}}$$

$$= 3.09 \times 10^{31}\ \text{جزيء من H}$$

الأكسجين:

عدد المولات:

$$1.16 \times 10^{31}\ \text{جزيء من O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من O}}$$

$$= 1.93 \times 10^{7}\ \text{mol O}$$

الكتلة:

$$1.93 \times 10^{7}\ \text{mol O} \times \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}} \times \frac{32.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}}$$

$$= 6.18 \times 10^{5}\ \text{kg O}$$

أحادي ميثيل الهيدرازين:

عدد المولات:

$$4909\ \text{kg}\ CH_3NHNH_2 \times \frac{1000\ \text{g}}{1\ \text{kg}} \times \frac{1\ \text{mol}\ CH_3NHNH_2}{46.08\ \text{g}\ CH_3NHNH_2}$$

$$= 1.07 \times 10^{5}\ \text{mol}\ CH_3NHNH_2$$

عدد الجزيئات:

$$1.07 \times 10^{5}\ \text{mol}\ CH_3NHNH_2 \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من}\ CH_3NHNH_2}{1\ \text{mol}\ CH_3NHNH_2}$$

$$= 6.44 \times 10^{28}\ \text{جزيء من}\ CH_3NHNH_2$$

رابع أكسيد النيتروجين:

الكتلة:

$$8.64 \times 10^{4}\ \text{mol}\ N_2O_4 \times \frac{1\ \text{kg}}{1\,000\ \text{g}} \times \frac{92.02\ \text{g}\ N_2O_4}{1\ \text{mol}\ N_2O_4}$$

$$= 7.950 \times 10^{3}\ \text{kg}\ N_2O_4$$

عدد الجزيئات:

$$8.64 \times 10^{4}\ \text{mol}\ N_2O_4 \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من}\ N_2O_4}{1\ \text{mol}\ N_2O_4}$$

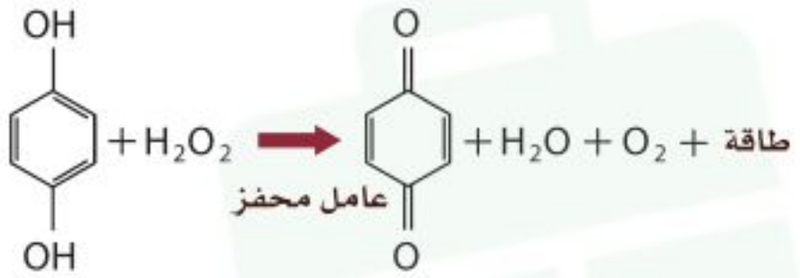
$$= 5.20 \times 10^{28}\ \text{جزيء من}\ N_2O_4$$

موقع واجباتي

الدفاع الكيميائي تنتج الكثير من الحشرات فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 والهيدروكونين $C_6H_4(OH)_2$.

وقد استغلت بعض أنواع الخنافس هذه القدرة وقامت بخلط هذه المواد الكيميائية بعامل مساعد، فكانت النتيجة تفاعلا كيميائيًّا طاردًا للحرارة ورذاذًا كيميائيًّا ساخنًا مهيجًا لأي مفترس. يأمل الباحثون في استخدام طريقة مماثلة لإشعال المحركات التوربينية للطائرة.

ويوضح **الشكل 22–1** المعادلة الكيميائية غير الموزونة التي تنتج الرذاذ.



