

The Mole

الفكرة العامة يمثل المول عددًا كبيرًا من الجسيمات المتناهية في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المواد.

1-5 قياس المادة

الفكرة الرئيسية يستعمل الكيميائيون المول لعد الجسيمات ومنها الذرات والأيونات والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية.

2-5 الكتلة والمول

الفكرة الرئيسية يحتوي المول دائمًا على العدد نفسه من الجسيمات، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

3-5 مولات المركبات

الفكرة الرئيسية يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

حقائق كيميائية

- العملات المعدنية السعودية هي: 5، 10، 25، 50، 100 هـلات. وتتكون العملات المعدنية السعودية من النحاس والنيكل بنسب مختلفة.

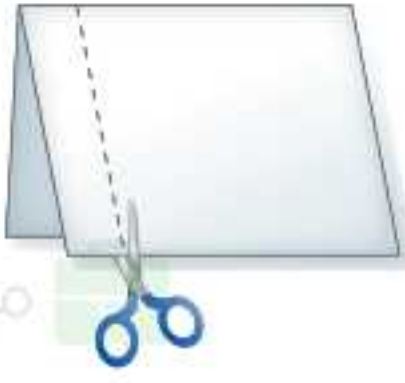
نشاطات تمهيدية

عوامل التحويل قم بعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تنظيم معلوماتك عن عوامل التحويل.

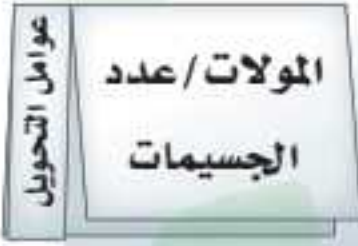
المطويات

منظمات الأفكار

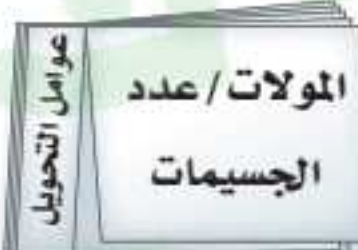
الخطوة 1 أحضر ثلاث أوراق، واثن كل ورقة



عرضياً من المنتصف. قس وارسم خطاً على بعد 3 cm من الطرف الأيسر. قص الورقة على طول هذا الخط، وكرر ذلك مع الورقتين الآخرين.



الخطوة 2 عنون كل ورقة بوصف عامل التحويل.



الخطوة 3 دبس الأوراق الثلاث معاً من المنتصف على طول حافتها الخارجية.

المطويات استعمل هذه المطوية في القسمين 1-5 و 2-5 من هذا الفصل. دوّن معلوماتك عن عوامل التحويل، ولخص الخطوات التي يتضمنها كل تحويل.

تجربة استهلاكية

ما مقدار المول؟

يسهل عد الأرقام الكبيرة باستعمال وحدات العد المختلفة كالدرزن والزوج والرزمة. ويستعمل الكيميائيون وحدة عد تسمى المول.



خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.
2. اختر جسمًا لتقيس طوله، مثل مشبك الورق، أو قطعة حلوى، أو أي جسم يزودك به معلمك.
3. استعمل المسطرة في قياس طول الجسم إلى أقرب 0.1 cm.

التحليل

1. احسب كم يمتد مول (6.02×10^{23} جسيم) من الجسم الذي اخترته إذا رصت جسيماته بعضها بجوار بعض؟ عبر عن إجابتك بوحدة المتر.
2. احسب المسافة في الخطوة 1 بوحدة السنة الضوئية (ly) علمًا بأن (ly = 9.46×10^{15} m).
3. قارن المسافة التي حسبتها في الخطوة الثانية بهذه المسافات الهائلة:

- a. المسافة إلى أقرب نجم (غير الشمس) 4.3 سنة ضوئية.
- b. المسافة إلى مركز مجرتنا 30.000 سنة ضوئية.
- c. المسافة إلى أقرب مجرة 2×10^6 سنة ضوئية.

استقصاء قارن نتائجك بنتائج أحد زملائك في الصف. هل تساوي كتلة مول من الجسم الذي اخترته كتلة مول من الجسم الذي اختاره زميلك؟ صمم استقصاء تحدد فيه ما إذا كان هناك علاقة بين المول والكتلة.

1. احسب كم يمتد مول (6.02×10^{23} جسيم) من الجسم الذي اخترته إذا رصت جسيماته بعضها بجوار بعض؟ عبر عن إجابتك بوحدة المتر.

تعتمد الإجابات على الجسم المختار. لمشابك الورق:

$$= \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ مشبك ورق}}{3.2 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1.9 \times 10^{22} \text{ m}$$

2. احسب المسافة في الخطوة 1 بوحدة السنة الضوئية (ly) علمًا بأن (ly = $9.46 \times 10^{15} \text{ m}$).

$$\begin{aligned} & \text{تعتمد الإجابات على الجسم المختار لمشابك الورق:} \\ & = \frac{1 \text{ ly}}{9.46 \times 10^{15} \text{ m}} \times 1.9 \times 10^{22} \text{ m} \\ & = 2.0 \times 10^6 \text{ ly} \end{aligned}$$

3. قارن المسافة التي حسبته في الخطوة الثانية بهذه المسافات الهائلة:

a. المسافة إلى أقرب نجم (غير الشمس) 4.3 سنة ضوئية.

a. تعتمد الإجابات على الجسم المختار لمشابك الورق، المسافة المحسوبة أكبر بكثير.

b. المسافة إلى مركز مجرتنا 30.000 سنة ضوئية.

b. ستتنوع الإجابات بالاعتماد على الجسم المختار، لمشابك الورق، المسافة المقطوعة أكبر بكثير.

c. المسافة إلى أقرب مجرة 2×10^6 سنة ضوئية.

c. الإجابات تعتمد على الجسم المختار لمشابك الورق، المسافة المحسوبة مساوية للمسافة لأقرب مجرة.

استقصاء قارن نتائجك بنتائج أحد زملائك في الصف. هل تساوي كتلة مول من الجسم الذي اخترته كتلة مول من الجسم الذي اختاره زميلك؟ صمم استقصاء تحدد فيه ما إذا كان هناك علاقة بين المول والكتلة.

المول الواحد من أشياء

مختلفة سيكون له أوزان مختلفة.

وصف الطلاب لهذه التجربة سيتنوع،

اقبل الإجابات المنطقية كلها. يجب

أن تظهر تجارب الطلاب العلاقة بين

الكتلة والمولات.

قياس المادة Measuring Matter



الفكرة الرئيسية يستعمل الكيميائيون المول لعد الجسيمات ومنها الذرات والأيونات والجزئيات ووحدات الصيغ الكيميائية.

الربط مع الحياة هل حاولت يوماً أن تعد المقاعد الموجودة في صفك؟ وهل خطر ببالك يوماً أن تعد حبات الأرز في كيس من الأرز؟ لعلك لاحظت أنه كلما صغرت المادة أصبح عدّها أصعب.

عدّ الجسيمات Counting Particles

هل ذهبت يوماً إلى إحدى المكتبات وطلبت إلى البائع درزن من أقلام الرصاص؟ إن ذلك لا يعني أنك تريد قلمًا أو قلمين، بل 12 قلمًا. قد تشتري زوجًا من القفازات، أو رزمة من ورق الطباعة. كل من الوحدات المبينة في الشكل 5-1، وهي الزوج والدرزن - والرزمة تمثل عددًا محددًا من الأشياء. وكلها تسهل عملية العد. فمن السهل شراء الورق وبيعه بالرزمة (500 ورقة) بدلاً من شرائه وبيعه بالورقة.

كل من وحدات العدّ المبينة في الشكل 5-1 تناسب عد نوع معين من الأشياء؛ اعتمادًا على حجمها واستخدامها. وبغض النظر عن كون الشيء قفازات أو بيضًا أو أقلام أو ورقًا فإن العدد الذي تمثله الوحدة يبقى دائمًا ثابتًا. يحتاج الكيميائيون أيضًا إلى طريقة ملائمة لعد الذرات والجزئيات ووحدات الصيغ الكيميائية (Formula units) في عينة كيميائية لمادة ما. إلا أن الذرات متناهية الصغر، وهناك الكثير منها حتى في العينات الصغيرة جدًا، مما يجعل عدّها بشكل مباشر مستحيلًا. لذلك قام الكيميائيون بإيجاد وحدة عدّ تُسمى المول، وقد عرفت من التجربة الاستهلاكية أنه يمثل عددًا ضخمًا من أي جسيم.

تفسر كيف يستخدم المول بشكل غير مباشر لعدّ جسيمات المادة.

تربط المول بوحدة عدّ يومية شائعة.

تحول بين المولات وعدد الجسيمات.

مراجعة المفردات

الجزئي: ذرتان أو أكثر مرتبطتان معًا لتكوين وحدة واحدة.

المفردات الجديدة

المول
عدد أفوجادرو



الشكل 5-1 وحدات مختلفة تستخدم لعدّ أجسام مختلفة. الزوج عبارة عن جسيمين، والدرزن 12، والرزمة 500.

اذكر وحدات عدّ أخرى مأثوفة لديك.

قد تشتمل الإجابات على ثلاثي، رباعي،

سداسي وما إلى ذلك.

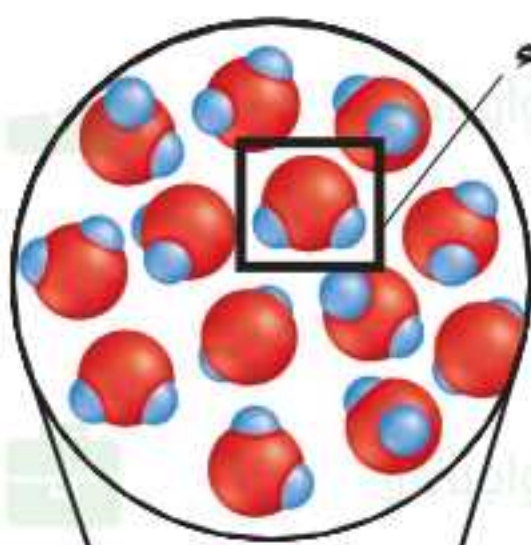
المول تُسمى وحدة النظام الدولي الأساسية المستخدمة لقياس كمية المادة **المول**. يعرف المول بحسب النظام الدولي للوحدات بأنه عدد ذرات الكربون - 12 في عينة كتلتها 12 g من الكربون-12. وخلال سنوات عديدة من التجارب تم الاتفاق على أن المول الواحد من أي مادة يحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات الممثلة -وحدات البناء- المكونة لهذه المادة، ومنها الذرات والجزيئات والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية، فإذا كتبت العدد فسوف يبدو كما يأتي:

602,213,670,000,000,000,000

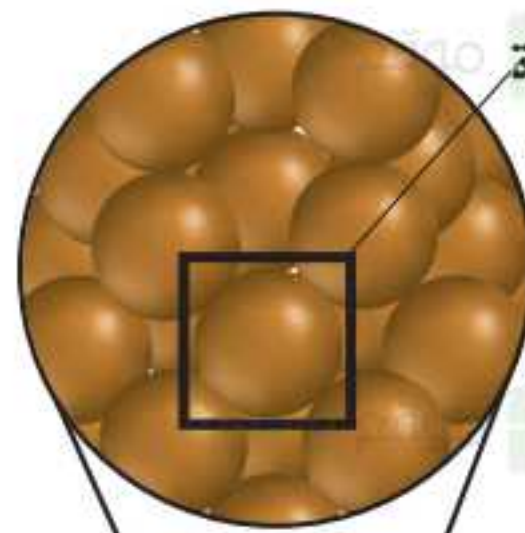
ويُسمى العدد 6.0221367×10^{23} **عدد أفوجادرو**، تكريماً للفيزيائي الإيطالي والمحامي أميدو أفوجادرو Amedeo Avogadro، الذي تمكن عام 1811م من تحديد حجم مول من الغاز.

ومن الواضح أن عدد أفوجادرو عدد هائل، وهذا يجعله صالحاً لعد المكونات المتناهية في الصغر، مثل الذرات. كما يمكنك أن تتصور أن عدد أفوجادرو لن يكون مناسباً لقياس كمية من كرات اللعب الزجاجية؛ لأن عدد أفوجادرو من هذه الكرات سوف يغطي سطح الأرض إلى عمق يتجاوز ستة كيلومترات. وكما هو موضح في الشكل 2-5، فإن استخدام المول مناسب لحساب كميات من المواد الكيميائية. ويبين الشكل كميات مقدارها مول واحد من كل من الماء، والنحاس، والملح، ويتكون كل منها من جسيمات ممثلة مختلفة. فالجسيمات الممثلة المكونة لمول من الماء هي جزيئات الماء، والمكونة لمول من النحاس هي ذرات النحاس، والمكونة لمول من كلوريد الصوديوم هي وحدات صيغة كلوريد الصوديوم.

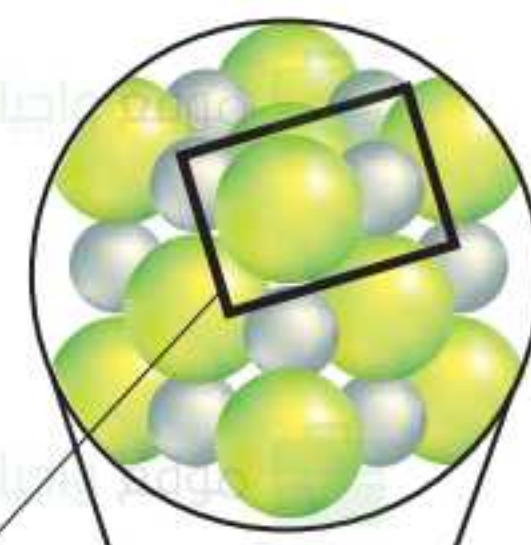
الشكل 2-5 كمية كل مادة مبينة هي 6.02×10^{23} ، أو 1 mol من الجسيمات الممثلة المكونة للمادة. الجسيمات الممثلة المكونة لكل مادة موضحة داخل المربع.



الماء H_2O



النحاس Cu



وحدة الصيغة الكيميائية



كلوريد الصوديوم NaCl

Converting Between Moles and Particles

افترض أنك اشترت ثلاثة درازن ونصف الدرزن من الورد، وأردت أن تعرف كم وردة فيها. ينبغي أن تستخدم عامل تحويل يربط بين الدرزن وعدد الورد لحساب عدد الورد، انظر الشكل 3-5.

$$1 \text{ درزن} = 12 \text{ وردة}$$

بقسمة كل من طرفي العلاقة على الطرف الآخر يمكن كتابة عاملي تحويل:

$$\frac{12 \text{ وردة}}{1 \text{ درزن}}, \quad \frac{1 \text{ درزن}}{12 \text{ وردة}}$$

ثم استخدم عامل التحويل المناسب الذي يمكنك من خلاله حساب عدد الورد. ويمكن الاستدلال على العامل الصحيح من خلال الوحدات، إذ تلغى كافة الوحدات ما عدا التي تحتاج إليها في الإجابة.

$$3.5 \text{ درزن} \times \frac{12 \text{ وردة}}{1 \text{ درزن}} = 42 \text{ وردة}$$

✓ **ماذا قرأت؟** اشرح كيف تعرف أنك اخترت عامل تحويل خطأ؟

في حالة الحصول على وحدة قياس خطأ

للإجابة، ويمكن مقارنة الإجابة، بالقيمة التي يمكن

الحصول عليها من خلال العلاقة الآتية:

عدد الذرات أو الأيونات أو الجزيئات لمادة ما =

عدد مولاتها × عدد أفوجادرو

تحويل المولات إلى جسيمات (ذرات أو أيونات أو جزيئات) لحساب عدد جزيئات السكر في 3.5 mol منه، نستخدم عدد أفوجادرو - أي العلاقة بين عدد المولات وعدد الجسيمات الممثلة - كعامل للتحويل.

$$6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة} = 1 \text{ mol من الجسيمات الممثلة.}$$

يمكنك من هذه العلاقة كتابة عاملي تحويل يربطان الجسيمات الممثلة بالمولات، هما:

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}}{1 \text{ mol}} = \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}}$$

ومن خلال استخدام عامل التحويل الصحيح يمكنك حساب عدد الجسيمات الممثلة في عدد من المولات.

$$\text{عدد الجسيمات الممثلة} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}}{1 \text{ mol}}$$

وكما هو مبين في الشكل 4-5 فإن الجسيم الممثل في السكر هو الجزيء ولحساب عدد جزيئات السكر في 3.5 mol منه عليك أن تستخدم عدد أفوجادرو عامل تحويل.

$$3.5 \text{ mol من السكر} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من السكر}}{1 \text{ mol من السكر}} =$$

$$2.11 \times 10^{24} \text{ جزيء من السكر}$$



12 وردة = 1 درزن ورد

الشكل 3-5 لكي تتمكن من

تحليل الوحدات يجب تعرّف العلاقة

الرياضية الصحيحة بين الوحدات

التي ستحولها. والعلاقة الموضحة

هنا - 12 وردة = 1 درزن ورد - يمكن

استعمالها لكتابة عاملي تحويل.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من

هذا القسم.

1. يستخدم الخارصين Zn في جلفنة الحديد لحمايته من التآكل. احسب عدد ذرات Zn في 2.5 mol منه.
2. احسب عدد الجزيئات في 11.5 mol من الماء H_2O .
3. تستخدم نترات الفضة $AgNO_3$ في تحضير أنواع متعددة من هاليدات الفضة المستخدمة في عملية التصوير الفوتوجرافي. ما عدد وحدات الصيغة $AgNO_3$ في 3.25 mol من نترات الفضة $AgNO_3$ ؟
4. تحفيز احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من جزيئات الأكسجين O_2 .

الإجابة في الصفحة التالية

تقدير حجم المول
لمادة ما

تجربة
عملية

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الانترانية



تحويل الجسيمات إلى مولات لحساب عدد المولات في عدد معين من الجسيمات الممثلة، يمكنك استخدام مقلوب عدد أفوجادرو عاملاً للتحويل.

$$\text{عدد المولات} = \text{عدد الجسيمات الممثلة} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}}$$

لنفترض مثلاً أنك تعلم أن عينة تحتوي على 2.11×10^{24} جزيء من السكروز، بدلاً من معرفتك عدد مولات السكروز. لتحويل هذا العدد من الجزيئات إلى مولات من السكروز فإنك تحتاج إلى عامل تحويل يكون فيه عدد المولات في البسط وعدد الجزيئات في المقام.

$$\text{عدد مولات السكروز} = 2.11 \times 10^{24} \text{ جزيء سكروز} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء سكروز}} = 3.5 \text{ mol من السكروز}$$

أي أن هناك 3.5 mol من السكروز في 2.11×10^{24} جزيء منه.

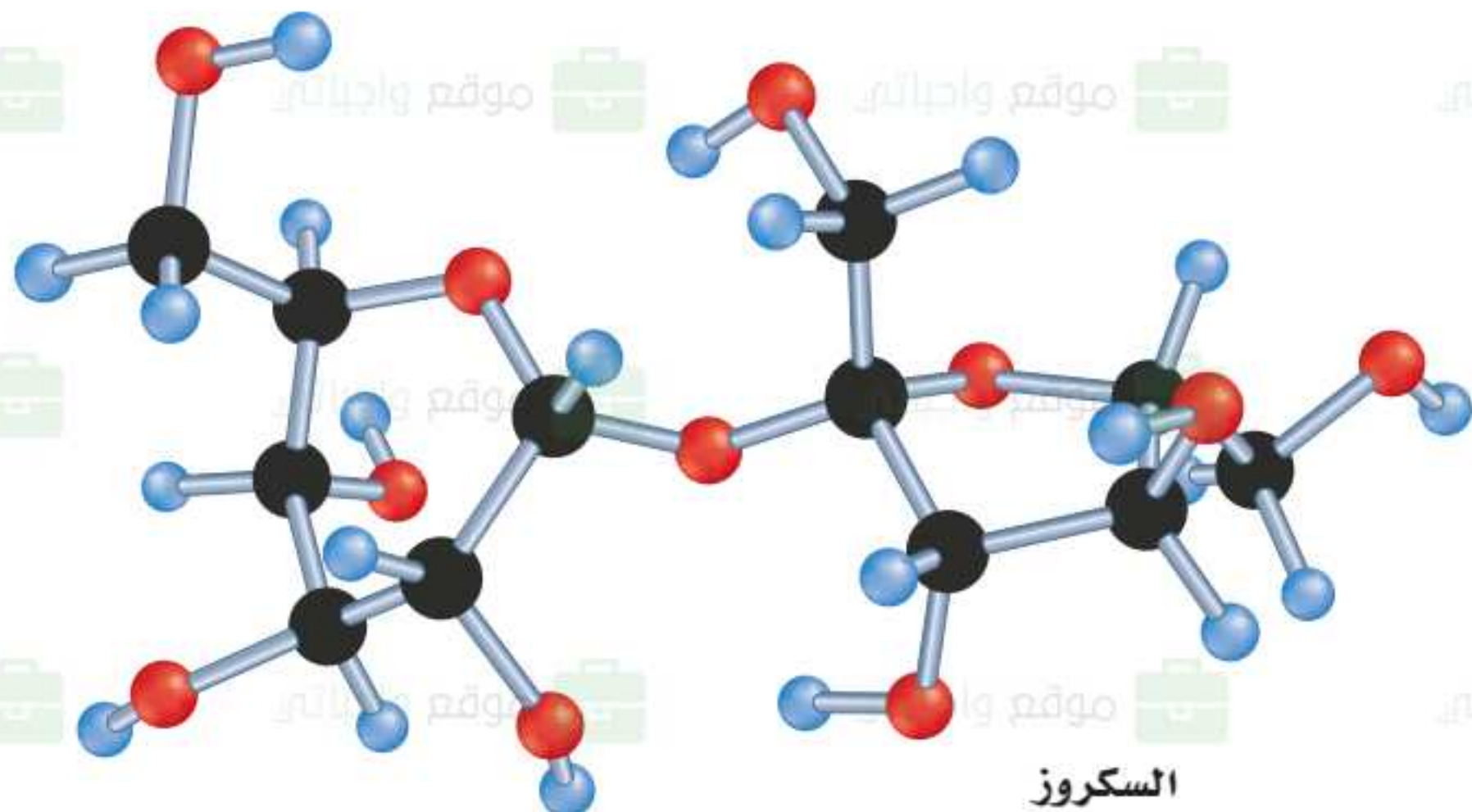
✓ **ماذا قرأت؟** اكتب عاملي التحويل اللذين يمكن الحصول عليهما من عدد أفوجادرو.

