تجربة استهلالية

التحليل

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

١. طول مول من الجسم = طول الجسم $\times 10^{23} \times 6.02$.

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

٢. طول الجسم (ly) = طول الجسم (cm) $\times \frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} \times \frac{1\text{ ly}}{9.46 \times 10^{15}\text{ m}}$

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.

استقصاء

- يختار كل طالب عدة أجسام (مشبك ورق، قطعة حلوى، ... أو أي جسم آخر)، ثم يحدد كتلة كل جسم منها.
- يحسب الطالب كتلة مول من كل جسم.

كتلة مول من الجسم = كتلة وحدة منه × عدد أفوجادرو.

- يقارن الطالب كتلة المول من كل جسم ويقارن بينها.

النتيجة: كتلة المول الواحد من المادة يختلف من مادة لأخرى.

قياس المادة Measuring Matter

الشكل 1-5 á¨¨Ø∏àfl äGó¨¨Mh
.á¨¨Ø∏àfl ΩÉ¨¨°ùLCG óq©d Ωóîà¨¨°ùJ
¿RQódGh ,Ú°ùL øY IQÉÑY êhõdG
.500 áeRõdGh ,12

الساعة ٦٠ دقيقة، و الدقيقة ٦٠ ثانية، والمتر ١٠٠ سم، والبايت ٨ بت.

اذكر وحدات عدّ أخرى مألوفة لديك.

التحويل بين المولات والجسيمات

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

بعد استخدام عامل التحويل يتم إلغاء كل وحدة في البسط مع ما يشابهها في المقام فإذا تبقى وحدة غير التي نريد فذلك يدل على أن عامل التحويل المستخدم خاطئ.

مسائل تدريبية

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

١. عدد ذرات Zn في 2.5 mol منه = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}} \times 2.5\ \text{mol} =$$

$$1.505 \times 10^{24}\ \text{ذرة} =$$

2. احسب عدد الجزيئات في 11.5 mol من الماء H_2O.

٢. عدد جزيئات الماء في 11.5 mol منه = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}} \times 11.5\ \text{mol} =$$

$$= 6.923 \times 10^{24}\ \text{جزيء}$$

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 $AgNO_3$؟

٣. عدد وحدات الصيغة $AgNO_3$ في 3.25 mol منه =

عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}{1\ \text{mol}}$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}{1\ \text{mol}} \times 3.25\ \text{mol} =$$

$$= 1.9565 \times 10^{24}\ \text{وحدة صيغة}$$

4. **تحفيز** احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من جزيئات الأكسجين O_2.

٤. عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من جزيئات الأكسجين = ٢ × عدد جزيئات الأكسجين في 5.0 mol منه

عدد جزيئات الأكسجين في 5 mol منه = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$$= 5.0\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$$

$$= 3.01 \times 10^{24}\ \text{جزيء}$$

عدد ذرات الأكسجين في 5 mol من جزيئات الأكسجين = 2 × 3.01×10^{24} جزيء

$$= 6.02 \times 10^{24}\ \text{جزيء}$$

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

$\frac{1\ \text{mol}}{\text{عدد أفوجادرو}}$ و $\frac{\text{عدد أفوجادرو}}{1\ \text{mol}}$.

تحليل استعن بنموذج جزيء السكروز **الشكل ٤ ـ ٥** لكتابة صيغته الكيميائية. $C_{12}H_{22}O_{11}$

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.

---

a. عدد المولات = عدد الذرات $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

$= ٥,٧٥ \times ١٠^{٢٤}\ \text{ذرة من Al} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

$= 9.551\ \text{mol}$

b. عدد المولات = عدد الذرات $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

$= ٢,٥ \times ١٠^{٢٠}\ \text{جزيء من Fe} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

$= 0.4153 \times 10^{-3}\ \text{mol}$

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 II $ZnCl_2$.

a. عدد المولات = عدد الجزيئات $\times \frac{\text{1 mol}}{\text{6.02×10}^{23}\text{ جزيء}}$

$= ٣,٧٥ \times ١٠^{٢٤}$ **جزيء من** $\mathbf{CO_2} \times \frac{\text{1 mol}}{\text{6.02×10}^{23}\text{ جزيء}}$

$= \mathbf{6.229\ mol}$

b. عدد المولات = عدد الجزيئات $\times \frac{\text{1 mol}}{\text{6.02×10}^{23}\text{ جزيء}}$

$= ٣,٥٨ \times ١٠^{٢٣}$ **جزيء من** $\mathbf{ZnCl_2} \times \frac{\text{1 mol}}{\text{6.02×10}^{23}\text{ جزيء}}$

$= \mathbf{0.595\ mol}$

التقويم 5-1

7. الفكرة الرئيسة **فسّر** لماذا يستخدم الكيميائيون المول؟

٧. يستخدم الكيميائيون المول لأنه يوفر طريقة ملائمة لعدّ الذرات، والجزيئات، والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية في عينة كيميائية لمادة ما.

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

٨. المول الواحد يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.

9. **اكتب** عوامل التحويل المستخدمة للتحويل بين الجسيمات والمولات.

للتحويل من جسيمات إلى مولات يكون عامل التحويل هو $\frac{1\ \text{mol}}{\text{عدد أفوجادرو}}$

عدد المولات = عدد الجسيمات $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جسيم}}$

للتحويل من مولات إلى جسيمات يكون عامل التحويل هو $\frac{\text{عدد أفوجادرو}}{1\ \text{mol}}$

عدد الجسيمات = عدد المولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جسيم}}{1\ \text{mol}}$

10. **فسّر** وجه الشبه بين المول والدرزن.

١٠. كل من المول والدرزن يحتوي على عدد معين من الوحدات. فالمول يحتوي على $٦,٠٢\times١٠^{٢٣}$ وحدة، بينما يحتوي الدرزن على ١٢ وحدة.

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

١١. عدد الجسيمات = عدد المولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جسيم}}{1\ \text{mol}}$

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.

a. عدد ذرات Ag في 11.5 mol منه = عدد المولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}} \times 11.5\ \text{mol} =$$

$$= 6.923 \times 10^{24}\ \text{ذرة}.$$

b. 18.0 mol من الماء H_2O.

b.

عدد جزيئات H_2O في 18.0 mol منه = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$$= 18.0\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$$

$$= 1.0836 \times 10^{25}\ \text{جزيء}.$$

c. 0.15 mol من كلوريد الصوديوم NaCl.

c. عدد وحدات صيغة NaCl في 0.15 mol منه =

عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}{1\ \text{mol}}$

$$= 0.15\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}{1\ \text{mol}}$$

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

d. 1.35×10^{-2} mol من الميثان CH_4.

d. عدد جزيئات CH_4 في 1.35×10^{-2} mol منه =

عدد المولات $\times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}}{1 \text{ mol}}$

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

$$= 8.127 \times 10^{21} \text{ جزيء}$$

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

1.25×10^{25} ذرة من الخارصين Zn

3.56 mol من الحديد Fe

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

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

عدد ذرات الحديد Fe في 3.56 mol منه $= 3.56 \text{ mol} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة}}{1 \text{ mol}}$

$= 2.14 \times 10^{24}$ **ذرة.**

الترتيب من الأصغر إلى الأكبر هو:

١- 6.78×10^{22} جزيء من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$.

٢- 3.56 mol من الحديد Fe.

٣- 1.25×10^{25} ذرة من الخارصين Zn.

الكتلة والمول

طبق ما كتلة مول من النحاس؟

الشكل ٦-٥

كتلة مول من النحاس = 63.546g

مختبر حل المشكلات

التفكير الناقد

1. **طبّق** ما كتلة ذرة الهيليوم الواحدة بالجرامات؟ (كتلة النيوترون مساوية تقريبًا لكتلة البروتون) .

١.

كتلة الذرة = كتلة البروتونات + كتلة النيوترونات

كتلة ذرة الهيليوم – ٤ = $4 \times 1.672 \times 10^{-24}$g

= 6.688×10^{-24}g

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

نموذج لنواة ذرة الكربون – ١٢

كتلة الذرة = كتلة البروتونات + كتلة النيوترونات

كتلة ذرة الكربون – ١٢ بوحدة amu = 12 × 1.007 amu = 12.084 amu

كتلة ذرة الكربون بوحدة g = 12 × 1.672 × 10^{-24} g

= 2.0064 × 10^{-23} g

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

كتلة الذرة = كتلة البروتونات + كتلة النيوترونات

تحتوي ذرة الهيدروجين على بروتون واحد.

كتلة ذرة من الهيدروجين بوحدة g = 1 × 1.672 × 10^{-24} g

$$\text{عدد ذرات الهيدروجين في عينة كتلتها } 1.007\text{ g} = \frac{\text{كتلة العينة (g)}}{\text{كتلة ذرة واحدة من الهيدروجين (g)}}$$

$$= \frac{1.007}{1.672 \times 10^{-24}}$$

= 6.023 × 10^{23} ذرة

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

كتلة عينة الـ He بوحدة g = كتلة ذرة الـ He (g) × عدد أفوجادرو.

$$\text{g} = 6.688 \times 10^{-24} \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$$

$$\text{g} = 4.026$$

كتلة عينة الـ C بوحدة g = كتلة ذرة الـ C (g) × عدد أفوجادرو.

$$\text{g} = 2.0064 \times 10^{-23} \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$$

$$\text{g} = 12.08$$

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

٥. إذا احتوت العينة من أي مادة على عدد أفوجادرو من الذرات، فإن كتلة العينة تساوي الكتلة المولية لها.

لـذا، كـما هو موضح في **الشـكل 7-5**، يمكنـك قيـاس 3.00 mol من النحاس اللازمة للتفاعل باستخدام ميزان لتعيين 191 g من النحاس، والتحويل العكسي (مـن الكتلـة إلى المولات) يتضمن اسـتخدام مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل. فهل بإمكانك تفسير السبب؟

تفسير السبب

من العلاقة: الكتلة (g) = عدد المولات (mol) × $\frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1\ \text{mol}}$

للحصول على عدد المولات نضرب الطرفين × مقلوب الكتلة المولية.

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

وبذلك نجد أن تحويل الكتلة إلى مولات يتضمن استخدام مقلوب الكتلة المولية كعامل تحويل.

مسائل تدريبية

14. احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يلي:

a. 3.57 mol من الألومنيوم Al.

b. 42.6 mol من السليكون Si.

a. 3.57 mol من الألومنيوم Al.

المعطيات: عدد مولات الـ Al = 3.57 mol

المطلوب: حساب الكتلة (g)

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Al = 26.982 g/mol

كتلة Al = ٣,٥٧ mol × ٢٦,٩٨٢ g/mol = 96.32574 g

b. 42.6 mol من السليكون Si.

المعطيات: عدد مولات الـ Si = 42.6 mol

المطلوب: حساب الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Si = 28.086 g/mol

كتلة الـ Si = 42.6 mol × 28.086 g/mol = 1196.4636 g

15. **تحفيز** احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يلي:

a. $3.54 \times 10^{2}\ \text{mol}$ من الكوبلت Co.

b. $2.45 \times 10^{-2}\ \text{mol}$ من الخارصين Zn.

a. $3.54 \times 10^{2}\ \text{mol}$ من الكوبلت Co.

المعطيات: عدد مولات Co = 3.54×10^{2} mol

المطلوب: حساب الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية لـCo = 58.933 g/mol

كتلة Co = (3.54×10^{2}) mol × 58.933 g/mol = 20.8623×10^{3} g

b. 2.45×10^{-2} mol من الخارصين Zn.

المعطيات: عدد مولات $Zn = 2.45 \times 10^{-2}$ mol

المطلوب: حساب الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $Zn = 65.409$ g/mol

كتلة الـ $Zn = (2.45 \times 10^{-2})\text{mol} \times 65.409\ \text{g/mol} = 1.603$ g

مسائل تدريبية

16. احسب عدد المولات في كلٍّ مما يلي:

a. 25.5 g من الفضة Ag.

b. 300.0 g من الكبريت S.

a.

المعطيات: كتلة Ag = 25.5 g

المطلوب: حساب عدد المولات.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ Ag = 107.868 g/mol

$$\text{عدد مولات Ag} = \frac{25.5\text{g}}{107.868\text{g/mol}}$$

$$= 236.4 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

b.

المعطيات: كتلة S = 300.0 g

المطلوب: حساب عدد المولات.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ S = 32.065 g/mol

$$\text{عدد مولات S} = \frac{300.0\text{g}}{32.065\text{g/mol}}$$

$$= 9.356\ \text{mol}$$

17. **تحفيز** حوّل كلًّا من الكتل التالية إلى مولات:

a. 1.25×10^3 g من الخارصين Zn.

b. 1.00 Kg من الحديد Fe .

a.

المعطيات: كتلة $Zn = 1.25 \times 10^3$ g

المطلوب: حساب عدد المولات.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $Zn = 65.409$ g/mol

$$\text{عدد مولات } Zn = \frac{1.25 \times 10^3}{65.409}$$

$$= 19.111\ \text{mol}$$

b.

المعطيات: كتلة $Fe = 1.00$ Kg

$$= 1000\ \text{g}$$

المطلوب: حساب عدد المولات.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $Fe = 55.845$ g/mol

$$\text{عدد مولات } Fe = \frac{1000\text{g}}{55.845\text{g/mol}}$$

$$= 17.907\ \text{mol}$$

مسائل تدريبية

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

المعطيات:

كتلة $Hg = 11.5\ g$

المطلوب: حساب عدد الذرات.

الحل:

نحسب أولاً عدد المولات، ومن عدد المولات يمكن حساب عدد الذرات.

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

الكتلة المولية لـ $Hg = 200.59\ g/mol$

$$\text{عدد مولات } Hg = \frac{11.5g}{200.\frac{59g}{mol}}$$

$$= 57.331 \times 10^{-3}\ mol$$

$$\text{عدد الذرات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$$

$$\text{عدد ذرات } Hg = 57.331 \times 10^{-3}\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$$

$$= 3.451 \times 10^{22}\ \text{ذرة}$$

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

المعطيات: عدد ذرات N = ١٠^١٥ × ١,٥٠ ذرة.

المطلوب: حساب الكتلة.

الحل: نحسب أولاً عدد المولات، ومن عدد المولات يمكن حساب الكتلة.

$$\text{عدد المولات} = \text{عدد الذرات} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$$

$$\text{عدد مولات N} = \frac{1.50 \times 10^{15}\ \text{ذرة}}{6.02 \times 10^{23}\ \frac{\text{ذرة}}{\text{mol}}} = 2.492 \times 10^{-9}\ \text{mol}$$

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

الكتلة المولية لـ N = 14.007 g/mol

كتلة N =(٢,٤٩٢ × 10^{-9})mol × 14.007g/mol

= 3.490×10^{-8} g

20. **تحفيز** احسب عدد الذرات في كل مما يلي:

a. 4.56×10^3 g من السليكون Si.

b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti.

a.

المعطيات: كتلة $Si = 4.56 \times 10^3$ g

المطلوب: حساب عدد الذرات.

الحل: نحسب أولاً عدد المولات، ومن عدد المولات يمكن حساب عدد الذرات.

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

الكتلة المولية لـ $Si = 28.086$ g/mol

$$\text{عدد مولات Si} = \frac{4.56 \times 10^3 \text{g}}{28.086 \text{g/mol}}$$

$$= 162.358\ \text{mol}$$

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

$$\text{عدد ذرات Si} = 162.358 \times 10^{23} \times ٦,٠٢$$

$$= 9.774 \times 10^{25}\ \text{ذرة}$$

.b

المعطيات: كتلة $Ti = 120\ g = 0.120\ Kg$

المطلوب: حساب عدد الذرات.

الحل: نحسب أولاً عدد المولات، ومن عدد المولات يمكن حساب عدد الذرات.

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

الكتلة المولية لـ $Ti = 47.867\ g/mol$

$$\text{عدد مولات } Ti = \frac{120g}{47.867g/mol}$$

$$= 2.507\ mol$$

$$\text{عدد الذرات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$$

عدد ذرات $Ti = 2.507\ mol \times 10^{23} \times ٦,٠٢$

$$= 1.509 \times 10^{24}\ \text{ذرة}$$

التقويم 5-2

21. الفكرة الرئيسة **لخص** الفرق بين كميات مول واحد من مادتين مختلفتين أحاديتي الذرات من حيث الجسيمات والكتلة؟

٢١. المول الواحد من المادتين يحتوي على نفس العدد من الذرات ــ عدد أفوجادرو × 6.02×10^{23} ــ ولكن كتلة المول من كل مادة يختلف عن كتلة المول من المادة الأخرى، لاختلاف كتل الذرات المكونة لها. فمثلًا كتلة ذرة النحاس تختلف عن كتلة ذرة الخارصين.

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

معامل التحويل من الكتلة إلى عدد المولات بالنسبة للفلور $= \frac{\text{1 mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}} = \frac{\text{1 mol}}{\text{18.998 g}}$.

معامل التحويل من عدد المولات إلى الكتلة بالنسبة للفلور $= \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{\text{1 mol}} = \frac{\text{18.998 g}}{\text{1 mol}}$.

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

٢٣. الكتلة المولية $= \frac{\text{الكتلة (g)}}{\text{عدد المولات (mol)}}$**، فالكتلة المولية هي الكتلة بالجرامات لمول واحد من اي مادة نقية.**

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

نحسب أولاً عدد مولات العنصر من العلاقة:

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

ثم نحسب عدد ذرات العنصر من العلاقة:

$$\text{عدد الذرات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$$

أو يمكن دمج الخطوتين معًا كما يلي:

$$\text{عدد الذرات} = \text{الكتلة (g)} \times \frac{1\ \text{mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$$

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

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

الكتلة = 0.25 mol × 12 g/mol = 3g من كربون – ١٢.