الشكل 22–1

163. زن المعادلة الظاهرة في **الشكل 22–1**. وإذا كانت خنفساء تختزن 100 mg من الهيدروكونين مع 50 mg من فوق أكسيد الهيدروجين، فأي المادتين محدِّدة للتفاعل؟

$2C_6H_4(OH)_2 + 4H_2O_2 \quad 2C_6H_4O_2 + 6H_2O + O_2 + \text{طاقة}$

100 mg 50 mg ?mg

$C_6H_4(OH)_2$: حوِّل إلى وحدة الجرام.

$$100.0\ \cancel{mg}\ C_6H_4(OH)_2 \times \frac{1 \times 10^{-3}\ g}{1\ \cancel{mg}} = 0.10\ g\ C_6H_4(OH)_2$$

احسب عدد مولات $C_6H_4(OH)_2$.

$$0.10\ \cancel{g\ C_6H_4(OH)_2} \times \frac{1\ mol\ C_6H_4(OH)_2}{110.00\ \cancel{g\ C_6H_4(OH)_2}}$$

$$= 9.08 \times 10^{-4}\ mol\ C_6H_4(OH)_2$$

H_2O_2 : حوِّل إلى وحدة الجرام.

$$50.0\ \cancel{mg}\ H_2O_2 \times \frac{1 \times 10^{-3} g}{1\ \cancel{mg}} = 0.05\ g\ H_2O_2$$

احسب عدد مولات H_2O_2.

$$0.05\ \cancel{g\ H_2O_2} \times \frac{1\ mol\ H_2O_2}{34.02\ \cancel{g\ H_2O_2}} = 1.47 \times 10^{-3}\ mol\ H_2O_2$$

احسب النسبة المولية لكلّ مادة:

$$\frac{9.08 \times 10^{-4}\ mol\ C_6H_4(OH)_2}{9.08 \times 10^{-4}\ mol} = 1\ mol\ C_6H_4(OH)_2$$

$$\frac{1.47 \times 10^{-3}\ mol\ H_2O_2}{9.08 \times 10^{-4}\ mol} = 1.618\ mol\ H_2O_2$$

نضرب النسب المولية في العدد 2.

$$\frac{2\ mol\ C_6H_4(OH)_2}{3.24\ mol\ H_2O_2} = 2$$

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل $C_6H_4(OH)_2$ مع H_2O_2

وبنسبة مولية $\frac{2\ mol\ C_6H_4(OH)_2}{4\ mol\ H_2O_2}$ ولكن فعليًّا يتفاعلان

بنسبة $\frac{2\ mol\ C_6H_4(OH)_2}{3.24\ mol\ H_2O_2}$ مولية

المادة المُحدِّدة للتفاعل هي H_2O_2.

موقع واجباتي

1 تقويم الفصل

164. ما المادة الفائضة؟ وما الكتلة المتبقية منها بالملجرام؟

المادة الفائضة هي $C_6H_4(OH)_2$.

الخطوة 1: احسب عدد مولات $C_6H_4(OH)_2$ المتفاعلة.

$$1.47 \times 10^{-3}\ \text{mol}\ H_2O_2 \times \frac{2\ \text{mol}\ C_6H_4(OH)_2}{4\ \text{mol}\ H_2O_2}$$

$$= 7.35 \times 10^{-4}\ \text{mol}\ C_6H_4(OH)_2$$

الخطوة 2: احسب كتلة $C_6H_4(OH)_2$ المتفاعلة بالجرامات.

$$7.35 \times 10^{-4}\ \text{mol}\ C_6H_4(OH)_2 \times \frac{110.12\ \text{g}\ C_6H_4(OH)_2}{1\ \text{mol}\ C_6H_4(OH)_2}$$

$$= 8.09 \times 10^{-2}\ \text{g}\ C_6H_4(OH)_2$$

الخطوة 3: حوِّل إلى وحدة الملجرام.

$$8.09 \times 10^{-2}\ \text{g}\ C_8H_4(CH)_2 \times \frac{1\ \text{mg}}{1 \times 10^{-3}\ \text{g}}$$

$$= 80.9\ \text{mg}\ C_6H_4(OH)_2$$

الخطوة 4: احسب كتلة $C_6H_4(OH)_2$ المتبقية بالملجرام.