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules}}{1 \text{ mole}} \quad \text{و} \quad \frac{1 \text{ mole}}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules}}$$

الشكل 4-5 الجسيمات الممثلة للسكروز

هي الجزيئات. ويوضح نموذج الجزيئات (الكرات والوصلات البلاستيكية) أن جزيء السكروز وحدة واحدة مكونة من الكربون، والهيدروجين، والأكسجين.

تحليل استعن بنموذج جزيء السكروز لكتابة صيغته الكيميائية.



السكروز

1. يستخدم الخارصين Zn في جلفنة الحديد لحمايته من التآكل. احسب عدد ذرات Zn في 2.5 mol منه.

$$2.5 \text{ mol Zn} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 1.5 \times 10^{24} \text{ Zn}$$

2. احسب عدد الجزيئات في 11.5 mol من الماء H₂O.

$$11.5 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 6.92 \times 10^{24} \text{ جزيء من H}_2\text{O}$$

3. تستخدم نترات الفضة AgNO₃ في تحضير أنواع متعددة من هاليدات الفضة المستخدمة في عملية التصوير الفوتوجرافي. ما عدد وحدات الصيغة AgNO₃ في 3.25 mol من نترات الفضة AgNO₃؟

$$3.25 \text{ mol AgNO}_3 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة من AgNO}_3}{1 \text{ mol AgNO}_3} = 1.96 \times 10^{24} \text{ وحدة صيغة من AgNO}_3$$

4. تحفيز احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من جزيئات الأكسجين O₂.

$$5.00 \text{ mol O}_2 \times \frac{2 \text{ ذرة من O}}{1 \text{ جزيء من O}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 6.02 \times 10^{24} \text{ ذرة من O}$$

مثال 1-5

تحويل الجسيمات إلى مولات يستخدم النحاس Cu في صناعة الأسلاك الكهربائية. احسب عدد مولات النحاس التي تحتوي على 4.5×10^{24} ذرة منه.

1 تحليل المسألة

لديك عدد من ذرات النحاس، وعليك أن تحسب عدد المولات. لو قارنت 4.5×10^{24} ذرة من النحاس Cu مع 6.02×10^{23} ، وهو عدد الذرات في المول، يمكنك أن تتوقع أن الإجابة يجب أن تكون أقل من 10 mol.

المعطيات

عدد ذرات النحاس = 4.50×10^{24} ذرة

المطلوب

عدد مولات Cu = ؟

1 mol من النحاس Cu = 6.02×10^{23} ذرة من النحاس

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب عدد أفوجادرو) والذي يربط عدد المولات بعدد الذرات.

$$\text{عدد المولات} = \text{عدد الذرات} \times \frac{1 \text{ mol من النحاس}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}}$$

طبق عامل التحويل

$$= 4.50 \times 10^{24} \text{ ذرة من النحاس} \times \frac{1 \text{ mol من النحاس}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}} = 7.48 \text{ mol من النحاس}$$

عوض واضرب الأرقام والوحدات واقسمها

3 تقويم الإجابة

عدد ذرات النحاس وعدد أفوجادرو كلاهما يشتمل على ثلاثة أرقام معنوية. الإجابة مكتوبة بشكل صحيح وهي أقل من 10 mol، كما هو متوقع، كما أن وحداتها صحيحة.

مسائل تدريبية

5. ما عدد المولات في كل من:

a. 5.75×10^{24} ذرة من الألومنيوم Al.

b. 2.50×10^{20} ذرة من الحديد Fe.

6. تحفيز احسب عدد المولات في كل من:

a. 3.75×10^{24} جزيء من ثاني أكسيد الكربون CO_2 .

b. 3.58×10^{23} جزيء من كلوريد الخارصين ZnCl_2 .

5. ما عدد المولات في كل من:

a. 5.75×10^{24} ذرة من الألومنيوم Al.

$$\frac{1 \text{ mol Al}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Al}} \times 5.57 \times 10^{23} \text{ ذرة من Al} = 9.55 \text{ mol Al}$$

b. 2.50×10^{20} ذرة من الحديد Fe.

$$\frac{1 \text{ mol Fe}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Fe}} \times 2.50 \times 10^{20} \text{ ذرة من Fe} = 4.15 \times 10^{-4} \text{ mol Fe}$$

6. تحفيز احسب عدد المولات في كل من:

a. 3.75×10^{24} جزيء من ثاني أكسيد الكربون CO_2 .

$$\frac{1 \text{ mol CO}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من CO}_2} \times 3.75 \times 10^{24} \text{ جزيء من CO}_2 = 6.23 \text{ mol CO}_2$$

b. 3.58×10^{23} جزيء من كلوريد الخارصين ZnCl_2 .

$$\frac{1 \text{ mol ZnCl}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من ZnCl}_2} \times 3.58 \times 10^{23} \text{ جزيء من ZnCl}_2 = 0.595 \text{ mol ZnCl}_2$$

7. الفكرة الرئيسية فسر لماذا يستخدم الكيميائيون المول؟

يستخدم الكيميائيون المول لأنه يوفر طريقة ملائمة لمعرفة عدد الجسيمات في العينة.

8. اذكر العلاقة الرياضية التي تربط بين عدد أفوجادرو، والمول الواحد من أي مادة (1mol).

يحتوي المول الواحد على عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) من الجسيمات.

9. اكتب عوامل التحويل المستخدمة للتحويل بين الجسيمات والمولات.

$$\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جسيم}} \quad \text{أو} \quad \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جسيم}}{1 \text{ mol}}$$

10. فسر وجه الشبه بين المول والدرزن.

المول هو وحدة لعد 6.02×10^{23} جسيم. أما الدرزن فيُستعمل لعد 12 وحدة.

11. طبق كيف يحسب الكيميائي عدد الجسيمات في عدد معين من مولات المادة؟

نضرب عدد المولات في عدد أفوجادرو.

12. احسب عدد الجسيمات الممثلة (ذرات أو جزيئات أو أيونات أو وحدات صيغة) في كل من المواد الآتية:

a. 11.5 mol من الفضة Ag.

$$11.5 \text{ mol Ag} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Ag}}{1 \text{ mol Ag}}$$

$$= 6.92 \times 10^{24} \text{ ذرة من Ag}$$

b. 18.0 mol من الماء H_2O .

$$18.0 \text{ mol } H_2O \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O}$$

$$= 1.08 \times 10^{25} \text{ جزيء من } H_2O$$

c. 0.15 mol من كلوريد الصوديوم NaCl.

$$0.150 \text{ mol NaCl} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة من NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}}$$

$$= 9.03 \times 10^{22} \text{ وحدة صيغة من NaCl}$$

d. 1.35×10^{-2} mol من الميثان CH_4 .

$$1.35 \times 10^{-2} \text{ mol } CH_4 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4}$$

$$= 8.13 \times 10^{21} \text{ جزيء من } CH_4$$

13. رتب العينات الثلاث الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب عدد الجسيمات الممثلة:

1.25×10^{25} ذرة من الخارصين Zn

3.56 mol من الحديد Fe

6.78×10^{22} جزيء من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$

$$3.56 \text{ mol Fe} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Fe}}{1 \text{ mol Fe}}$$

$$= 2.14 \times 10^{24} \text{ ذرة من Fe}$$

من الأصغر إلى الأكبر: 6.78×10^{22} جزيء من الجلوكوز، ثم

2.14×10^{24} ذرة من Fe، ثم 1.25×10^{25} ذرة من Zn.

الأهداف

- تربط كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.
- تحول بين عدد مولات العنصر وكتلته.
- تحول بين عدد مولات العنصر وعدد ذراته.

مراجعة المفردات

عامل التحويل: نسبة بين قيم متكافئة، يستخدم للتعبير عن الكمية نفسها بوحدات مختلفة.

المفردات الجديدة

الكتلة المولية

الكتلة والمول Mass and the Mole

الفكرة الرئيسية يحتوي المول على العدد نفسه من الجسيمات دائماً، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

الربط مع الحياة عند شراء درزن بيض، يمكنك اختيار أحجام مختلفة: صغيرة ومتوسطة وكبيرة. لا يؤثر حجم البيض في عدد ما يحتويه الصندوق. وهذا وضع مشابه لحجم الذرات التي تكوّن المول.

كتلة المول The Mass of a Mole

لن نتوقع أن كتلة درزن من الليمون تساوي كتلة درزن من البيض؛ لأن البيض والليمون يختلفان في الحجم والتركيب، فمن غير المفاجئ إذن أن تكون لهما كتل مختلفة، كما هو موضح في الشكل 5-5. لذلك فإن كميتين مقدار كل منهما مول واحد من مادتين مختلفتين لهما كتلتان مختلفتان؛ لأن لكل منهما تركيباً مختلفاً. فلو وضعت مولاً واحداً من الكربون مثلاً، ومولاً واحداً من النحاس في ميزانين فستري فرقاً في الكتلة، كالذي تراه في كتل البيض، والليمون. وهذا يحدث لأن كتلة ذرات الكربون تختلف عن كتلة ذرات النحاس، ولذلك فإن كتلة 6.02×10^{23} ذرة من الكربون لا تساوي كتلة 6.02×10^{23} ذرة من النحاس.



الشكل 5-5 كتلة درزن من الليمون تساوي ضعف كتلة درزن من البيض تقريباً. وبعد الفرق بين الكتلتين منطقياً؛ لأن الليمون يختلف عن البيض في تركيبه وحجمه.

الشكل 6-5 مول من الحديد، يحتوي على عدد أفوجادرو من الذرات، ممثلاً بكيس له كتلة مساوية لكتلته الذرية بالجرامات.

طبق ما كتلة مول من النحاس؟

63.546 g

$$6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الحديد} =$$



1 mol من الحديد



الكتلة المولية كيف ترتبط كتلة ذرة واحدة بكتلة مول واحد من تلك الذرة؟ تذكر أن المول يعرف على أنه عدد ذرات الكربون -12 في 12 g منه. ومن ثم فكتلة 1 mol من ذرات الكربون -12 هي 12 g. وسواءً كنت مهتماً بذرة واحدة أو بعدد أفوجادرو من الذرات (1 mol) فإن كتل جميع الذرات تم تعيينها بالنسبة إلى كتلة ذرة الكربون -12. وتسمى الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية **الكتلة المولية**. الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددياً كتلته الذرية، ووحدتها g/mol. وكما هو مبين في الجدول الدوري، فإن كتلة ذرة الحديد الواحدة مقدارها 55.845 amu. لذا فالكتلة المولية للحديد تساوي 55.845 g/mol. لاحظ أنه بقياس 55.845 g من الحديد تكون بطريقة غير مباشرة قد عدت 6.02×10^{23} ذرة منه. الشكل 6-5 يوضح العلاقة بين الكتلة المولية ومول واحد من العنصر.

مختبر حل المشكلات

صياغة نموذج

التفكير الناقد

1. طبق ما كتلة ذرة الهيليوم الواحدة بالجرامات؟ (كتلة النيوترون مساوية تقريباً لكتلة البروتون).

بما أن كتلة النيوترون مساوية تقريباً لكتلة البروتون، فستحتوي ذرة الهيليوم على 4 بروتونات.

$$1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$$

4 بروتون

×

1 ذرة من He

بروتون

$$6.69 \times 10^{-24} \text{ g لكل ذرة من He} =$$

كيف ترتبط الكتلة المولية وعدد أفوجادرو والكتلة الذرية؟ يمكن أن يوفر نموذج نواة الذرة صورة مبسطة للعلاقات بين المول، والكتلة المولية وعدد الجسيمات.

التحليل

يظهر الرسم عن اليسار نماذج أنوية H-1 و He-4. تحتوي نواة H-1 على بروتون واحد بكتلة مقدارها 1.007 amu، وقد قدرت كتلة البروتون بالجرامات $1.672 \times 10^{-24} \text{ g}$. تحتوي نواة الهيليوم-4 على بروتونين ونيوترونين، ولها كتلة مقدارها 4 amu.

2. ارسم الكربون-12 يحتوي على ستة بروتونات وستة نيوترونات. ارسم نواة الكربون-12، واحسب كتلة الذرة الواحدة بوحدتي g و amu.



يجب أن يتضمن الرسم 6 بروتونات و6 نيوترونات.

$$\frac{1.67 \times 10^{-24} \text{g}}{1 \text{ بروتون}} \times \frac{12 \text{ بروتون}}{1 \text{ ذرة من C-12}} = 2.00 \times 10^{-23} \text{g لكل ذرة من C-12}$$

3. طبق ما عدد ذرات الهيدروجين-1 في عينة كتلتها 1.007 g؟ تذكر أن 1.007 amu هي كتلة ذرة واحدة من الهيدروجين-1. قرب إجابتك إلى أقرب جزء من مائة.

$$\frac{1.007 \text{g}}{1.67 \times 10^{-24} \text{g}} \times 1 \text{ ذرة من H-1} = 6.0 \times 10^{23} \text{ ذرة من H-1}$$

4. طبق لو كانت لديك عيتان من الهيليوم والكربون تحتويان على عدد أفوجادرو من الذرات، فكم تكون كتلة كل عينة بالجرامات؟

$$\frac{6.69 \times 10^{-24} \text{g}}{1 \text{ ذرة من He}} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من He} = 4.03 \text{g He}$$

$$\frac{2.00 \times 10^{-23} \text{g}}{1 \text{ ذرة من C}} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من C} = 12.1 \text{g C}$$

5. استنتج ماذا يمكنك أن تستنتج عن العلاقة بين عدد الذرات وكتلة كل عينة؟

كتلة المول الواحد من أي ذرة بالجرامات لها القيمة نفسها بوحدة الكتل الذرية.

استخدام الكتلة المولية Using Molar Mass

تحويل المولات إلى كتلة افترض أنه خلال عملك في مختبر الكيمياء احتجت إلى 3.00 mol من النحاس Cu لتفاعل كيميائي، فكيف تقيس هذه الكمية؟ يمكن تحويل عدد مولات النحاس إلى كتلة تقاس بالميزان. ولحساب كتلة عدد معين من المولات اضرب عدد المولات في الكتلة المولية:

$$\text{الكتلة بالجرامات (g)} = \text{عدد المولات (mol)} \times \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1 \text{ mol}}$$

إذا نظرت إلى الجدول الدوري للعناصر فستجد أن Cu-29 له كتلة ذرية مقدارها 63.54 amu، وأنت تعلم أن الكتلة المولية للعنصر (g/mol) تساوي الكتلة الذرية (معبّرًا عنها بوحدة amu)، لذلك فكتلة النحاس المولية هي 63.546 g/mol، وباستخدامها يمكنك تحويل 3.00 mol نحاس إلى جرامات نحاس.

$$3.00 \text{ mol Cu} \times \frac{63.546 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 191 \text{ g Cu}$$

لذا، كما هو موضح في الشكل 5-7، يمكنك قياس 3.00 mol من النحاس اللازمة للتفاعل باستخدام ميزان لتعيين 191 g من النحاس، والتحويل العكسي (من الكتلة إلى المولات) يتضمن استخدام مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل. فهل بإمكانك تفسير السبب؟

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



الشكل 5-7 لقياس 3.00 mol من النحاس، ضع ورقة وزن على الميزان، وصَفِّره، ثم ضع 191 g من النحاس.

الربط مع علم الأحياء يكتشف علماء الخلية بروتينات حيوية جديدة باستمرار، حيث تشكل التقنيات الحيوية مستقبل الرعاية الصحية. ويهتم مشروع "نيوم NEOM" بشكل خاص بالتقنيات الحيوية لأنها السبيل إلى مستقبل الرعاية الصحية والرفاهية المستقبلية. ورؤية مشروع "نيوم NEOM" أن يكون مقصداً جديداً للعالم بأسره في مجال التقنيات الحيوية بحثاً عن الجيل القادم من العلاج الجيني وعلم الجينوم وأبحاث الخلايا الجذعية وتقنية النانو الحيوية والهندسة الحيوية. وبعد اكتشاف جزيء حيوي جديد يقوم عالم الأحياء بتعيين الكتلة المولية للمركب باستخدام تقنية مطياف الكتلة، الذي يوفر - بالإضافة إلى الكتلة المولية - معلومات إضافية تساعد على الكشف عن التركيب الكيميائي للمركب.

* المصدر: كتيب مشروع نيوم NEOM؛ ص: 10.

مثال 2-5

التحويل من المول إلى الكتلة الكروم Cr عنصر انتقالي، يستخدم في طلاء الحديد والفولاذ لحمايتها من التآكل. احسب كتلة 0.0450 mol من الكروم.

1 تحليل المسألة

لديك عدد مولات الكروم التي يجب حساب كتلتها باستخدام الكتلة المولية للكروم من الجدول الدوري للعناصر. ولأن العينة أقل من 0.1 mol، فيجب أن تكون الإجابة أقل من 0.1 من الكتلة المولية.

المعطيات

عدد المولات = 0.0450 mol

الكتلة المولية للكروم = 52.00 g/mol

المطلوب
كتلة Cr = ؟

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (الكتلة المولية) الذي يربط جرامات الكروم بمولاته، ثم عوّض بالقيم المعروفة في المعادلة وحلها.

طبق عامل التحويل

$$\begin{aligned} \text{كتلة الكروم (g)} &= \text{مولات الكروم (mol)} \times \frac{\text{الكتلة المولية للكروم (g)}}{1 \text{ mol من الكروم}} \\ &= 0.0450 \text{ mol Cr} \times \frac{52.00 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} \\ &= 2.34 \text{ g Cr} \end{aligned}$$

عوض بالمعطيات وأوجد الحل

3 تقويم الإجابة

الإجابة أقل من 0.1 mol كما هو متوقع، والوحدة صحيحة، وهي (g).

مسائل تدريبية

14. احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يأتي:

a. 3.57 mol من الألومنيوم Al.

b. 42.6 mol من السليكون Si.

15. تحفيز احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يأتي:

a. 3.54×10^2 mol من الكوبلت Co.

b. 2.45×10^{-2} mol من الخارصين Zn.

14. احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يأتي:

a. 3.57 mol من الألومنيوم Al.

$$3.57 \cancel{\text{mol Al}} \times \frac{26.98 \text{ g Al}}{1 \cancel{\text{mol Al}}} = 96.3 \text{ g Al}$$

b. 42.6 mol من السليكون Si.

$$42.6 \cancel{\text{mol Si}} \times \frac{28.09 \text{ g Si}}{1 \cancel{\text{mol Si}}} = 1.20 \times 10^3 \text{ g Si}$$

15. تحفيز احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يأتي:

a. 3.54×10^2 mol من الكوبلت Co.

$$3.54 \times 10^2 \cancel{\text{mol Co}} \times \frac{58.93 \text{ g Co}}{1 \cancel{\text{mol Co}}} = 2.03 \times 10^4 \text{ g Co}$$

b. 2.45×10^{-2} mol من الخارصين Zn.

$$2.45 \times 10^{-2} \cancel{\text{mol Zn}} \times \frac{65.38 \text{ g Zn}}{1 \cancel{\text{mol Zn}}} = 1.60 \text{ g Zn}$$

مثال 3-5

التحويل من الكتلة إلى المول الكالسيوم Ca من أكثر العناصر توافراً في الأرض، ويوجد دائماً متحداً مع عناصر أخرى بسبب نشاطه العالي. ما عدد مولات الكالسيوم في 525 g منه؟

1 تحليل المسألة

عليك أن تحول كتلة الكالسيوم إلى مولات كالسيوم؛ فكتلة الكالسيوم هنا أكبر من الكتلة المولية أكثر من عشر مرات، لذلك يجب أن تكون الإجابة أكبر من 10 mol.

المعطيات

الكتلة = 525 g Ca

الكتلة المولية لـ Ca = 40.08 g/mol

المطلوب

عدد مولات Ca = ؟

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الكالسيوم بجراماته، وعوّض القيم المعلومة، وحل:

طبق عامل التحويل

$$\text{مولات الكالسيوم (mol)} = \text{كتلة الكالسيوم (g)} \times \frac{1 \text{ mol من الكالسيوم}}{\text{الكتلة المولية للكالسيوم (g)}}$$

$$= 525 \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40.08 \text{ g Ca}} = 13.1 \text{ mol Ca}$$

عوض بالمعطيات وأوجد الحل

3 تقويم الجواب

الإجابة أكبر من 10 mol كما هو متوقع، والوحدة صحيحة، وهي mol.

مسائل تدريبية

16. احسب عدد المولات في كل مما يأتي:

a. 25.5 g من الفضة Ag.

b. 300.0 g من الكبريت S.

17. تحفيز حوّل كلّاً من الكتل الآتية إلى مولات:

a. $1.25 \times 10^3 \text{ g}$ من الخارصين Zn.

b. 1.00 Kg من الحديد Fe.

الإجابة في الصفحة التالية

16. احسب عدد المولات في كل مما يأتي:

a. 25.5 g من الفضة Ag.

$$25.5 \cancel{\text{g Ag}} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{107.9 \cancel{\text{g Ag}}} = 0.236 \text{ mol Ag}$$

b. 300.0 g من الكبريت S.

$$300 \cancel{\text{g S}} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32.07 \cancel{\text{g S}}} = 9.355 \text{ mol S}$$

17. تحفيز حوّل كلّاً من الكتل الآتية إلى مولات:

a. $1.25 \times 10^3 \text{ g}$ من الخارصين Zn.

$$1.25 \times 10^3 \cancel{\text{g Zn}} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65.38 \cancel{\text{g Zn}}} = 19.1 \text{ mol Zn}$$

b. 1.00 Kg من الحديد Fe.

$$1 \cancel{\text{kg Fe}} \times \frac{1000 \cancel{\text{g Fe}}}{1 \cancel{\text{kg Fe}}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{55.85 \cancel{\text{g Fe}}} = 1.79 \times 10^1 \text{ mol Fe}$$

$$= 17.9 \text{ mol Fe}$$

التحويل بين الكتلة والذرات إنك لا تستطيع أن تقوم بتحويل مباشر من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكونة لها؛ إذ لا بد أن تحول الكتلة إلى عدد المولات في البداية، وهذه العملية المكونة من خطوتين موضحة في المثال 4-5.