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

1.0 mol من Ar

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

الكتلة المولية للأرجون = 39.948 g/mol

كتلة Ar = 1.0 mol × 39.948 g/mol = 39.984 g

$٣,٠ \times ١٠^{٢٤}$ ذرة من Ne

عدد المولات = عدد الذرات × $\frac{\text{1 mol}}{6.02\times10^{23} \text{ ذرة}}$

عدد مولات Ne $= \frac{3.0 \times 10^{24} \text{ ذرة}}{6.02 \times 10^{23} \frac{\text{ذرة}}{\text{mol}}} = 4.983 \text{ mol}$

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

الكتلة المولية للنيون $= 20.180 \text{ g/mol}$

كتلة Ne $= 4.983 \text{ mol} \times 20.180 \text{ g/mol}$

$= 100.565 \text{ g}$

ترتيب الكميات من الأصغر إلى الأكبر: 20 g من Kr ثم 1.0 mol من Ar ثم 3.0×10^{24} ذرة من Ne.

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

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

$$\text{عدد أفوجادرو} = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد المولات}(mol)}$$

$$\frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{عدد أفوجادرو}} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{عدد الجسيمات}} = \text{كتلة الجسيم الواحد}$$

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

مولات المركبات

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

الشكل ٩ ــ ٥

$$\text{عدد الذرات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$$

C

$$\text{عدد مولات C في } CCl_2F_2 = 1\ \text{mol}\ CCl_2F_2 \times \frac{1\ \text{mol C}}{1\ \text{mol}\ CCl_2F_2}$$

$$1\ \text{mol} =$$

$$\text{عدد ذرات C في } 1\ \text{mol}\ CCl_2F_2 = 1 \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$$

$$= ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}\ \text{ذرة}.$$

Cl

$$\text{عدد مولات Cl في } CCl_2F_2 = 1\ \text{mol}\ CCl_2F_2 \times \frac{2\ \text{mol Cl}}{1\ \text{mol}\ CCl_2F_2}$$

$$2\ \text{mol} =$$

عدد ذرات Cl في $1\ mol\ CCl_2F_2$ = ٢ × $١٠^{٢٣}$ × ٦,٠٢

= $١,٢٠٤ \times ١٠^{٢٤}$ ذرة

F

عدد مولات F في $1\ mol\ CCl_2F_2$ = $\frac{2\ mol\ F}{1\ mol\ CCl_2F_2} \times 1\ mol\ CCl_2F_2$

$= 2\ mol$

عدد ذرات F في $1\ mol\ CCl_2F_2$ = ٢ × $١٠^{٢٣}$ × ٦,٠٢

= $١,٢٠٤ \times ١٠^{٢٤}$ ذرة

مسائل تدريبية

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

عدد مولات أيونات Cl^- في $2.50\ mol\ ZnCl_2$ =

$\frac{2\ mol\ Cl^-}{1\ mol\ ZnCl_2} \times 2.50\ mol\ ZnCl_2$

$= 5\ mol$

30. تعتمد النباتات والحيوانات على سكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ بوصفه مصدرًا للطاقة. احسب عدد مولات كل عنصر في 1.25 mol من الجلوكوز.

عدد مولات C في $1.25\ mol\ C_6H_{12}O_6$ =

$$\frac{6\ mol\ C}{1\ mol C_6H_{12}O_6} \times 1.25\ mol\ C_6H_{12}O_6$$

7.5 mol =

عدد مولات H في $1.25\ mol\ C_6H_{12}O_6$ =

$$\frac{12\ mol\ H}{1\ mol C_6H_{12}O_6} \times 1.25\ mol\ C_6H_{12}O_6$$

15 mol =

عدد مولات O في $1.25\ mol\ C_6H_{12}O_6$ =

$$\frac{6\ mol\ O}{1\ mol C_6H_{12}O_6} \times 1.25\ mol\ C_6H_{12}O_6$$

7.5 mol =

31. احسب عدد مولات أيونات الكبريتات الموجودة في 3.00 mol من $Fe_2(SO_4)_3$.

عدد مولات أيونات SO_4^{2-} في $3.00\ mol\ Fe_2(SO_4)_3$ =

$$\frac{3\ mol\ SO_4^{2-}}{1\ mol\ Fe_2(SO_4)_3} \times 3\ mol\ Fe_2(SO_4)_3$$

9 mol =

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

عدد مولات ذرات الـ O في $5.00\ mol\ P_2O_5$ =

$$\frac{5\ mol\ O}{1\ mol\ P_2O_5} \times 5.00\ mol\ P_2O_5$$

25 mol =

33. تحفيز احسب عدد مولات ذرات الهيدروجين في 1.15×10^{1} mol من الماء.

عدد مولات ذرات الـ H في $1.15 \times 10\ mol\ H_2O$ =

$$\frac{2\ mol\ H}{1\ mol\ H_2O} \times 11.5\ mol\ H_2O$$

23 mol =

مسائل تدريبية

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

a. $NaOH$ **b.** $CaCl_2$ **c.** $KC_2H_3O_2$

---

a. $NaOH$

الكتلة المولية لـ Na في $NaOH = 1\ mol\ Na \times \frac{22.990\ g\ Na}{1\ mol\ Na} = 22.990\ g$

الكتلة المولية لـ O في $NaOH = 1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية لـ H في $NaOH = 1\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 1.008\ g$

الكتلة المولية لـ $NaOH = 1.008g + 15.999g + 22.990g$

$= 39.997\ g/mol$

b. $CaCl_2$

الكتلة المولية لـ Ca في $CaCl_2 = 1\ mol\ Ca \times \frac{40.078\ g\ Ca}{1\ mol\ Ca} = 40.078\ g$

الكتلة المولية لـ Cl في $CaCl_2 = 2\ mol\ Cl \times \frac{35.453\ g\ Cl}{1\ mol\ Cl} = 70.906\ g$

الكتلة المولية لـ $CaCl_2 = 40.078g + 70.906g$

$= 110.984\ g/mol$

$KC_2H_3O_2$.c

الكتلة المولية لـ K في $KC_2H_3O_2 = 1\ mol\ K \times \frac{39.098\ g\ K}{1\ mol\ K} = 39.098\ g$

الكتلة المولية لـ C في $KC_2H_3O_2 = 2\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 24.022\ g$

الكتلة المولية لـ H في $KC_2H_3O_2 = 3\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 3.024\ g$

الكتلة المولية لـ O في $KC_2H_3O_2 = 2\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 31.998\ g$

الكتلة المولية لـ $KC_2H_3O_2 = 39.098g + 24.022g + 3.024g + 31.998g$

$= 98.142\ g/mol$

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

a. C_2H_5OH **b.** HCN **c.** CCl_4

C_2H_5OH .a

الكتلة المولية لـ C في $C_2H_5OH = 2\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 24.022\ g$

الكتلة المولية لـ H في $C_2H_5OH = 6\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 6.048\ g$

الكتلة المولية لـ O في $C_2H_5OH = 1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية لـ $C_2H_5OH = 24.022g + 6.048g + 15.999g$

$= 46.069\ g/mol$

b. HCN

الكتلة المولية لـ H في $HCN = 1\text{mol H} \times \frac{1.008\text{ g H}}{1\text{ mol H}} = 1.008\text{ g}$

الكتلة المولية لـ C في $HCN = 1\text{mol C} \times \frac{12.011\text{ g C}}{1\text{ mol C}} = 12.011\text{ g}$

الكتلة المولية لـ N في $HCN = 1\text{mol N} \times \frac{14.007\text{ g N}}{1\text{ mol N}} = 14.007\text{ g}$

الكتلة المولية لـ $HCN = 1.008\text{g} + 12.011\text{g} + 14.007\text{g}$

$= 27.026\text{ g/mol}$

c. CCl_4

الكتلة المولية لـ C في $CCl_4 = 1\text{mol C} \times \frac{12.011\text{ g C}}{1\text{ mol C}} = 12.011\text{ g}$

الكتلة المولية لـ Cl في $CCl_4 = 4\text{mol Cl} \times \frac{35.453\text{ g Cl}}{1\text{ mol Cl}} = 141.812\text{ g}$

الكتلة المولية لـ $CCl_4 = 12.011\text{g} + 141.812\text{g}$

$= 153.823\text{ g/mol}$

36. **تحفيز** صنّف كلًّا من المركبات التالية بوصفه مركبًا جزيئيًّا أوأيونيًّا، ثم احسب كتلته المولية:

a. $Sr(NO_3)_2$ b. $(NH_4)_3PO_4$ c. $C_{12}H_{22}O_{11}$

a. $Sr(NO_3)_2$: مركب أيوني

الكتلة المولية لـ Sr في $Sr(NO_3)_2$ $= 1mol\ Sr \times \frac{87.62\ g\ Sr}{1\ mol\ Sr} = 87.62\ g$

الكتلة المولية لـ N في $Sr(NO_3)_2$ $= 2mol\ N \times \frac{14.007\ g\ N}{1\ mol\ N} = 28.014\ g$

الكتلة المولية لـ O في $Sr(NO_3)_2$ $= 6\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 95.994\ g$

الكتلة المولية لـ $Sr(NO_3)_2$ $= 87.62g + 28.014g + 95.994g = 211.628\ g/mol$

b. $(NH_4)_3PO_4$: مركب أيوني

الكتلة المولية لـ N في $(NH_4)_3PO_4$ $= 3mol\ N \times \frac{14.007\ g\ N}{1\ mol\ N} = 42.021\ g$

الكتلة المولية لـ H في $(NH_4)_3PO_4$ $= 12\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 12.096\ g$

الكتلة المولية لـ P في $(NH_4)_3PO_4$ $= 1\ mol\ P \times \frac{1.008\ g\ P}{1\ mol\ P} = 30.974\ g$

الكتلة المولية لـ O في $(NH_4)_3PO_4$ $= 4\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 63.996\ g$

الكتلة المولية لـ $(NH_4)_3PO_4$ =

$42.021g + 12.096g + 30.974g + 63.996g$

$= 149.087\ g/mol$

ج. $C_{12}H_{22}O_{11}$: مركب تساهمي

الكتلة المولية للـ C في $C_{12}H_{22}O_{11}$ $= 12\ \text{mol C} \times \frac{12.011\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 144.132\text{g}$

الكتلة المولية للـ H في $C_{12}H_{22}O_{11}$ $= 22\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 22.176\text{g}$

الكتلة المولية للـ O في $C_{12}H_{22}O_{11}$ $= 11\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 175.989\text{g}$

الكتلة المولية لـ $C_{12}H_{22}O_{11}$ $= 144.132\text{g} + 22.176\text{g} + 175.989\text{g}$

$= 342.297\ \text{g/mol}$

مسائل تدريبية

37. ما كتلة 3.25 mol من حمض الكبريتيك H_2SO_4؟

المعطيات: عدد مولات $H_2SO_4 = 3.25\ mol$

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ H_2SO_4

الكتلة المولية للـ H في $H_2SO_4 = 2\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 2.016\ g$

الكتلة المولية للـ S في $H_2SO_4 = 1\ mol\ S \times \frac{32.065\ g\ S}{1\ mol\ S} = 32.065\ g$

الكتلة المولية للـ O في $H_2SO_4 = 4\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 63.996\ g$

الكتلة المولية لـ $H_2SO_4 = 2.016g + 32.065g + 63.996g$

$= 98.077\ g/mol$

كتلة $H_2SO_4 = 98.077g/mol \times 3.25\ mol$

$= 318.75025\ g$

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

المعطيات: $ZnCl_2$

عدد المولات $= 4.35 \times 10^{-2}$ mol

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $ZnCl_2$

$$\text{الكتلة المولية للـ Zn في } ZnCl_2 = 1\ \text{mol Zn} \times \frac{65.409\ \text{g Zn}}{1\ \text{mol Zn}} = 65.409\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ Cl في } ZnCl_2 = 2\ \text{mol Cl} \times \frac{35.453\ \text{g Cl}}{1\ \text{mol Cl}} = 70.906\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } CaCl_2 = 65.409\text{g} + 70.906\text{g}$$

$$= 136.315\ \text{g/mol}$$

$$\text{كتلة } ZnCl_2 = 136.315\ \text{g/mol} \times (4.35 \times 10^{-2})\text{mol}$$

$$= 5.9297\ \text{g}$$

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

المعطيات: برمنجنات البوتاسيوم

عدد المولات = 2.55 mol

المطلوب: الصيغة الكيمائية، الكتلة.

الحل:

الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم: $KMnO_4$

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

الكتلة المولية لـ $KMnO_4$

$$\text{الكتلة المولية للـ K في } KMnO_4 = 1\ \text{mol K} \times \frac{39.098\ \text{g K}}{1\ \text{mol K}} = 39.098\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ Mn في } KMnO_4 = 1\ \text{mol Mn} \times \frac{54.938\ \text{g Mn}}{1\ \text{mol Mn}} = 54.938\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ O في } KMnO_4 = 4\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 63.996\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } KMnO_4 = 39.098\text{g} + 54.938\text{g} + 63.996\text{g}$$

$$= 158.032\ \text{g/mol}$$

$$\text{كتلة } KMnO_4 = 158.032\text{g/mol} \times 2.55\text{mol}$$

$$= 402.9816\ \text{g}$$

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 $ZnSO_4$.

a.

المعطيات: $AgNO_3$

الكتلة = 22.6 g

المطلوب: عدد المولات.

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } AgNO_3 = 107.868g + 14.007g + (3 \times 15.999g)$$

$$= 169.872\ g/mol$$

$$\text{عدد مولات } AgNO_3 = \frac{22.6g}{169.872\ g/mol}$$

$$= 133.041 \times 10^{-3}\ mol$$

.b

المعطيات: $ZnSO_4$

الكتلة $= 6.5\ g$

المطلوب: عدد المولات.

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } ZnSO_4 = 65.409g + 32.065g + (4 \times 15.999g)$$

$$= 161.47\ g/mol$$

$$\text{عدد مولات } ZnSO_4 = \frac{6.5g}{161.47g/mol}$$

$$= 40.255 \times 10^{-3}\ mol$$

41. **تحفيز** صنف كلًّا من المركبين التاليين 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 $PbCl_4$.

a.

المعطيات: Fe_2O_3

الكتلة $= 2.50 \times 10^3\ g = 2.50\ Kg$

المطلوب: عدد المولات، تصنيف المركب إلى أيوني أو جزيئي.

الحل:

Fe_2O_3 مركب أيوني.

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

الكتلة المولية لـ $Fe_2O_3 = (2 \times 55.845g) + (3 \times 15.999g)$

$= 159.687\ g/mol$

عدد مولات $Fe_2O_3 = \frac{2.5 \times 10^3 g}{159.687 g/mol}$

$= 15.656\ mol$

b.

المعطيات: $PbCl_4$

الكتلة $= 25.4 \times 10^{-3}\ g = 25.4\ mg$

المطلوب: عدد المولات، تصنيف المركب إلى أيوني أو جزيئي.

الحل:

$PbCl_4$ مركب تساهمي.

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

الكتلة المولية لـ $PbCl_4 = 207.2g + (4 \times 35.453g)$

$= 349.012\ g/mol$

عدد مولات $PbCl_4 = \frac{25.4 \times 10-3mol}{349.012g/mol}$

$= 7.278 \times 10^{-5}\ mol$

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.

b. عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فيها.

c. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

المعطيات: C_2H_5OH

الكتلة $= 45.6\ g$

a.

المطلوب: عدد ذرات الكربون.

الحل: لحساب عدد ذرات الكربون لابد من حساب عدد مولاته في المركب، ولحساب عدد مولات الكربون نحسب عدد مولات مركب الإيثانول أولاً.

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

الكتلة المولية لـ C_2H_5OH

الكتلة المولية للـ C في $C_2H_5OH = 2\ \text{mol C} \times \frac{12.011\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 24.022\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ H في $C_2H_5OH = 6\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 6.048\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ O في $C_2H_5OH = 1\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 15.999\ \text{g}$

الكتلة المولية لـ $C_2H_5OH =$

$24.022\text{g/mol} + 6.048\text{g/mol} + 15.999\text{g/mol}$

$46.069\ \text{g/mol} =$

عدد مولات $C_2H_5OH = \frac{45.6\ \text{g}}{46.069\ \text{g/mol}}$

$0.99\ \ \text{mol} =$

عدد مولات C في $C_2H_5OH = 0.99\ \text{mol}$

$\frac{2\ \text{mol C}}{1\ \text{mol } C_2H_5OH} \times 0.99\ \text{mol } C_2H_5OH$

$$1.98\ mol =$$

عدد الذرات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

عدد ذرات الـ C = $1.98\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol} = 1.19 \times 10^{24}$ ذرة.

b.

المطلوب: عدد ذرات الهيدروجين.

الحل:

تم حساب عدد مولات C_2H_5OH من الفقرة **a**.

عدد مولات H في $0.99\ mol\ C_2H_5OH =$

$$\frac{6\ mol\ H}{1\ mol\ C_2H_5OH} \times 0.99\ mol\ C_2H_5OH$$

$$5.94\ mol =$$

عدد الذرات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

عدد ذرات الـ $H = 5.874\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

$= 3.58 \times 10^{24}$ ذرة.

---

c.

المطلوب: عدد ذرات الأكسجين.

الحل:

تم حساب عدد مولات C_2H_5OH من الفقرة **a**.

عدد مولات O في $C_2H_5OH = 0.99\ mol$

$$\frac{1\ mol\ O}{1\ mol\ C_2H_5OH} \times 0.99\ mol\ C_2H_5OH$$

$$0.99\ mol =$$

عدد الذرات = عدد المولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

عدد ذرات الـ $O = 0.99\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

$= 5.96 \times 10^{23}$ ذرة.

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

a. عدد أيونات Na^+ الموجودة فيها. **b.** عدد أيونات SO_3^{2-} الموجودة فيها.

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

المعطيات: Na_2SO_3، الكتلة = 2.25 g.

a.

المطلوب: عدد أيونات Na^+.

الحل: لحساب عدد أيونات Na^+ لابد من حساب عدد مولاته في المركب، ولحساب عدد مولات أيونات Na^+ نحسب عدد مولات مركب كبريتيت الصوديوم أولاً.

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } Na_2SO_3 = (2 \times 22.990\text{g}) + 32.065\text{g} + (3 \times 15.999\text{g})$$

$$= 126.042\ \text{g/mol}$$

$$\text{عدد مولات } Na_2SO_3 = \frac{2.25\text{g}}{126.042\text{g/mol}}$$

$$= 17.851 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

$$\text{عدد مولات } Na^+ \text{ في } Na_2SO_3 = 17.851 \times 10^{-3}\ \text{mol } Na_2SO_3$$

$$\frac{2\ \text{mol } Na^+}{1\ \text{mol } Na_2SO_3} \times 17.851 \times 10^{-3}\ \text{mol } Na_2SO_3$$

$$= 35.702 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

عدد الأيونات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{أيون}}{1\ \text{mol}}$

عدد أيونات Na^+ = $35.702 \times 10^{-3}\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{أيون}}{1\ \text{mol}}$

$= 2.149 \times 10^{22}$ أيون.

b.