كتلة $C_6H_4(OH)_2$ الكلية = كتلة $C_6H_4(OH)_2$ المتفاعلة – كتلة $C_6H_4(OH)_2$

$$= 100\ \text{mg} - 80\ 9\text{mg} = \ 19\ 1\ \text{mg}\ \text{من}\ C_6H_4(OH)_2$$

165. كم mg ينتج من البنزوكوينين؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات $C_6H_4O_2$ الناتجة.

$$1.47 \times 10^{-3}\ \text{mol}\ H_2O_2 \times \frac{2\ \text{mol}\ C_6H_4O_2}{4\ \text{mol}\ H_2O_2}$$

$$= 7.35 \times 10^{-4}\ \text{mol}\ C_6H_4O_2$$

الخطوة 2: احسب كتلة $C_6H_4O_2$ الناتجة بالجرامات.

$$7.35 \times 10^{-4}\ \text{mol}\ C_6H_4O_2 \times \frac{108.09\ \text{g}\ C_6H_4O_2}{1\ \text{mol}\ C_6H_4O_2}$$

$$= 7.94 \times 10^{-2}\ \text{g}\ C_6H_4O_2$$

الخطوة 3: حوِّل إلى وحدة الملجرام.

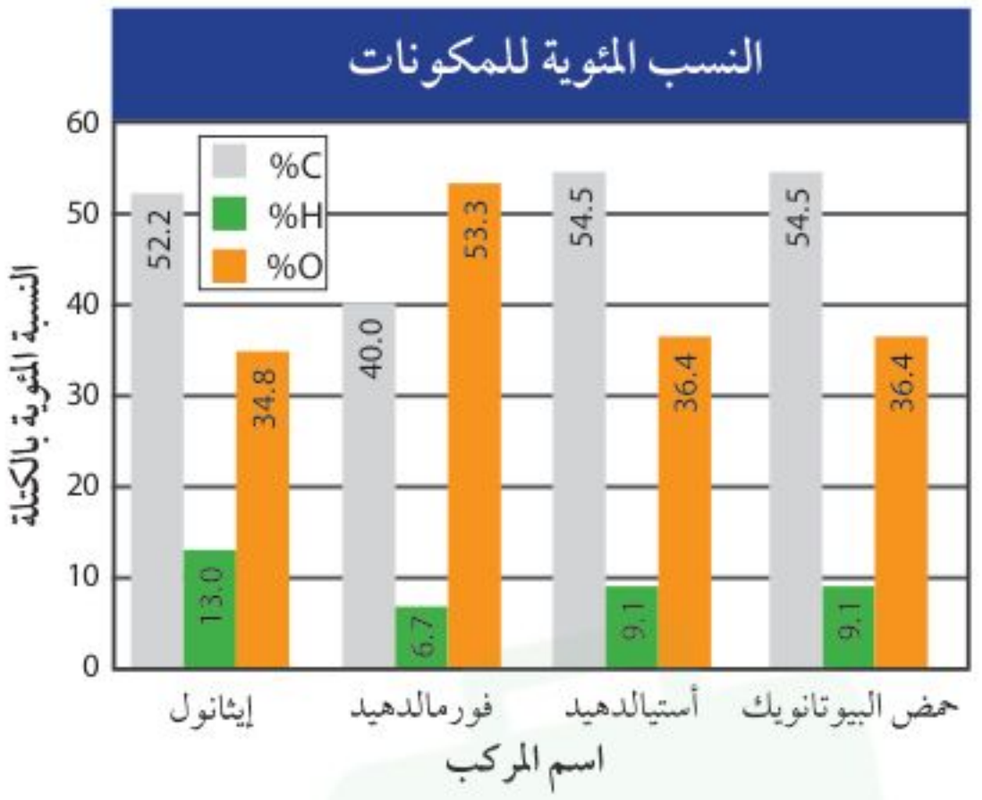
$$7.94 \times 10^{-2}\ \text{g}\ C_8H_4O_2 \times \frac{1\ \text{mg}}{1 \times 10^{-3}\ \text{g}} = 79.4\ \text{mg}\ C_6H_4O_2$$

موقع واجباتي

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 3.