مثال 4-5

التحويل من الكتلة إلى الذرات الذهب Au هو أحد فلزات العملة (الذهب، الفضة، النحاس). ما عدد ذرات الذهب في عملة ذهبية كتلتها 31.1 g؟

1 تحليل المسألة

عليك أن تحسب عدد الذرات في كتلة معينة من الذهب. ولأنك لا تستطيع التحويل مباشرة من الكتلة إلى عدد الذرات، فعليك أولاً أن تحول الكتلة إلى مولات باستخدام الكتلة المولية، ثم تحول المولات إلى عدد الذرات باستخدام عدد أفوجادرو. ولأن كتلة الذهب المعطاة هي سُدس الكتلة المولية للذهب (196.97 g/mol). لذا فعدد ذرات الذهب يجب أن يكون سُدس عدد أفوجادرو تقريباً.

المعطيات

الكتلة = 31.1 g Au

الكتلة المولية = 196.97 g/mol

المطلوب

عدد ذرات Au = ؟

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الذهب بجراماته.

طبق عامل التحويل

$$\text{عدد مولات الذهب (mol)} = \text{كتلة الذهب (g)} \times \frac{1 \text{ mol من الذهب}}{\text{الكتلة المولية للذهب (g)}}$$

عوض بالمعطيات، واحسب عدد المولات

$$31.1 \text{ g Au} \times \frac{1 \text{ mol Au}}{196.97 \text{ g Au}} = 0.158 \text{ mol Au}$$

لتحويل المولات إلى عدد ذرات، اضرب في عدد أفوجادرو

طبق عامل التحويل

$$\text{عدد ذرات الذهب} = \text{عدد مولات الذهب (mol)} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الذهب}}{1 \text{ mol من الذهب}}$$

عوض بالمعطيات، وأوجد الحل

$$= 0.158 \text{ mol Au} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الذهب}}{1 \text{ mol Au}}$$

$$= 9.51 \times 10^{22} \text{ ذرة من الذهب}$$

3 تقويم الإجابة

الإجابة تساوي سدس عدد أفوجادرو تقريباً، كما هو متوقع. والوحدة صحيحة، وهي ذرة (atom).

مثال 5-5

تحويل الذرات إلى كتلة الهيليوم He غاز نبيل، فإذا احتوى بالون على 5.50×10^{22} ذرة من الهيليوم، فاحسب كتلة الهيليوم فيه.

1 تحليل المسألة

عدد ذرات الهيليوم معلومة لديك، وعليك إيجاد كتلة الغاز. حوّل أولاً عدد الذرات إلى مولات، ثم حول المولات إلى جرامات.

المعطيات

عدد ذرات الهيليوم He = 5.50×10^{22} ذرة

الكتلة المولية للهيليوم = 4.00 g/mol He

المطلوب

كتلة He = ؟

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب عدد أفوجادرو) الذي يربط المولات بعدد الذرات

طبق عامل التحويل
عدد مولات الهيليوم (mol) = عدد ذرات الهيليوم $\times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الهيليوم}}$

عوض $5.50 \times 10^{22} \text{ atoms He}$ = $5.50 \times 10^{22} \text{ ذرة من He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من He}}$

اضرب واقسم الأرقام والوحدات
 $0.0914 \text{ mol He} =$

لتحويل عدد المولات إلى كتلة، اضرب في الكتلة المولية

طبق عامل التحويل
كتلة الهيليوم بالجرامات (g) = عدد مولات الهيليوم (mol) $\times \frac{\text{الكتلة المولية للهيليوم (g)}}{1 \text{ mol He}}$

عوض عدد مولات He = 0.0914 mol الكتلة المولية He = 4.00 g/mol ، وأوجد الحل
 $= 0.0914 \text{ mol He} \times \frac{4.00 \text{ g He}}{1 \text{ mol He}} = 0.366 \text{ g He}$

3 تقويم الإجابة

عُبر عن الجواب بالوحدة الصحيحة (g).

مسائل تدريبية

18. ما عدد الذرات في 11.5 g من الزئبق Hg؟

$$11.5 \text{ g Hg} \times \frac{1 \text{ mol Hg}}{200.6 \text{ g Hg}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Hg}}{1 \text{ mol Hg}} = 3.45 \times 10^{22} \text{ ذرة من Hg}$$

19. ما كتلة 1.50×10^{15} ذرة من النيتروجين N؟

$$1.50 \times 10^{15} \text{ ذرة من N} \times \frac{1 \text{ mol N}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من N}} \times \frac{14.01 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 3.49 \times 10^{-8} \text{ g ذرة من N}$$

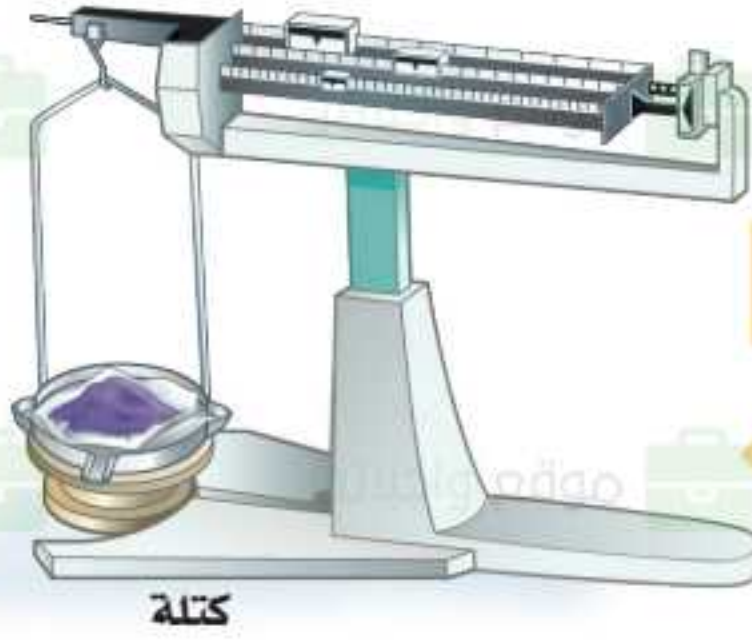
20. تحفيز احسب عدد الذرات في كل مما يأتي:

a. $4.56 \times 10^3 \text{ g}$ من السليكون Si.

$$4.56 \times 10^3 \text{ g Si} \times \frac{1 \text{ mol Si}}{28.09 \text{ g Si}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Si}}{1 \text{ mol Si}} = 9.77 \times 10^{25} \text{ ذرة من Si}$$

b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti.

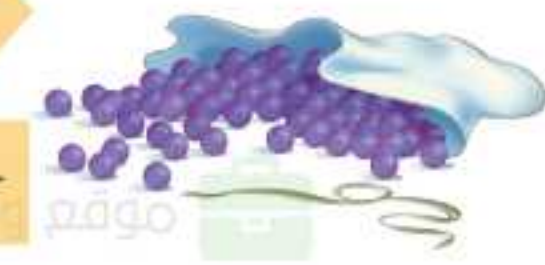
$$0.120 \text{ kg Ti} \times \frac{1000 \text{ g Ti}}{1 \text{ kg Ti}} \times \frac{1 \text{ mol Ti}}{47.87 \text{ g Ti}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Ti}}{1 \text{ mol Ti}} = 1.51 \times 10^{24} \text{ ذرة من Ti}$$



1 mol
عدد الجرامات



6.02×10^{23} من الجسيمات
1 mol



كتلة

مول

جسيمات

الشكل 5-8 يعد المول أساس التحويل بين الكتلة والجسيمات الممثلة (الذرات، الأيونات، الجزيئات، وحدات الصيغة). في الشكل تمثل الكتلة في الميزان والمولات في حقيبة تحتوي على الجسيمات الممثلة، والجسيمات الممثلة تنتشر من الحقيبة. تحتاج إلى خطوتين للتحويل من الكتلة إلى الجسيمات أو العكس.

الآن بعد أن أجريت تحويلاً بين الكتلة، والمولات، والجسيمات، أنت تدرك أن المول أساس الحسابات. فالكتلة دائماً تحول إلى مولات قبل تحويلها إلى ذرات، والذرات تحول إلى مولات قبل أن تحسب كتلتها.

الشكل 5-8 يبين خطوات التحويل. في الأمثلة الحسابية التي مرت بك، استعملت خطوتين في التحويل، فإما تحويل الكتلة إلى مولات ثم إلى ذرات، أو تحويل الذرات إلى مولات ثم إلى كتلة. ويمكنك دمج الخطوتين في خطوة واحدة. افترض أنك تريد معرفة عدد جزيئات الأكسجين في 1.00 g منه. إن عملية التحويل هذه تتطلب التحويل من كتلة إلى مولات ومن مولات إلى جزيئات، ويمكن أن تمثل ذلك في المعادلة.

$$= 1.00 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{31.998 \text{ g O}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء O}_2}{1 \text{ mol O}_2}$$

$$= 1.88 \times 10^{22} \text{ جزيء}$$

التقويم 5-2

الخلاصة

- تسمى الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية الكتلة المولية.
- الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددياً كتلته الذرية.
- الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفوجادرو من الجسيمات المكونة لهذه المادة.
- تستخدم الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى كتلة، ويستخدم مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى مولات.

- الفكرة الرئيسية** لخص الفرق بين كميات مول واحد من مادتين مختلفتين أحاديتي الذرات من حيث الجسيمات والكتلة؟
- اذكر معامل التحويل اللازم للتحويل بين الكتلة والمولات لذرة الفلور.
- اشرح كيف تربط الكتلة المولية كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.
- صف الخطوات اللازمة لتحويل كتلة عنصر ما إلى ذراته.
- احسب كتلة 0.25 mol من ذرات الكربون-12.
- رتب الكميات الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب الكتلة: 1.0 mol Ar، 3.0×10^{24} ذرة من Ne، 20 g Kr.
- حدّد الكمية التي تحسب بقسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفوجادرو.
- صمّم خريطة مفاهيمية توضح العوامل اللازمة للتحويل بين الكتلة، والمولات، وعدد الجسيمات.

21. **الفكرة الرئيسية** لخص الفرق بين كميات مول واحد من مادتين مختلفتين

أحاديّتي الذرات من حيث الجسيمات والكتلة؟

كلّ مول واحد يحتوي على 6.03×10^{23} جسيم، ولكن سيكون لها

كتل مختلفة.

22. اذكر معامل التحويل اللازم للتحويل بين الكتلة والمولات لذرة الفلور.

التحويل من الكتلة إلى المولات يُستعمل عامل التحويل

1 mol

18.998g

وللتحويل من المولات إلى الكتلة يُستعمل عامل التحويل

18.998 g

1 mol

23. اشرح كيف تربط الكتلة المولية كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.

الكتلة المولية هي الكتلة بالجرامات لمول واحد من أيّ مادة نقية.

24. صف الخطوات اللازمة لتحويل كتلة عنصر ما إلى ذراته.

اضرب الكتلة في مقلوب الكتلة المولية، ثمّ اضرب الناتج في عدد أفوجادرو.

25. احسب كتلة 0.25 mol من ذرات الكربون-12.

$$0.25 \text{ mol C-12} \times 12 \text{ g/mol} = 3.0 \text{ g C-12}$$

26. رتب الكميات الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب الكتلة:
 1.0 mol Ar، 3.0×10^{24} ذرة من Ne، 20 g Kr.

$$\frac{39.95 \text{ g Ar}}{1 \text{ mol Ar}} \times 1 \text{ mol Ar} = 39.95 \text{ g Ar}$$

$$\frac{1 \text{ mol Ne}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Ne}} \times 3.0 \times 10^{24} \text{ ذرة من Ne}$$

$$\frac{20.18 \text{ g Ne}}{1 \text{ mol Ne}} \times 1 \text{ mol Ne} = 10 \text{ g Ne}$$

الترتيب من الأصغر إلى الأكبر:

20 g Kr، ثم 1.0 mol Ar، ثم 3.0×10^{24} ذرة من Ne.

27. حدد الكمية التي تحسب بقسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفوجادرو.

بما أن الكتلة المولية هي نسبة الجرامات لكل مول، وعدد أفوجادرو هو نسبة الجسيمات لكل مول، فإن قسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفوجادرو يُنتج كتلة جسيم واحد من ذلك العنصر.

28. صمّم خريطة مفاهيمية توضح العوامل اللازمة للتحويل بين الكتلة، والمولات، وعدد الجسيمات.

ستتنوع خرائط المفاهيم للطلاب، ولكنها يجب أن تظهر المجموعات الصحيحة من معاملات التحويل اللازمة للتحويل بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات.



مولات المركبات Moles of Compounds



www.iem.edu.sa

- تتعرف العلاقات التي تربط المول بالصيغة الكيميائية.
- تُحسب الكتلة المولية لمركب.
- تطبق عوامل التحويل لتحديد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معروفة من مركب.

الفكرة الرئيسية يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

الربط مع الحياة تخيل حقيبتين فُحصتا في المطار، وتبين أن إحداهما قد تجاوزت حد الوزن المسموح به. ولأن وزن كل حقيبة يعتمد على مجموع الأشياء الموجودة داخلها فإن إعادة توزيع هذه الأشياء على الحقيبتين يغير وزن كل منهما.

الصيغ الكيميائية والمول

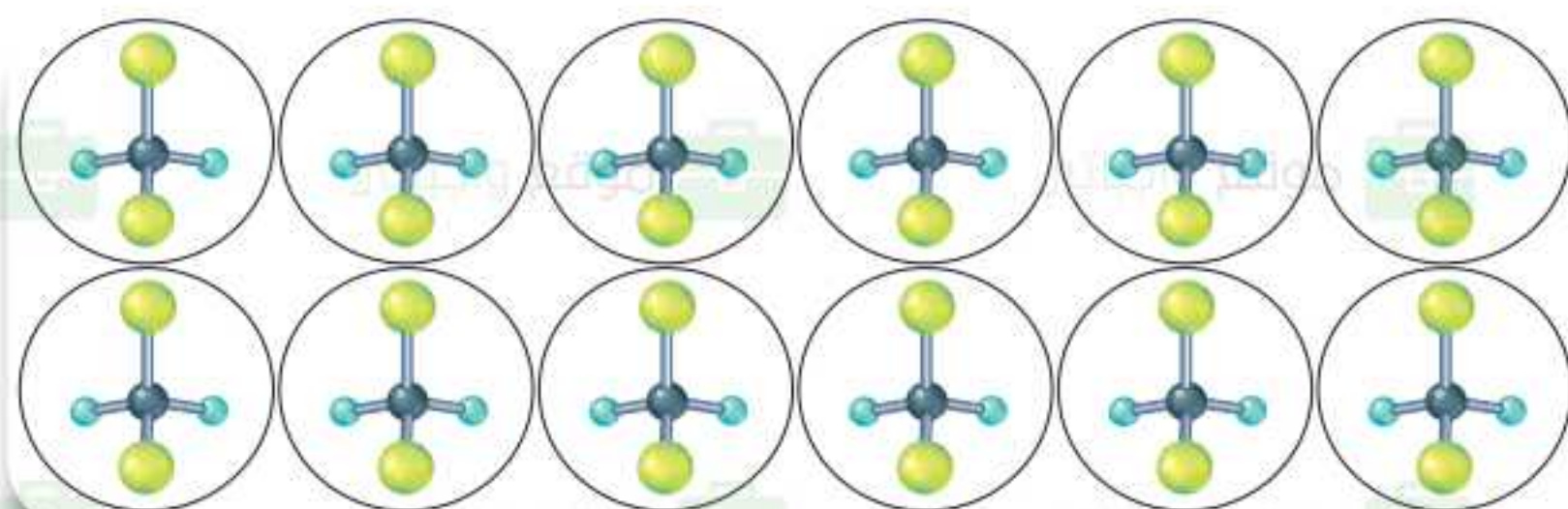
Chemical Formulas and the Mole

مراجعة المفردات

تعلمت أن الأنواع المختلفة من الجسيمات تُعد باستعمال المول، وكذلك تعلمت أن الكتل المولية تستعمل للتحويل بين المولات والكتلة، وعدد الجسيمات للعنصر. ولتقوم بتحويلات مشابهة للمركبات والأيونات تحتاج إلى معرفة الكتلة المولية لها.

الجسيم الممثل: ذرة أو جزيء أو وحدة صيغة كيميائية أو أيون.

تذكر أن الصيغة الكيميائية للمركب تعبر عن عدد الذرات وأنواعها الموجودة في وحدة صيغة واحدة منه. خذ في الاعتبار مركب ثنائي كلورو ثنائي فلورو ميثان (غاز الفريون) المستخدم في عمليات التبريد، وصيغته CCl_2F_2 حيث تدل الأرقام في صيغة المركب على أن جزيئاً واحداً من CCl_2F_2 يتكون من ذرة كربون (C) وذرتي كلور (Cl) وذرتي فلور (F). وهذه الذرات مرتبطة معاً كيميائياً، بنسبة F: Cl: C هي 2:2:1. والآن، افترض أن لديك مولاً واحداً من CCl_2F_2 ، وهذا يعني أنه يحتوي على عدد أفوجادرو من الجزيئات. وستبقى النسبة 2: 2: 1 بين ذرات F: Cl: C في مولٍ من المركب كما هي في جزيء واحد منه. ويوضح الشكل 5-9 درزن من جزيئات CCl_2F_2 ؛ إذ تحتوي على درزن واحد من ذرات الكربون، ودرزتين من ذرات الكلور، ودرزتين من ذرات الفلور. فالصيغة الكيميائية CCl_2F_2 لا تمثل جزيئاً منفرداً من CCl_2F_2 فقط، بل تمثل أيضاً مولاً من المركب.



الشكل 5-9 يوضح درزن من جزيئات CCl_2F_2 تحتوي على درزن من ذرات الكربون، ودرزتين من ذرات الكلور، ودرزتين من ذرات الفلور.

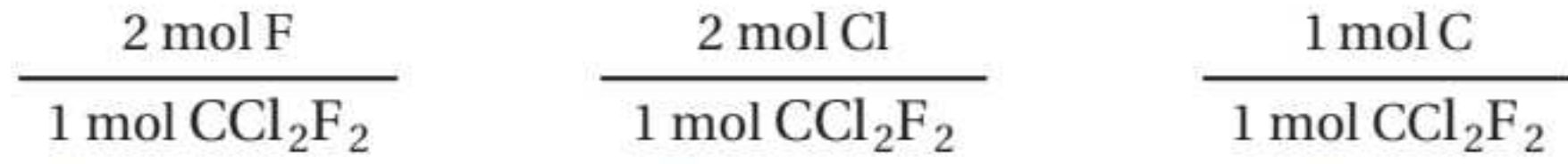
استنتج كم ذرة من الكربون، والكلور، والفلور توجد في مول واحد من CCl_2F_2 ؟

$$1 \text{ mol من ذرات C} = 6.02 \times 10^{23} \text{ atm}$$

$$2 \text{ mol من ذرات Cl} = 2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ atm}$$

$$2 \text{ mol من ذرات F} = 2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ atm}$$

قد تحتاج في بعض الحسابات الكيميائية إلى التحويل بين مولات المركب ومولات إحدى الذرات المكونة له. فالنسب أو عوامل التحويل الآتية يمكن كتابتها لاستعمالها في الحسابات لجزيء CCl_2F_2 .



لإيجاد عدد مولات ذرات الفلور في 5.50 mol من الفريون CCl_2F_2 اضرب مولات الفريون في عامل التحويل الذي يربط بين مولات ذرات الفلور ومولات الفريون.

$$\begin{aligned} \text{عدد مولات F} &= \text{عدد مولات } \text{CCl}_2\text{F}_2 \times \frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2} \\ 5.50 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2 &\times \frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2} = 11.0 \text{ mol F} \end{aligned}$$

يمكن استعمال عامل التحويل الذي استعمل للفلور في كتابة عوامل التحويل لسائر العناصر في المركب. وعدد مولات العنصر التي توضع في البسط تمثل الرقم الذي عن يمين رمز العنصر في الصيغة الكيميائية.

مثال 5-6

علاقات المول المرتبطة بالصيغة الكيميائية أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) الذي يسمى غالباً ألومينا، هو المادة الخام الأساسية لإنتاج الألومنيوم (Al). توجد الألومينا في معدن الكورنديوم واليوكسيت. احسب عدد مولات أيونات الألومنيوم (Al^{3+}) في 1.25 mol من أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 .

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت عدد مولات Al_2O_3 ، وعليك أن تحسب عدد مولات أيونات Al^{3+} . مستخدماً عامل التحويل المبني على الصيغة الكيميائية والذي يربط بين مولات أيونات Al^{3+} ومولات Al_2O_3 . كل مول من Al_2O_3 يحتوي على مولين من أيونات Al^{3+} ، لذا فالإجابة يجب أن تكون ضعف مولات Al_2O_3 .

المعطيات

$$\text{عدد مولات } \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.25 \text{ mol}$$

المطلوب

$$\text{عدد المولات } \text{Al}^{3+} = ?$$

2 حساب المطلوب

استعمل العلاقة 1 mol من Al_2O_3 يحتوي على 2 mol من Al^{3+} ، لكتابة عامل التحويل.

$$\frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} \quad \text{عين عامل تحويل يربط بين عدد مولات أيونات } \text{Al}^{3+} \text{ بمولات } \text{Al}_2\text{O}_3$$

لتحويل عدد مولات Al_2O_3 المعروفة إلى مولات أيونات Al^{3+} اضرب في عامل التحويل.

$$\text{mol Al}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = \text{mol Al}^{3+} \quad \text{طبق عامل التحويل}$$

$$1.25 \text{ mol Al}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = 2.5 \text{ mol Al}^{3+} \quad \text{عوض مستعينا بالمعطيات، وأوجد الحل}$$

3 تقويم الإجابة

عدد مولات أيونات Al^{3+} ضعف عدد مولات Al_2O_3 ، كما هو متوقع.