المطلوب: عدد أيونات SO_3^{2-}.

الحل:

تم حساب عدد مولات Na_2SO_3 من الفقرة **a**.

عدد مولات SO_3^{2-} في Na_2SO_3 $= 17.851 \times 10^{-3}\ \text{mol}$

$$\frac{1\ \text{mol}\ SO_3^{2-}}{1\ \text{mol}\ Na_2SO_3} \times 17.851 \times 10^{-3}\ \text{mol}\ Na_2SO_3$$

$$= 17.851 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

عدد الأيونات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{أيون}}{1\ \text{mol}}$

عدد أيونات الـ SO_3^{2-} = $17.851 \times 10^{-3} \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$

$= 1.075 \times 10^{22}$ أيون.

c.

المطلوب: الكتلة (g) لوحدة صيغة من Na_2SO_3.

الحل:

$$\text{عدد وحدات صيغ } Na_2SO_3 \text{ في العينة} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23} \text{ وحدة صيغة}}{1 \text{ mol}}$$

$$= ١٧.٨٥١ \times 10^{-3} \text{ mol} \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$$

$$= 1.075 \times 10^{22} \text{ وحدة.}$$

$$\text{الكتلة (g) لوحدة صيغة من } Na_2SO_3 = \frac{\text{كتلة العينة(g)}}{\text{عدد وحدات صيغ المركب في العينة}}$$

$$= \frac{2.25}{1.075\times10^{22}}$$

$$= 2.093 \times 10^{-22} \text{ g}$$

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

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها . **b.** عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها .

المعطيات: CO_2

الكتلة = 52.0 g

a.

المطلوب: عدد ذرات الكربون.

الحل: لحساب عدد ذرات الكربون لابد من حساب عدد مولاته في المركب، ولحساب عدد مولات الكربون نحسب عدد مولات مركب CO_2 أولاً.

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } CO_2 = 12.011\text{g} + (2 \times 15.999\text{g})$$

$$= 44.009\ \text{g/mol}$$

$$\text{عدد مولات } CO_2 = \frac{52.0\text{g}}{44.009\text{g/mol}}$$

$$= 1.182\ \text{mol}$$

$$\text{عدد مولات C في } CO_2 = 1.182\ \text{mol}\ CO_2 \times \frac{1\ \text{mol C}}{1\ \text{mol}\ CO_2}$$

$$= 1.182\ \text{mol}$$

$$\text{عدد الذرات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$$

$$\text{عدد ذرات الـ C} = 1.182 \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$$

$$= 7.113 \times 10^{23}\ \text{ذرة}.$$

b.

المطلوب: عدد ذرات الأكسجين.

الحل:

تم حساب عدد مولات CO_2 من الفقرة **a**.

عدد مولات O في $1.182\ mol\ CO_2 = \frac{2\ mol\ O}{1\ mol\ CO_2} \times 1.182\ mol\ CO_2$

$= 2.363\ mol$

عدد الذرات = عدد المولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

عدد ذرات الـ $O = 2.363\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

$= 1.423 \times 10^{24}$ ذرة.

c.

المطلوب: الكتلة (g) لجزيء واحد من CO_2.

الحل:

عدد جزيئات CO_2 في العينة = عدد المولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$

$= 1.182\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$

$= 7.113 \times 10^{23}$ جزيء.

الكتلة (g) جزيء واحد من $CO_2 = \frac{\text{كتلة العينة(g)}}{\text{عدد الجزيئات}}$

$= \frac{52.0g}{7.113\times10^{23}\ \text{جزيء}}$

$= 7.310 \times 10^{-23}\ g$

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

المعطيات: NaCl

عدد وحدات صيغ NaCl في العينة = $٤,٥٩ \times ١٠^{٢٤}$ وحدة صيغة.

المطلوب: كتلة NaCl.

الحل:

$$\text{عدد المولات} = \text{عدد وحدات الصيغ الكيميائية} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}$$

$$\text{عدد مولات NaCl} = 4.59 \times 10^{24}\ \text{وحدة صيغة} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}$$

$$= 7.625\ \text{mol}$$

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

$$\text{الكتلة المولية لـ NaCl} = 22.990\text{g} + 35.453\text{g}$$

$$= 58.443\ \text{g/mol}$$

$$\text{كتلة NaCl} = 7.625\text{mol} \times 58.443\text{g/mol} = 445.604\ \text{g}$$

46. **تحفيز** عينة من كرومات الفضة كتلتها 25.8 g:

a. اكتب صيغة كرومات الفضة.

b. ما عدد الأيونات الموجبة فيها؟

c. ما عدد الأيونات السالبة فيها؟

d. ما مقدار الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة منها؟

المعطيات: كرومات الفضة، الكتلة = 25.8 g

.a

المطلوب: كتابة صيغة كرومات الفضة.

الحل: Ag_2CrO_4

.b

المطلوب: عدد الأيونات الموجبة.

الحل:

الأيونات الموجبة في المركب هي: أيونات الفضة Ag^+.

لحساب عدد أيونات Ag^+ لابد من حساب عدد مولاته في المركب، ولحساب عدد مولات أيونات Ag^+ نحسب عدد مولات مركب Ag_2CrO_4 أولاً.

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } Ag_2CrO_4 =$$

$$(2 \times 107.868g) + 51.996g + (4 \times 15.999g)$$

$$= 331.728\ g/mol$$

$$\text{عدد مولات } Ag_2CrO_4 = \frac{25.8g}{331.728\frac{g}{mol}}$$

$$= 77.775 \times 10^{-3}\ mol$$

$$\text{عدد مولات } Ag^+ \text{ في } Ag_2CrO_4 = 77.775 \times 10^{-3}\ mol$$

$$\frac{2\ mol\ Ag^+}{1\ mol\ Ag_2CrO_4} \times 77.775 \times 10^{-3}\ mol\ Ag_2CrO_4$$

$$155.549 \times 10^{-3}\ mol =$$

$$\text{عدد الأيونات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{أيون}}{1\ mol}$$

$$\text{عدد أيونات الـ } Ag^+ = 155.549 \times 10^{-3}\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{أيون}}{1\ mol}$$

$$= 9.364 \times 10^{22}\ \text{أيون}.$$

---

c.

المطلوب: عدد الأيونات السالبة.

الحل:

الأيون السالب في المركب هو: مجموعة الكرومات CrO_4^{2-}.

تم حساب عدد مولات Ag_2CrO_4 في الفقرة **b**.

$$\text{عدد مولات } CrO_4^{2-} \text{ في } Ag_2CrO_4 = 77.775 \times 10^{-3}\ mol$$

$$\frac{1\ mol\ CrO_4^{2-}}{1\ mol\ Ag_2CrO_4} \times 77.775 \times 10^{-3}\ mol\ Ag_2CrO_4$$

$$77.775 \times 10^{-3}\ mol =$$

$$\text{عدد الأيونات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{أيون}}{1\ mol}$$

$$\text{عدد أيونات } CrO_4^{2-} = 77.775\times 10^{-3}\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{أيون}}{1\ mol}$$

$$= 4.682 \times 10^{22}\ \text{أيون}.$$

d.

مطلوب: الكتلة (g) لوحدة صيغة من Ag_2CrO_4.

الحل:

$$\text{عدد وحدات صيغ } Ag_2CrO_4 \text{ في العينة} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23} \text{ وحدة صيغة}}{1 \text{ mol}}$$

$$\frac{6.02\times10^{23} \text{ وحدة صيغة}}{1 \text{ mol}} \times 77.775 \times 10^{-3} \text{ mol} =$$

$$= 4.682 \times 10^{22} \text{ وحدة.}$$

$$\text{الكتلة(g) لوحدة صيغة من } Ag_2CrO_4 = \frac{\text{كتلة العينة(g)}}{\text{عدد وحدات صيغ المركب في العينة}}$$

$$= \frac{25.8\text{g}}{4.682\times10^{22} \text{ وحدة صيغة}}$$

$$= 5.510 \times 10^{-22} \text{ g}$$

التقويم 3-5

47. الفكرة الرئيسة صف كيف تحدد الكتلة المولية للمركب؟

لتحديد الكتلة المولية لمركب كيميائي نتبع الخطوات التالية:

١ـ ضرب الكتلة المولية لكل عنصر في عدد مولات العنصر الممثلة في الصيغة الكيميائية.

٢ـ جمع كتل العناصر كافة للحصول على الكتلة المولية.

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

للتحويل من الكتلة إلى عدد المولات يكون عامل التحويل هو: $\frac{1\ \text{mol}}{\text{الكتلة المولية}(\text{g})}$.

للتحويل من عدد المولات إلى الكتلة يكون عامل التحويل هو: $\frac{\text{الكتلة المولية}(\text{g})}{1\ \text{mol}}$.

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

١ـ نحسب عدد مولات العينة من العلاقة:

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

٢ـ نحسب عدد مولات الذرات أو الأيونات في العينة باستخدام العلاقة:

$$\text{عدد مولات الجسيمات} = \text{عدد مولات العينة} \times \frac{\text{عدد مولات الجسيم في المركب}}{1\ \text{mol من المركب}}$$

حيث تمثل الجسيمات الذرات أو الأيونات.

٣ـ نحسب عدد الجسيمات من العلاقة:

$$\text{عدد الجسيمات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جسيم}}{1\ \text{mol}}$$

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

عدد مولات K في $K_2C_2O_4$ $= 1mol\ K_2C_2O_4 \times \frac{2\ mol\ K}{1\ mol\ K_2C_2O_4} = 2mol$

عدد مولات C في $K_2C_2O_4$ $= 1mol\ K_2C_2O_4 \times \frac{2\ mol\ C}{1\ mol\ K_2C_2O_4} = 2mol$

عدد مولات O في $K_2C_2O_4$ $= 1mol\ K_2C_2O_4 \times \frac{4\ mol\ O}{1\ mol\ K_2C_2O_4} = 4mol$

51. احسب الكتلة المولية لبروميد الماغنسيوم $MgBr_2$.

الكتلة المولية لـ Mg في $MgBr_2$ $= 1mol\ Mg \times \frac{24.305\ g\ Mg}{1\ mol\ Mg} = 24.305\ g$

الكتلة المولية لـ Br في $MgBr_2$ $= 2mol\ Br \times \frac{79.904\ g\ Br}{1\ mol\ Br} = 159.808\ g$

الكتلة المولية لـ $MgBr_2$ $= 24.305g + 159.808g$

$= 184.113\ g/mol$

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

المعطيات: $CaCO_3$، الكتلة $= 1\ g = 1000\ mg$

المطلوب: عدد مولات Ca^{2+}.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $CaCO_3$

الكتلة المولية للـ Ca في $CaCO_3 = 1\ mol\ Ca \times \frac{40.078\ g\ Ca}{1\ mol\ Ca} = 40.078\ g$

الكتلة المولية للـ C في $CaCO_3 = 1\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 12.011\ g$

الكتلة المولية للـ O في $CaCO_3 = 3\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 47.997\ g$

الكتلة المولية لـ $CaCO_3 = 40.078g + 12.011g + 47.997g$

$= 100.086\ g/mol$

عدد مولات $CaCO_3 = \frac{1g}{100.086\frac{g}{mol}}$

$= 9.99 \times 10^{-3}\ mol$

عدد مولات Ca^+ في $CaCO_3 = 9.99 \times 10^{-3}\ mol\ CaCO_3$

$\frac{1\ mol\ Ca^{2+}}{1\ mol\ CaCO_3} \times 9.99 \times 10^{-3}\ mol\ CaCO_3$

$= 9.99 \times 10^{-3}\ mol$

53. **صمم** رسمًا بيانيًّا بالأعمدة يظهر عدد مولات كل عنصر موجود في 500 g من الدايوكسين ($C_{12}H_4Cl_4O_2$) الشديد السميّة.

المعطيات: $C_{12}H_4C_{l4}O_2$، الكتلة = 500 g.

المطلوب: تصميم رسم بياني بالأعمدة يظهر عدد مولات كل عنصر في 500 g من المركب.

الحل:

عدد المولات = الكتلة (g) × $\frac{1\ mol}{\quad}$

الكتلة المولية لـ $C_{12}H_4Cl_4O_2$

الكتلة المولية للـ C في $C_{12}H_4Cl_4O_2$ = $12\ mol C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 144.132g$

الكتلة المولية للـ H في $C_{12}H_4Cl_4O_2$ = $4\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 4.032\ g$

الكتلة المولية للـ O في $C_{12}H_4Cl_4O_2$ = $2\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 31.998\ g$

الكتلة المولية للـ Cl في $C_{12}H_4Cl_4O_2$ = $4mol\ Cl \times \frac{35.453\ g\ Cl}{1\ mol\ Cl} = 141.812g$

الكتلة المولية لـ $C_{12}H_4Cl_4O_2$ = $144.132g + 4.032g + 31.998g + 141.812g$

$= 321.974\ g/mol$

عدد مولات $C_{12}H_4Cl_4O_2$ = $\frac{500g}{321.974g/mol}$

$= 1.553\ mol$

عدد مولات C في $1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$ =

$\frac{12\ mol\ C}{1\ mol C_{12}H_4Cl_4O_2} \times 1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$

$= 18.635\ mol$

عدد مولات H في $1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$ =

$\frac{4\ mol\ H}{1\ mol C_{12}H_4Cl_4O_2} \times 1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$

$= 6.212\ mol$

عدد مولات Cl في $1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$ =

$$\frac{4\ \text{mol Cl}}{1\ \text{mol}C_{12}H_4Cl_4O_2} \times 1.553\ \text{mol}\ C_{12}H_4Cl_4O_2$$

$$6.212\ \text{mol} =$$

عدد مولات O في $1.553\ \text{mol}\ C_{12}H_4Cl_4O_2$ =

$$\frac{2\ \text{mol O}}{1\ \text{mol}C_{12}H_4Cl_4O_2} \times 1.553\ \text{mol}\ C_{12}H_4Cl_4O_2$$

$$3.106\ \text{mol} =$$

5-4 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية
Empirical and Molecular Formulas

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

١و٢و٣ (متروك للطالب).

٤. تذوب كتلة أكبر من المادة السكرية عندما تكون مساحة السطح أكبر وذلك في حالة العلكة المقطعة، مما يعني أن المادة السكرية مخلوطة بالعلكة وليست العلكة مغطاة بالمحليات والنكهات.

مسائل تدريبية

54. ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفوسفوريك H_3PO_4؟

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ H في H_3PO_4 $= 3\text{mol H} \times \frac{1.008\text{ g H}}{1\text{ mol H}} = 3.024\text{g}$

الكتلة المولية للـ P في H_3PO_4 $= 1\text{mol P} \times \frac{30.974\text{ g P}}{1\text{ mol P}} = 30.974\text{g}$

الكتلة المولية للـ O في H_3PO_4 $= 4\text{mol O} \times \frac{15.999\text{ g O}}{1\text{ mol O}} = 63.996\text{g}$

الكتلة المولية لـ H_3PO_4 $= 3.024\text{g} + 30.974\text{g} + 63.996\text{g}$

$= 97.994\text{ g/mol}$

٣ـ نحسب النسبة المئوية لكل عنصر من عناصر المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$H\% = \frac{3.024\text{g}}{97.994\text{g}} \times 100 = 3.09\ \%$$

$$P\% = \frac{30.974\text{g}}{97.994\text{g}} \times 100 = 31.61\ \%$$

$$H\% = \frac{63.996\text{g}}{97.994\text{g}} \times 100 = 65.31\ \%$$

55. أي المركبين التاليين تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى: H_2SO_3 أم H_2SO_4؟

نحسب الكتلة المئوية للكبريت في كل منهما ثم نقارن بينهما.

H_2SO_4

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

$$\text{الكتلة المولية للـ H في } H_2SO_4 = 2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ S في } H_2SO_4 = 1\ \text{mol S} \times \frac{32.065\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.065\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ O في } H_2SO_4 = 4\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 63.996\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } H_2SO_4 = 2.016\text{g} + 32.065\text{g} + 63.996\text{g}$$

$$= 98.077\ \text{g/mol}$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للكبريت في المركب.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$$

$$S\% = \frac{32.065\text{g}}{98.077\text{g}} \times 100 = 32.69\ \%$$

H_2SO_3

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

$$\text{الكتلة المولية للـ H في } H_2SO_3 = 2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ S في } H_2SO_3 = 1\ \text{mol S} \times \frac{32.065\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.065\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ O في } H_2SO_3 = 3\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 47.997\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } H_2SO_3 = 2.016\text{g} + 32.065\text{g} + 47.997\text{g}$$

$$= 82.078\ \text{g/mol}$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للكبريت في المركب.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$$

$$S\% = \frac{32.065\text{g}}{82.078\text{g}} \times 100 = 39.07\ \%$$

نسبة الكبريت في H_2SO_3 أعلى منها في H_2SO_4.

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

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية لـ Ca في $CaCl_2$ $= 1\ mol\ Ca \times \frac{40.078\ g\ Ca}{1\ mol\ Ca} = 40.078\ g$

الكتلة المولية لـ Cl في $CaCl_2$ $= 2\ mol\ Cl \times \frac{35.453\ g\ Cl}{1\ mol\ Cl} = 70.906\ g$

الكتلة المولية لـ $CaCl_2$ $= 40.078g + 70.906g$

$= 110.984\ g/mol$

٣ـ نحسب النسبة المئوية لكل عنصر من عناصر المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$Ca\% = \frac{40.078g}{110.984g} \times 100 = 36.11\ \%$$

$$Cl\% = \frac{70.906g}{110.984g} \times 100 = 63.89\ \%$$

57. **تحفيز** تستعمل كبريتات الصوديوم في صناعة المنظفات.

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

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

a. تتكون كبريتات الصوديوم من عناصر الكبريت S، والأكسجين O، والصوديوم Na.