1. إذا كانت الكتلة المولية لحمض البيوتانويك /88.1g mol، فما صيغته الجزيئية؟

a. $C_3H_4O_3$ c. $C_5H_{12}O$

d. $C_4H_8O_2$ b. C_2H_4O

2. ما الصيغة الأولية للإيثانول؟

a. C_4HO_3 c. C_2H_6O

b. $C_2H_6O_2$ d. $C_4H_{13}O_2$

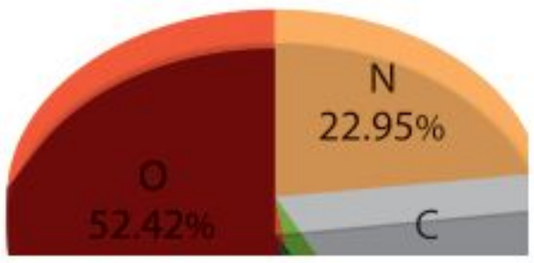
3. الصيغة الأولية للفورمالدهيد هي صيغته الجزيئية نفسها. فكم جرامًا يوجد في 2.00 mol من الفورمالدهيد؟

a. 30.00 g c. 182.0 g

b. 60.06 g d. 200.0 g

استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤال 4.

4. ما الصيغة الأولية لهذا المركب؟



a. $C_6H_2N_6O_3$

b. $C_4HN_5O_{10}$

c. CH_3NO_2

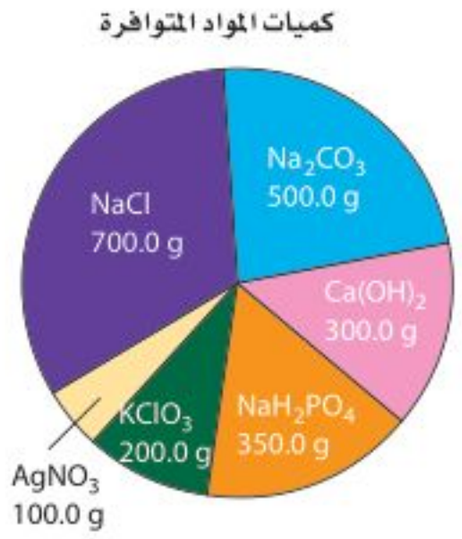
d. CH_5NO_3

5. 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 6 إلى 8.



6. يحضر فلز الفضة النقي باستخدام التفاعل الآتي:

$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)}$$

ما كتلة فلز النحاس بالجرامات المطلوبة للتفاعل مع $AgNO_3$ تمامًا؟

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات $AgNO_3$.

$$100.0\ \text{g AgNO}_3 \times \frac{1\ \text{mol AgNO}_3}{169.88\ \text{g AgNO}_3} = 0.589\ \text{mol AgNO}_3$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات Cu.

$$0.589\ \text{mol AgNO}_3 \times \frac{1\ \text{mol Cu}}{2\ \text{mol AgNO}_3} = 0.294\ \text{mol Cu}$$

الخطوة 3: احسب كتلة Cu بالجرامات.

$$0.294\ \text{mol Cu} \times \frac{63.55\ \text{g Cu}}{1\ \text{mol Cu}} = 18.70\ \text{g Cu}$$

موقع واجباتي

اختبار مقنن

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

$$Na_2CO_{3(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + CaCO_3$$

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

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

احسب عدد مولات Na_2CO_3.

$$500.0\ g\ Na_2CO_3 \times \frac{1\ mol\ Na_2CO_3}{106.00\ g\ Na_2CO_3}$$

$$= 4.717\ mol\ Na_2CO_3$$

احسب عدد مولات $Ca(OH)_2$.

$$300.0\ g\ Ca(OH)_2 \times \frac{1\ mol\ Ca(OH)_2}{74.10\ g\ Ca(OH)_2}$$

$$= 4.049\ mol\ Ca(OH)_2$$

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة يتفاعل $Ca(OH)_2$ مع Na_2CO_3 بنسبة $1\ mol\ Na_2CO_3 : 1\ mol\ Ca(OH)_2$، وتكون $Ca(OH)_2$ في هذا التفاعل هي المادة المُحدِّدة للتفاعل. والكمية 4 049 mol من $Ca(OH)_2$ هي الكمية المتفاعلة.