29. يستعمل كلوريد الخارصين ZnCl_2 بوصفه سبيكة لحام لربط فلزين معًا، احسب عدد مولات أيونات Cl^- في 2.50 mol من ZnCl_2 .

$$2.50 \cancel{\text{mol ZnCl}_2} \times \frac{2 \text{ mol Cl}^-}{1 \cancel{\text{mol ZnCl}_2}} = 5.00 \text{ mol Cl}^-$$

30. تعتمد النباتات والحيوانات على سكر الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ بوصفه مصدرًا للطاقة. احسب عدد مولات كل عنصر في 1.25 mol من الجلوكوز.

$$1.25 \cancel{\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{6 \text{ mol C}}{1 \cancel{\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}} = 7.50 \text{ mol C}$$

$$1.25 \cancel{\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{12 \text{ mol H}}{1 \cancel{\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}} = 15.0 \text{ mol H}$$

$$1.25 \cancel{\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{6 \text{ mol O}}{1 \cancel{\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}} = 7.50 \text{ mol O}$$

31. احسب عدد مولات أيونات الكبريتات الموجودة في 3.00 mol من $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

$$3.00 \cancel{\text{mol Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \times \frac{3 \text{ mol SO}_4^{2-}}{1 \cancel{\text{mol Fe}_2(\text{SO}_4)_3}} = 9.00 \text{ mol SO}_4^{2-}$$

32. ما عدد مولات ذرات الأكسجين الموجودة في 5.00 mol من P_2O_5 ؟

$$5.00 \cancel{\text{mol } P_2O_5} \times \frac{5 \text{ mol O}}{1 \cancel{\text{mol } P_2O_5}} = 25.0 \text{ mol O}$$

33. تحفيز احسب عدد مولات ذرات الهيدروجين في $1.15 \times 10^1 \text{ mol}$ من الماء.

$$1.15 \times 10^1 \cancel{\text{mol } H_2O} \times \frac{2 \text{ mol H}}{1 \cancel{\text{mol } H_2O}} = 23.0 \text{ mol H}$$

34. احسب الكتلة المولية لكل مركب أيوني من المركبات الآتية:

a. NaOH

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

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

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

$$22.99 \text{ g} + 16.00 \text{ g} + 1.008 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$40.00 \text{ g/mol} =$$



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

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

الكتلة المولية = $40.08 \text{ g} + 70.90 \text{ g}$

$$110.98 \text{ g/mol} =$$



$$\cancel{1 \text{ mol K}} \times \frac{39.10 \text{ g K}}{\cancel{1 \text{ mol K}}} = 39.10 \text{ g K}$$

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

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

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

الكتلة المولية (KC₂H₃O₂)

الكتلة المولية (K) + الكتلة المولية (C) + الكتلة المولية (H) + الكتلة المولية (O) =

$$32.00 \text{ g} + 3.024 \text{ g} + 24.02 \text{ g} + 39.10 \text{ g}$$

$$98.14 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

35. احسب الكتلة المولية لكل مركب تساهمي من المركبات الآتية:

a. C_2H_5OH

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

$$\cancel{6 \text{ mol H}} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{\cancel{1 \text{ mol H}}} = 6.048 \text{ g H}$$

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

الكتلة المولية = $16.00 \text{ g} + 6.048 \text{ g} + 24.02 \text{ g}$

الكتلة المولية = 46.07 g/mol

b. HCN

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

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

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

الكتلة المولية = $14.01 \text{ g} + 12.01 \text{ g} + 1.008 \text{ g}$

الكتلة المولية = 27.03 g/mol



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

$$4 \cancel{\text{mol Cl}} \times \frac{35.45 \text{ g Cl}}{1 \cancel{\text{mol Cl}}} = 141.80 \text{ g Cl}$$

$$141.08 \text{ g} + 12.01 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$153.81 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

36. تحفيز صنف كلاً من المركبات الآتية بوصفه مركباً جزيئياً أو أيونياً، ثم احسب كتلته المولية:



مركب أيوني؛

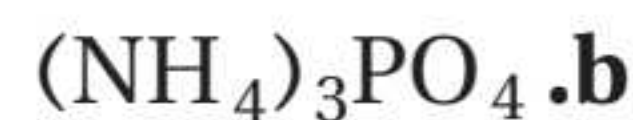
$$1 \cancel{\text{mol Sr}} \times \frac{87.62 \text{ g Sr}}{1 \cancel{\text{mol Sr}}} = 87.62 \text{ g Sr}$$

$$2 \cancel{\text{mol N}} \times \frac{14.01 \text{ g N}}{1 \cancel{\text{mol N}}} = 28.02 \text{ g N}$$

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

$$96.00 \text{ g} + 28.02 \text{ g} + 87.62 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$211.64 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$



مركب أيوني؛

$$3 \cancel{\text{mol N}} \times \frac{14.018 \text{ g N}}{1 \cancel{\text{mol N}}} = 42.03 \text{ g N}$$

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

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

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

$$64.00 \text{ g} + 30.97 \text{ g} + 12.096 \text{ g} + 42.03 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$149.10 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$



مركب جزيئي؛

$$12 \cancel{\text{mol C}} \times \frac{12.018 \text{ g C}}{1 \cancel{\text{mol C}}} = 144.12 \text{ g C}$$

$$22 \cancel{\text{mol H}} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \cancel{\text{mol H}}} = 22.176 \text{ g H}$$

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

$$176.00 \text{ g} + 22.176 \text{ g} + 144.12 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$342.30 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

الشكل 10-5 لأن كل مادة تحتوي على أعداد وأنواع مختلفة من الذرات، فإن كتلتها المولية مختلفة. فالكتلة المولية لكل مركب هي حاصل مجموع كتل جميع العناصر المكونة له.

الكتلة المولية للمركبات

The Molar Mass of Compounds

كتلة مول واحد من المركب تساوي مجموع كتل الجسيمات التي يتكون منها المركب. افترض أنك ترغب في تعيين الكتلة المولية لمركب كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4)، ابدأ بالبحث عن الكتل المولية لكل عنصر في K_2CrO_4 ، ثم اضرب الكتلة المولية لكل عنصر في عدد مولات العنصر الممثلة في الصيغة الكيميائية، ثم اجمع كتل العناصر كافة لتحصل على الكتلة المولية للمركب K_2CrO_4 .

$$2 \text{ mol K} \times \frac{39.10 \text{ g K}}{1 \text{ mol K}} = 78.20 \text{ g}$$

$$1 \text{ mol Cr} \times \frac{52.0 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} = 52.0 \text{ g}$$

$$4 \text{ mol O} \times \frac{16.0 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 64.0 \text{ g}$$

الكتلة المولية لـ K_2CrO_4 = 194.20 g

توضح الكتلة المولية للمركب قانون حفظ الكتلة؛ فالكتلة الكلية للمتفاعلات تساوي كتلة المركب المتكون. يوضح الشكل 10-5 كتلاً متكافئة لمول واحد من كرومات البوتاسيوم، وكلوريد الصوديوم، والسكروز.



كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4)



كلوريد الصوديوم (NaCl)



السكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

تحويل مولات المركب إلى كتلة

Converting Moles of a Compound to Mass

إذا أردت إيجاد عدد مولات مركب لعمل تجربة ما، فعليك أولاً أن تحسب الكتلة المطلوبة بالجرامات من خلال عدد المولات، ثم يمكنك قياس هذه الكتلة بالميزان. ففي المثال 2-5 تعلمت كيفية تحويل عدد مولات العناصر إلى كتلة باستعمال الكتلة المولية بوصفها عامل تحويل. وتستعمل الطريقة نفسها مع المركبات، إلا أنه يتعين عليك حساب الكتلة المولية للمركب.

مثال 5-7

التحويل من مول إلى كتلة في المركبات تعود الرائحة المميزة للثوم إلى وجود المركب $(C_3H_5)_2S$. فما كتلة 2.50 mol من $(C_3H_5)_2S$ ؟

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت عدد مولات $(C_3H_5)_2S$ ، وعليك أن تحول المولات إلى كتلة باستعمال الكتلة المولية بوصفها عامل تحويل. والكتلة المولية هي حاصل مجموع الكتل المولية لكل العناصر في $(C_3H_5)_2S$.

المعطيات

عدد مولات $(C_3H_5)_2S = 2.50 \text{ mol}$

المطلوب

الكتلة المولية $(C_3H_5)_2S = ?$

كتلة $(C_3H_5)_2S = ?$

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية لـ $(C_3H_5)_2S$.

اضرب مولات S في الكتلة المولية لـ S

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

اضرب مولات C في الكتلة المولية لـ C

$$6 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 72.06 \text{ g C}$$

اضرب مولات H في الكتلة المولية لـ H

$$10 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 10.08 \text{ g H}$$

حاصل جمع الكتل

$$= 32.07 \text{ g} + 72.06 \text{ g} + 10.08 \text{ g} = 114.21 \text{ g/mol } (C_3H_5)_2S$$

استعمل عامل التحويل (الكتلة المولية) الذي يربط الجرامات بالمولات.

طبق عامل التحويل

$$\frac{\text{الكتلة المولية } (C_3H_5)_2S}{1 \text{ mol } (C_3H_5)_2S} \times (C_3H_5)_2S = \text{كتلة } (C_3H_5)_2S = \text{عدد مولات } (C_3H_5)_2S$$

عوض مستعيناً بالمعطيات، وحل

$$2.5 \text{ mol } (C_3H_5)_2S \times \frac{114.21 \text{ g } (C_3H_5)_2S}{1 \text{ mol } (C_3H_5)_2S} = 286 \text{ g } (C_3H_5)_2S$$

مسائل تدريبية

37. ما كتلة 3.25 mol من حمض الكبريتيك H_2SO_4 ؟

38. ما كتلة $4.35 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من كلوريد الخارصين $ZnCl_2$ ؟

39. تحفيز اكتب الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم، ثم احسب كتلة 2.55 mol منه بالجرامات.

37. ما كتلة 3.25 mol من حمض الكبريتيك H_2SO_4 ؟

أولاً: احسب الكتلة المولية لحمض الكبريتيك H_2SO_4 :

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

$$12 \cancel{\text{mol S}} \times \frac{32.07 \text{g S}}{1 \cancel{\text{mol S}}} = 32.07 \text{g S}$$

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

$$64.00 \text{ g} + 32.07 \text{ g} + 2.016 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$98.09 \text{g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

ثانياً: احسب كتلة 3.25 mol من الحمض:

$$3.25 \cancel{\text{mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{98.09 \text{g H}_2\text{SO}_4}{1 \cancel{\text{mol H}_2\text{SO}_4}} = 319 \text{g H}_2\text{SO}_4$$

38. ما كتلة $4.35 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من كلوريد الخارصين ZnCl_2 ؟

أولاً: احسب الكتلة المولية لكلوريد الخارصين ZnCl_2 :

$$1 \cancel{\text{mol Zn}} \times \frac{65.38 \text{g Zn}}{1 \cancel{\text{mol Zn}}} = 65.38 \text{g Zn}$$

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

$$70.90 \text{ g} + 65.38 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$136.28 \text{g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

ثانياً: احسب كتلة $4.35 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من المركب:

$$4.35 \times 10^{-2} \cancel{\text{mol ZnCl}_2} \times \frac{136.28 \text{g ZnCl}_2}{1 \cancel{\text{mol ZnCl}_2}} = 5.93 \text{g ZnCl}_2$$

39. تحفيز اكتب الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم، ثم احسب كتلة 2.55 mol منه بالجرامات.

الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم KMnO_4 ؛

أولاً: احسب الكتلة المولية لبرمنجنات البوتاسيوم KMnO_4 ؛

$$\cancel{1 \text{ mol K}} \times \frac{39.10 \text{ g K}}{\cancel{1 \text{ mol K}}} = 39.10 \text{ g K}$$

$$\cancel{1 \text{ mol Mn}} \times \frac{54.94 \text{ g Mn}}{\cancel{1 \text{ mol Mn}}} = 54.94 \text{ g Mn}$$

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

$$= 64.00 \text{ g} + 54.94 \text{ g} + 39.10 \text{ g}$$

$$= 158.04 \text{ g/mol} \text{ الكتلة المولية}$$

$$= 158.04 \text{ g/mol} \text{ كتلة مول واحد من برمنجنات البوتاسيوم}$$

ثانياً: احسب كتلة 2.55 mol من المركب؛

$$\cancel{2.55 \text{ mol KMnO}_4} \times \frac{158.04 \text{ g KMnO}_4}{\cancel{1 \text{ mol KMnO}_4}} = 403 \text{ g KMnO}_4$$

تحويل كتلة المركب إلى مولات

Converting the Mass of a Compound to Moles

إذا أنتج عن إحدى التجارب التي أجريتها في المختبر 5.55 g من مركب ما، فما عدد المولات في هذه الكتلة؟ لتحديد ذلك افترض أنك حسبت الكتلة المولية للمركب ووجدتها 185.0 g/mol، ولأن الكتلة المولية تربط الجرامات بالمولات، فإنك تحتاج في هذه الحالة إلى مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل.

$$5.50 \text{ g من المركب} \times \frac{1 \text{ mol من المركب}}{185 \text{ g من المركب}} = 0.0297 \text{ mol من المركب}$$

مثال 5-8

التحويل من الكتلة إلى مولات يستعمل مركب هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 لإزالة ثاني أكسيد الكبريت من غازات العادم المنبعثة من محطات الطاقة، وفي معالجة عسر الماء لإزالة أيونات Ca^{2+} و Mg^{2+} . احسب عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم في 325 g منه.

1 تحليل المسألة

لديك 325 g من Ca(OH)_2 والمطلوب إيجاد عدد مولات Ca(OH)_2 . احسب أولاً الكتلة المولية لـ Ca(OH)_2 .

المعطيات

$$\text{كتلة } \text{Ca(OH)}_2 = 325 \text{ g}$$

المطلوب

الكتلة المولية لـ $\text{Ca(OH)}_2 = ?$

عدد المولات لـ $\text{Ca(OH)}_2 = ?$

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب Ca(OH)_2 .

اضرب مولات Ca في الكتلة المولية لـ Ca

اضرب مولات O في الكتلة المولية لـ O

اضرب مولات H في الكتلة المولية لـ H

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

عوض مستعيناً بالمعطيات، وحل

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

$$2 \text{ mol O} \times \frac{16.0 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32.0 \text{ g}$$

$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.00 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 2.016 \text{ g}$$

$$= 40.08 \text{ g} + 32.00 \text{ g} + 2.016 \text{ g} = 74.10 \text{ g/mol Ca(OH)}_2$$

$$= 325 \text{ g Ca(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{74.10 \text{ g Ca(OH)}_2} = 4.39 \text{ mol Ca(OH)}_2$$

3 تقويم الإجابة

للتحقق من صحة الإجابة، قرّب الكتلة المولية لـ Ca(OH)_2 إلى 75 g/mol، وكذلك الكتلة المعطاة من Ca(OH)_2 إلى 300 g. ولأن العدد 300 أربعة أضعاف العدد 75، لذا فالإجابة مقبولة. كما أن الوحدة صحيحة، وهي المول.

مسائل تدريبية

40. احسب عدد المولات لكل من المركبات الآتية:

a. 22.6 g من نترات الفضة AgNO_3 .

b. 6.5 g من كبريتات الخارصين ZnSO_4 .

41. تحفيز صنف كلاً من المركبين الآتيين إلى أيوني أو جزيئي، ثم حول الكتل المعطاة إلى مولات:

a. 2.50 Kg من أكسيد الحديد III Fe_2O_3 .

b. 25.4 mg من كلوريد الرصاص IV PbCl_4 .

الإجابة في الصفحة التالية

40. احسب عدد المولات لكل من المركبات الآتية:

a. 22.6 g من نترات الفضة AgNO_3 .

أولاً: احسب الكتلة المولية لنترات الفضة AgNO_3 :

$$\cancel{1 \text{ mol Ag}} \times \frac{107.90 \text{ g Ag}}{\cancel{1 \text{ mol Ag}}} = 107.90 \text{ g Ag}$$

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

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

$$48.00 \text{ g} + 14.01 \text{ g} + 107.90 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$169.9 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

ثانياً: احسب عدد مولات المركب:

$$\cancel{22.6 \text{ g AgNO}_3} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol AgNO}_3}}{\cancel{169.9 \text{ g AgNO}_3}} = 0.133 \text{ mol AgNO}_3$$

b. 6.5 g من كبريتات الخارصين ZnSO_4 .

أولاً: احسب الكتلة المولية لكبريتات الخارصين ZnSO_4 :

$$\cancel{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{65.38 \text{ g Zn}}{\cancel{1 \text{ mol Zn}}} = 65.38 \text{ g Zn}$$

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

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

$$64.00 \text{ g} + 32.07 \text{ g} + 65.38 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$161.45 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

$$161.45 \text{ g/mol} = \text{كتلة مول واحد من كبريتات الخارصين}$$

ثانياً: احسب عدد مولات المركب:

$$\cancel{6.50 \text{ g ZnSO}_4} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol ZnSO}_4}}{161.45 \text{ g ZnSO}_4} = 0.0403 \text{ mol ZnSO}_4$$

41. تحفيز صنف كلا من المركبين الآتين إلى أيوني أو جزيئي، ثم حول الكتل المعطاة إلى مولات:
 a. 2.50 Kg من أكسيد الحديد III Fe_2O_3 .

مركب أيوني؛

أولاً: احسب الكتلة المولية لـ Fe_2O_3 :

$$2 \cancel{\text{mol Fe}} \times \frac{55.85 \text{ g Fe}}{1 \cancel{\text{mol Fe}}} = 111.7 \text{ g Fe}$$

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

$$\begin{aligned} \text{الكتلة المولية (Fe)} + \text{الكتلة المولية (O)} &= \text{الكتلة المولية (Fe}_2\text{O}_3) \\ &= 48.00 \text{ g} + 111.7 \text{ g} \\ &= 159.70 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$159.70 \text{ g/mol} = \text{كتلة مول واحد من } \text{Fe}_2\text{O}_3$$

ثانياً: احسب عدد مولات المركب:

$$\begin{aligned} &2.5 \cancel{\text{kg Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{1000 \cancel{\text{g}}}{1 \cancel{\text{kg}}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{159.70 \cancel{\text{g Fe}_2\text{O}_3}} \\ &= 15.7 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 = 1.57 \times 10^1 \text{ mol Fe} \end{aligned}$$

b. 25.4 mg من كلوريد الرصاص IV PbCl_4 .

مركب أيوني؛

أولاً: احسب الكتلة المولية لـ PbCl_4 ؛

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

$$\cancel{4 \text{ mol Cl}} \times \frac{35.45 \text{ g Cl}}{\cancel{1 \text{ mol Cl}}} = 141.80 \text{ g Cl}$$

$$\begin{aligned} \text{الكتلة المولية}_{(\text{PbCl}_4)} &= \text{الكتلة المولية}_{(\text{Cl})} + \text{الكتلة المولية}_{(\text{Pb})} \\ &= 141.80 \text{ g} + 207.2 \text{ g} \\ &= 349.0 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\text{كتلة مول واحد من } \text{PbCl}_4 = 349.0 \text{ g/mol}$$

ثانياً: احسب عدد مولات المركب؛

$$\begin{aligned} \cancel{25.4 \text{ mg PbCl}_4} \times \frac{\cancel{1 \text{ g}}}{\cancel{1000 \text{ mg}}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol PbCl}_4}}{\cancel{349.0 \text{ g PbCl}_4}} \\ = 7.28 \times 10^{-5} \text{ mol PbCl}_4 \end{aligned}$$

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تحويل كتلة مركب إلى عدد جسيمات

Converting the Mass of a Compound to Number of Particles

تعرفت كيفية إيجاد عدد المولات في كتلة معينة من المركب. الآن سوف تتعلم كيفية حساب عدد الجسيمات الممثلة - الجزيئات أو الأيونات أو الذرات أو وحدات الصيغة الكيميائية - الموجودة في كتلة معينة.

تذكر أنه لا يمكن التحويل مباشرة من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكوّنة لها؛ إذ لا بد أن تحول الكتلة المعطاة إلى عدد المولات في البداية، وذلك بالضرب في مقلوب الكتلة المولية. ويمكنك بعد ذلك تحويل عدد المولات إلى عدد جسيمات بالضرب في عدد أفوجادرو. ولتحديد عدد الذرات أو الأيونات في المركب سوف تحتاج إلى عوامل تحويل تعطي نسبة أعداد الذرات أو الأيونات في المركب إلى مول واحد منه، وهي تعتمد على الصيغة الكيميائية. والمثال 5-9 يبين كيفية حل هذا النوع من المسائل.

مثال 5-9

التحويل من كتلة إلى مولات ثم إلى جسيمات يستعمل كلوريد الألومنيوم AlCl_3 لتكرير البترول وصناعة المطاط والشحوم. فإذا كان لديك عينة من كلوريد الألومنيوم كتلتها 35.6 g فأوجد:

- عدد أيونات الألومنيوم الموجودة فيها.
- عدد أيونات الكلور الموجودة فيها.
- الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من كلوريد الألومنيوم.

1 تحليل المسألة

لديك 35.6 g من AlCl_3 وعليك أن تحسب عدد أيونات كل من Al^{3+} و Cl^- وكتلة وحدة صيغة واحدة من AlCl_3 بالجرامات. علماً بأن الكتلة المولية وعدد أفوجادرو والنسب من الصيغة الكيميائية هي عوامل التحويل المطلوبة، ولأن نسبة أيونات Al^{3+} إلى أيونات Cl^- في الصيغة هي 3:1، لذا فإن عدد الأيونات المحسوبة يجب أن تكون بالنسبة نفسها.

المعطيات

$$\text{كتلة } \text{AlCl}_3 = 35.6 \text{ g}$$

المطلوب

$$\text{عدد أيونات } \text{Al}^{3+} = ?$$

$$\text{عدد أيونات } \text{Cl}^- = ?$$

$$\text{كتلة } \text{AlCl}_3 \text{ لكل وحدة صيغة} = ?$$

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب AlCl_3 .