الصيغة الكيميائية: Na_2SO_4

b.

١ ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ Na في Na_2SO_4 $= 2\text{mol Na} \times \frac{22.990\text{ g Na}}{1\text{ mol Na}} = 45.98\text{ g}$

الكتلة المولية للـ S في Na_2SO_4 $= 1\text{ mol S} \times \frac{32.065\text{ g S}}{1\text{ mol S}} = 32.065\text{ g}$

الكتلة المولية للـ O في Na_2SO_4 $= 4\text{ mol O} \times \frac{15.999\text{ g O}}{1\text{ mol O}} = 63.996\text{ g}$

الكتلة المولية لـ Na_2SO_4 $= 45.98\text{g} + 32.065\text{g} + 63.996\text{g}$

$$= 142.041\text{ g/mol}$$

٣ ـ نحسب النسبة المئوية لكل عنصر من عناصر المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$\text{Na\%} = \frac{45.98\text{g}}{142.041\text{g}} \times 100 = 32.37\ \%$$

$$\text{S\%} = \frac{32.065\text{g}}{142.041\text{g}} \times 100 = 22.57\ \%$$

$$\text{O\%} = \frac{63.996\text{g}}{142.041\text{g}} \times 100 = 45.05\ \%$$

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

١ـ فرض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g.

٢ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

٣ـ إيجاد النسب المولية بين الذرات، وعندما لا تكون القيم في النسبة المولية أعدادًا صحيحة فلا يمكن استعمالها في الصيغة الكيميائية، لذا يجب تحويلها إلى أعداد صحيحة، بقسمة القيم المولية على أصغر قيمة مولية، وأحيانًا لا تؤدي القسمة على أصغر قيمة مولية إلى أعداد صحيحة. وفي مثل هذا الحالات يجب ضرب كل قيمة مولية في أصغر رقم يجعلها عددًا صحيحًا.

مسائل تدريبية

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

المعطيات: تركيب المادة:

النسبة المئوية بالكتلة لـ N = 36.84 %

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 63.16 %

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

١ ـ فرض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g.

وبذلك يكون كتل المكونات هي: 36.84 g N و 63.16 g O.

٢ ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

عدد مولات الـ N $= 36.84\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{14.007\ \text{g}}$.

$= 2.630\ \text{mol N}$

عدد مولات الـ O $= 63.16\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{15.999\ \text{g}}$.

$= 3.948\ \text{mol O}$

٣ ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (2.630 mol N): (3.948 mol O).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (2.630).

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

$$\frac{3.948 \text{ mol O}}{2.630} = 1.5 \text{ mol O}$$

بالضرب في أصغر عدد صحيح – وهو في هذه الحالة ٢ – يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

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

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

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (2N): (3O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: N_2O_3.

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

المعطيات: تركيب المادة:

النسبة المئوية بالكتلة لـ Al = 35.98 %

النسبة المئوية بالكتلة لـ S = 64.02 %

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

١ـ فرض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g.

وبذلك يكون كتل المكونات هي: 35.98 g Al و 64.02 g S.

٢ ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

عدد مولات الـ Al $= 35.98\ g \times \frac{1\ mol}{26.982\ g}$.

$1.333\ mol\ Al =$

عدد مولات الـ S $= 64.02\ g \times \frac{1\ mol}{32.065\ g}$.

$1.997\ mol\ S =$

٣ ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (1.333 mol Al): (1.997 mol S).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (1.333).

$\frac{1.333\ mol\ Al}{1.333} = 1\ mol\ Al$

$\frac{1.997\ mol\ S}{1.333} = 1.5\ mol\ S$

بالضرب في أصغر عدد صحيح ـ وهو في هذه الحالة ٢ ـ يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

$2 \times 1\ mol\ Al = 2\ mol\ Al$

$2 \times 1.5\ mol\ S = 3\ mol\ S$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (2Al): (3S). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي:

Al_2S_3.

60. البروبـان هـو أحد الهيدروكربونات، وهـي مركبات تحتوي فقط على الكربـون والهيدروجين.
فإذا كان البروبان يتكون من 81.82% كربون و18.18% هيدروجين، فما صيغته الأولية؟

المعطيات: تركيب المادة:

النسبة المئوية بالكتلة لـ H = 18.18 %

النسبة المئوية بالكتلة لـ C = 81.82 %

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

١ـ فرض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g.

وبذلك يكون كتل المكونات هي: 18.18 g H و 81.82 g C.

٢ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

$$\text{عدد مولات الـ H} = 18.18\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{1.008\ \text{g}}$$

$$= 18.036\ \text{mol H}$$

$$\text{عدد مولات الـ C} = 81.82\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{12.011\ \text{g}}$$

$$= 6.812\ \text{mol C}$$

٣ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (18.036 mol H): (6.812 mol C).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (6.812).

$$\frac{18.036\ \text{mol H}}{6.812} = 2.65\ \text{mol H}$$

$$\frac{6.812\ \text{mol C}}{6.812} = 1\ \text{mol C}$$

بالضرب في أصغر عدد صحيح ـ وهو في هذه الحالة 3 ـ يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

$$3 \times 2.65\ \text{mol H} = 7.95 \approx 8\ \text{mol H}$$

$$3 \times 1\ \text{mol C} = 3\ \text{mol C}$$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (8H): (3C). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي:

C_3H_8.

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

المعطيات: تركيب المادة:

النسبة المئوية بالكتلة لـ C = 60.00 %

النسبة المئوية بالكتلة لـ H = 4.44 %

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 35.56 %

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

١ـ فرض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g.

وبذلك يكون كتل المكونات هي: 60.00 g C، و4.44 g H، و35.56 g O.

٢ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

$$\text{عدد مولات الـ C} = 60.00\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{12.011\ \text{g}} = 4.995\ \text{mol C}$$

$$\text{عدد مولات الـ H} = 4.44\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{1.008\ \text{g}} = 4.405\ \text{mol H}$$

$$\text{عدد مولات الـ O} = 35.56\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{15.999\ \text{g}} = 2.223\ \text{mol O}$$

٣ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (4.995 mol C): (4.405 mol H): (2.223 mol O).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (2.223).

$$\frac{4.995 \text{ mol C}}{2.223} = 2.25 \text{ mol C}$$

$$\frac{4.405 \text{ mol H}}{2.223} = 1.982 \text{ mol C} \approx 2 \text{ mol C}$$

$$\frac{2.223 \text{ mol O}}{2.223} = 1 \text{ mol O}$$

بالضرب في أصغر عدد صحيح – وهو في هذه الحالة 4 – يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

$4 \times 2.25 \text{ mol C} = 9 \text{ mol C}$

$4 \times 2 \text{mol H} = 8 \text{ mol H}$

$4 \times 1 \text{ mol O} = 4 \text{ mol O}$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (9C): (8H): (4O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: $C_9H_8O_4$.

الشكل 5-15 ¤SG Gò¡H ø©à°SG §£îŸG ...òdG ∑óYÉ°üj ≈∏Y ójó- ≠«°üdG á«dhC'G á«Äjõ÷Gh á«Ñcôª∏d.

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

العدد الصحيح (ن) هو خارج قسمة كتلة الصيغة الجزيئية على كتلة الصيغة الأولية.

$$\text{ن} = \frac{\text{الكتلة المولية التجريبية}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}}$$

مسائل تدريبية

62. وجد أن مركبًا يحتوي على 49.98 g C و10.47 g H. فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 58.12 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

المعطيات:

49.98 g C، 10.47 g H.

الكتلة المولية للمركب = 58.12 g/mol.

المطلوب: الصيغة الجزيئية.

الحل:

لدينا كتل مكونات العينة، لذا يتم حساب عدد المولات مباشرة.

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

$$\text{عدد مولات الـ C} = 49.98\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{12.011\ \text{g}}$$

$$= 4.161\ \text{mol C}$$

$$\text{عدد مولات الـ H} = 10.47\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{1.008\ \text{g}}$$

$$= 10.387\ \text{mol H}$$

إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (4.161 mol C): (10.387 mol H).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (4.161).

$$\frac{4.161\ \text{mol C}}{4.161} = 1\ \text{mol C}$$

$$\frac{10.387\ \text{mol H}}{4.161} = 2.5\ \text{mol C}$$

بالضرب في أصغر عدد صحيح – وهو في هذه الحالة 2 – يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

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

$$2 \times 2.5\ \text{mol H} = 5\ \text{mol H}$$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (2C): (5H). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: C_2H_5.

حساب الكتلة المولية للصيغة الأولية.

الكتلة المولية للـ H في C_2H_5 $= 5\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 5.04\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ C في C_2H_5 $= 2\text{mol C} \times \frac{12.011\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 24.022\ \text{g}$

الكتلة المولية لـ C_2H_5 $= 5.04\text{g} + 24.022\text{g}$

$$= 29.062\ \text{g/mol}$$

قسمة الكتلة المولية للصيغة الأولية على الكتلة المولية للصيغة الجزيئية للحصول على (ن).

$$\text{ن} = \frac{\text{الكتلة المولية التجريبية}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}}$$

$$= \frac{58.12\text{g}}{29.062\text{g}}$$

$$= 2$$

الحصول على الصيغة الجزيئية بضرب (ن) في الصيغة الأولية.

الصيغة الجزيئية $= ٢ \times (C_2H_5) = C_4H_{10}$

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

المعطيات:

النسبة المئوية بالكتلة لـ N = 46.68 %

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 53.32 %

الكتلة المولية للمركب = 60.01 g/mol

المطلوب: الصيغة الجزيئية.

الحل:

١ ـ فرض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g.

وبذلك يكون كتل المكونات هي: 46.68 g N، و53.32 g O.

٢ ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

$$\text{عدد مولات الـ N} = 46.68\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{14.007\ \text{g}}$$

$$= 3.333\ \text{mol N}$$

$$\text{عدد مولات الـ O} = 53.32\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{15.999\ \text{g}}$$

$$= 3.333\ \text{mol O}$$

٣ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (3.333 mol N):(3.333 mol O).

عدد المولات متساوي. بالقسمة على 3.333.

1 mol N.

1 mol O.

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (1N): (1O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: NO.

٤ـ حساب الكتلة المولية للصيغة الأولية.

الكتلة المولية للـ N في $NO = 1\ mol\ N \times \frac{14.007\ g\ N}{1\ mol\ N} = 14.007\ g$

الكتلة المولية للـ O في $NO = 1mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية لـ $NO = 14.007g + 15.999g$

$= 30.006\ g/mol$

٥ـ قسمة الكتلة المولية للصيغة الأولية على الكتلة المولية للصيغة الجزيئية للحصول على (ن).

$$ن = \frac{\text{الكتلة المولية التجريبية}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}}$$

$$= \frac{60.01}{30.006}$$

$$= 2$$

٦ـ الحصول على الصيغة الجزيئية بضرب (ن) في الصيغة الأولية.

الصيغة الجزيئية = ٢ × $(NO) = N_2O_2$.

64. عند تحليل أكسيد البوتاسيوم، نتج 19.55 g K، و4.00 g O، فما الصيغة الأولية للأكسيد؟

المعطيات: 19.55 g K، 4.00 g O.

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

لدينا كتل مكونات العينة، لذا يتم حساب عدد المولات مباشرة.

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

$$\text{عدد مولات الـ K} = 19.55\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{39.098\ \text{g}}$$

$$= 0.5\ \text{mol K}$$

$$\text{عدد مولات الـ O} = 4.00\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{15.999\ \text{g}}$$

$$= 0.25\ \text{mol O}$$

إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (0.5 mol K): (0.25 mol O).

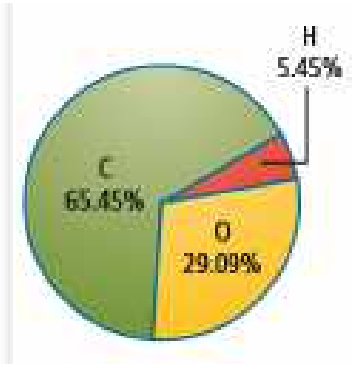
بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (0.25).

$$\frac{0.5\ \text{mol K}}{0.25} = 2\ \text{mol K}$$

$$\frac{0.25\ \text{mol O}}{0.25} = 1\ \text{mol O}$$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (2K): (1O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: K_2O.

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



النسبة المئوية بالكتلة لـ H = 5.45 %

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 29.09 %

النسبة المئوية بالكتلة لـ C = 65.45 %

الكتلة المولية للمركب = 110.0 g/mol

المطلوب: الصيغة الجزيئية.

الحل:

١ ـ فرض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g.

وبذلك يكون كتل المكونات هي: 5.45 g H، 29.09 g O، 65.45 g C.

٢ ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

عدد مولات الـ H = 5.45 g × $\frac{1\ \text{mol}}{1.008\ \text{g}}$ = 5.4 mol

عدد مولات الـ O = 29.09 g × $\frac{1\ \text{mol}}{15.999\ \text{g}}$ = 1.8 mol

عدد مولات الـ C = 65.45 g × $\frac{1\ \text{mol}}{12.011\ \text{g}}$ = 5.4 mol

٣ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (5.4 mol H):(1.8 mol O): (5.4 mol C).

بالقسمة على 1.8.

3 mol H.

1 mol O.

3 mol C.

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (3H): (1O): (3C). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: C_3H_3O.

٤ـ حساب الكتلة المولية للصيغة الأولية.

الكتلة المولية للـ H في المركب $= 3\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 3.024\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ O في المركب $= 1\text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 15.999\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ C في المركب $= 3\ \text{mol C} \times \frac{12.011\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 36.033\ \text{g}$

الكتلة المولية للصيغة الأولية =

36.033 g/mol + 3.024 g/mol + 15.999 g/mol

55.056 g/mol =

٥ـ قسمة الكتلة المولية للصيغة الأولية على الكتلة المولية للصيغة الجزيئية للحصول على (ن).

$$\text{ن} = \frac{\text{الكتلة المولية التجريبية}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}} = \frac{110.0\ \text{g}}{55.056\ \text{g}} = 2$$

٦ـ الحصول على الصيغة الجزيئية بضرب (ن) في الصيغة الأولية.

الصيغة الجزيئية = ٢ × (C_3H_3O) = $C_6H_6O_2$.

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

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

المعطيات: 17.900 g C ،1.680 g H ،4.225 g O ،1.228 g N.

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

لدينا كتل مكونات العينة، لذا يتم حساب عدد المولات مباشرة.

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

عدد مولات الـ C = 17.900 g × $\frac{1\ \text{mol}}{12.011\ \text{g}}$.

1.490 mol C=

عدد مولات الـ H = 1.680 g × $\frac{1\ \text{mol}}{1.008\ \text{g}}$.

1.667 mol H=

عدد مولات الـ O = $4.225\ g \times \frac{1\ mol}{15.999\ g}$.

$0.264\ mol\ O =$

عدد مولات الـ N = $1.228\ g \times \frac{1\ mol}{14.007\ g}$.

$0.088\ mol\ H =$

إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي:

(1.490 mol C): (1.667 mol H): (0.264 mol O): (0.088 mol N).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (0.088).

$$\frac{1.490\ mol\ C}{0.088} = 16.931\ mol\ C \cong 17\ mol\ C$$

$$\frac{1.667\ mol\ H}{0.088} = 18.943\ mol\ H \cong 19\ mol\ H$$

$$\frac{0.264\ mol\ O}{0.088} = 3\ mol\ O$$

$$\frac{0.088\ mol\ N}{0.088} = 1\ mol\ N$$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (17C): (19H): (3O): (1N). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: $C_{17}H_{19}NO_3$.

التقويم 5-4

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

٦٧. لا، الإجابة غير صحيحة لأن أعداد الذرات في الصيغ الأولية والجزيئية يجب أن تكون أعداد صحيحة.

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

المعطيات: 174.86 g Fe، 75.14 g O.

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

لدينا كتل مكونات العينة، لذا يتم حساب عدد المولات مباشرة.

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

$$\text{عدد مولات الـ Fe} = 174.86\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{55.845\ \text{g}}$$

$$= 3.131\ \text{mol Fe}$$

$$\text{عدد مولات الـ O} = 75.14\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{15.999\ \text{g}}$$

$$= 4.697\ \text{mol O}$$

إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (3.131 mol Fe): (4.697 mol O).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (3.131).

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

$$\frac{4.697\ \text{mol O}}{3.131} = 1.5\ \text{mol O}$$

بالضرب في أصغر عدد صحيح – وهو في هذه الحالة 2 – يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

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

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

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (2Fe): (3O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: Fe_2O_3.

69. احسب يحتوي أكسيد الألومنيوم على 0.545 g Al، و 0.485 g O. ما الصيغة الأولية للأكسيد؟

المعطيات: 0.545 g Al، 0.485 g O.

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

لدينا كتل مكونات العينة، لذا يتم حساب عدد المولات مباشرة.

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

$$\text{عدد مولات الـ Al} = 0.545\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{26.982\ \text{g}}$$

$$= 0.020\ \text{mol Al}$$

$$\text{عدد مولات الـ O} = 0.485\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{15.999\ \text{g}}$$

$$= 0.030\ \text{mol O}$$

إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (0.020 mol Al): (0.030mol O).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (0.020).

$$\frac{0.020 \text{ mol Al}}{0.020} = 1 \text{ mol Al}$$

$$\frac{0.030 \text{ mol O}}{0.020} = 1.5 \text{ mol O}$$

بالضرب في أصغر عدد صحيح – وهو في هذه الحالة 2 – يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

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

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

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (2Al): (3O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: Al_2O_3.

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

التركيب النسبي المئوي يساوي كتلة كل عنصر بالجرام في 100g من العينة.

71. وضّح كيف تجد النسبة المولية في مركب كيميائي؟

٧١. تحسب النسبة المولية عن طريق حساب عدد مولات كل عنصر في المركب، ثم قسمة عدد المولات على أصغر عدد من بينها، وقد يكون من الضروري الضرب في قيمة صحيحة حتى يكون الناتج عدد صحيح.

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

الصيغة الجزيئية = ٢ × الصيغة الأولية.

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

نحسب النسبة المئويه للحديد في كل من المركبين ثم نقارن بينهما.