احسب عدد مولات NaOH الناتجة.

$$4.049\ mol\ Ca(OH)_2 \times \frac{2\ mol\ NaOH}{1\ mol\ Ca(OH)_2}$$

$$= 8.079\ mol\ NaOH$$

8. يتم تحضير مركب ثنائي الهيدروجين بيروفوسفات الصوديوم $Na_2H_2P_2O_7$، والمعروف بالاسم الشائع مسحوق الخبز – بتسخين $Na_2H_2PO_4$ إلى درجة حرارة عالية حسب المعادلة الآتية:

$$2\ NaH_2PO_{4(s)} \rightarrow Na_2H_2P_2O_{7(s)} + H_2O_{(g)}$$

فإذا كانت الكمية المطلوبة 444.0 g من $Na_2H_2P_2O_7$، فكم جرامًا من NaH_2PO_4 يلزم شراؤها لإنتاج هذه الكمية من $Na_2H_2P_2O_7$؟

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

الخطوة 1: احسب عدد مولات $Na_2H_2P_2O_7$.

$$444.0\ g\ Na_2H_2P_2O_7 \times \frac{1\ mol\ Na_2H_2P_2O_7}{221.94\ g\ Na_2H_2P_2O_7}$$

$$= 2.00\ mol\ Na_2H_2P_2O_7$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات NaH_2PO_4.

$$2.00\ mol\ Na_2H_2P_2O_7 \times \frac{2\ mol\ NaH_2PO_4}{1\ mol\ Na_2H_2P_2O_7}$$

$$= 4.00\ mol\ NaH_2PO_4$$

الخطوة 3: احسب كتلة NaH_2PO_4 بالجرامات.

$$4.00\ mol\ NaH_2PO_4 \times \frac{119.99g\ NaH_2PO_4}{1\ mol\ NaH_2PO_4}$$

$$= 480.0g\ NaH_2PO_4$$

الكمية المتوافرة – الكمية الكلية = الكمية التي يلزم شراؤها

= (المحسوبة) 480 0g – (من الرسم) 350 0g = 130 0g

موقع واجباتي

اختبار مقنن

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

$$2HgO_{(s)} \longrightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$$

فإذا تحللت 3.55 mol من HgO لتكوين 1.54 mol من O_2 و 618 g من Hg، فما نسبة المردود المئوية لهذا التفاعل؟

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

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 10 و11.

النسبة المئوية لمكونات أكاسيد النيتروجين

المركب	نسبة النيتروجين	نسبة الأكسجين
N_2O_4	30.4%	69.6%
N_2O_3	؟	؟
N_2O	63.6%	36.4%
N_2O_5	25.9%	74.1%

10. ما النسبة المئوية للنيتروجين في المركب N_2O_3؟

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

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

a. N_2O_4
b. N_2O_3
c. N_2O
d. N_2O_5

12. ما عدد مولات تيتانيت الكوبلت III Co_2TiO_4 الموجودة في 7.13 g من المركب؟

a. 2.39×10^{1} mol
b. 3.10×10^{-2} mol
c. 3.22×10^{1} mol
d. 4.17×10^{-2} mol
e. 2.28×10^{-2} mol

$$7.13g\ Co_2TiO_4 \times \frac{1\ mol\ Co_2TiO_4}{229.74g\ Co_2TiO_4}$$

$$= 0.0310\ mol = 3.10 \times 10^{-2}\ mol$$

أسئلة الإجابات القصيرة

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

$$(CH_3)_2N_2H_{2(l)} + 2\ N_2O_{4(l)} \rightarrow 3N_{2(g)} + 4H_2O_{(g)} + 2CO_{2(g)}$$