اضرب عدد مولات Al في كتلته المولية

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

$$3 \text{ mol Cl} \times \frac{35.45 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} = 106.35 \text{ g Cl}$$

اضرب عدد مولات Cl في كتلته المولية.

$$= 26.98 \text{ g} + 106.35 \text{ g} = 133.33 \text{ g/mol AlCl}_3$$

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

$$\frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{\text{الكتلة المولية لـ AlCl}_3} \times \text{كتلة AlCl}_3 = \text{مولات AlCl}_3$$

$$35.6 \text{ g AlCl}_3 \times \frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{133.33 \text{ g AlCl}_3} = 0.267 \text{ mol AlCl}_3$$

$$= 0.267 \text{ mol AlCl}_3 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}}{1 \text{ mol AlCl}_3}$$

$$= 1.61 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}$$

$$= \text{AlCl}_3 \text{ وحدة صيغة } 1.61 \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ Al}^{3+}}{\text{AlCl}_3 \text{ وحدة صيغة } 1}$$

$$= 1.61 \times 10^{23} \text{ Al}^{3+}$$

$$\text{AlCl}_3 \text{ وحدة صيغة } 1.61 \times 10^{23} \times \frac{3 \text{ Cl}^-}{\text{AlCl}_3 \text{ وحدة صيغة } 1} = 4.83 \times 10^{23} \text{ Cl}^-$$

$$= 4.83 \times 10^{23} \text{ Cl}^-$$

$$= \frac{133.33 \text{ g AlCl}_3}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}} \times \text{كتلة AlCl}_3 \text{ باستعمال مقلوب عدد أفوجادرو}$$

$$= 2.21 \times 10^{-22} \text{ g لكل وحدة صيغة من Al}^{3+}$$

طبق عامل التحويل

عوض كتلة AlCl_3 ، ومقلوب الكتلة

المولية، واحسب عدد المولات.

اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

عوض AlCl_3 من 133.33 g، ثم حل.

3 تقويم الإجابة

عدد أيونات Cl^- يساوي ثلاثة أضعاف عدد أيونات Al^{3+} ، كما هو متوقع. يمكن حساب كتلة وحدة صيغة كيميائية من AlCl_3 بطريقة مختلفة. اقسم كتلة 35.6 g من AlCl_3 على عدد وحدات الصيغة الكيميائية الموجودة في الكتلة (1.61×10^{23}) لحساب كتلة وحدة صيغة كيميائية واحدة. الإجابتان متطابقتان.

مسائل تدريبية

42. يستعمل الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ مصدرًا للوقود، ويخلط أحيانًا مع الجازولين. إذا كان لديك عينة من الإيثانول كتلتها 45.6 g فأوجد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

b. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

43. عينة من كبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 كتلتها 2.25 g. أوجد:

a. عدد أيونات Na^+ الموجودة فيها.

b. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من Na_2SO_3 في العينة.

44. عينة من ثاني أكسيد الكربون CO_2 كتلتها 52.0 g. أوجد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

b. كتلة جزيء واحد من CO_2 بالجرامات.

45. ما كتلة كلوريد الصوديوم NaCl التي تحتوي على 4.59×10^{24} وحدة صيغة؟

46. تحفيز عينة من كرومات الفضة كتلتها 25.8 g:

a. اكتب صيغة كرومات الفضة.

b. ما عدد الأيونات السالبة فيها؟

c. ما عدد الأيونات الموجبة فيها؟

d. ما مقدار الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة منها؟

الإجابة في الصفحة التالية

42. يستعمل الإيثانول C_2H_5OH مصدرًا للوقود، ويخلط أحيانًا مع الجازولين. إذا كان لديك عينة من الإيثانول كتلتها 45.6 g فأوجد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

أولاً: احسب الكتلة المولية للإيثانول C_2H_5OH :

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

$$\cancel{6 \text{ mol H}} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{\cancel{1 \text{ mol H}}} = 6.048 \text{ g H}$$

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

$$\begin{aligned} & \text{الكتلة المولية (C}_2\text{H}_5\text{OH)} \\ &= \text{الكتلة المولية (C)} + \text{الكتلة المولية (H)} + \text{الكتلة المولية (O)} \\ &= 16.00 \text{ g} + 6.048 \text{ g} + 24.02 \text{ g} \\ &= 46.07 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

ثانياً: احسب عدد مولات المركب:

$$\cancel{45.6 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{\cancel{46.07 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}} = 0.990 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

ثالثاً: احسب عدد جزيئات الإيثانول (C_2H_5OH) :

$$\cancel{0.990 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}}{\cancel{1 \text{ mol}}}$$

$$= 5.96 \times 10^{23} \text{ جزيء من C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

رابعاً: احسب عدد ذرات الكربون:

$$\begin{aligned} & \cancel{5.96 \times 10^{23} \text{ جزيء من C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{2 \text{ ذرة من C}}{\cancel{1 \text{ جزيء من C}_2\text{H}_5\text{OH}}} \\ &= 1.19 \times 10^{24} \text{ ذرة من C} \end{aligned}$$

b. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

$$1 \text{ ذرة من } 0 \times \frac{5.96 \times 10^{23} \text{ جزيء من } \cancel{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}}{1 \text{ جزيء من } \cancel{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}} = 5.96 \times 10^{23} \text{ ذرة من } 0$$

c. عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فيها.

$$1 \text{ ذرة من } 0 \times \frac{5.96 \times 10^{23} \text{ جزيء من } \cancel{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}}{1 \text{ جزيء من } \cancel{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}} = 5.96 \times 10^{23} \text{ ذرة من } 0$$

43. عينة من كبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 كتلتها 2.25 g. أوجد:

a. عدد أيونات Na^+ الموجودة فيها.

أولاً: احسب الكتلة المولية لكبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 :

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

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

$$16.00 \text{ g O} \times \frac{2 \cancel{\text{mol O}}}{1 \cancel{\text{mol O}}} = 48.00 \text{ g O}$$

$$48.00 \text{ g} + 32.07 \text{ g} + 45.89 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$126.05 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

$$= 126.05 \text{ g/mol} = \text{كتلة مول واحد من كبريتيت الصوديوم}$$



ثانياً: احسب عدد مولات المركب:

$$\frac{2.25 \text{ g Na}_2\text{SO}_3}{126.05 \text{ g Na}_2\text{SO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_3}{1} = 0.0179 \text{ mol Na}_2\text{SO}_3$$

ثالثاً: احسب عدد وحدات الصيغة:

$$\frac{0.0179 \text{ mol Na}_2\text{SO}_3}{1 \text{ mol}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}}{1} = 1.08 \times 10^{22} \text{ وحدة صيغة من Na}_2\text{SO}_3$$

رابعاً: احسب عدد أيونات Na^+ الموجبة:

$$\frac{1.08 \times 10^{22} \text{ وحدة صيغة من Na}_2\text{SO}_3}{1 \text{ وحدة صيغة من Na}_2\text{SO}_3} \times \frac{2 \text{ أيون من Na}^+}{1} = 2.16 \times 10^{22} \text{ أيون من Na}^+$$

b. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من Na_2SO_3 في العينة.

$$\frac{126.05 \text{ g Na}_2\text{SO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_3} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_3}{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة من Na}_2\text{SO}_3} = 2.09 \times 10^{-22} \text{ g لكل وحدة صيغة من Na}_2\text{SO}_3$$

c. عدد أيونات SO_3^{2-} الموجودة فيها.

$$\frac{1.08 \times 10^{22} \text{ وحدة صيغة من Na}_2\text{SO}_3}{1 \text{ وحدة صيغة من Na}_2\text{SO}_3} \times \frac{1 \text{ أيون من SO}_3^{2-}}{1} = 1.08 \times 10^{22} \text{ أيون من SO}_3^{2-}$$

44. عينة من ثاني أكسيد الكربون CO_2 كتلتها 52.0 g. أوجد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

أولاً: احسب الكتلة المولية لثاني أكسيد الكربون CO_2 :

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

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

الكتلة المولية = $32.00 \text{ g} + 12.01 \text{ g}$

الكتلة المولية = 44.01 g/mol

ثانياً: احسب عدد مولات المركب:

$$52.0 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44.01 \text{ g CO}_2} = 1.18 \text{ mol CO}_2$$

ثالثاً: احسب عدد جزيئات CO_2 :

$$1.18 \text{ mol CO}_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}}{1 \text{ mol}} = 7.11 \times 10^{23} \text{ جزيء من CO}_2$$

رابعاً: احسب عدد ذرات الكربون:

$$7.11 \times 10^{23} \text{ جزيء من CO}_2 \times \frac{1 \text{ ذرة من C}}{1 \text{ جزيء من CO}_2} = 7.11 \times 10^{23} \text{ ذرة من C}$$

b. كتلة جزيء واحد من CO_2 بالجرامات.

$$\frac{44.01 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من CO}_2} = 7.31 \times 10^{-23} \text{ g لكل جزيء من CO}_2$$

c. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

$$\frac{2 \text{ ذرة من O}}{1 \text{ جزيء من CO}_2} \times \frac{7.11 \times 10^{23} \text{ جزيء من CO}_2}{1} = 1.42 \times 10^{24} \text{ ذرة من O}$$

45. ما كتلة كلوريد الصوديوم NaCl التي تحتوي على 4.59×10^{24} وحدة صيغة؟

أولاً: احسب عدد مولات NaCl :

$$\frac{1 \text{ mol NaCl}}{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}} \times 4.59 \times 10^{24} \text{ وحدة صيغة} = 7.62 \text{ mol NaCl}$$

ثانياً: احسب الكتلة المولية NaCl :

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

$$\frac{35.45 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} = 35.45 \text{ g Cl}$$

$$35.45 \text{ g} + 22.99 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$58.44 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

ثالثاً: احسب كتلة NaCl :

$$\frac{58.44 \text{ g NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} \times 7.62 \text{ mol NaCl} = 445 \text{ g NaCl}$$

46. تحفيز عينة من كرومات الفضة كتلتها 25.8 g:

a. اكتب صيغة كرومات الفضة.

صيغة كرومات الفضة: Ag_2CrO_4 .

b. ما عدد الأيونات السالبة فيها؟

1 أيون من CrO_4^{2-}

4.68×10^{22} وحدة صيغة من Ag_2CrO_4

1 وحدة صيغة من Ag_2CrO_4

4.68×10^{22} أيون من CrO_4^{2-}

c. ما عدد الأيونات الموجبة فيها؟

أولاً: احسب الكتلة المولية لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 :

$$2 \text{ mol Ag} \times \frac{107.9 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 215.8 \text{ g Ag}$$

$$1 \text{ mol Cr} \times \frac{52.00 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} = 52.00 \text{ g Cr}$$

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

الكتلة المولية = $64.00 \text{ g} + 52.00 \text{ g} + 215.8 \text{ g}$

الكتلة المولية = 331.8 g/mol

ثانيًا: احسب عدد مولات المركب:

$$\frac{25.8 \text{ g Ag}_2\text{CrO}_4}{331.8 \text{ g Ag}_2\text{CrO}_4} \times \frac{1 \text{ mol Ag}_2\text{CrO}_4}{1} = 0.0778 \text{ mol Ag}_2\text{CrO}_4$$

ثالثًا: احسب عدد وحدات الصيغة:

$$\frac{0.0778 \text{ mol Ag}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ mol}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة من Ag}_2\text{CrO}_4}{1} = 4.68 \times 10^{22} \text{ وحدة صيغة من Ag}_2\text{CrO}_4$$

رابعًا: احسب عدد أيونات Ag^+ الموجبة:

$$\frac{4.68 \times 10^{22} \text{ وحدة صيغة من Ag}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ وحدة صيغة من Ag}_2\text{CrO}_4} \times \frac{2 \text{ أيون من Ag}^+}{1} = 9.36 \times 10^{22} \text{ أيون من Ag}^+$$

d. ما مقدار الكتلة بالجرامات لو وحدة صيغة واحدة منها؟

$$\frac{331.8 \text{ g Ag}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ mol Ag}_2\text{CrO}_4} \times \frac{1 \text{ mol Ag}_2\text{CrO}_4}{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}} = 5.51 \times 10^{-22} \text{ g لكل وحدة صيغة من Ag}_2\text{CrO}_4$$

الشكل 11-5 لاحظ الموقع المركزي للمول في الشكل، إذا تحركت من يمين الشكل أو يساره أو أعلاه إلى أي مكان آخر وجب أن تمر من خلال المول. وتزودنا عوامل التحويل المكتوبة على الأسهم بمعلومات عن عملية التحويل.



النسب المولية

تجربة عملية

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الاندراية



يتضمن الشكل 11-5 ملخصاً للتحويل بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات. لاحظ أن الكتلة المولية ومقلوبها هما عاملا التحويل بين الكتلة وعدد المولات، وأن عدد أفوجادرو ومقلوبه هما عاملا التحويل بين المولات وعدد الجسيمات الممثلة. وللتحويل بين المولات وعدد مولات الذرات أو الأيونات الموجودة في المركب، استعمل نسب مولات الذرات أو الأيونات إلى مول واحد من المركب أو مقلوبه، كما هو مبين على الأسهم المتجهة إلى أعلى وإلى أسفل في الشكل 11-5، وهذه النسب تشتق من الصيغة الكيميائية.

التقويم 5-3

الخلاصة

47. **الفكرة الرئيسية** صف كيف تحدد الكتلة المولية للمركب؟
48. حدد عوامل التحويل المطلوبة للتحويل بين عدد مولات المركب وكتلته.
49. وضح كيف يمكنك أن تحدد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معينة من المركب؟
50. طبق ما عدد مولات ذرات كل من K، C، O في مول واحد من $K_2C_2O_4$ ؟
51. احسب الكتلة المولية لبروميد الماغنسيوم $MgBr_2$.
52. احسب ما عدد مولات Ca^{2+} الموجودة في 1000 mg من $CaCO_3$ ؟
53. صمم رسماً بيانياً بالأعمدة يظهر عدد مولات كل عنصر موجود في 500 g من الداياوكسين ($C_{12}H_4Cl_4O_2$) الشديد السمية.

- تدل الأرقام في الصيغ الكيميائية على عدد مولات العنصر في مول واحد من المركب.
- تُحسب الكتلة المولية للمركب من الكتل المولية لجميع العناصر فيه.
- تستعمل معاملات التحويل المبنية على الكتلة المولية للمركب للتحويل بين مولات المركب وكتلته.

47. الفكرة الرئيسية صف كيف تحدد الكتلة المولية للمركب؟

اضرب كتلة مول واحد من كل عنصر في نسبة ذلك العنصر إلى مول واحد من المركب. واجمع الكتل الناتجة من هذه العمليات.

48. حدد عوامل التحويل المطلوبة للتحويل بين عدد مولات المركب وكتلته.

1 مول

عدد الجرامات

عدد الجرامات

1 مول

49. وضح كيف يمكنك أن تحدد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معينة من المركب؟

حوّل الكتلة إلى مولات، واضرب عدد المولات في نسبة عدد الذرات أو الأيونات إلى مول واحد من المركب، ثم اضرب في عدد أفوجادرو.

50. طبق ما عدد مولات ذرات كل من K، C، O في مول واحد من $K_2C_2O_4$ ؟

2 mol K، 2 mol C، و 4 mol O.

51. احسب الكتلة المولية لبروميد الماغنسيوم $MgBr_2$.

الكتلة المولية = $24.305 \text{ g/mol Mg} + 2(79.904 \text{ g/mol Br})$

الكتلة المولية = $184.113 \text{ g/mol MgBr}_2$

التقويم 5-3

52. احسب ما عدد مولات Ca^{2+} الموجودة في 1000 mg من CaCO_3 ؟

$$1000 \text{ mg } \cancel{\text{Ca}^{2+}} \times \frac{1 \text{ g } \cancel{\text{Ca}^{2+}}}{10^3 \text{ mg } \cancel{\text{Ca}^{2+}}} \times \frac{1 \text{ mol } \cancel{\text{Ca}^{2+}}}{40.05 \text{ g } \cancel{\text{Ca}^{2+}}} = 0.025 \text{ mol } \text{Ca}^{2+}$$

53. صمم رسمًا بيانيًا بالأعمدة يظهر عدد مولات كل عنصر موجود في 500 g من الداويوكسين ($\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2$) الشديد السمية.

أولاً: احسب الكتلة المولية للداويوكسين $\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2$:

$$12 \text{ mol } \cancel{\text{C}} \times \frac{12.01 \text{ g } \text{C}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{C}}} = 144.12 \text{ g } \text{C}$$

$$2 \text{ mol } \cancel{\text{H}} \times \frac{1.008 \text{ g } \text{H}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{H}}} = 4.032 \text{ g } \text{H}$$

$$4 \text{ mol } \cancel{\text{Cl}} \times \frac{35.45 \text{ g } \text{Cl}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{Cl}}} = 141.80 \text{ g } \text{Cl}$$

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

$$\text{الكتلة المولية} = 32.00 \text{ g} + 141.80 \text{ g} + 4.032 \text{ g} + 144.12 \text{ g}$$

$$= 321.96 \text{ g/mol} \text{ الكتلة المولية}$$

ثانياً : احسب عدد مولات المركب :

$$\frac{500 \text{ g } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2}}{321.96 \text{ g } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2}} \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2}{1} = 1.6 \text{ mol } \text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2$$

يجب أن تظهر رسوم الطلاب البيانية بالأعمدة الكميات المولية التالية :

عدد مولات C :

$$1.6 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2} \times \frac{12 \text{ mol C}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2}} = 19.2 \text{ mol C}$$

عدد مولات H :

$$1.6 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2} \times \frac{4 \text{ mol H}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2}} = 6.4 \text{ mol H}$$

عدد مولات Cl :

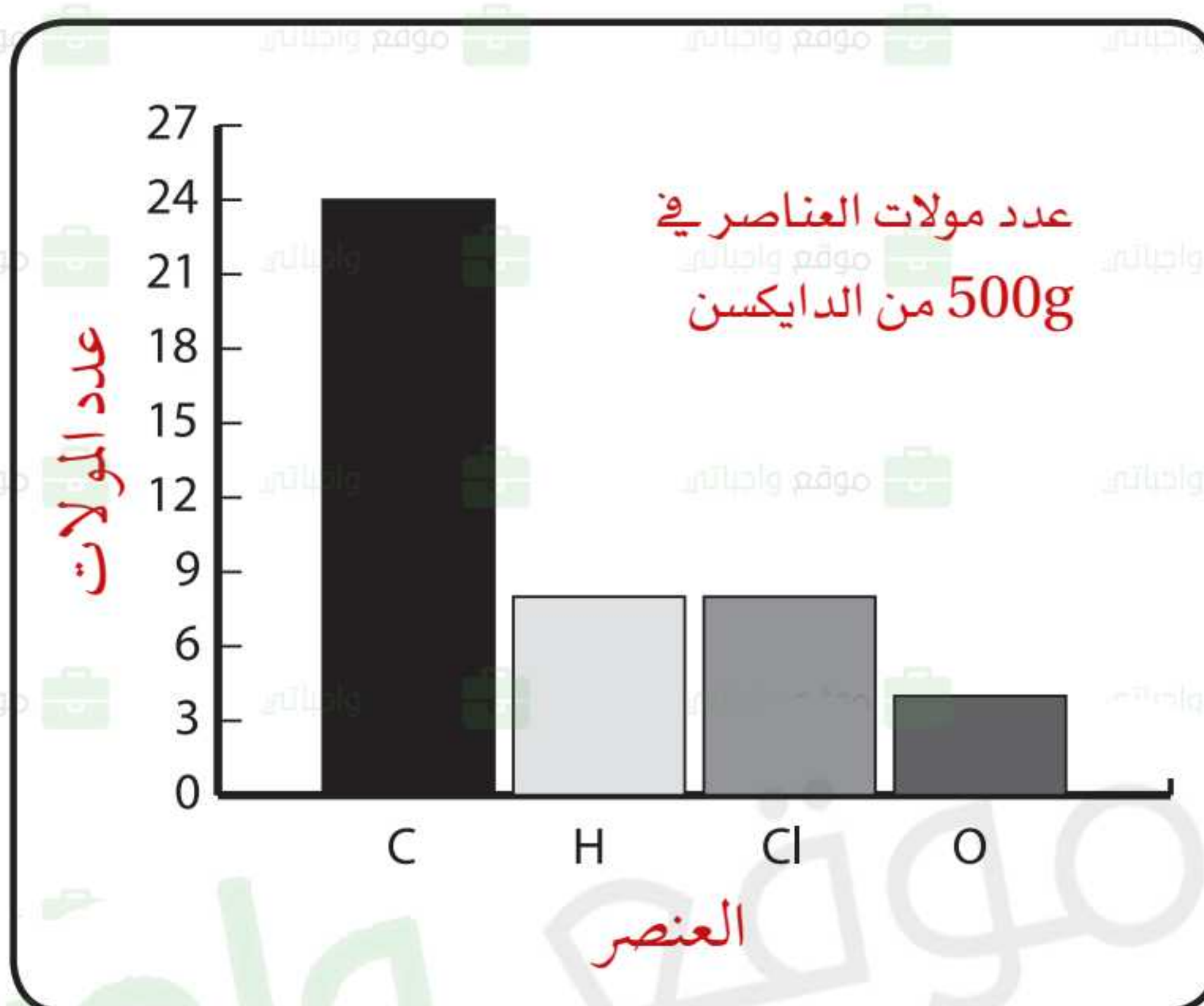
$$1.6 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2} \times \frac{4 \text{ mol Cl}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2}} = 6.4 \text{ mol Cl}$$

عدد مولات O :

$$1.6 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2} \times \frac{2 \text{ mol O}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2}} = 3.2 \text{ mol O}$$



عدد مولات العناصر في 500g من الداىوكسين $C_{12}H_4Cl_{14}O_2$



الكيمياء والحياة

التاريخ في كأس ماء

هل تتذكر آخر كأس ماء تناولته؟ قد يبدو غير قابل للتصديق أن نقول إن تلك الكأس تحتوي على جزيئات ماء قد تناولها من قبل المتنبى مثلاً، أو أينشتاين، أو نيوتن..! كيف يمكن لكأسين من الماء في زمنين مختلفين أن تحوي بعض الجزيئات نفسها؟ يروي لنا القصة عدد أفوجادرو والحسابات المولية.

المحيطات والمولات الكتلة الكلية للماء في المحيطات وغيرها تقارب 1.4×10^{24} g. أما الكأس فتحتوي على 230 g من الماء. وباستخدام هذه البيانات يمكنك حساب العدد الكلي لكؤوس الماء المتوافرة للشرب على الأرض، والعدد الكلي لجزيئات الماء في هذه الكؤوس.