الهيماتيت Fe_2O_3

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

$$\text{الكتلة المولية للـ Fe في } Fe_2O_3 = 2\ \text{mol Fe} \times \frac{55.845\ \text{g Fe}}{1\ \text{mol Fe}} = 111.69\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ O في } Fe_2O_3 = 3\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 47.997\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } Fe_2O_3 = 111.69\text{g} + 47.997\text{g}$$

$$= 159.687\ \text{g/mol}$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد في المركب.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$$

$$Fe\% = \frac{111.69}{159.687} \times 100 = 69.94\ \%$$

الماجنيتيت Fe_3O_4

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ Fe في Fe_3O_4 $= 3\ mol\ Fe \times \frac{55.845\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 167.535\ g$

الكتلة المولية للـ O في Fe_3O_4 $= 4\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 63.996\ g$

الكتلة المولية لـ Fe_3O_4 $= 167.535 + 63.996$

$= 231.531\ g/mol$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$Fe\% = \frac{167.535}{231.531} \times 100 = 72.36\ \%$$

نسبة الحديد في ١ كجم من الماجنيتيت Fe_3O_4 أعلى منها في الهيماتيت Fe_2O_3.

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

تدل النقطة على أن جزيئات الماء التالية لها مرتبطة بوحدة صيغة المركب.

مسائل تدريبية

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

المعطيات: تركيب المادة: $51.2\ \%\ H_2O$، $48.8\ \%\ MgSO_4$.

المطلوب: صيغة الملح المائي، واسمه.

الحل: الملح المائي لكبريتات الماغنيسيوم يكون على الصيغة: $MgSO_4.xH_2O$، و بذلك يكون المطلوب هو إيجاد x.

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات } MgSO_4 \text{ في المركب}}$$

نفرض أن لدينا 100 g من الملح المائي وبذلك تكون كتل مكوناته هي:

$51.2\ g\ H_2O$، و$48.8\ g\ MgSO_4$.

١ ـ حساب عدد مولات $MgSO_4$

الكتلة المولية لـ $MgSO_4$

الكتلة المولية للـ Mg في $MgSO_4 = 1\ mol\ Mg \times \frac{24.305\ g\ Mg}{1\ mol\ Mg} = 24.305\ g$

الكتلة المولية للـ S في $MgSO_4 = 1\ mol\ S \times \frac{32.065\ g\ S}{1\ mol\ S} = 32.065\ g$

الكتلة المولية للـ O في $MgSO_4 = 4\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 63.996\ g$

الكتلة المولية لـ $MgSO_4 = 24.305g + 32.065g + 63.996g$

$= 120.366\ g/mol$

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

عدد مولات $MgSO_4$ = $48.8g \times \frac{1}{120.366\frac{g}{mol}}$

$= 0.405\ mol$

٢ ـ حساب عدد مولات H_2O

الكتلة المولية لـ H_2O

الكتلة المولية للـ H في H_2O = $2\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 2.016\ g$

الكتلة المولية للـ O في H_2O = $1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية لـ H_2O = $2.016g + 15.999g$

$= 18.015\ g/mol$

عدد مولات H_2O = $51.2g \times \frac{1\ mol}{18.015\ g} = 2.842\ mol$

٣ ـ حساب x.

$$x = \frac{2.842\ mol}{0.405\ mol}$$

$$= 7$$

صيغة الملح المائي هي: $MgSO_4.7H_2O$

اسم الملح المائي: كبريتات الماغنيسيوم سباعية الماء.

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

المعطيات:

كتلة الملح المائي = 11.75 g

عدد مولات الملح اللامائي = 0.0712 mol

المطلوب: صيغة الملح المائي، واسمه.

الحل: الملح المائي لكلوريد الكوبلت II يكون على الصيغة: $CoCl_2.xH_2O$، وبذلك يكون المطلوب هو إيجاد x.

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات } CoCl_2 \text{ في المركب}}$$

١ ـ عدد مولات $CoCl_2$ = 0.0712 mol

٢ ـ حساب عدد مولات الماء

كتلة الماء = كتلة الملح المائي ـ كتلة الملح اللامائي

كتلة الملح المائي = 11.75 g

كتلة الملح اللامائي = ؟

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

الكتلة المولية لـ $CoCl_2$

$$\text{الكتلة المولية لـ Co في } CoCl_2 = 1\ \text{mol Co} \times \frac{58.933\ \text{g Co}}{1\ \text{mol Co}} = 58.933\ \text{g}$$

الكتلة المولية لـ Cl في $CoCl_2$ $= 2\ mol\ Cl \times \frac{35.453\ g\ Cl}{1\ mol\ Cl} = 70.906\ g$

الكتلة المولية لـ $CoCl_2$ $= 58.933g + 70.906g$

$= 129.839\ g/mol$

كتلة $CoCl_2$ $= 0.0712\ mol \times \frac{129.839 \frac{g}{mol}}{1}$

$= 9.245\ g$

كتلة الماء $= 11.75 - 9.245$

$= 2.505\ g$

الكتلة المولية لـ H_2O

الكتلة المولية لـ H في H_2O $= 2\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 2.016\ g$

الكتلة المولية لـ O في H_2O $= 1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية لـ H_2O $= 2.016g + 15.999g$

$= 18.015\ g/mol$

عدد مولات H_2O $= \frac{1}{18.015} \times 2.505g$

$= 0.139\ mol$

٣- حساب x.

$$x = \frac{0.139\ mol}{0.0712\ mol} = 2$$

صيغة الملح المائي هي: $CoCl_2.2H_2O$

اسم الملح المائي: كلوريد الكوبلت (II) ثنائية الماء.

التقويم ٥-٥

76. الفكرة الرئيسة وضح تركيب الملح المائي.

مادة أيونية صلبة يرتبط بذراتها عدد محدد من جزيئات الماء.

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

٧٧. كلوريد الاسترانشيوم سداسي الماء.

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

١- قياس كتلة الجفنة فارغة.

٢- إضافة كمية من الملح المائي، وإعادة قياس كتلة الجفنة بمحتوياتها.

٣- كتلة الملح المائي = كتلة الجفنة بداخلها الملح المائي - كتلة الجفنة فارغة.

٤- تسخين الجفنة إلى درجة حرارة مناسبة، ولمدة كافية لتبخير الماء من الملح.

٥- ترك الجفنة حتى تبرد، ثم قياس الكتلة مرة أخرى.

٦- كتلة الملح اللامائي = كتلة الجفنة بداخلها الملح بعد التسخين - كتلة الجفنة فارغة.

٧- كتلة الماء = كتلة الملح المائي - كتلة الملح اللامائي.

٨- حساب الكتلة المولية للماء وللملح اللامائي، حتى نستطيع حساب عدد مولات كل منهما.

٩- حساب عدد مولات كل من الماء والملح اللامائي من العلاقة:

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

١٠ ـ قسمة عدد مولات الماء على عدد مولات الملح اللامائي، لمعرفة كم مول من الماء يرتبط بالملح. وهو ما يسمى بالمعامل x.

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات الملح اللامائي في المركب}}$$

١١ ـ نكتب صيغة الملح المائي كما يلي: xH_2O.الملح اللامائي.

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

المعطيات:

عدد مولات الماء في الملح المائي = 0.050 mol

عدد مولات الملح اللامائي = 0.00998 mol

المطلوب: كتابة صيغة عامة للملح المائي.

الحل:

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات الملح اللامائي في المركب}} = \frac{0.050}{0.00998} = 5$$

الصيغة العامة لذلك الملح المائي: $5H_2O$.الملح اللامائي

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

المعطيات: عدد مولات ماء التبلر = 0.025 mol

المطلوب: كتلة ماء التبلر.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ H_2O

$$\text{الكتلة المولية للـ H في } H_2O = 2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ O في } H_2O = 1\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 15.999\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } H_2O = 2.016\text{g} + 15.999\text{g}$$

$$= 18.015\ \text{g/mol}$$

$$\text{كتلة ماء التبلر} = 18.015 \times 0.025$$

$$= 0.450\ \text{g}$$

81. رتّب الأملاح المائية التالية تصاعديًا بحسب تزايد النسبة المئوية للماء فيها:

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

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$$

$MgSO_4.7H_2O$

١ ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية لـ Mg في $MgSO_4.7H_2O$ =

$$24.305\ g = 1\ mol\ Mg \times \frac{24.305\ g\ Mg}{1\ mol\ Mg}$$

الكتلة المولية لـ S في $MgSO_4.7H_2O$ =

$$32.065\ g = 1\ mol\ S \times \frac{32.065\ g\ S}{1\ mol\ S}$$

الكتلة المولية لـ O في $MgSO_4.7H_2O$ =

$$175.989\ g = 11\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O}$$

الكتلة المولية لـ H في $MgSO_4.7H_2O$ =

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

الكتلة المولية لـ $MgSO_4.7H_2O$ =

$$24.305g + 32.065g + 175.989g + 14.112g$$

$$246.471\ g/mol =$$

$7\ H_2O$

الكتلة المولية لـ H_2O

الكتلة المولية لـ H في H_2O = $2.016\ g = 2\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H}$

الكتلة المولية لـ O في H_2O = $15.999\ g = 1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O}$

الكتلة المولية لـ H_2O = $2.016g + 15.999g$

$$18.015\ g/mol =$$

الكتلة المولية لـ $7\ H_2O$ = $7 \times 18.015\ g/mol$

$$126.105\ g/mol =$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للماء في المركب.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة الماء في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$$

$$H_2O\% = \frac{126.105\ g/mol}{246.471\frac{g}{mol}} \times 100 = 51.164\ \%$$

$Ba(OH)_2.8H_2O$

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

$$\text{الكتلة المولية لـ Ba في } Ba(OH)_2.8H_2O = 1\ mol\ Ba \times \frac{137.327\ g\ Ba}{1\ mol\ Ba} = 137.327\ g$$

$$\text{الكتلة المولية لـ O في } Ba(OH)_2.8H_2O = 10\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 159.99\ g$$

$$\text{الكتلة المولية لـ H في } Ba(OH)_2.8H_2O = 18\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 18.144\ g$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } Ba(OH)_2.8H_2O = 137.327g + 159.99g + 18.144g$$

$$= 315.461\ g/mol$$

$8H_2O$

$$\text{الكتلة المولية لـ } 8\ H_2O = 8 \times 18.015g/mol$$

$$= 144.12\ g/mol$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للماء في المركب.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة الماء في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$$

$$H_2O\% = \frac{144.12\frac{g}{mol}}{315.461\frac{g}{mol}} \times 100 = 45.686\ \%$$

$CoCl_2.6H_2O$

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ Co في $CoCl_2.6H_2O = 1mol Co \times \frac{58.933\ g\ Co}{1\ mol\ Co} = 58.933g$

الكتلة المولية للـ Cl في $CoCl_2.6H_2O = 2mol Cl \times \frac{35.453\ g\ Cl}{1\ mol\ Cl} = 70.906g$

الكتلة المولية للـ O في $CoCl_2.6H_2O = 6mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 95.994g$

الكتلة المولية للـ H في $CoCl_2.6H_2O = 12mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 12.096g$

الكتلة المولية لـ $CoCl_2.6H_2O =$

$$58.933g + 70.906g + 95.994g + 12.096g$$

$$= 237.929\ g/mol$$

$6H_2O$

الكتلة المولية لـ $6\ H_2O = 6 \times 18.015$

$$= 108.09\ g/mol$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للماء في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة الماء في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$H_2O\% = \frac{108.09}{237.929} \times 100 = 45.43\ \%$$

الترتيب التصاعدي للأملاح حسب زيادة نسبة الماء فيها:

1- $CoCl_2.6H_2O$ 2- $Ba(OH)_2.8H_2O$ 3- $MgSO_4.7H_2O$

82. **طبّق** فسّر كيف يمكن استعمال الملح المائي في الشكل 17-5 بوصفه طريقة تقريبية لتحديد احتمال سقوط المطر؟

يصبح المركب المائي زهريا في الهواء الرطب.

مختبر الكيمياء

حلل و استنتج

1. **احسب** استعمل البيانات التجريبية لحساب صيغة ملح كبريتات الماغنسيوم المائي.

انظر حل المسألة ٧٨ في التقويم ٥- ٥.

2. **لاحظ واستنتج** قارن بين مظهر بلورات كبريتات الماغنسيوم المائية واللامائية؟

٢. تبدو بلورات كبريتات الماغنسيوم المائية رطبه قليلا أما كبريتات الماغنسيوم اللامائية تبدو بلوراتها جافه تمامًا.

3. **استنتج** لماذا قد تكون الطريقة المستخدمة في المختبر غير مناسبة لتحديد ماء التبلور في الأملاح المائية؟

٣. لعدم دقة الوزن، كما يوجد احتمال لنسبة خطأ عند تبخير الماء فقد لا تتبخر جزيئات الماء كاملة مما ينتج عنه خطأ في وزن المادة الجافة.

4. **تحليل الخطأ** إذا كانت صيغة الملح المائي $MgSO_4 \cdot 7H_2O$، فما نسبة الخطأ في الصيغة الكيميائية $MgSO_4$؟ ما مصادر الخطأ المحتملة؟ ما خطوات العمل التي من الممكن تعديلها للتقليل من الخطأ؟

بعض مصادر الخطأ المحتملة:

١ ـ عدم الدقة في قياس الكتل المطلوبة.

٢ ـ عدم جودة الأدوات المستخدمة.

٣ ـ انخفاض درجة الحرارة عن تلك المطلوبة لتبخير الماء من الملح المائي.

٤ ـ عدم تسخين الملح المائي لوقت كاف لتبخير الماء.

٥ ـ ترك الملح يبرد بعد تجفيفه في الهواء الرطب.

خطوات العمل التي من الممكن تعديلها للتقليل من الخطأ:

١ ـ الدقة في قياس الكتل المطلوبة.

٢ ـ التأكد من نظافة وجودة الأدوات المستخدمة.

٣ ـ تسخين كبريتات الماغنيسوم فترة كافية ـ ١٠ دقائق ـ.

٣ ـ ترك الجفنة تبرد بعد التسخين في المجفف حتى لا تمتص كبريتات الماغنيسيوم الماء مرة أخرى من الهواء الجوي.

5. **توقع** ما الذي يمكن أن يحدث للملح اللامائي إذا ترك دون غطاء طوال الليل؟

يمتص الماء من الهواء، ويتحول إلى الملح المائي.

التوسع في الاستقصاء

صمم تجربة لاختبار ما إذا كان مركبٌ مائيًا (يحتوي على ماء تبلور) أو لامائيًا.

التجربة

يمكن اختبار ما إذا كان ملح NaCl مائيًا أم لا باتباع نفس خطوات التجربة السابقة، مع استبدال كبريتات الماغنيسيوم المائية بكلوريد الصوديوم.

إذا كان هناك فرق في القراءة بين وزن الملح قبل التسخين وبعده، إذًا فالملح مائي. وإذا لم يكن هناك فرق فالملح لامائي.

إتقان المفاهيم

83. ما القيمة العددية لعدد أفوجادرو؟

6.02×10^{23}

84. كم ذرة في مول واحد من البوتاسيوم؟

6.02×10^{23} ذرة/مول.

85. ما أهمية وحدة المول للكيميائي؟

يستعمل الكيميائيون المول لعد الذرات، والجزيئات، والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية.

87. احسب عدد الجسيمات في كل من:

a. $0.25\ \text{mol Ag}$

b. $8.56 \times 10^{-3}\ \text{mol NaCl}$

c. $35.3\ \text{mol } CO_2$

d. $0.425\ \text{mol } N_2$

٨٧. عدد الجسيمات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جسيم}}{1\ \text{mol}}$

a. عدد ذرات الـ Ag في 0.25 mol منه = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

$= 0.25\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

$= ١,٥٠٥ \times ١٠^{٢٣}$ ذرة.

b. عدد وحدات صيغ NaCl في 8.56×10^{-3} mol منه =

عددالمولات× $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}{1\ \text{mol}}$

$= 8.56 \times 10^{-3}\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}{1\ \text{mol}}$

$= ٥,١٥ \times ١٠^{٢١}$ وحدة صيغة.

c. عدد جزيئات CO_2 في 35.3 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 35.3\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 2.125 \times 10^{25}$ جزيء .

d. عدد جزيئات N_2 في 0.425 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 0.425\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 2.5585 \times 10^{23}$ جزيء.

88. ما عدد الجزيئات في كل من المركبات الآتية؟

a. $1.35\ \text{mol}\ CS_2$

b. $0.254\ \text{mol}\ As_2O_3$

c. $1.25\ \text{mol}\ H_2O$

d. $150.0\ \text{mol}\ HCl$

a. عدد جزيئات CS_2 في 1.35 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 1.35\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 8.127 \times 10^{23}$ جزيء.

b. عدد جزيئات As_2O_3 في 0.254 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 0.254\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 1.529 \times 10^{23}$ جزيء.

c. عدد جزيئات H_2O في 1.25 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 1.25\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 7.525 \times 10^{23}$ جزيء.

d. عدد جزيئات HCl في 150.0 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 150.0\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 9.03 \times 10^{25}$ جزيء.

89. احسب عدد المولات في كل مما يلي:

a. 3.25×10^{20} ذرة من الرصاص.

b. 4.96×10^{24} جزيء من الجلوكوز.

a. عدد المولات = عدد الذرات $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

عدد مولات الرصاص = ٣,٢٥ $\times$ ١٠^{٢٠} ذرة $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

$= 539.867 \times 10^{-6}\ \text{mol}$

b. عدد المولات = عدد الجزيئات $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$

عدد مولات الجلوكوز = ٤,٩٦ $\times$ ١٠^{٢٤} جزيء $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$

$= 8.239\ \text{mol}$

90. أجر التحويلات الآتية:

a. 1.51×10^{15} ذرة من Si إلى مولات.

b. $4.25 \times 10^{-2}\ \text{mol}\ H_2SO_4$ إلى جزيئات.

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

d. $5.90\ \text{mol}\ Ca$ إلى ذرات .

a. عدد المولات = عدد الذرات $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

$= ١,٥١ \times ١٠^{١٥}\ \text{ذرة} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

$= 2.508 \times 10^{-9}\ \text{mol}$

b. عدد الجزيئات = عدد المولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 4.25 \times 10^{-2}\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= 2.5585 \times 10^{22}$ جزيء.

c. عدد المولات = عدد الجزيئات $\times \frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$

$= ٨,٩٥ \times ١٠^{٢٥}\ \text{جزيء} \times \frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$

$= 148.671\ mol$

d. عدد الذرات = عدد المولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

$= 5.90\ mpl \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

$= ٣,٥٥١٨ \times ١٠^{٢٤}$ ذرة.