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؟

احسب النسبة المولية:

$$\text{النسبة المولية} = \frac{3\ mol\ N_2}{2\ mol\ N_2O_4}$$

احسب عدد مولات N_2:

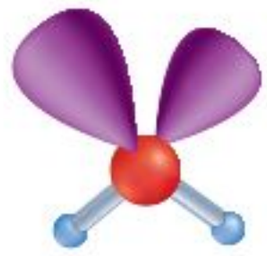
$$18\ \cancel{mol\ N_2O_4} \times \frac{3\ mol\ N_2}{2\ \cancel{mol\ N_2O_4}} = 27\ mol\ N_2$$

موقع واجباتي

اختبار مقنن

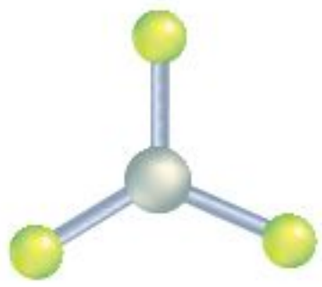
استخدم الأشكال الآتية للإجابة عن الأسئلة من 14 إلى 18.

a.

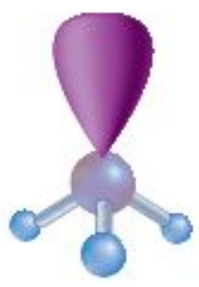


d.

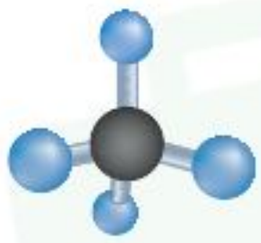
b.



e.



c.



14. أيّ الأشكال أعلاه يمثل جزيء كبريتيد الهيدروجين؟

a

15. أي الأشكال يمثل جزيئات لها أربعة أزواج مرتبطة من الإلكترونات ولا تحتوي أي زوج من الإلكترونات غير المرتبطة؟

c

16. أيّ الأشكال يُعرف بالشكل الهرمي؟

b

17. أيّ الأشكال يمثل ثاني أكسيد الكربون؟

d

18. أيّ الأشكال يمثل جزيئًا فيه مجالات مهجنة من نوع sp^2؟

b

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 19 و20.

طاقة التأين الأولى لعناصر الدورة الثالثة

العنصر	العدد الذري	طاقة التأين الأولى kJ/mol
الصوديوم	11	496
الماغنسيوم	12	736
الألومنيوم	13	578
السليكون	14	787
الفوسفور	15	1012
السيلينيوم	16	1000
الكلور	17	1251
الأرجون	18	1521

19. مثّل البيانات السابقة بيانيًّا، وضع العدد الذري على المحور السيني.

يجب أن تمثل البيانات علاقة خطية تقريبًا مع قليل من الحواف المتعرّجة كما في الشكل الآتي:

20. توقع قيمة طاقة التأين الأولى للعنصر الذي عدده الذري 19.

أقل من 496 kJ/mol

موقع واجباتي

20. وضّح الخط الذي تتغير فيه طاقــة التأين، وكيف ترتبط إلكترونات تكافؤ العنصر؟

تزداد طاقة التأيُّن عند الانتقال عبر الدورة (من اليسار إلى اليمين) أو من الأسفل إلى الأعلى عبر المجموعة في الجدول الدوري. فعناصر المجموعة 1 تمتلك إلكترون تكافؤ واحد، وعناصر المجموعة 2 تمتلك إلكتروني تكافؤ وهي نسبيًّا سهلة الفقد؛ لأن ذلك يُنتِج غلافًا خارجيًّا مكتملًا. أمّا عناصر الجانب الأيمن من الجدول الدوري فلها طاقة تأيُّن مرتفعة؛ لأن الغلاف الخارجي لها ممتلئ تقريبًا ممّا يجعلها أكثر قدرة على اكتساب عدد من الإلكترونات بدلا من فقدانها.

موقع واجباتي