من المعروف أن كتلة مول واحد من الماء تساوي 18 g، وباستخدام تحليل الوحدات يمكنك تحويل جرامات الماء في الكأس إلى مولات.

$$\frac{230 \text{ g H}_2\text{O}}{\text{كأس}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}}$$

$$= 13 \text{ mol H}_2\text{O} \text{ لكل كأس}$$

ثم تحويل هذه المولات إلى جزيئات باستخدام عدد أفوجادرو.

$$\frac{13 \text{ mol H}_2\text{O} \times 6 \times 10^{23} \text{ جزيء ماء}}{1 \text{ كأس}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ كأس}}$$

$$= 8 \times 10^{24} \text{ جزيء ماء لكل كأس}$$

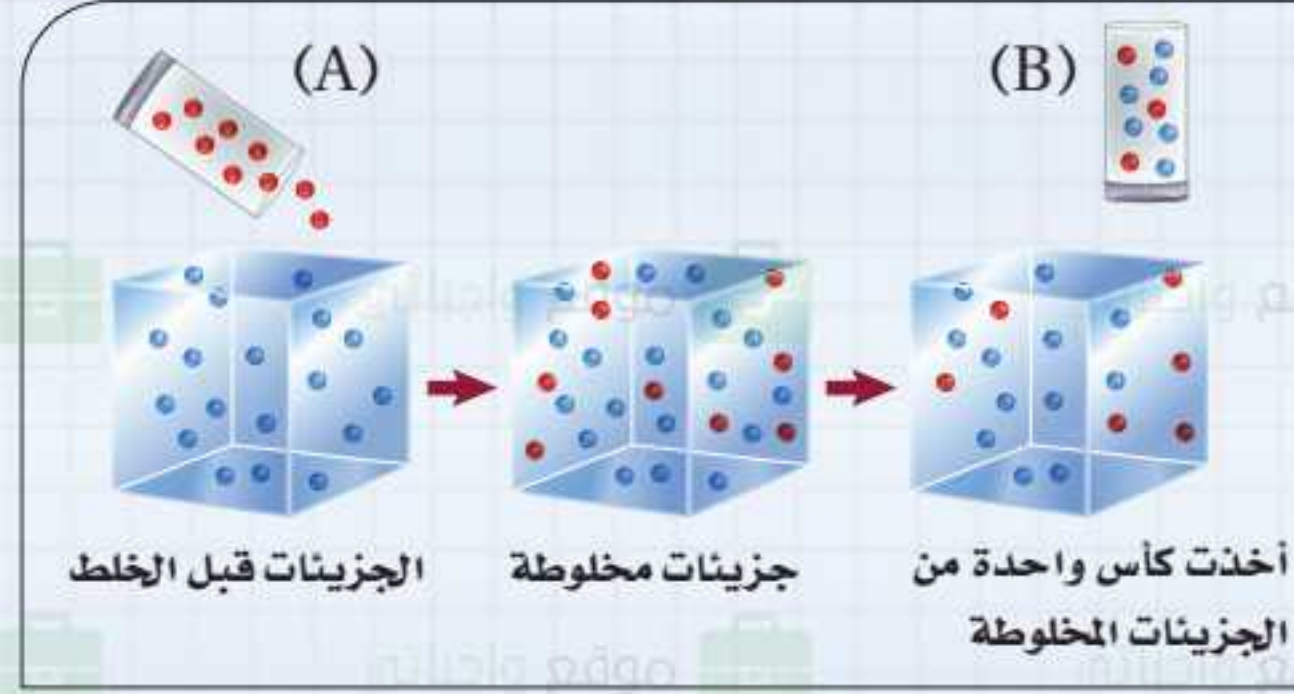
كما يمكنك حساب عدد كؤوس الماء المتوافرة للشرب على النحو الآتي:

$$1.4 \times 10^{24} \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ كأس ماء}}{230 \text{ g H}_2\text{O}} = 6 \times 10^{21} \text{ كأس ماء}$$

إذن يوجد 8×10^{24} جزيء في كأس واحدة من الماء، و 6×10^{21} كأس ماء على الأرض. ولوقارنت بين هذين الرقمين فسترى أن عدد جزيئات الماء في الكأس الواحدة أكثر ألف مرة من عدد كؤوس الماء على الأرض.

الكتابة في الكيمياء

قدّر يمكن استخدام طريقة التقدير المتبعة في هذه المقالة في إجراء أنواع أخرى من الحسابات. لذا استخدم هذه الطريقة لتقدير الكتلة الكلية للطلاب في مدرستك.



الشكل 1 جزيئات الماء من الكأس (A) (الحمراء) تصب في حاوية تتسع لكل جزيئات الماء على الأرض (الزرقاء). والكأس (B) المأخوذة من الوعاء تحتوي على عدد صغير من جزيئات الماء التي كانت في الكأس الأولى.

الحاوية العملاقة افترض أن الماء كله الذي على الأرض يُخزن في حاوية واحدة مكعبة الشكل، فإنها ستكون حاوية عملاقة طول ضلعها 1100 Km. وتخيل أنك ملأت كأس ماء من هذه الحاوية، ثم أعدته إليها، وانتظرت ليختلط الماء تمامًا، ثم ملأت الكأس مرة أخرى، فهل ستكون جزيئات الماء في الكأس الأولى موجودة في الكأس الثانية؟ كما هو موضح في الشكل 1، من المرجح أن تشترك الكأسان في عدد من جزيئات الماء. لماذا؟ لأن عدد جزيئات الماء في الكأس أكثر ألف مرة من عدد الكؤوس في الحاوية. وبهذا المعدل فإن الكأس الثانية ستحتوي على 1000 جزيء ماء تقريبًا كانت في الكأس الأولى.

قوة الأرقام الكبيرة فكّر في كمية الماء التي مرت في جسم المتنبّي أو أينشتاين أو نيوتن، خلال حياتهم - وهي أكبر كثيرًا من كأس واحدة - مفترضًا أن جزيئات الماء اختلطت بالتساوي في حجم الماء كاملاً على الأرض. يمكنك أن تستوعب لماذا يجب أن تحتوي كأس الماء على بعض هذه الجزيئات.

الفكرة العامة المول يمثل عددًا كبيرًا من الجسيمات المنتهية في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المواد.

1-5 قياس المادة

المفاهيم الرئيسية

- المول وحدة تستخدم لعدّ جسيمات المادة بشكل غير مباشر. المول الواحد من المادة النقية يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.
- الجسيمات الممثلة تشمل الذرات، والأيونات، والجزيئات، ووحدات الصيغ الكيميائية، والإلكترونات، وجسيمات أخرى مشابهة.
- المول الواحد من ذرات $C-12$ له كتلة مقدارها 12 g تمامًا.
- يمكن استخدام عوامل التحويل المكتوبة من علاقة عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات.

الفكرة الرئيسية يستعمل الكيميائيون المول لعدّ الذرات، والأيونات، والجزيئات، ووحدات الصيغ الكيميائية.

المفردات

- المول
- عدد أفوجادرو

2-5 الكتلة والمول

المفاهيم الرئيسية

- تسمى كتلة المول الواحد بالجرامات من أي مادة نقية الكتلة المولية.
- الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددياً كتلته الذرية.
- الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفوجادرو من الجسيمات لهذه المادة.
- تستعمل الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى الكتلة، ويستعمل مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى المولات.

الفكرة الرئيسية يحتوي المول على العدد نفسه من الجسيمات دائماً، غير أنّ مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

المفردات

- الكتلة المولية

3-5 مولات المركبات

المفاهيم الرئيسية

- تدل الأرقام في الصيغ الكيميائية على عدد مولات كل عنصر في مول واحد من المركب.
- تحسب الكتلة المولية للمركب بحساب الكتل المولية لجميع العناصر في المركب.
- عوامل التحويل المبينة على الكتلة المولية للمركب تستعمل للتحويل بين مولات المركب وكتلته.

الفكرة الرئيسية يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

إتقان حل المسائل

87. احسب عدد الجسيمات في كل من:

a. 0.25 mol Ag 6.02×10^{23} ذرة من Ag

$$\frac{0.250 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol Ag}} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.51 \times 10^{23} \text{ ذرة من Ag}$$

b. $8.56 \times 10^{-3} \text{ mol NaCl}$ 6.02×10^{23} وحدة صيغة NaCl

$$\frac{8.56 \times 10^{-3} \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} \times 6.02 \times 10^{23} = 5.15 \times 10^{21} \text{ وحدة صيغة من NaCl}$$

c. 35.3 mol CO_2 6.02×10^{23} جزيء من CO_2

$$\frac{35.3 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times 6.02 \times 10^{23} = 2.13 \times 10^{25} \text{ جزيء من CO}_2$$

d. 0.425 mol N_2 6.02×10^{23} جزيء من N_2

$$\frac{0.425 \text{ mol N}_2}{1 \text{ mol N}_2} \times 6.02 \times 10^{23} = 2.56 \times 10^{23} \text{ جزيء من N}_2$$

5-1

إتقان المفاهيم

83. ما القيمة العددية لعدد أفوجادرو؟

 6.02×10^{23}

84. كم ذرة في مول واحد من البوتاسيوم؟

ذرة 6.02×10^{23}

85. ما أهمية وحدة المول للكميائي؟

يسمح المول للكميائي أن يحسب عدد الذرات،

أو الجزيئات، أو وحدات الصيغ الكيميائية في

المادة بدقة.

86. وضح كيف يستخدم عدد أفوجادرو عامل تحويل؟

عدد أفوجادرو هو عدد الجسيمات في

مول واحد من المادة. ويمكن استعماله في

تحويل الجسيمات إلى مولات، والمولات إلى

جسيمات، والجسيمات إلى جرامات، والجرامات

إلى جسيمات.

5 التقويم

89. احسب عدد المولات في كل مما يأتي:

a. 3.25×10^{20} ذرة من الرصاص.

$$\frac{1 \text{ mol Pb}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Pb}} \times 3.25 \times 10^{20} \text{ ذرة من Pb} = 5.39 \times 10^{-4} \text{ mol Pb}$$

b. 4.96×10^{24} جزيء من الجلوكوز.

$$\frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times 4.96 \times 10^{24} \text{ جزيء من C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 8.24 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

88. ما عدد الجزيئات في كل من المركبات الآتية؟

a. 1.35 mol CS_2

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من CS}_2}{1 \text{ mol CS}_2} \times 1.35 \text{ mol CS}_2 = 8.13 \times 10^{23} \text{ جزيء من CS}_2$$

b. $0.254 \text{ mol As}_2\text{O}_3$

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من As}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol As}_2\text{O}_3} \times 0.254 \text{ mol As}_2\text{O}_3 = 1.53 \times 10^{23} \text{ جزيء من As}_2\text{O}_3$$

c. $1.25 \text{ mol H}_2\text{O}$

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times 1.25 \text{ mol H}_2\text{O} = 7.53 \times 10^{23} \text{ جزيء من H}_2\text{O}$$

d. 150.0 mol HCl

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من HCl}}{1 \text{ mol HCl}} \times 150.0 \text{ mol HCl} = 9.03 \times 10^{25} \text{ جزيء من HCl}$$

90. أجز التحويلات الآتية:

a. 1.51×10^{15} ذرة من Si إلى مولات.

$$\frac{1.51 \times 10^{15} \text{ ذرة من Si}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Si}} \times 1 \text{ mol Si} = 2.51 \times 10^{-9} \text{ mol Si}$$

b. $4.25 \times 10^{-2} \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ إلى جزيئات.

$$\frac{4.25 \times 10^{-2} \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من H}_2\text{SO}_4 = 2.56 \times 10^{22} \text{ جزيء من H}_2\text{SO}_4$$

c. 8.95×10^{25} جزيء من CCl_4 إلى مولات.

$$\frac{8.95 \times 10^{25} \text{ جزيء من CCl}_4}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من CCl}_4} \times 1 \text{ mol CCl}_4 = 1.49 \times 10^2 \text{ mol CCl}_4$$

d. 5.90 mol Ca إلى ذرات.

$$\frac{5.90 \text{ mol Ca}}{1 \text{ mol Ca}} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Ca} = 3.55 \times 10^{24} \text{ ذرة من Ca}$$

94. أيهما أكبر كتلة: مول واحد من الصوديوم أم مول واحد من البوتاسيوم؟ فسر إجابتك.

الكتلة المولية للبوتاسيوم تساوي 39.098 g/mol، أما الكتلة المولية للصوديوم فتساوي 22.990 g/mol. ولهذا، فإن مولاً واحداً من البوتاسيوم له كتلة أكبر من مول واحد من الصوديوم.

95. وضح كيف تحول عدد ذرات عنصر إلى كتلة؟

حوّل عدد الذرات إلى مولات بالقسمة على عدد أفوجادرو، ثم اضرب عدد المولات في الكتلة المولية للعنصر.

96. ناقش العلاقات بين المول، والكتلة المولية، وعدد أفوجادرو.

الكتلة المولية هي الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية. أما عدد أفوجادور فهو عدد الجسيمات في مول واحد. في حين أن كتلة 6.02×10^{23} جسيم من المادة هي الكتلة المولية لها.

91. إذا استطعت عدّ ذرتين في كل ثانية، فكم سنة تحتاج لعدّ مول واحد من الذرات؟

$$\frac{1s}{2 \text{ جسيم}} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ جسيم} = 3.01 \times 10^{23} s$$

$$3.01 \times 10^{23} s \times \frac{1h}{3600s} \times \frac{1day}{24h} \times \frac{1y}{365day} = 9.5 \times 10^{15} \text{ year}$$

إتقان المفاهيم

92. وضح الفرق بين الكتلة الذرية والكتلة المولية.

الكتلة الذرية (amu) هي كتلة جسيم واحد (ذرة أو جزيء)، أما

الكتلة المولية (g) فهي كتلة مول واحد 1 mol من الجسيمات.

93. أيهما يحوي ذرات أكثر: مول واحد من الفضة، أم مول واحد من الذهب؟ فسر إجابتك.

كلاهما سيحتويان على العدد نفسه

من الذرات؛ لأن المول الواحد

من أي شيء يحوي 6.02×10^{23} جسيم.

98. أجز التحويلات الآتية:

a. 3.5 mol Li إلى جرامات.

6.94 g Li

~~3.50 mol Li~~ ×

~~1 mol Li~~

$= 24.3 \text{ g Li}$

b. 7.65 g Co إلى مولات.

1 mol Co

~~7.65 g Co~~ ×

~~58.93 g Co~~

$= 0.130 \text{ mol Co}$

c. 5.65 g Kr إلى مولات.

1 mol Kr

~~5.65 g Kr~~ ×

~~83.80 g Kr~~

$= 0.0674 \text{ mol Kr}$

إتقان حل المسائل

97. احسب كتلة كل مما يأتي:

a. 5.22 mol He

4.00 g He

~~5.22 mol He~~ ×

~~1 mol He~~

$= 20.9 \text{ g He}$

b. 2.22 mol Ti

47.87 g Ti

~~2.22 mol Ti~~ ×

~~1 mol Ti~~

$= 106 \text{ g Ti}$

c. 0.0455 mol Ni

58.69 g Ni

~~0.0455 mol Ni~~ ×

~~1 mol Ni~~

$= 2.67 \text{ g Ni}$

100. أكمل الجدول 2-5:

جدول (2-5) بيانات الكتلة، والمول، والذرات		
الذرات	المولات	الكتلة
2.20×10^{24} ذرة من Mg	3.65 mol Mg	88.7 g Mg
3.420×10^{23} ذرة من Cr	0.5681 mol Cr	29.54g Cr
3.54×10^{25} ذرة من P	58.8 mol P	1820 g p
3.420×10^{23} ذرة من As	0.568 mol As	42.6 g As

طريقة الحل:

:Mg

$$3.65 \cancel{\text{mol Mg}} \times \frac{24.31 \text{ g Mg}}{1 \cancel{\text{mol Mg}}} = 88.7 \text{ g Mg}$$

$$3.65 \cancel{\text{mol Mg}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Mg}}{1 \cancel{\text{mol Mg}}} = 2.20 \times 10^{24} \text{ ذرة من Mg}$$

:Cr

$$29.54 \cancel{\text{g Cr}} \times \frac{1 \text{ mol Cr}}{52.00 \cancel{\text{g Cr}}} = 0.5681 \text{ mol Cr}$$

$$0.5681 \cancel{\text{mol Cr}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Cr}}{1 \cancel{\text{mol Cr}}} = 3.420 \times 10^{23} \text{ ذرة من Cr}$$

99. ما كتلة العنصر بالجرامات في كل مما يأتي؟

a. $1.33 \times 10^{22} \text{ mol Sb}$
 121.76 g Sb

$$1.33 \times 10^{22} \cancel{\text{mol Sb}} \times \frac{121.76 \text{ g Sb}}{1 \cancel{\text{mol Sb}}} = 1.62 \times 10^{24} \text{ g Sb}$$

b. $4.75 \times 10^{14} \text{ mol Pt}$

$$4.75 \times 10^{14} \cancel{\text{mol Pt}} \times \frac{195.08 \text{ g Pt}}{1 \cancel{\text{mol Pt}}} = 9.27 \times 10^{16} \text{ g Pt}$$

c. $1.22 \times 10^{23} \text{ mol Ag}$

$$1.22 \times 10^{23} \cancel{\text{mol Ag}} \times \frac{107.87 \text{ g Ag}}{1 \cancel{\text{mol Ag}}} = 1.32 \times 10^{25} \text{ g Ag}$$

d. $9.85 \times 10^{24} \text{ mol Cr}$

$$9.85 \times 10^{24} \cancel{\text{mol Cr}} \times \frac{52.00 \text{ g Cr}}{1 \cancel{\text{mol Cr}}} = 5.12 \times 10^{26} \text{ g Cr}$$

101. حول عدد الذرات فيما يأتي إلى جرامات:

a. 8.65×10^{25} ذرة من H.

$$\frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} \times \frac{8.65 \times 10^{25} \text{ ذرة من H}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من H}} = 145 \text{ g H}$$

b. 1.25×10^{22} ذرة من O.

$$\frac{16.00 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} \times \frac{1.25 \times 10^{22} \text{ ذرة من O}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من O}} = 0.332 \text{ g O}$$

:p

1 mol P

$$\frac{30.97 \text{ g P}}{1 \text{ mol P}} \times \frac{3.54 \times 10^{25} \text{ ذرة من P}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من P}} = 58.8 \text{ mol P}$$

$$\frac{58.8 \text{ mol P}}{1 \text{ mol P}} \times 30.97 \text{ g P} = 1820 \text{ g P}$$

:As

74.92 g As

$$\frac{74.92 \text{ g As}}{1 \text{ mol As}} \times 0.568 \text{ mol As} = 42.6 \text{ g As}$$

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من As}}{1 \text{ mol As}} \times 0.568 \text{ mol As} = 3.42 \times 10^{23} \text{ ذرة من As}$$

102. احسب عدد الذرات في كل عنصر مما يأتي:

$$0.0340 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{63.59 \text{ g Zn}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ mol Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 0.034 \text{ g Zn} \quad \text{a.}$$

$$= 3.13 \times 10^{20} \text{ ذرة من Zn}$$

$$0.124 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24.31 \text{ g Mg}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = 0.124 \text{ g Mg} \quad \text{b.}$$

$$= 3.07 \times 10^{21} \text{ ذرة من Mg}$$

103. رتب تصاعدياً بحسب عدد المولات:

$$4.25 \text{ mol Ar, Ne} \quad 3.00 \times 10^{24} \text{ ذرة من Ne}$$

$$.65.96 \text{ g Kr, Xe} \quad 2.69 \times 10^{24} \text{ ذرة من Xe}$$

حول عدد ذرات كل من Ne، و Xe، وجرامات Kr إلى مولات.

:Ne

$$3.00 \times 10^{24} \text{ ذرة من Ne} \times \frac{1 \text{ mol Ne}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Ne}}$$

$$= 4.98 \text{ mol Ne}$$

:Xe

$$2.69 \times 10^{24} \text{ ذرة من Xe} \times \frac{1 \text{ mol Xe}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Xe}}$$

$$= 4.47 \text{ mol Xe}$$

:Kr

$$65.95 \text{ g Kr} \times \frac{1 \text{ mol Kr}}{83.80 \text{ g Kr}}$$

$$= 0.7871 \text{ mol Kr}$$

$$4.98 \text{ mol Ne} > 4.47 \text{ mol Xe} > 4.25 \text{ mol Ar} > 0.7871 \text{ mol Kr}$$

104. أيهما يحتوي ذرات أكثر: 10.0 g C، أم 10.0 g Ca؟

وكم ذرة يحتوي كل عنصر منهما؟

$$10.0 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من C}}{1 \text{ mol C}} = 5.01 \times 10^{23} \text{ ذرة من C}$$

$$10.0 \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40.08 \text{ g Ca}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = 1.5 \times 10^{23} \text{ ذرة من Ca}$$

10.0 g C تحتوي على ذرات أكثر.

105. أيهما يحتوي على أكبر عدد من الذرات 10.0 mol C

أم 10.0 mol Ca؟

يحتوي مول واحد من أي مادة على 6.02×10^{23} جسيم لذا، يحتوي

كلاهما العدد نفسه من الذرات، وتساوي 6.02×10^{24} ذرة.

106. خليط مكون من 0.250 mol Fe و 1.20 mol C،

ما عدد الذرات الكلي في هذا الخليط؟

$$0.250 \text{ mol Fe} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 1.5 \times 10^{23} \text{ ذرة من Fe}$$

$$1.20 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من C}}{1 \text{ mol C}} = 0.601 \times 10^{23} \text{ ذرة من C}$$

مجموع للذرات الكلي =

$$1.51 \times 10^{23} \text{ ذرة من Fe} + 0.601 \times 10^{23} \text{ ذرة من C}$$

$$= 2.11 \times 10^{23} \text{ ذرة}$$

إتقان المفاهيم

107. ما المعلومات التي يمكنك الحصول عليها من صيغة

كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 ؟

1 mol من كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 يحتوي على 2 mol من

أيونات K^+ ، و 1 mol من أيونات CrO_4^{2-} .

108. ما عدد مولات كل من الصوديوم والفوسفور

والأكسجين في صيغة فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 ؟

و 4 mol O

و 1 mol P،

3 mol Na

109. لماذا يمكن استعمال الكتلة المولية عامل تحويل؟

الكتلة المولية هي كتلة مول واحد من المركب، ويمكن استعمالها في تحويل مولات المركب إلى كتلة، أو تحويل كتلة المركب إلى مولات.

110. اكتب ثلاثة عوامل تحويل تستعمل في التحويلات المولية.

$$\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جسيم}} ; \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جسيم}}{1 \text{ mol}}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{g}$$

111. أي المركبات الآتية يحتوي على العدد الأكبر من مولات الكربون لكل مول من المركب: حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$ ، أم الجلوسرين $C_3H_8O_3$ ، أم الفثالين $C_8H_8O_3$ ؟ فسر إجابتك.