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

عدد الثواني اللازمة لعد مول من الذرات $= \frac{\text{عدد أفوجادرو}}{2}$

$= \frac{6.02 \times 10^{23}}{2}$

$= 3.01 \times 10^{23}$ ثانية.

١ سنة شمسية $= ٣٦٥,٢٥$ يوم $\times \frac{24\ \text{ساعة}}{1\ \text{يوم}} \times \frac{60\ \text{دقيقة}}{1\ \text{ساعة}} \times \frac{60\ \text{ثانية}}{1\ \text{دقيقة}}$

$= ٣٦٥,٢٥ \times ٢٤ \times ٦٠ \times ٦٠$

$= ٣١,٥٥٧٦ \times ١٠^{٦}$ ثانية.

عدد السنوات اللازمة لعد مول من الذرات $= \frac{3.01 \times 10^{23}}{31.5576 \times 10^{6}}$

$= ٩,٥ \times ١٠^{١٥}$ سنة.

إتقان المفاهيم

92. وضح الفرق بين الكتلة الذرية والكتلة المولية.

الكتلة الذرية: كتلة ذرة واحدة، معبرًا عنها بوحدة (وحدة كتل ذرية amu).

الكتلة المولية: هي الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية.

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

٩٣. كلاهما يحتوي على نفس العدد من الذرات؛ لان المول الواحد من أي مادة يحتوي على عدد أفوجادرو – $٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$ – من الجسيمات.

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

عدد مولات Na = عدد مولات K = 1 mol

الكتلة المولية لـ Na = 22.990 g/mol

الكتلة المولية لـ K = 39.098 g/mol

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

عدد المولات متساوٍ للمادتين، و من العلاقة نجد أن الكتلة تتناسب طرديًا مع الكتلة المولية للعنصر، و الكتلة المولية لـ K أعلى منها لـ Na، وبذلك فإن كتلة مول من الـ K أكبر من كتلة مول من الـ Na.

95. وضح كيف تحول عدد ذرات عنصر إلى كتلة؟

نحول أولاً عدد الذرات إلى مولات باستخدام العلاقة: عدد المولات = عدد الذرات × $\frac{\text{1 mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$**، ثم نحول عدد المولات إلى كتلة باستخدام العلاقة: الكتلة (g) = عدد المولات (mol) ×** $\frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{\text{1 mol}}$**.**

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

المول الواحد من أي مادة يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات ـ ٦,٠٢ × ١٠^٢٣ ـ.
الكتلة المولية: هي الكتلة بالجرام لمول واحد من أي مادة نقية؛ أي أن الكتلة المولية هي كتلة عدد أفوجادرو من الجسيمات لأي مادة نقية.

إتقان حل المسائل

97. احسب كتلة كل مما يلي:

a. $5.22\ mol\ He$

b. $2.22\ mol\ Ti$

c. $0.0455\ mol\ Ni$

a.

المعطيات: عدد مولات الـ $He = 5.22\ mol$.

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية للـ } He = 4.003\ g/mol$$

$$\text{كتلة الـ } He = 4.003\ g/mol \times 5.22\ mol$$

$$= 20.9\ g$$

b.

المعطيات: عدد مولات الـ $Ti = 2.22\ mol$

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية للـ } Ti = 47.867\ g/mol$$

$$\text{كتلة الـ } Ti = 47.867\ g/mol \times 2.22\ mol$$

$$= 106.26\ g$$

c.

المعطيات: عدد مولات الـ Ni = 0.0455 mol

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Ni = 58.693 g/mol

كتلة الـ Ni = 0.0455 × 58.693

= 2.67 g

98. أجر التحويلات الآتية:

a. 3.5 mol Li إلى جرامات.

b. 7.65 g Co إلى مولات.

c. 5.65 g Kr إلى مولات.

a.

المعطيات: عدد مولات الـ Li = 3.5 mol

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Li = 6.941 g/mol

كتلة الـ Ti = 6.941g/mol × 3.5mol

= 24.29 g

.b

المعطيات: كتلة الـ Co = 7.65 g

المطلوب: عدد المولات.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Co = 58.933 g/mol

$$\text{عدد مولات الـ Co} = ٧,٦٥\text{g} \times \frac{1\text{mol}}{58.933\text{g}}$$

= 0.13 mol

.c

المعطيات: كتلة الـ Kr = 5.65 g

المطلوب: عدد المولات.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Kr = 83.798 g/mol

$$\text{عدد مولات الـ Kr} = 5.65\text{g} \times \frac{1\text{mol}}{83.798\text{g}}$$

= 0.067 mol

99. ما كتلة العنصر بالجرامات في كل مما يأتي؟

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

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

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

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

a.

المعطيات: عدد مولات $Sb = 1.33 \times 10^{22}\ \text{mol}$

المطلوب: الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $Sb = 121.760\ \text{g/mol}$

كتلة الـ $Sb = (1.33 \times 10^{22})\text{mol} \times 121.760\text{g/mol}$

$= 1.62 \times 10^{24}\ \text{g}$

b.

المعطيات: عدد مولات $Pt = 4.75 \times 10^{14}\ \text{mol}$

المطلوب: الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $Pt = 195.078\ \text{g/mol}$

كتلة الـ $Pt = 4.75 \times 10^{14}\text{mol} \times 195.078\text{g/mol}$

$= 9.27 \times 10^{16}\ \text{g}$

c.

المعطيات: عدد مولات $Ag = 1.22 \times 10^{23}\ mol$

المطلوب: الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $Ag = 107.868\ g/mol$

كتلة الـ $Ag = 107.868 g/mol \times (1.22 \times 10^{23}) mol$

$$= 1.32 \times 10^{25}\ g$$

d.

المعطيات: عدد مولات $Cr = 9.85 \times 10^{24}\ mol$

المطلوب: الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $Cr = 51.996\ g/mol$

كتلة الـ $Cr = 51.996\ g/mol \times 9.85 \times 10^{24}\ mol$

$$= 5.12 \times 10^{26}\ g$$

100. أكمل الجدول 2-5:

الجدول ٢ـ ٥ بيانات الكتلة، والمول، والذرات		
الكتلة	المولات	الذرات
88.7 g Mg	3.65 mol Mg	٢,١٩٧٣ × ١٠^{٢٤} من Mg
29.54 g Cr	0.568 mol Cr	3.42 × ١٠^{٢٣} ذرة من Cr
1821.39 g P	58.80 mol P	٣,٥٤ × ١٠^{٢٥} ذرة من P
42.56 g As	0.568 mol As	3.42 × ١٠^{٢٣} ذرة من As

١ـ

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

الكتلة المولية لـ Mg = 24.305 g/mol

كتلة الـ Mg = 3.65g × 24.305g/mol

= 88.7 g

عدد الذرات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{\text{1 mol}}$

عدد ذرات Mg = 3.65 mol × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{\text{1 mol}}$

= ٢,١٩٧٣ × ١٠^{٢٤} ذرة

٢.

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

الكتلة المولية لـ Cr = 51.996 g/mol

عدد المولات = 29.54g × $\frac{1mol}{51.996g}$

= 0.568 mol

عدد الذرات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

عدد ذرات Cr = 0.568 mol × $\frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

= ٣.٤٢ × ١٠^٢٣ ذرة

٣.

عدد المولات = عدد الذرات × $\frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

عدد مولات P = ٣,٥٤ × ١٠^٢٥ × $\frac{1}{6.02\times10^{23}}$

= 58.80 mol

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

الكتلة المولية لـ P = 30.974 g/mol

كتلة P = 58.80 mol × 30.974 g/mol

= 1821.39 g

٤.

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

الكتلة المولية للـ As = 74.922 g/ mol

كتلة As = 74.922g/mol × 0.568mol

= 42.56 g

عدد الذرات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

عدد ذرات As = 0.568 mol × $\frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

= ٣.42 × ١٠^٢٣ ذرة.

101. حول عدد الذرات فيما يلي إلى جرامات:

a. 8.65×10^{25} ذرة من H.

b. 1.25×10^{22} ذرة من O.

a.

المعطيات: عدد ذرات H = ٨,٦٥ × ١٠^٢٥ ذرة.

المطلوب: الكتلة (g).

الحل: نحول عدد الذرات إلى مولات أولاً، ثم نحول عدد المولات إلى كتلة.

عدد المولات = عدد الذرات × $\frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

عدد مولات H = ٨,٦٥ × ١٠^٢٥ ذرة × $\frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

= 143.69 mol

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

الكتلة المولية للـ H = 1.008 g/mol

كتلة الـ H = 1.008 × 143.69

= 144.84 g

b.

المعطيات: عدد ذرات O = 1.25×١٠^{٢٢} ذرة.

المطلوب: الكتلة (g).

الحل: نحول عدد الذرات إلى مولات أولاً، ثم نحول عدد المولات إلى كتلة.

$$\text{عدد المولات} = \text{عدد الذرات} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$$

$$\text{عدد مولات O} = ١٠^{٢٢} \times 1.25 \times \frac{1}{6.02\times10^{23}}$$

$$= 20.764 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

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

$$\text{الكتلة المولية لـ O} = 15.999\ \text{g/mol}$$

$$\text{كتلة الـ O} = 15.999 \times 20.764 \times 10^{-3}$$

$$= 0.332\ \text{g}$$

102. احسب عدد الذرات في كل عنصر مما يلي:

a. 0.034 g Zn

b. 0.124 g Mg

a.

المعطيات: كتلة Zn = 0.034 g

المطلوب: عدد الذرات.

الحل: يمكن تحويل الكتلة إلى مولات أولاً، ثم تحويل عدد المولات إلى عدد ذرات. أو دمج الخطوتين معًا كما يلي:

$$\text{عدد الذرات} = \text{الكتلة (g)} \times \frac{1\ \text{mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}.$$

$$\text{الكتلة المولية لـ Zn} = 65.409\ \text{g/mol}$$

$$\text{عدد ذرات Zn} = 0.034\ \text{g} \times \frac{1}{65.409\frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$$

$$= ٣,١٢٩ \times ١٠^{٢٠}\ \text{ذرة}.$$

b. المعطيات: كتلة Mg = 0.124 g

المطلوب: عدد الذرات.

الحل:

عدد الذرات = الكتلة (g) × $\frac{1\ \text{mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}}$ × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$.

الكتلة المولية لـ Mg = 24.305 g/mol

عدد ذرات Mg = 0.124 × $\frac{1}{24.305}$ × ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣}

= ٣,٠٧١ × ١٠^{٢١} ذرة.

103. رتب تصاعديًّا بحسب عدد المولات:

3.00×10^{24} ذرة من Ne ، 4.25 mol Ar

2.69×10^{24} ذرة من Xe، 65.96 g Kr.

المعطيات:

عدد مولات الـ Ar = 4.25 mol.

عدد ذرات الـ Ne = 3.00×10^{24} ذرة.

كتلة الـ Kr = 66.96 g

عدد ذرات الـ Xe = 2.69×10^{24} ذرة.

المطلوب: ترتيب المواد تصاعديًا بحسب عدد المولات.

الحل:

Ne

عدد المولات = عدد الذرات × $\frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$.

عدد مولات Ne = 3.00×10^{24} × $\frac{1}{6.02\times10^{23}}$

= 4.983 mol

Kr

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

الكتلة المولية لـ Kr = 83.798 g/mol

عدد مولات Kr = 65.96 g × $\frac{1mol}{83.798\ g}$.

= 0.787 mol

Xe

عدد المولات = عدد الذرات × $\frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$.

عدد مولات Xe = $2.69 \times 10^{24} \times \frac{1}{6.02\times10^{23}}$

= 4.468 mol

الترتيب التصاعدي حسب عدد المولات: ١- Kr، ٢- Ar، ٣- Xe، ٤- Ne.

104. أيهما يحوي ذرات أكثر: 10.0 g C، أم 10.0 g Ca؟
وكم ذرة يحوي كل عنصر منهما؟

المعطيات:

كتلة الـ C = 10.0 g

كتلة الـ Ca = 10.0 g

المطلوب: أيهما يحوي عدد ذرات أكبر؟ وما عدد ذرات كل منهما؟

الحل:

يمكن تحويل الكتلة إلى مولات أولاً، ثم تحويل عدد المولات إلى عدد ذرات. أو دمج الخطوتين معًا

كما يلي: عدد الذرات = الكتلة (g) × $\frac{1\ mol}{\text{الكتلة المولية (g)}}$ × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$.

الكتلة المولية للـ C = 12.011 g/mol

عدد ذرات C = 10 g × $\frac{1}{12.011\frac{g}{mol}}$ × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

= ٥.٠١٢ × ١٠^٢٣ ذرة.

الكتلة المولية للـ Ca = 40.078 g/mol

عدد ذرات Ca = 10 g × $\frac{1}{40.078\frac{g}{mol}}$ × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

= ١,٥٠٢ × ١٠^٢٣ ذرة.

10 g من الـ C يحوي عدد ذرات أكثر من 10 g من الـ Ca.

105. أيهما يحتـوي على أكبر عدد من الذرات 10.0 mol C أم 10.0 mol Ca؟

المعطيات:

عدد مولات الـ C = 10.0 mol

عدد مولات الـ Ca = 10.0 mol

المطلوب: أيهما يحوي عدد ذرات أكبر؟

الحل:

$$\text{عدد الذرات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$$

بما أن عدد المولات لكل من الـ C و الـ Ca متساوية، فإن عدد ذراتهما متساوية أيضًا. فالمول الواحد من أي مادة يحتوي على عدد أفوجادرو – $٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$ – من الجسيمات، و 10 mol من أي مادة يحتوي على $10 \times 6.02 \times 10^{23}$ من الجسيمات.

106. خليط مكون مـن 0.250 mol Fe و1.20 mol C،
ما عدد الذرات الكلي في هذا الخليط؟

المعطيات:

عدد مولات Fe = 0.250 mol

عدد مولات C = 1.20 mol

المطلوب:

عدد الذرات الكلي للخليط.

الحل: عدد الذرات الكلي = عدد ذرات الـ Fe + عدد ذرات الـ C.

$$\text{عدد الذرات} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$$

$$\text{عدد ذرات الـ Fe} = 0.250\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}} = ١,٥٠٥ \times ١٠^{٢٣}\ \text{ذرة}.$$

$$\text{عدد ذرات الـ C} = 1.20\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}} = ٧,٢٢٤ \times ١٠^{٢٣}\ \text{ذرة}.$$

$$\text{عدد الذرات الكلي} = ١,٥٠٥ \times ١٠^{٢٣}\ \text{ذرة} + ٧,٢٢٤ \times ١٠^{٢٣}\ \text{ذرة}$$

$$= ٨,٧٢٩ \times ١٠^{٢٣}\ \text{ذرة}.$$

إتقان المفاهيم

107. ما المعلومات التي يمكنك الحصول عليها من صيغة كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4؟

١٠٧. **تدل الصيغة الكيميائية لكرومات البوتاسيوم على أن جزيئًا واحدًا منه يحتوي على ذرتين بوتاسيوم K، وذرة كروم Cr، و ٤ ذرات أكسجين O. وهذه الذرات مرتبطة معًا كيميائيًا، بنسبة O:Cr:K هي 4:1:2. مما يعني أن المول الواحد من كرومات البوتاسيوم يحتوي على 2 mol من البوتاسيوم K، و1 mol من الكروم Cr، و4 mol من الأكسجين O.**

108. ما عدد مولات كل من الصوديوم والفوسفور والأكسجين في صيغة فوسفات الصوديوم Na_3PO_4؟

3 mol من الصوديوم Na، و1 mol من الفوسفور P، و4 mol من الأكسجين O.

109. لماذا يمكن استعمال الكتلة المولية عاملَ تحويل؟

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

الكتلة المولية $= \frac{\text{الكتلة (g)}}{\text{عدد المولات (mol)}}$، ولذلك فإن معاملات التحويل المبنية على الكتلة المولية تستعمل للتحويل بين مولات المركب وكتلته. فمثلًا للتحويل من كتلة (g) إلى عدد مولات (mol) يتم استخدام عامل التحويل $\frac{\text{1 mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}}$، وللتحويل من عدد مولات (mol) إلى كتلة (g) يتم استخدام عامل التحويل: $\frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{\text{1 mol}}$.

110. اكتب ثلاثة عوامل تحويل تستعمل في التحويلات المولية.

١١٠.

للتحويل من كتلة (g) إلى عدد مولات (mol) يتم استخدام عامل التحويل: $\frac{\text{1 mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}}$.

للتحويل من عدد مولات (mol) إلى كتلة (g) يتم استخدام عامل التحويل: $\frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{\text{1 mol}}$.

للتحويل من عدد ذرات إلى عدد مولات (mol) يتم استخدام عامل التحويل: $\frac{\text{1 mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$.

للتحويل من عدد مولات (mol) إلى عدد ذرات يتم استخدام عامل التحويل: $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{\text{1 mol}}$.

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

١١١. الفثالين يحتوي على العدد الأكبر من مولات الكربون لكل مول منه؛ حيث يحتوي المول الواحد من الفثالين على 8 mol من الكربون. في حين يحتوي مول واحد من حمض الأسكوربيك على 6 mol من الكربون، ويحتوي المول الواحد من من الجلسرين على 3 mol من الكربون.

إتقان حل المسائل

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

a. $2.5\ mol\ KMnO_4$

b. $45.9\ mol\ CO_2$

c. $1.25 \times 10^2\ mol$ من $CuSO_4.5H_2O$

a. عدد مولات O في $KMnO_4$

$$2.5\ mol\ KMnO_4 \times \frac{4\ mol\ O}{1\ mol\ KMnO_4} = 10\ mol$$

b. عدد مولات O في CO_2

$$45.9\ mol\ CO_2 \times \frac{2\ mol\ O}{1\ mol\ CO_2} = 91.8\ mol$$

d. عدد مولات O في $CuSO_4.5H_2O$

$$1.25 \times 10^2\ mol\ CuSO_4.5H_2O \times \frac{9\ mol\ O}{1\ mol\ CuSO_4.5H_2O} = 1125\ mol$$

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

المعطيات: عدد مولات $CCl_4 = 3\ mol$.