تبين صيغة الفثالين $C_8H_8O_3$ أن هناك 8 ذرات كربون لكل جزيء، وهذا أكثر من عدد ذرات الكربون في حمض الأسكوربيك و الجلوسرين.

إتقان حل المسائل

112. كم مولاً من الأكسجين في كل مركب مما يأتي؟

a. 2.5 mol KMnO_4

$$2.5 \cancel{\text{mol KMnO}_4} \times \frac{4 \text{ mol O}}{1 \cancel{\text{mol KMnO}_4}}$$

$$= 10.0 \text{ mol O}$$

b. 45.9 mol CO_2

$$45.9 \cancel{\text{mol CO}_2} \times \frac{2 \text{ mol O}}{1 \cancel{\text{mol CO}_2}}$$

$$= 91.8 \text{ mol O}$$

c. $1.25 \times 10^2 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

$$1.25 \times 10^2 \cancel{\text{mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \times \frac{9 \text{ mol O}}{1 \cancel{\text{mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}}$$

$$= 0.113 \text{ mol O}$$

113. كم جزيء CCl_4 ، وكم ذرة C، وكم ذرة Cl، في 3 mol CCl_4 ؟ وما عدد الذرات الكلي؟

$$3.00 \text{ mol CCl}_4 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من CCl}_4}{1 \text{ mol CCl}_4} = 1.81 \times 10^{24} \text{ جزيء من CCl}_4$$

$$1.81 \times 10^{24} \text{ جزيء من CCl}_4 \times \frac{1 \text{ mol ذرة من C}}{1 \text{ جزيء CCl}_4} = 1.81 \times 10^{24} \text{ ذرة من C}$$

$$1.81 \times 10^{24} \text{ جزيء من CCl}_4 \times \frac{4 \text{ mol ذرة من Cl}}{1 \text{ جزيء من CCl}_4} = 7.24 \times 10^{24} \text{ ذرة من Cl}$$

= عدد الذرات الكلي

$$1.81 \times 10^{24} \text{ ذرة من C} + 7.24 \times 10^{24} \text{ ذرة من Cl} = 9.05 \times 10^{24} \text{ ذرة}$$

114. احسب الكتلة المولية لكل مركب مما يأتي:

a. حمض النيتريك HNO_3 .

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

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

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

$$48.00 + 14.01 \text{ g} + 1.008 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$63.02 \text{ g/mol} =$$

b. أكسيد الزنك ZnO .

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

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

$$16.00 \text{ g} + 65.39 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$81.39 \text{ g/mol} =$$

115. كم مولاً في 100 g من CH_3OH ؟

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

$$4 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 4.032 \text{ g H}$$

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

$$16.00 \text{ g} + 4.032 \text{ g} + 12.01 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$32.04 \text{ g/mol} =$$

$$100.0 \text{ g CH}_3\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{32.04 \text{ g CH}_3\text{OH}}$$

$$= 3.12 \text{ mol CH}_3\text{OH}$$

116. ما كتلة $1.25 \times 10^2 \text{ mol}$ من Ca(OH)_2 ؟

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

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

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

الكتلة المولية = $40.08 \text{g} + 2.016 \text{g} + 32.00 \text{g}$

$$74.10 \text{ g/mol} =$$

$$1.25 \times 10^2 \cancel{\text{mol Ca(OH)}_2} \times \frac{74.10 \text{ g Ca(OH)}_2}{1 \cancel{\text{mol Ca(OH)}_2}}$$

$$= 9.26 \times 10^2 \text{ g Ca(OH)}_2$$

117. الحفر على الزجاج يستعمل حمض الهيدروفلوريك
 HF للحفر على الزجاج. ما كتلة 4.95×10^{25}
 جزيء من HF؟

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

$$\cancel{1 \text{ mol F}} \times \frac{19.00 \text{ g F}}{\cancel{1 \text{ mol F}}} = 19.00 \text{ g F}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 19.00 \text{ g} + 1.008 \text{ g}$$

$$20.01 \text{ g/mol} =$$

$$\cancel{4.95 \times 10^{25} \text{ جزيء من HF}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol HF}}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من HF}}$$

$$\cancel{1 \text{ mol HF}} \times \frac{20.01 \text{ g HF}}{\cancel{1 \text{ mol HF}}} = 1650 \text{ g HF}$$

118. احسب عدد الجزيئات في 47.0 g من C_2H_5OH .

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

$$6 \cancel{\text{mol H}} \times \frac{1.008 \text{g H}}{1 \cancel{\text{mol H}}} = 6.048 \text{g H}$$

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

الكتلة المولية C_2H_5OH

$$24.02 \text{g} + 6.048 \text{g} + 16.00 \text{g} = 46.07 \text{g/mol}$$

$$C_2H_5OH = 46.07 \text{g/mol} \text{ كتلة مول واحد من } C_2H_5OH$$

$$47.0 \cancel{\text{g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{1 \cancel{\text{mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}}{46.07 \cancel{\text{g C}_2\text{H}_5\text{OH}}}$$

$$\times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من } C_2H_5OH}{1 \cancel{\text{mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}}$$

$$= 6.14 \times 10^{23} \text{ جزيء من } C_2H_5OH$$

119. كم مولاً من الحديد يمكن استخراجه من

100.0 kg من الماجنتيت Fe_3O_4 ؟

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

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

الكتلة المولية Fe_3O_4 =

$$167.55 \text{ g} + 64.00 \text{ g} = 231.55 \text{ g/mol}$$

$$\cancel{100.0 \text{ kg Fe}_3\text{O}_4} \times \frac{\cancel{10^3 \text{ g}}}{\cancel{1 \text{ kg}}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}}{231.55 \text{ g Fe}_3\text{O}_4}$$

$$\times \frac{3 \text{ mol Fe}}{\cancel{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}} = 1296 \text{ mol Fe}$$

120. الطبخ يحتوي الخل المستعمل في الطبخ على 5% من حمض الخل CH_3COOH . فكم جزيئاً من الحمض يوجد في 25.0 g من الخل؟

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

$$4 \cancel{\text{mol H}} \times \frac{1.008 \text{g H}}{1 \cancel{\text{mol H}}} = 4.032 \text{g H}$$

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

$$32.00 \text{ g} + 4.032 \text{g} + 24.02 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$60.05 \text{g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

$$25 \text{ g من الخل} \times 5\% = \text{كتلة } \text{CH}_3\text{COOH} \text{ الموجودة}$$

$$= 1.25 \text{ g CH}_3\text{COOH}$$

$$1.25 \text{ g CH}_3\text{COOH} \times \frac{1 \cancel{\text{mol CH}_3\text{COOH}}}{60.05 \text{g CH}_3\text{COOH}}$$

$$\times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من CH}_3\text{COOH}}{1 \cancel{\text{mol CH}_3\text{COOH}}}$$

$$= 1.3 \times 10^{22} \text{ جزيء من CH}_3\text{COOH}$$

121. احسب عدد ذرات الأكسجين في 25.0 g من CO_2

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

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

الكتلة المولية = $12.01 \text{ g} + 32.00 \text{ g}$

$$44.01 \text{ g/mol} =$$

$$\cancel{25.0 \text{ g CO}_2} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol CO}_2}}{44.01 \text{ g CO}_2} \times \frac{\cancel{2 \text{ mol O}}}{\cancel{1 \text{ mol CO}_2}}$$

$$\cancel{1 \text{ mol O}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من O}}{\cancel{1 \text{ mol O}}} = 6.84 \times 10^{23} \text{ ذرة من O}$$

مراجعة عامة

122. إذا كانت كتلة ذرة واحدة من عنصر ما تساوي $6.66 \times 10^{-23} \text{ g}$ ، فما العنصر؟

$$\frac{x}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة/mol}} = \frac{6.66 \times 10^{-23} \text{ g}}{1 \text{ ذرة}}$$

$$x = \frac{(6.66 \times 10^{-23} \text{ g}) \times (6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة/mol})}{1 \text{ ذرة}}$$

$$x = 40.09 \text{ g/mol}$$

قيمة الكتلة المولية أقرب إلى الكتلة المولية لعنصر الكالسيوم.

التفكير الناقد

123. طبق المفاهيم لدى شركة تعدين مصدران محتملان لاستخراج النحاس: جالكوبايريت (CuFeS_2)، و جالكوسيت (Cu_2S). فإذا كانت ظروف استخراج النحاس من الخامين متشابهة تمامًا، فأيهما ينتج عنه كمية أكبر من النحاس؟ فسر إجابتك.



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

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

$$2 \cancel{\text{mol S}} \times \frac{32.07 \text{ g S}}{1 \cancel{\text{mol S}}} = 64.14 \text{ g S}$$

$$= 64.14 \text{ g} + 55.85 \text{ g} + 63.55 \text{ g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$= 183.54 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

$$\% \text{Cu} = \frac{63.55 \text{ g Cu}}{183.54 \text{ g CuFeS}_2} \times 100\%$$

$$= 34.62\%$$



$$2 \cancel{\text{mol Cu}} \times \frac{63.55 \text{ g Cu}}{1 \cancel{\text{mol Cu}}} = 127.10 \text{ g Cu}$$

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

$$= 32.07\text{g} + 127.10\text{g} = \text{الكتلة المولية}$$

$$= 159.17\text{g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

$$\text{Cu}_2\text{S} \% \text{Cu} = \frac{127.10 \text{ g Cu}}{159.17 \text{ g Cu}_2\text{S}} \times 100\% = 79.90\%$$

الجالكوباييريت (CuFeS_2) يحوي 34.62% من كتلته نحاسًا، حيث
تحتسب من التركيب النسبي المئوي، والجالكوسيت (Cu_2S) يحوي
79.90% من كتلته نحاسًا. ولهذا فإن الجالكوسيت سيُنتج كمية
أكبر من النحاس لأن نسبة النحاس فيه أعلى.

مراجعة تراكمية

124. اكتب معادلات كيميائية موزونة لكل تفاعل مما يأتي:

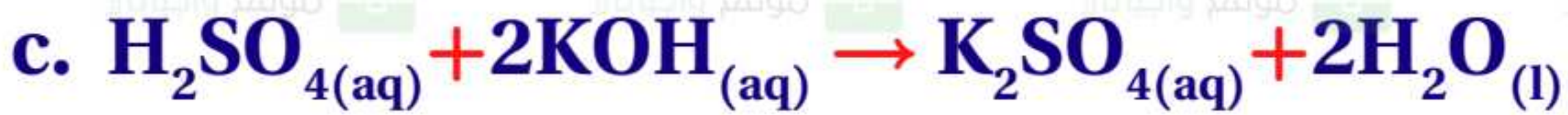
a. تفاعل فلز الماغنسيوم مع الماء لتكوين هيدروكسيد الماغنسيوم الصلب وغاز الهيدروجين.



b. تفكك غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين.



c. تفاعل الإحلال المزدوج بين المحاليل المائية لكل من حمض الكبريتيك وهيدروكسيد البوتاسيوم.



تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

125. 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.

ستتنوع الإجابات؛ احرص على أن تشتمل النشرات على معلومات،

مثل، أن هيدرات الغاز الطبيعي مواد بلورية صلبة يكون الماء أساساً 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 المركبات 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 مصدراً جديداً ونظيماً للطاقة.

توجد كميات ضخمة من الغاز الطبيعي على صورة هيدرات الغاز حول العالم، ولكن إذا تم استثمارها كمصدر للطاقة، فقد يؤدي ذلك إلى فقدان التوازن في قاع البحار، وبالتالي، عدم الاستقرار مما يؤدي إلى انزلاقات في سطح قاع البحار وإطلاق كميات هائلة من غاز الميثان إلى السطح. ويُعدّ غاز الميثان غاز دفيئة فعال جداً، إذ يفسر تحرر مقدار ضخم من غاز الميثان سلسلة الاحترار العالمي

أسئلة المستندات

126. يشتمل الجدول 4-5 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	$1.04 \times 10^5 \text{g}$	5.14×10^7	3.09×10^{31}
الأكسجين	O ₂	$6.18 \times 10^5 \text{g}$	1.93×10^7	1.16×10^{31}
أحادي ميثيل الهيدرازين	CH ₃ NH NH ₂	4909	1.07×10^5	6.44×10^{28}
رابع أكسيد النيتروجين	N ₂ O ₄	7.95×10^3	8.64×10^4	5.2×10^{28}

الهيدروجين:

الكتلة:

$$5.14 \times 10^7 \text{ mol H} \times \frac{2.016 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1.4 \times 10^5 \text{ kg H}$$

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:

$$1.16 \times 10^{31} \text{ جزيء من } O \times \frac{1 \text{ mol } O}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من } O} = 1.93 \times 10^7 \text{ mol } O$$

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:

$$1.07 \times 10^5 \text{ mol } CH_3NHNH_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من } CH_3NHNH_2}{1 \text{ mol } CH_3NHNH_2} = 6.44 \times 10^{28} \text{ جزيء من } CH_3NHNH_2$$



رابع أكسيد النيتروجين؛

الكتلة؛

$$8.64 \times 10^4 \cancel{\text{mol N}_2\text{O}_4} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \cancel{\text{g}}} \times \frac{92.02 \cancel{\text{g N}_2\text{O}_4}}{1 \cancel{\text{mol N}_2\text{O}_4}} = 7.950 \times 10^3 \text{ kg N}_2\text{O}_4$$

عدد الجزيئات؛

$$8.64 \times 10^4 \cancel{\text{mol N}_2\text{O}_4} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من N}_2\text{O}_4}{1 \cancel{\text{mol N}_2\text{O}_4}} = 5.20 \times 10^{28} \text{ جزيء من N}_2\text{O}_4$$

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

4. ما كتلة جزيء واحد من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ ؟

(الكتلة المولية = 180 g/mol).

a. 6.02×10^{-23} .c. 2.16×10^{-25}

b. 2.99×10^{-22} .d. 3.34×10^{-21}

5. ما عدد ذرات الأكسجين في 18.94 g من

$Zn(NO_3)_2$ ؟ (الكتلة المولية = 189 g/mol).

a. 3.62×10^{23} .c. 6.02×10^{25}

b. 1.81×10^{23} .d. 1.14×10^{25}

6. إذا علمت أن الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم

$NaOH$ هي 40.0 g/mol . فما عدد المولات

في 20.00 g منه؟

a. 0.50 mol .c. 2.00 mol

b. 1.00 mol .d. 4.00 mol

7. كم ذرة في 116.14 g من Ge ؟

(الكتلة المولية = 72.64 g/mol).

a. 2.73×10^{25} ذرة.

b. 6.99×10^{25} ذرة.

c. 3.76×10^{23} ذرة.

d. 9.63×10^{23} ذرة.

8. ما كتلة جزيء واحد من $(BaSiF_6)$ علماً أن كتلته

المولية = 279.415 g/mol .

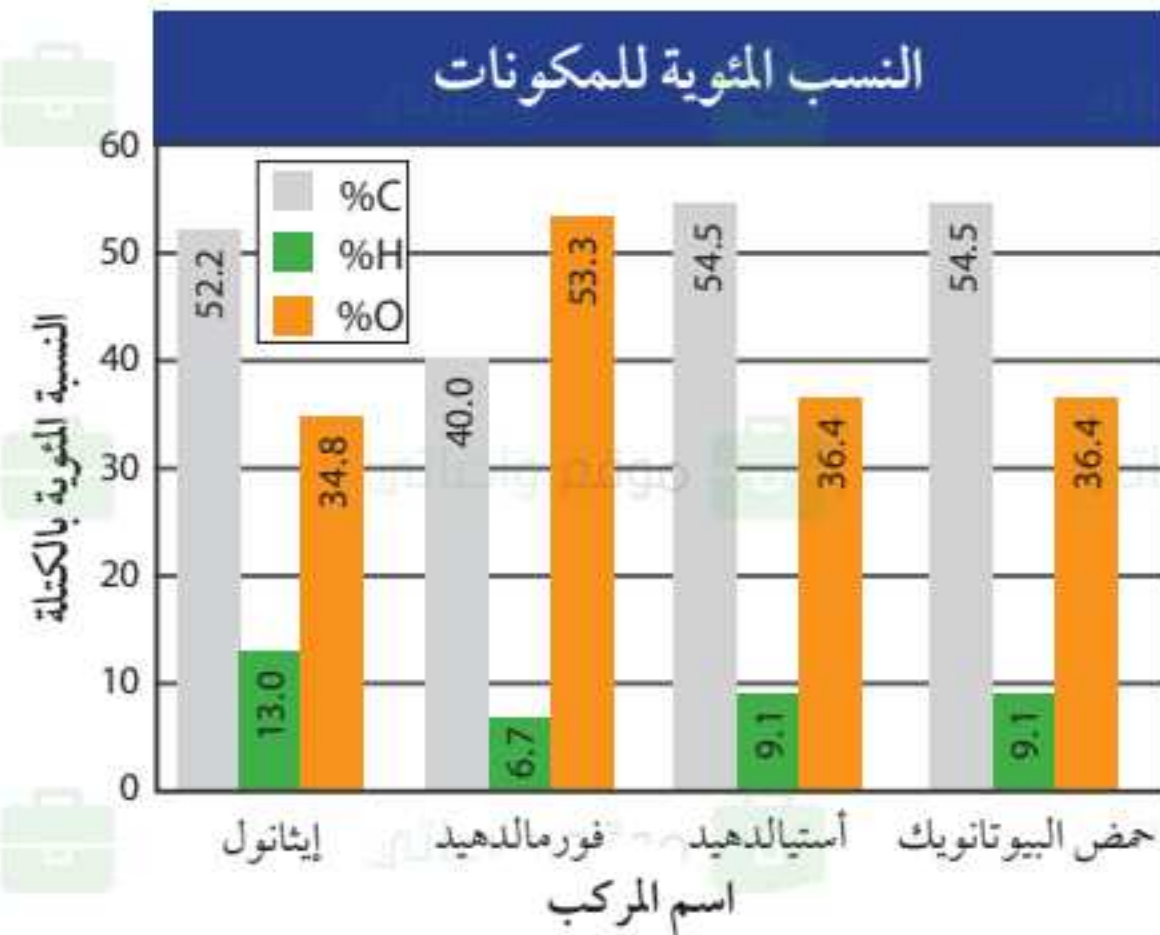
a. $1.68 \times 10^{26} \text{ g}$

b. $2.16 \times 10^{21} \text{ g}$

c. $4.64 \times 10^{-22} \text{ g}$

d. $6.02 \times 10^{-23} \text{ g}$

استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 4.



1. يتشابه الأستالدهيد وحمض البيوتانويك في:

a. الصيغة الجزيئية.

b. الصيغة الأولية.

c. الكتلة المولية.

d. الخواص الكيميائية.

2. أي مما يأتي لا يُعدّ وصفاً للمول؟

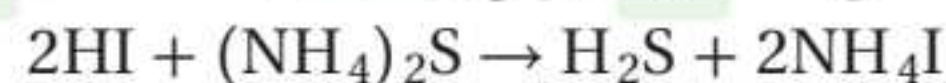
a. وحدة تستعمل للعد المباشر للجسيمات.

b. عدد أفوجادرو من جزيئات مركب.

c. عدد الذرات في 12 g بالضبط من $C-12$ النقي.

d. وحدة النظام العالمي لكمية المادة.

3. ما نوع التفاعل الموضح أدناه؟



c. إحلال بسيط.

d. إحلال مزدوج.

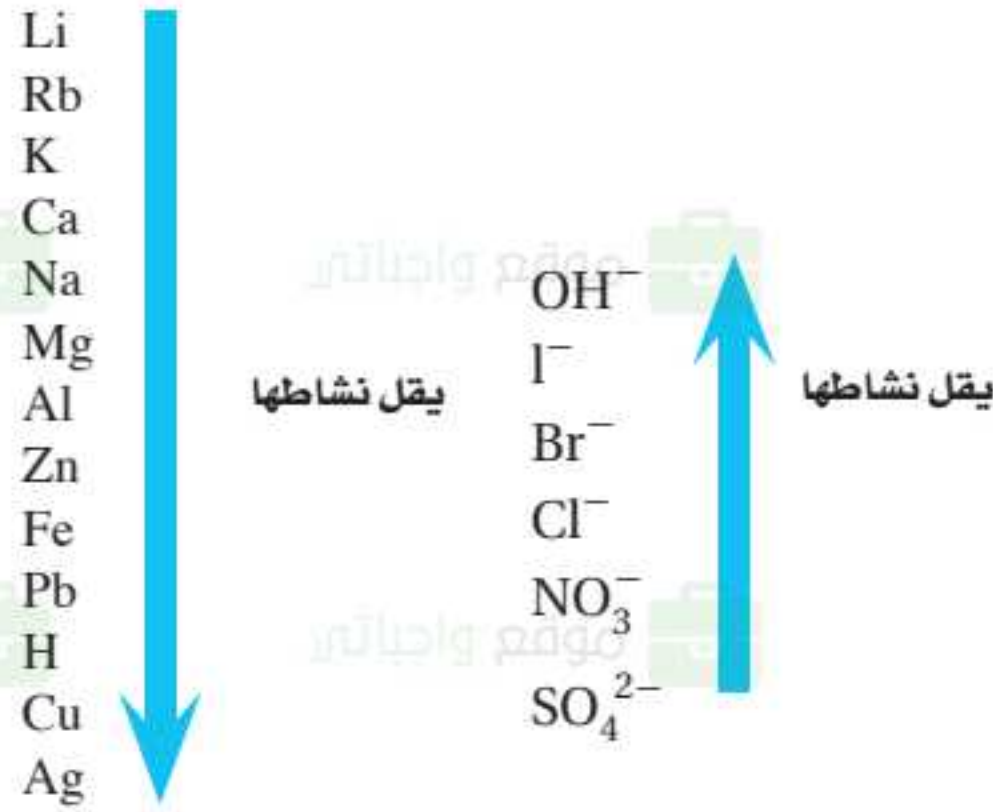
a. تكوين.

b. تفكك.

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال 11.



طُلب إليك تحديد ما إذا كانت عينة من الفلز تتكون من الخارصين، أو الرصاص، أو الليثيوم. ولديك المحاليل الآتية: كلوريد البوتاسيوم KCl، كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ III، كلوريد الحديد $FeCl_3$ III، كلوريد النحاس $CuCl_2$ (II).