المطلوب: عدد جزيئات CCl_4، عدد ذرات الـ C، عدد ذرات Cl، وعدد الذرات الكلي.

الحل:

CCl_4

عدد الجزيئات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$.

عدد جزيئات $CCl_4 = 3\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$

$= ١٠^{٢٤} \times ١,٨٠٦$ جزيء.

C

عدد الذرات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$.

عدد مولات C في $3\ mol\ CCl_4 = 3\ mol\ CCl_4 \times \frac{1\ mol\ C}{1\ mol\ CCl_4}$.

$3\ mol =$

عدد ذرات الـ $C = 3\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

$= ١٠^{٢٤} \times ١,٨٠٦$ ذرة.

Cl

عدد مولات Cl في $3\ mol\ CCl_4 = 3\ mol\ CCl_4 \times \frac{4\ mol\ Cl}{1\ mol\ CCl_4}$.

$= 12\ mol$

عدد ذرات الـ $Cl = 12\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

$= ٧.٢٢٤ \times ١٠^{٢٤}$ ذرة.

عدد الذرات الكلي =($١,٨٠٦ \times ١٠^{٢٤}$ ذرة) + (٧.٢٢٤×١٠^{٢٤} ذرة)

$= ٩.٠٣ \times ١٠^{٢٤}$ ذرة.

114. احسب الكتلة المولية لكل مركب مما يلي:

a. حمض النيتريك HNO_3.

b. أكسيد الزنك ZnO.

a. الكتلة المولية لـ HNO_3

الكتلة المولية للـ H في $HNO_3 = 1\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 1.008\ g$

الكتلة المولية للـ N في $HNO_3 = 1\ mol\ N \times \frac{14.007\ g\ N}{1\ mol\ N} = 14.007\ g$

الكتلة المولية للـ O في $HNO_3 = 3\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 47.997\ g$

الكتلة المولية للـ $HNO_3 = 1.008g + 14.007g + 47.997g$

$= 63.012\ g/mol$

b. الكتلة المولية لـ ZnO

الكتلة المولية للـ Zn في $ZnO = 1\ mol\ Zn \times \frac{65.409\ g\ Zn}{1\ mol\ Zn} = 65.409\ g$

الكتلة المولية للـ O في $ZnO = 1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية للـ $ZnO = 65.409g + 15.999g = 81.408\ g/mol$

115. كم مولاً في 100 g من CH_3OH؟

المعطيات: كتلة $CH_3OH = 100\ g$.

المطلوب: عدد المولات.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ CH_3OH

الكتلة المولية للـ C في $CH_3OH = 1\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 12.011\ g$

الكتلة المولية للـ O في $CH_3OH = 1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية للـ H في $CH_3OH = 4\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 4.032\ g$

الكتلة المولية للـ $CH_3OH = 4.032\ g + 15.999g + 12.011g$

$= 32.042\ g/mol$

عدد مولات الـ $C = ١٠٠\ g \times \frac{1mol}{32.042g}$.

$= 3.121\ mol$

116. ما كتلة 1.25×10^2 mol من $Ca(OH)_2$ ؟

المعطيات: عدد مولات $Ca(OH)_2 = 1.25 \times 10^2$ mol

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $Ca(OH)_2$

الكتلة المولية لـ Ca في $Ca(OH)_2 = 1\ \text{mol Ca} \times \frac{40.078\ \text{g Ca}}{1\ \text{mol Ca}} = 40.078\text{g}$

الكتلة المولية لـ O في $Ca(OH)_2 = 2\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 31.998\ \text{g}$

الكتلة المولية لـ H في $Ca(OH)_2 = 2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g}$

الكتلة المولية لـ $Ca(OH)_2 = 2.016\text{g} + 31.998\text{g} + 40.078\text{g}$

$= 74.092\ \text{g/mol}$

كتلة $Ca(OH)_2 = 74.092\ \text{g/mol} \times (1.25 \times 10^2\text{mol})$

$= 9.2615 \times 10^3\ \text{g}$

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

المعطيات: عدد جزيئات $HF = ٤,٩٥ \times ١٠^{٢٥}$ جزيء.

المطلوب: الكتلة.

الحل: يمكن تحويل عدد الذرات إلى مولات أولاً، ثم تحويل عدد المولات إلى كتلة. أو دمج الخطوتين معًا كما يلي:

$$\text{الكتلة (g)} = \text{عدد الجزيئات} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}} \times \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1\ \text{mol}}.$$

الكتلة المولية لـ HF

$$\text{الكتلة المولية للـ H في } HF = 1\ \text{mol H} \times \frac{1\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 1.008\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ F في } HF = 1\ \text{mol F} \times \frac{18.998\ \text{g F}}{1\ \text{mol F}} = 18.998\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } HF = 18.998\text{g} + 1.008\text{g}$$

$$= 20.006\ \text{g/mol}$$

$$\text{كتلة } HF = ٤,٩٥ \times ١٠^{٢٥}\ \text{جزيء} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}} \times 20.006\ \text{g/mol}$$

$$= 1.645 \times 10^{3}\ \text{g}$$

118. احسب عدد الجزيئات في 47.0 g من C_2H_5OH .

المعطيات: كتلة $C_2H_5OH = 47.0\ \text{g}$

المطلوب: عدد الجزيئات.

الحل: يمكن تحويل الكتلة إلى مولات أولاً، ثم تحويل عدد المولات إلى عدد جزيئات. أو دمج الخطوتين معًا كما يلي:

$$\text{عدد الذرات} = \text{الكتلة (g)} \times \frac{1\ \text{mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}.$$

الكتلة المولية لـ C_2H_5OH

الكتلة المولية للـ C في $C_2H_5OH = 2\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 24.022\ g$

الكتلة المولية للـ H في $C_2H_5OH = 6\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 6.048\ g$

الكتلة المولية للـ O في $C_2H_5OH = 1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية لـ $C_2H_5OH = 24.022g + 6.048g + 15.999g$

$$= 46.069\ g/mol$$

عدد جزيئات $C_2H_5OH = 47.0g \times \frac{1}{46.069\frac{g}{mol}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$

$$= ٦,١٤٢ \times ١٠^{٢٣}\ \text{جزيء.}$$

119. كم مولاً من الحديد يمكن استخراجه من 100.0 kg من الماجنتيت Fe_3O_4 ؟

المعطيات: كتلة $Fe_3O_4 = 100.0\ kg = 10^5\ g$

المطلوب: عدد مولات الحديد.

الحل: نوجد عدد مولات المركب ككل أولاً، ثم نوجد عدد مولات الحديد.

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

الكتلة المولية للماجنتيت Fe_3O_4

الكتلة المولية للـ Fe في Fe_3O_4 $= 3\ mol\ Fe \times \frac{55.845\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 167.535\ g$

الكتلة المولية للـ O في Fe_3O_4 $= 4\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 63.996\ g$

الكتلة المولية لـ Fe_3O_4 $= 167.535g + 63.996g$

$= 231.531\ g/mol$

عدد مولات Fe_3O_4 $= 10^5\ g \times \frac{1}{231.531\frac{g}{mol}}$

$= 431.91\ mol$

عدد مولات Fe في Fe_3O_4 $= 431.91\ mol\ Fe_3O_4 \times \frac{3\ mol\ Fe}{1\ mol\ Fe_3O_4}$.

$= 1295.7\ mol$.

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

كتلة الخل CH_3COOH في محلول الخل = النسبة المئوية للخل في المحلول × كتلة المحلول

$= \frac{5}{100} \times 25.0\ g$

$= 1.25\ g$

يمكن تحويل الكتلة إلى مولات أولاً، ثم تحويل عدد المولات إلى عدد جزيئات. أو دمج الخطوتين معًا كما يلي:

$$\text{عدد الذرات} = \text{الكتلة (g)} \times \frac{1\ \text{mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}.$$

الكتلة المولية لـ CH_3COOH

$$\text{الكتلة المولية للـ C في } CH_3COOH = 2\ \text{mol C} \times \frac{12.011\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 24.022\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ H في } CH_3COOH = 4\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 4.032\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ O في } CH_3COOH = 2\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 31.998\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } CH_3COOH = 24.022\text{g} + 4.032\text{g} + 31.998\text{g}$$

$$= 60.052\ \text{g/mol}$$

$$\text{عدد جزيئات } CH_3COOH = 1.25\text{g} \times \frac{1\text{mol}}{60.052\text{g}} \times \frac{2310 \times 6.02\text{جزيء}}{1\text{mol}}$$

$$= 1.253 \times ١٠^{٢٢}\ \text{جزيء}.$$

121. احسب عدد ذرات الأكسجين في 25.0 g من CO_2.

المعطيات: كتلة $CO_2 = 25.0\ \text{g}$.

المطلوب: عدد ذرات الأكسجين.

الحل: نوجد عدد مولات CO_2 أولاً، ثم نوجد منها عدد مولات الـ O، ثم نحول عدد مولات الـ O إلى عدد ذرات.

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

الكتلة المولية للـ C في CO_2 = $1\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 12.011\ g$

الكتلة المولية للـ O في CO_2 = $2\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 31.998\ g$

الكتلة المولية لـ CO_2 = $12.011g + 31.998g$

$= 44.009\ g/mol$

عدد مولات CO_2 = $25.0g \times \frac{1mol}{44.009g}$

$= 0.568\ mol$

عدد مولات O في $0.568\ mol\ CO_2$ = $0.568\ mol\ CO_2 \times \frac{2\ mol\ O}{1\ mol\ CO_2}$.

$= 1.136\ mol$

عدد الذرات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$.

عدد ذرات الـ O = $1.136\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

= ٦,٨٤ × ١٠^{٢٣} ذرة.

5–4

إتقان المفاهيم

122. ما المقصود بالتركيب النسبي المئوي؟

التركيب النسبي المئوي: هو النسب المئوية بالكتلة لكل العناصر في المركب.

123. مـا المعلومات التي يجـب أن يحصل عليهـا الكيميائي
لتحديد الصيغة الأولية لمركب ما؟

التركيب النسبي المئوي للمركب، والكتلة المولية لكل عنصر فيه.

124. مـا المعلومـات التي يجـب توافرها للكيميائـي ليحدد
الصيغة الجزيئية لمركب؟

التركيب النسبي المئوي، والكتلة المولية للمركب، والكتلة المولية لكل عنصر فيه.

125. ما الفـرق بين الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية؟ أعط
أمثلة على ذلك.

١٢٥. الصيغة الأولية تبين أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب، مثال: الصيغة الأولية للبنزين هي:CH أما الصيغة الجزيئية فتبين العدد الفعلي لذرات كل عنصر في جزيء من المادة. مثال: الصيغة الجزيئية للبنزين هي:C_6H_6.

126. متى تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها؟

١٢٦. عندما تتساوى أعداد ذرات كل عنصر في الصيغة الأولية مع أعداد ذرات كل عنصر في الجزيء في الصيغة الجزيئية.

127. هل كل العينات النقيّة لمركب معين لها التركيب النسبي المئوي نفسه ؟ فسر إجابتك.

نعم، لأن نسبة كتل كل عنصر في المركب ثابته في كل عينة نقية.

إتقان حل المسائل

128. الحديد هناك ثلاثة مركبات طبيعية للحديد، هي: البايريت FeS_2، والهيماتيت Fe_2O_3، والسيديرايت $FeCO_3$. أيها يحتوي على أعلى نسبة من الحديد؟

المعطيات: FeS_2، Fe_2O_3، $FeCO_3$.

المطلوب: أيها يحتوي على أعلى نسبة من الحديد؟

الحل: نحسب النسبة المئوية للحديد في كل مركب، ثم نقارن بينهم.

البايريت FeS_2

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ Fe في FeS_2 $= 1\ mol\ Fe \times \frac{55.845\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 55.845\ g$

الكتلة المولية للـ S في FeS_2 $= 2\ mol\ S \times \frac{32.065\ g\ S}{1\ mol\ S} = 64.13\ g$

الكتلة المولية لـ FeS_2 $= 55.845g + 64.13g$

$$119.975\ g/mol =$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$Fe\% = \frac{55.845}{119.975} \times 100 = 46.55\ \%$$

الهيماتيت Fe_2O_3

١ ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ Fe في Fe_2O_3 $= 2\ mol\ Fe \times \frac{55.845\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 111.69\ g$

الكتلة المولية للـ O في Fe_2O_3 $= 3\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 47.997\ g$

الكتلة المولية لـ Fe_2O_3 $= 111.69g + 47.997g$

$= 159.687\ g/mol$

٣ ـ نحسب النسبة المئوية للحديد في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$Fe\% = \frac{111.69}{159.687} \times 100 = 69.94\ \%$$

السيديرايت $FeCO_3$

١ ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ Fe في $FeCO_3$ $= 1\ mol\ Fe \times \frac{55.845\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 55.845\ g$

الكتلة المولية للـ C في $FeCO_3$ $= 1\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 12.011\ g$

الكتلة المولية لـ O في $FeCO_3$ $= 3\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 47.997\ g$

الكتلة المولية لـ $FeCO_3$ $= 55.845g + 12.011g + 47.997g$

$= 115.853\ g/mol$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$Fe\% = \frac{55.845}{115.853} \times 100 = 48.20\ \%$$

الهيماتيت Fe_2O_3 يحتوي على أعلى نسبة من الحديد.

129. احسب التركيب النسبي المئوي لكل مركب مما يلي:

a. السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$.

b. الماجنتيت Fe_3O_4.

a. $C_{12}H_{22}O_{11}$

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية لـ C في $C_{12}H_{22}O_{11}$ $= 12\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 144.132g$

الكتلة المولية لـ H في $C_{12}H_{22}O_{11}$ $= 22\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 22.176\ g$

الكتلة المولية لـ O في $C_{12}H_{22}O_{11}$ $= \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} \times 11\ mol\ O = 175.989\ g$

الكتلة المولية لـ $C_{12}H_{22}O_{11}$ $= 144.132g + 22.176g + 175.989g$

$= 342.297\ g/mol$

٣ـ نحسب التركيب النسبي المئوي لكل عنصر في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$C\% = \frac{144.132}{342.297} \times 100 = 42.11\ \%$$

$$H\% = \frac{22.176}{342.297} \times 100 = 6.48\ \%$$

$$C\% = \frac{175.989}{342.297} \times 100 = 51.41\ \%$$

b. Fe_3O_4

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية لـ Fe في Fe_3O_4 $= \frac{55.845\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} \times 3\ mol\ Fe = 167.535\ g$

الكتلة المولية لـ O في Fe_3O_4 $= \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} \times 4\ mol\ O = 63.996\ g$

الكتلة المولية لـ Fe_3O_4 $= 167.535g + 63.996g$

$= 231.531\ g/mol$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد والأكسجين في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$\mathbf{Fe\% = \frac{167.535}{231.531} \times 100 = 72.36\ \%}$$

$$\mathbf{O\% = \frac{63.996}{231.531} \times 100 = 27.64\ \%}$$

130. حدد الصيغة الأولية لكل مركب مما يلي:

a. الإيثلين C_2H_4.

b. حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$.

c. النفثالين $C_{10}H_8$

١٣٠. نقسم الصيغة الجزيئية على أكبر عدد يؤدي إلى أبسط نسب صحيحة بين مولات العناصر المكونة للمركب.

الصيغة الأولية $= \frac{\text{الصيغة الجزيئية}}{\text{ن}}$

a. ن = ٢

الصيغة الأولية للإيثيلين $= \frac{C_2H_4}{2} = CH_2$.

b. ن = ٢

الصيغة لحمض الأسكوربيك $= \frac{C_6H_8O_6}{2} = C_3H_4O_3$.

c. ن = ٢

الصيغة الأولية للنفثالين $= \frac{C_{10}H_8}{2} = C_5H_4$.

131. ما الصيغة الأولية للمركب الذي يحتوي على 10.52 g Ni، و4.38 g C، و5.10 g N؟

المعطيات:

كتلة الـ Ni = 10.52 g.

كتلة الـ C = 4.38 g.

كتلة الـ N = 5.10 g.

المطلوب: الصيغة الأولية للمركب.

الحل:

لدينا كتل مكونات العينة، لذا يتم حساب عدد المولات مباشرة.

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

$$\text{عدد مولات الـ Ni} = 10.52\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{58.693\ \text{g}} = 0.179\ \text{mol}$$

$$\text{عدد مولات الـ C} = 4.38\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{12.011\ \text{g}} = 0.365\ \text{mol}$$

$$\text{عدد مولات الـ N} = 5.10\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{14.007\ \text{g}} = 0.364\ \text{mol}$$

إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (0.179 mol Ni): (0.365 mol C): (0.364 mol N).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (0.179).

$$\frac{0.179\ \text{mol Ni}}{0.179} = 1\ \text{mol Ni}.$$

$$\frac{0.365\ \text{mol C}}{0.179} = 2\ \text{mol C}.$$

$$\frac{0.364\ \text{mol N}}{0.179} = 2\ \text{mol N}.$$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (1Ni): (2C): (2N) . وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: $Ni(CN)_2$.

5–5

إتقان المفاهيم

132. ما الملح المائي؟ وضح إجابتك بمثال.

الملح المائي: مادة أيونية صلبة يرتبط بذراتها عدد محدد من جزيئات الماء.
مثال: $CaCl_2.2H_2O$.

133. وضح كيف تسمى الأملاح المائية؟

١٣٣. نكتب أولاً اسم المركب، ثم مقطع (أحادي، ثنائي، ثلاثي، ...) الماء، حسب عدد جزيئات الماء المرتبطة بالمركب.

134. **المجفِّفات** لماذا توضع المجففات مع الأجهزة الإلكترونية في صناديق حفظها؟

١٣٤. تقوم المجففات بامتصاص الماء من الهواء، ويصنع جوًا جافًا مناسبًا لحفظ الأجهزة الالكترونية.