11. وضح كيف تستخدم المحاليل في معرفة نوع الفلز الذي تتكون منه العينة؟

ستحتاج إلى تفاعل كمية من العينة نفسها مع كافة المحاليل. إذا كانت العينة من الليثيوم فستكون نشيطة كيميائياً، وستظهر تفاعلاً كيميائياً عند وضعها في أي محلول. الرصاص أقل نشاطاً من المحاليل جميعها باستثناء النحاس. **لذا، إذا أظهر الفلز تفاعلاً مع النحاس فقط، فإن العينة تكون من الرصاص.** الخارصين أكثر نشاطاً من الحديد والنحاس، وأقل نشاطاً من البوتاسيوم والألومنيوم، فالخارصين يتفاعل مع محاليل الحديد والنحاس، ولكنه لا يتفاعل مع محاليل البوتاسيوم والألومنيوم.

9. ما الكتلة المولية لأباتيت الفلور $Ca_5(PO_4)_3 F$.

a. 314 g/mol

b. 344 g/mol

c. 442 g/mol

d. 504 g/mol

e. 524 g/mol

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤال 10.

شحنات بعض الأيونات	
الصيغة	الأيون
S^{2-}	الكبريتيد
SO_3^{2-}	الكبريتيت
SO_4^{2-}	الكبريتات
$S_2O_3^{2-}$	ثيوكبريتات
Cu^+	نحاس I
Cu^{2+}	نحاس II

10. كم مركباً يمكن أن يتكوّن من النحاس والكبريت والأكسجين؟ اكتب أسماءها وصيغها.

$Cu_2S_2O_3$	ثيوكبريتات النحاس (I)
CuS_2O_3	ثيوكبريتات النحاس (II)
Cu_2SO_4	كبريتات النحاس (I)
$CuSO_4$	كبريتات النحاس (II)
Cu_2SO_3	كبريتيت النحاس (I)
$CuSO_3$	كبريتيت النحاس (II)

مصادر تعليمية

ثوابت فيزيائية

الكمية	الرمز	المقدار	القيمة التقريبية
وحدة كتلة الذرة	amu	$1.66053886 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
عدد أفوجادرو	N_A	$6.0221415 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
كتلة الإلكترون	e^-	9.11×10^{-28}	amu

البادئات

البادئة	الرمز	التعبير العلمي
femto	f	10^{-15}
pico	p	10^{-12}
nano	n	10^{-9}
micro	μ	10^{-6}
milli	m	10^{-3}
centi	c	10^{-2}
deci	d	10^{-1}
dica	da	10^1
hecto	h	10^2
kilo	k	10^3
mega	M	10^6
giga	G	10^9
tera	T	10^{12}
peta	P	10^{15}

مصادر تعليمية

الأيونات العديدة الذرات			
الأيون	الاسم	الأيون	الاسم
IO_4^-	البيرايودات	NH_4^+	الأمونيوم
CH_3COO^-	الأسيتات	NO_2^-	النيتريت
H_2PO_4^-	الفوسفات الثنائية الهيدروجين	NO_3^-	النترات
CO_3^{2-}	الكربونات	OH^-	الهيدروكسيد
SO_3^{2-}	الكبريتيت	CN^-	السيانيد
SO_4^{2-}	الكبريتات	MnO_4^-	البرمنجنات
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	الثيوكبريتات	HCO_3^-	البيكربونات
O_2^{2-}	البيروكسيد	ClO^-	الهيبوكلورايت
CrO_4^{2-}	الكرومات	ClO_2^-	الكلورايت
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	ثنائي الكرومات	ClO_3^-	الكلورات
HPO_4^{2-}	الفوسفات الهيدروجينية	ClO_4^-	فوق الكلورات
PO_4^{3-}	الفوسفات	BrO_3^-	البرومات
AsO_4^{3-}	الزرنيخات	IO_3^-	الأيودات

الأكثر نشاطاً

الفلزات

ليثيوم

روبيديوم

بوتاسيوم

كالسيوم

صوديوم

ماغنسيوم

ألومنيوم

منجنيز

خارصين

حديد

نيكل

قصدير

رصاص

نحاس

فضة

بلاتين

ذهب

الأقل نشاطاً

الأكثر نشاطاً

الهالوجينات

فلور

كلور

بروم

يود

الأقل نشاطاً

أيونات بعض العناصر

المجموعة	الأيونات الشائعة
3	$\text{Sc}^{3+}, \text{Y}^{3+}, \text{La}^{3+}$
4	$\text{Ti}^{2+}, \text{Ti}^{3+}$
5	$\text{V}^{2+}, \text{V}^{3+}$
6	$\text{Cr}^{2+}, \text{Cr}^{3+}$
7	$\text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Tc}^{2+}$
8	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$
9	$\text{Co}^{2+}, \text{Co}^{3+}$
10	$\text{Ni}^{2+}, \text{Pd}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Pt}^{4+}$
11	$\text{Cu}^+, \text{Cu}^{2+}, \text{Ag}^+, \text{Au}^+, \text{Au}^{3+}$
12	$\text{Zn}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$
13	$\text{Al}^{3+}, \text{Ga}^{2+}, \text{Ga}^{3+}, \text{In}^+, \text{In}^{2+}, \text{In}^{3+}, \text{Tl}^+, \text{Tl}^{3+}$
14	$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Pb}^{4+}$

(أ)

أشعة ألفا Alpha Ray: إشعاعات مكونة من جسيمات ألفا، وجسيم ألفا يحتوي على بروتونين ونيوترونين؛ أي يحمل شحنة ثنائية موجبة.

أشعة بيتا Beta Ray: إشعاعات مكونة من جسيمات بيتا السريعة الحركة، وجسيم بيتا عبارة عن إلكترون يحمل شحنة سالبة أحادية.

أشعة جاما Gamma ray: إشعاعات عالية الطاقة غير مشحونة، وليس لها كتلة، لا تنحرف في المجال المغناطيسي أو الكهربائي. وترافق إشعاع ألفا أو بيتا عادة، وهي مسؤولة عن معظم الطاقة المفقودة خلال التحلل الإشعاعي.

أشعة المهبط Cathode Ray: إشعاعات تصدر من المهبط، وتنتقل إلى المصعد في أنبوب أشعة المهبط.

الإلكترون Electron: سالب الشحنة، سريع الحركة، كتلته صغيرة جدا، ويوجد في كل مادة، ويتحرك في الفراغ المحيط بنواة الذرة.

الأيون المتفرج Spectator Ion: الأيون الذي لا يشارك في التفاعل.

الاستنتاج Conclusion: حكم قائم على المعلومات التي يتم الحصول عليها.

الإشعاع Radiation: تسمى الطاقة والجسيمات المنبعثة من المواد المشعة الإشعاعات.

(ب)

البحث التطبيقي Applied Research: البحث العلمي الذي يجري لحل مشكلة محددة.

البحث النظري Pure Research: البحث العلمي الذي يهدف إلى الحصول على المعرفة لأجل المعرفة ذاتها.

البخار Vapor: الحالة الغازية لمادة توجد في الحالة الصلبة أو السائلة في درجات الحرارة العادية.

البروتون Proton: جسيم متناه في الصغر من مكونات نواة الذرة، وشحنته موجبة (+1).

البيانات الكمية Quantitative Data: معلومات رقمية تبين كبر، أو صغر، أو طول، أو سرعة شيء ما.

البيانات النوعية Qualitative Data: معلومات تصف اللون، أو الرائحة، أو الشكل، أو بعض الخواص الفيزيائية.

البلازما Plasma: وهي حالة مميزة من حالات المادة يمكن وصفها بأنها غاز متأين تكون فيه الإلكترونات حرة وغير مرتبطة بالذرة أو الجزيء.

(ت)

التبلور Crystallization: طريقة للفصل تؤدي إلى الحصول على مادة نقية صلبة من محلول يحتوي على هذه المادة.

التجربة Experiment: مجموعة من المشاهدات المضبوطة التي تختبر الفرضية.

التحلل الإشعاعي Radioactive Decay: تفقد الأنوية غير المستقرة الطاقة نتيجة إصدار الإشعاع بشكل تلقائي.

الترشيح Filtration: إحدى طرائق فصل المخاليط، يستخدم فيها حاجز مسامي لفصل مادة صلبة عن سائل.

تغير الحالة State Change: تحول المادة من حالة إلى أخرى.

التغير الفيزيائي Physical Change: تغير يؤثر في الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.

التغير الكيميائي Chemical Change: عملية تتضمن تغير مادة أو أكثر إلى مواد جديدة، ويسمى أيضاً التفاعل الكيميائي.

تفاعل الاحتراق Combustion Reaction: تفاعل مادة مع الأكسجين وينتج عنها طاقة في صورة ضوء وحرارة.

تفاعل الإحلال البسيط Single – Replacment Reaction: تفاعل كيميائي ينتج عندما تحل ذرات أحد العناصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

تفاعل الإحلال المزدوج Double – Replacment Reaction: تفاعل كيميائي ينتج عن تبادل أيونات مادتين، وينشأ عنه غاز، أو راسب، أو ماء.

تفاعل التفكك Decomposition Reaction: تفاعل يحدث نتيجة لتفكك أحد المركبات إلى عنصرين أو أكثر أو إلى مركبات جديدة.

تفاعل التكوين Synthesis Reaction: تفاعل مادتين أو أكثر لإنتاج مادة واحدة.

التسامي Sublimation: عملية تتبخر فيها المادة الصلبة دون أن تنصهر، أي دون أن تمر بالحالة السائلة.

التفاعل النووي Nuclear Raetion: تفاعل يتضمن التغير في نواة الذرة.

التقطير Reactionlation: طريقة لفصل المواد اعتماداً على الاختلاف في درجات غليانها.

التفاعل الكيميائي Chemical Reaction: هي عملية إعادة ترتيب الذرات في مادة أو أكثر لتكوين مواد مختلفة.

(ج)

الجدول الدوري Periodic Table: جدول ينظم كل العناصر المعروفة في صفوف أفقية (دورات) وأعمدة (مجموعات) مرتبة تصاعدياً بحسب العدد الذري.

جسيمات ألفا Alpha Particles: جسيمات تحتوي بروتونين ونيوترونين وشحنتها $+2$ ، وتكافئ نواة ذرة هيليوم -4 وتمثل بالرمز ${}^4_2\text{He}$ ، وتنبعث خلال التحلل الإشعاعي.

جسيمات بيتا Beta Particles: إلكترونات عالية السرعة، شحنتها -1 ، وتصدر خلال التحلل الإشعاعي وتمثل بالرمز ${}^0_{-1}\beta$.

(ح)

حالات المادة States of Matter: الأشكال الفيزيائية للمادة في وضعها الطبيعي على الأرض: الصلبة، والسائلة، والغازية.

(خ)

الخاصية غير المميزة Extensive Property: خاصية فيزيائية تعتمد على كمية المادة الموجودة، ومنها: الكتلة، والطول، والحجم.

الخاصية الفيزيائية Physical Property: الخاصية التي يمكن ملاحظتها أو قياسها من دون تغيير تركيب العينة.

الخاصية الكيميائية Chemical Property: قدرة مادة ما على الاتحاد مع غيرها أو التحول إلى مادة أخرى.

الخاصية المميزة Intensive Property: خاصية فيزيائية تبقى ثابتة بغض النظر عن كمية المادة الموجودة.

(ذ)

الذرة Atom: أصغر جسيم في العنصر لها جميع خواص العنصر، وهي متعادلة الشحنة، وشكلها كروي، وتتكون من: الإلكترونات، والبروتونات والنيوترونات.

(ر)

الراسب Precipitate: مادة صلبة تتكون خلال التفاعل الكيميائي.

(س)

السائل Liquid: حالة من حالات المادة، أو شكل من أشكال المادة له صفة الجريان، وحجمه ثابت، ويأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه.

السناج Soot: دقائق من الكربون تتخلف من نقص في حرق الوقود.

(ض)

الضابط Control: المعيار الذي يستعمل للمقارنة في التجربة.

(ط)

الطريقة العلمية Scientific Method: طريقة نظامية تستعمل في الدراسات العلمية، وهي عملية منظمة يستعملها العلماء لحل المشكلات وللتحقق من عمل العلماء الآخرين.

(ع)

عدد أفوجادرو Avogadro's Number: هو 6.0221367×10^{23} ، وهو عبارة عن عدد الجسيمات في مول واحد، ويمكن تقريب هذه القيمة إلى ثلاثة منازل 6.02×10^{23} .

العدد الذري Atomic Number: عدد البروتونات في نواة الذرة.

العدد الكتلي Mass Number: عدد يكتب بعد اسم العنصر، ويمثل مجموع البروتونات والنيوترونات.

العنصر Element: مادة نقية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر بوسائل فيزيائية أو كيميائية.

عدد التأكسد Oxidation number: هو عدد الإلكترونات التي تفقدها أو تكتسبها أو تشارك بها ذرة العنصر في أثناء التفاعل الكيميائي.

(غ)

الغاز Gas: حالة من حالات المادة، يأخذ شكل الإناء الذي يوجد فيه، ويمملؤه تماما، وهو قابل للانضغاط.

(ف)

الفرضية Hypothesis: تفسير مؤقت لما تم ملاحظته، قابل للاختبار.

(ق)

قانون حفظ الكتلة Law of Conservation of Mass: قانون ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي إلا بقدره الله تعالى.

القانون العلمي Scientific law: علاقة موجودة في الطبيعة تدعمها عدة تجارب.

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions: قانون ينص على أن المركب يتكون دائماً من العناصر نفسها بنسب كتلية ثابتة مهما اختلفت كميته.

قانون النسب المتضاعفة Law of Multiple Proportions: قانون ينص على أنه عند تكوين مركبات مختلفة من اتحاد العناصر نفسها فإن النسبة بين كتلة أحد العناصر التي تتحد مع كتلة ثابتة من عنصر آخر في هذه المركبات هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة.

(ك)

الكتلة Mass: مقياس لكمية المادة.

الكتلة الذرية المتوسطة Avarage Atomic Mass: متوسط كتلة نظائر العنصر.

الكتلة المولية Molar Mass: الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية.

الكروماتوجرافيا Chromatography: طريقة لفصل مكونات مخلوط ، اعتماداً على قدرة كل مكون من مكوناته على الانتقال أو السحب على سطح مادة أخرى.

الكيمياء Chemistry: دراسة المادة والتغيرات التي تحدث لها.

(م)

المادة الصلبة Solid: حالة من حالات المادة، لها شكل وحجم محددان.

المادة الكيميائية Chemical Substance: مادة لها تركيب محدد وثابت، وتسمى أيضاً المادة النقية.

المتغير التابع Dependent Variable: متغير تعتمد قيمته على المتغير المستقل في التجربة.

المتغير المستقل Independent Variable: متغير يُحطّط لتغييره في التجربة.

المتفاعلات Reactants: المواد التي يبدأ بها التفاعل الكيميائي.

المحلول Solution: مخلوط منتظم التركيب يمكن أن يحوي مواد صلبة، أو سائلة، أو غازية، ويسمى أيضاً مخلوطاً متجانساً.

المحلول المائي Aqueous Solution: محلول يحتوي على مادة أو أكثر مذابة في الماء.

المخلوط Mixture: مزيج مكون من مادتين نقيتين أو أكثر، تحتفظ كل منها بخواصها الأصلية.

المخلوط غير المتجانس Hetrogeneous Mixture: المخلوط الذي ليس له تركيب منتظم، وتبقى المواد فيه متميزة.

المخلوط المتجانس Homogeneous Mixture: مخلوط له تركيب ثابت وطور واحد، ويسمى أيضاً محلولاً.

المذاب Solute: مادة أو أكثر مذابة في محلول.

المذيب Solvent: المادة التي تذيب المذاب وتحتويه.

المركب Compound: مزيج مكون من عنصرين أو أكثر متحدين كيميائياً، ويمكن تحليله إلى مواد أبسط بالطرائق الكيميائية، ويختلف في صفاته عن أي من مكوناته.

المعادلة الأيونية الكاملة Complete Ionic Equation: معادلة أيونية تُظهر كافة الأيونات في المحلول بصورتها الواقعية.

المعادلة الأيونية النهائية Net Ionic Equation: معادلة أيونية تشتمل فقط على الجسيمات المشاركة في التفاعل.

المعادلة الكيميائية Chemical Equation: جملة تستعمل فيها الصيغ الكيميائية لتحديد المواد المشاركة في التفاعل وكميات المواد المتفاعلة والناجمة.

المعادلة النووية Nuclear Equation: نوع من المعادلات يبين العدد الذري والعدد الكتلي للجسيمات المتضمنة في التفاعل.

المعامل Coefficient: رقم يكتب قبل صيغة المادة المتفاعلة أو الناتجة في المعادلة الكيميائية الموزونة. وتصف المعاملات في المعادلة الموزونة أبسط نسبة عددية صحيحة لكميات كل من المتفاعلات والنواتج.

المول Mole: وحدة نظام عالمي تستعمل في قياس كمية المادة، وهو عبارة عن عدد ذرات الكربون الموجودة في 12g من الكربون، والمول الواحد كمية من المادة النقية تحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات.

(ن)

النتيجة Result: حكم قائم على المعلومات التي يتم الحصول عليها.

النسبة المئوية بالكتلة Mass Percent: نسبة كتلة كل عنصر في مركب إلى كتلة المركب الكلية معبرا عنها كنسبة مئوية.

النشاط الإشعاعي Radioactivity: عملية تقوم من خلالها بعض المواد بإصدار الإشعاعات تلقائياً.

النظائر Isotopes: ذرات للعنصر نفسه، تختلف في عدد النيوترونات.

النظرية Theory: تفسير لظاهرة طبيعية، قائم على عدة مشاهدات واستقصاءات.

نظرية دالتون الذرية Dalton's Atomic Theory: تبين أن المادة مكونة من جسيمات صغيرة جداً تسمى الذرات، وهي غير مرئية ولا تتجزأ. ذرات عنصر ما متشابهة في الحجم، والكتلة، والخواص الفيزيائية، والخواص الكيميائية، وتختلف عن ذرات أي عنصر آخر. وتتحد الذرات المختلفة بنسبة عددية بسيطة وتكوّن المركبات. وخلال التفاعل الكيميائي قد تنفصل الذرات أو تتحد أو يعاد ترتيبها.

النموذج Model: تفسير مرئي أو لفظي أو رياضي للبيانات التجريبية.

النواتج Products: مواد تتكون خلال التفاعل الكيميائي.

النواة Nucleus: مركز الذرة الصغير جدًا، موجب الشحنة، كثيف، يحتوي على البروتونات الموجبة والنيوترونات غير المشحونة.

النيوترون Neutron: (جسيم) غير مشحون في نواة الذرة، وكتلته قريبة من كتلة البروتون.

(و)

وحدة الكتلة الذرية Atomic Mass Unit: $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون - 12.

الوزن Weight: مقياس لكمية المادة، ولقوة جذب الأرض للمادة أيضًا.

الجدول الدوري للعناصر



يدل لون صندوق كل عنصر على كونه فلزاً أو شبه فلزاً أو لافلز.

10	11	12	13	14	15	16	17	18
			Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Helium 2 He 4.003
			Aluminum 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Neon 10 Ne 20.180
Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.409	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Argon 18 Ar 39.948
Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.868	Cadmium 48 Cd 112.411	Indium 49 In 114.818	Tin 50 Sn 118.710	Antimony 51 Sb 121.760	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.904	Krypton 36 Kr 83.798
Platinum 78 Pt 195.078	Gold 79 Au 196.967	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.383	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.980	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)	Xenon 54 Xe 131.293
Darmstadtium 110 Ds (281)	Roentgenium 111 Rg (272)	Copernicium 112 Cn 285.177	Nihonium 113 Nh 286.183	Flerovium 114 Fl 289.191	Moscovium 115 Mc 290.196	Livermorium 116 Lv 293.205	Tennessine 117 Ts 294.211	Radon 86 Rn (222)
								Oganesson 118 Og 294.214

Europium 63 Eu 151.964	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.925	Dysprosium 66 Dy 162.500	Holmium 67 Ho 164.930	Erbium 68 Er 167.259	Thulium 69 Tm 168.934	Ytterbium 70 Yb 173.04	Lutetium 71 Lu 174.967
Americium 95 Am (243)	Curium 96 Cm (247)	Berkelium 97 Bk (247)	Californium 98 Cf (251)	Einsteinium 99 Es (252)	Fermium 100 Fm (257)	Mendelevium 101 Md (258)	Nobelium 102 No (259)	Lawrencium 103 Lr (262)

پیشہ ورانہ

العنصر	Hydrogen	
العدد الذري	1	حالة المادة
الرمز	H	
الكتلة الذرية	1.008	حالة

غاز
سائل
جامد
مُصنع

الرموز الثلاثة العليا تدل على حالة
العنصر في درجة حرارة الغرفة.
بينما يدل الرمز الرابع على العناصر
المصنعة.

سائل
جامد
مُصنع

العنصر
العدد الذري
الرمز
الكتلة الذرية

Hydrogen
1
H
1.008

حالة المادة

الرموز الثلاثة العليا تدل على حالة العنصر في درجة حرارة الغرفة. بينما يدل الرمز الرابع على العناصر المصنعة.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hydrogen 1 H 1.008	Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.012						
Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305							
Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933
Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc (98)	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.906
Cesium 55 Cs 132.905	Barium 56 Ba 137.327	Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.948	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.207	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.217
Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)	Dubnium 105 Db (262)	Seaborgium 106 Sg (266)	Bohrium 107 Bh (264)	Hassium 108 Hs (277)	Meitnerium 109 Mt (268)

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتي للنظير الأطول عمراً للعنصر.

صفوف العناصر الأفقية تدعى دورات. يزداد العدد الذري من اليسار إلى اليمين في كل دورة.

يدل السهم على المكان الذي يجب أن توضع فيه هذه العناصر في الجدول. لقد تم نقلها إلى أسفل الجدول توفيراً للمكان.

سلسلة الانشادات

سلسلة الأكتينيدات

Cerium 58  Ce 140.116	Praseodymium 59  Pr 140.908	Neodymium 60  Nd 144.24	Promethium 61  Pm (145)	Samarium 62  Sm 150.36
Thorium 90  Th 232.038	Protactinium 91  Pa 231.036	Uranium 92  U 238.029	Neptunium 93  Np (237)	Plutonium 94  Pu (244)