135. اكتب صيغة كل ملح من الأملاح المائية التالية:

a. كلوريد النيكل (II) سداسي الماء. **a.** $NiCl_2.6H_2O$

b. كربونات الماغنسيوم خماسية الماء. **b.** $MgCO_3.5H_2O$

إتقان حل المسائل

136. يحتوي الجدول **3-5** على بيانات تجريبية لتحديد صيغة كلوريد الباريوم المائي. أكمل الجدول وحدد صيغته واسمه.

الجدول 3- ٥ بيانات $BaCl_2.xH_2O$	
كتلة البوتقة فارغة	21.30 g
كتلة الملح المائي + الجفنة	31.35 g
كتلة الملح المائي	10.05 g
كتلة الملح + البوتقة بعد التسخين مدة ٥ دقائق	29.87 g
كتلة الملح اللامائي	8.57 g

كتلة البوتقة فارغة ـ كتلة الملح المائي + الجفنة = كتلة الملح المائي

كتلة الملح المائي = 31.35 g – 21.30g = 10.05 g

كتلة الملح اللامائي =

كتلة البوتقة فارغة ـ كتلة الملح + البوتقة بعد التسخين مدة ٥ دقائق

كتلة الملح اللامائي = 29.87g – 21.30g = 8.57g

الملح المائي لكلوريد الباريوم يكون على الصيغة: $BaCl_2.xH_2O$، و بذلك يكون المطلوب هو إيجاد x.

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات } BaCl_2 \text{ في المركب}}$$

١ ـ حساب عدد مولات $BaCl_2$

الكتلة المولية لـ $BaCl_2$

الكتلة المولية للـ Ba في $BaCl_2$ $= 1mol\ Ba \times \frac{137.327\ g\ Ba}{1\ mol\ Ba} = 137.327\ g$

الكتلة المولية للـ Cl في $BaCl_2$ $= 2mol\ Cl \times \frac{35.453\ g\ Cl}{1\ mol\ Cl} = 70.906\ g$

الكتلة المولية لـ $BaCl_2$ $= 137.327g + 70.906g$

$= 208.233\ g/mol$

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

عدد مولات $BaCl_2$ $= 8.57g \times \frac{1mol}{208.233\ g}$

$= 0.041\ mol$

---

٢ ـ حساب عدد مولات H_2O

الكتلة المولية لـ H_2O

الكتلة المولية للـ H في H_2O $= 2\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 2.016\ g$

الكتلة المولية لـ O في H_2O $= 1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية لـ H_2O $= 15.999g + 2.016g$

$= 18.015\ g/mol$

كتلة الماء = كتلة الملح المائي – كتلة الملح اللامائي

$= 10.05g - 8.57g$

$= 1.48g$

عدد مولات H_2O $= 1.48\ mol \times \frac{1mol}{18.015\ g}$

$= 0.082\ mol$

٣- حساب x.

$x = \frac{0.082mol}{0.041mol}$

$= 2$

صيغة الملح المائي هي: $BaCl_2.2H_2O$

اسم الملح المائي: كلوريد الباريوم ثنائي الماء.

137. تكـوّن نـترات الكـروم (III) ملحًـا مائيًّـا يحتـوي عـلى 40.50% من كتلته ماء. ما الصيغة الكيميائية للمركب؟

المعطيات: النسبة المئوية للماء في الملح المائي = 40.50 %

المطلوب: صيغة الملح المائي، واسمه.

الحل: الملح المائي لنترات الكروم III يكون على الصيغة: $Cr(NO_3)_3.xH_2O$، و بذلك يكون المطلوب هو إيجاد x.

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات } Cr(NO_3)_3 \text{ في المركب}}$$

نفرض أن لدينا 100 g من الملح المائي وبذلك تكون كتل مكوناته هي:

40.50 g H_2O، و59.50 g $Cr(NO_3)_3$.

١ ـ حساب عدد مولات $Cr(NO_3)_3$

الكتلة المولية لـ $Cr(NO_3)_3$

الكتلة المولية للـ Cr في $Cr(NO_3)_3$ = $1\text{mol Cr} \times \frac{51.996\text{ g Cr}}{1\text{ mol Cr}} = 51.996\text{g}$

الكتلة المولية للـ N في $Cr(NO_3)_3$ = $3\text{mol N} \times \frac{14.007\text{ g N}}{1\text{ mol N}} = 42.021\text{ g}$

الكتلة المولية للـ O في $Cr(NO_3)_3$ = $9\text{mol O} \times \frac{15.999\text{ g O}}{1\text{ mol O}} = 143.991\text{ g}$

الكتلة المولية لـ $Cr(NO_3)_3$ = $51.996\text{g} + 42.021\text{g} + 143.991\text{g}$

= 238.008 g/mol

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

عدد مولات $Cr(NO_3)_3 = 59.50g \times \frac{1\ mol}{238.008\ g}$

$= 0.25\ mol$

٢ـ حساب عدد مولات H_2O

الكتلة المولية لـ H_2O

الكتلة المولية للـ H في $H_2O = 2\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 2.016\ g$

الكتلة المولية للـ O في $H_2O = 1\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 15.999\ g$

الكتلة المولية لـ $H_2O = 2.016g + 15.999g$

$= 18.015\ g/mol$

عدد مولات $H_2O = 40.50g \times \frac{1mol}{18.015\ g}$

$= 2.25\ mol$

٣ـ حساب x.

$x = \frac{2.25mol}{0.25mol}$

$= 9$

صيغة الملح المائي هي: $Cr(NO_3)_3.9H_2O$

اسم الملح المائي: نترات الكروم تساعية الماء.

138. حدّد التركيب النسبي المئوي لـ $MgCO_3 .5H_2O$ ،
ومثّل التركيب النسبي برسم بياني دائري.

المعطيات: $MgCO_3.5H_2O$

المطلوب: التركيب النسبي المئوي، وتمثيل التركيب النسبي برسم بياني دائري.

الحل:

١ ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية لـ Mg في $MgCO_3.5H_2O$ $= 1mol\ Mg \times \frac{24.305g\ Mg}{1mol\ Mg}$

$= 24.305g$

الكتلة المولية لـ C في $MgCO_3.5H_2O$ $= 1mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C}$

$= 12.011\ g$

الكتلة المولية لـ H في $MgCO_3.5H_2O$ $= 10mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H}$

$= 10.08\ g$

الكتلة المولية لـ O في $MgCO_3.5H_2O$ $= 8\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O}$

$= 127.992\ g$

الكتلة المولية لـ $MgCO_3.5H_2O$ =

$24.305g + 12.011g + 10.08g + 127.992g$

$174.388\ g/mol =$

٣- نحسب النسبة المئوية للعناصر في المركب.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$$

$$Mg\% = \frac{24.305g}{174.388g} \times 100 = 13.94\ \%$$

$$H\% = \frac{10.08g}{174.388g} \times 100 = 5.78\ \%$$

$$C\% = \frac{12.011g}{174.388g} \times 100 = 6.89\ \%$$

$$O\% = \frac{127.992g}{174.388g} \times 100 = 73.39\ \%$$

139. سـخنت عينـة كتلتهـا 1.628 g مـن ملـح يوديـد الماغنسيوم المائي حتى تبخر الماء منها تمامًا، فأصبحت كتلتها 1.072 g بعد التسخين. ما صيغة الملح المائي؟

المعطيات:

كتلة الملح المائي = 1.628 g

كتلة الملح اللامائي = 1.072 g

المطلوب: صيغة الملح المائي.

الحل: الملح المائي ليوديد الماغنيسيوم يكون على الصيغة: $MgI_2.xH_2O$، و بذلك يكون المطلوب هو إيجاد x.

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات } Cr(NO_3)_3 \text{ في المركب}}$$

١ـ حساب عدد مولات MgI_2

الكتلة المولية لـ MgI_2

الكتلة المولية للـ Mg في MgI_2 = $1\text{mol Mg} \times \frac{24.305\text{ g Mg}}{1\text{ mol Mg}} = 24.305\text{ g}$

الكتلة المولية للـ N في MgI_2 = $2\text{mol I} \times \frac{126.904\text{ g I}}{1\text{ mol I}} = 253.808\text{ g}$

الكتلة المولية لـ MgI_2 = 24.305g + 253.808g

= 278.113 g/mol

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

عدد مولات MgI_2 = 1.072g × $\frac{1mol}{278.113g}$

= 0.004 mol

٢ ـ حساب عدد مولات H_2O

الكتلة المولية لـ H_2O

الكتلة المولية للـ H في H_2O = 2mol H × $\frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H}$ = 2.016 g

الكتلة المولية للـ O في H_2O = 1mol O × $\frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O}$ = 15.999 g

الكتلة المولية لـ H_2O = 2.016g + 15.999g

= 18.015 g/mol

كتلة الماء = كتلة الملح اللامائي – كتلة الملح المائي

= 1.628g – 1.072g

= 0.556g

عدد مولات H_2O = 0.556g × $\frac{1mol}{18.015g}$

= 0.031 mol

٣- حساب x.

$$x = \frac{0.031mol}{0.004mol}$$
$$\approx 8$$

صيغة الملح المائي هي: $MgI_2.8H_2O$

اسم الملح المائي: يوديد الماغنيسيوم ثماني الماء.

مراجعة عامة

140. إذا كانت كتلة ذرة واحدة من عنصر ما تساوي 6.66×10^{-23} g، فما العنصر؟

١٤٠. نحسب الكتلة المولية، لمعرفة هوية العنصر.

الكتلة المولية = كتلة الذرة الواحدة × عدد أفوجادرو.

$$= 6.02 \times 10^{23} \times 6.66 \times 10^{-23}$$

$$= 40.0932\ g/mol$$

العنصر هو الكالسيوم Ca.

141. يحتوي مركب على 6.0 g كربون، و 1.0 g هيدروجين. وكتلته المولية 42.0 g/mol. ما التركيب النسبي المئوي للمركب؟وما صيغته الأولية؟وما صيغته الجزيئية؟

المعطيات:

كتلة الـ C = 6.0 g

كتلة الـ H = 1.0 g

الكتلة المولية = 42.0 g/mol

المطلوب: التركيب النسبي المئوي للمركب، الصيغة الأولية، الصيغة الجزيئية.

الحل:

التركيب النسبي المئوي للمركب

كتلة المركب = كتلة الـ C + كتلة الـ H

= 1.0 + 6.0

= 7 g

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{كتلة المركب}} \times ١٠٠$$

$$C\% = \frac{6.0g}{7.0g} \times 100 = 85.71\%$$

$$H\% = \frac{1.0}{7.0} \times 100 = 14.29\%$$

الصيغة الأولية

١ ـ فرض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g.

وبذلك يكون كتل المكونات هي: 14.29 g H و 85.71 g C

٢ ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

عدد مولات الـ H $= 14.29\ g \times \frac{1\ mol}{1.008\ g}$.

$14.18\ mol\ H =$

عدد مولات الـ C $= 85.71\ g \times \frac{1\ mol}{12.011\ g}$.

$7.14\ mol\ C =$

٣ ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (14.18 mol H): (7.14 mol C).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (7.14)

$$\frac{14.18\ mol\ H}{7.14} = 2\ mol\ H$$

$$\frac{7.14\ \text{mol C}}{7.14} = 1\ \text{mol C}$$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (1C):(2H). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي:

CH_2.

الصيغة الجزيئية

حساب الكتلة المولية للصيغة الأولية.

الكتلة المولية للـ H في المركب $= 2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ C في المركب $= 1\text{mol C} \times \frac{12.011\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 12.011\ \text{g}$

الكتلة المولية للمركب $= 2.016\text{g} + 12.011\text{g}$

$= 14.027\ \text{g/mol}$

قسمة الكتلة المولية للصيغة الأولية على الكتلة المولية للصيغة الجزيئية للحصول على (ن).

$$\text{ن} = \frac{\text{الكتلة المولية التجريبية}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}} = \frac{42.0\frac{\text{g}}{\text{mol}}}{14.027\frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3$$

الحصول على الصيغة الجزيئية بضرب (ن) في الصيغة الأولية.

الصيغة الجزيئية $= (CH_2) \times 3 = C_3H_6$

142. أيّ المركبات التالية يحتوي على أعلى نسبة مئوية بالكتلة من الأكسجين؟ TiO_2 ، Al_2O_3 ، Fe_2O_3

Fe_2O_3

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ Fe في Fe_2O_3 $= 2mol\ Fe \times \frac{55.845\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 111.69\ g$

الكتلة المولية للـ O في Fe_2O_3 $= 3mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 47.997\ g$

الكتلة المولية لـ Fe_2O_3 $= 111.69g + 47.997g$

$= 159.687\ g/mol$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للأكسجين في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$O\% = \frac{47.997\frac{g}{mol}}{159.687\frac{g}{mol}} \times 100 = ٣٠,٠٦\ \%$$

Al_2O_3

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ Al في Al_2O_3 $= 2mol\ Al \times \frac{26.982\ g\ Al}{1\ mol\ Al} = 53.964\ g$

الكتلة المولية للـ O في Al_2O_3 $= \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} \times 3mol\ O = 47.997\ g$

الكتلة المولية لـ Al_2O_3 $= 47.997g + 53.964g$

$= 101.961\ g/mol$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للأكسجين في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$O\% = \frac{47.997 \frac{g}{mol}}{101.961 \frac{g}{mol}} \times 100 = 47.07\ \%$$

TiO_2

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

الكتلة المولية للـ Ti في TiO_2 $= \frac{47.867\ g\ Ti}{1\ mol\ Ti} \times 1mol\ Ti = 47.867\ g$

الكتلة المولية للـ O في TiO_2 $= \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} \times 2mol\ O = 31.998\ g$

الكتلة المولية لـ TiO_2 $= 47.867g + 31.998g$

$= 79.865\ g/mol$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للأكسجين في المركب.

النسبة المئوية بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$O\% = \frac{31.998}{79.865} \times 100 = 40.07\ \%$$

Al_2O_3 يحتوي على أعلى نسبة من الأكسجين.

التفكير الناقد

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

١٤٣. تنتج كمية أكبر من النحاس من الخام الذي يحتوي على نسبة أعلى منه.

جالكوبيريت $CuFeS_2$

١ ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

$$\text{الكتلة المولية للـ Cu في } CuFeS_2 = 1\text{mol Cu} \times \frac{63.546\text{ g Cu}}{1\text{ mol Cu}} = 63.546\text{ g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ Fe في } CuFeS_2 = 1\text{mol Fe} \times \frac{55.845\text{ g Fe}}{1\text{ mol Fe}} = 55.845\text{ g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ S في } CuFeS_2 = 2\text{mol S} \times \frac{32.065\text{ g O}}{1\text{ mol O}} = 64.13\text{ g}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } CuFeS_2 = 63.546\text{g} + 55.845\text{g} + 64.13\text{g}$$

$$= 183.521\text{ g/mol}$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للنحاس في المركب.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$$

$$Cu\% = \frac{63.546}{183.521} \times 100 = 34.63\ \%$$

جالكوسيت Cu_2S

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢ـ نحسب الكتلة المولية لكل عنصر في المركب، وللمركب ككل.

$$\text{الكتلة المولية لـ Cu في } Cu_2S = 2\ mol\ Cu \times \frac{63.546\ g\ Cu}{1\ mol\ Cu} = 127.092\ g$$

$$\text{الكتلة المولية لـ S في } Cu_2S = 1\ mol\ S \times \frac{32.065\ g\ O}{1\ mol\ O} = 32.065\ g$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } Cu_2S = 127.092g + 32.065g$$

$$= 159.157\ g/mol$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للنحاس في المركب.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$$

$$Cu\% = \frac{127.092}{159.157} \times 100 = 79.85\ \%$$

جالكوسيت Cu_2S يحتوي على نسبة أكبر من النحاس، وبذلك فهو ينتج كمية أكبر من النحاس.

144. صمّم تجربة يمكن استعمالها لتحديد كمية الماء في مركب الشب البوتاسي $KAl(SO_4)_2 . X\ H_2O$.

خطوات التجربة:

١ـ قياس كتلة جفنة فارغة.

٢ـ إضافة 10 g من الملح المائي (الشب البوتاسي)، وإعادة قياس كتلة الجفنة.

٣ـ كتلة الملح المائي = كتلة الجفنة بداخلها الملح المائي ـ كتلة الجفنة فارغة.

٤ـ تسخين الجفنة إلى درجة حرارة مناسبة، ولمدة كافية لتبخير الماء من الملح.

٥ـ ترك الجفنة حتى تبرد، ثم قياس الكتلة مرة أخرى.

٦ـ كتلة الملح اللامائي = كتلة الجفنة بداخلها الملح بعد التسخين ـ كتلة الجفنة فارغة.

٧ـ كتلة الماء = كتلة الملح المائي ـ كتلة الملح اللامائي.

٨ـ حساب الكتلة المولية للماء وللملح اللامائي، حتى نستطيع حساب عدد مولات كل منهما.

٩ـ حساب عدد مولات كل من الماء والملح اللامائي من العلاقة:

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

١٠ـ قسمة عدد مولات الماء على عدد مولات الملح اللامائي، لمعرفة كم مول من الماء يرتبط بالملح.وهو ما يسمى بالمعامل x.

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات الملح اللامائي في المركب}}$$

مسألة تحفيز

145. مركبان كيميائيان يتكونان من العنصرين X و Y وصيغتاهما X_2Y_3 .XY. إذا علمت أنَّ 0.25 mol من المركب XY تساوي 17.96g، و 0.25 mol من المركب X_2Y_3 تساوي 39.92g.

a. فما الكتلة الذرية لكل من X وY؟

b. اكتب الصيغة الكيميائية لكل من المركبين.

المعطيات:

عدد مولات XY = 0.25 mol

كتلة XY = 17.96 g

عدد مولات X_2Y_3 = 0.25 mol

كتلة X_2Y_3 = 39.92 g

a. المطلوب: الكتلة الذرية لكل من X وY.

الحل:

$$\text{الكتلة المولية} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{عدد المولات}}$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } XY = \frac{17.96g}{0.25mol}$$

$$= 71.84\ g/mol$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } X_2Y_3 = \frac{39.92g}{0.25mol}$$

$$= 159.68\ g/mol$$

نفرض أن الكتلة المولية لـ $X = x$، و الكتلة المولية لـ $Y = y$.

$$\text{الكتلة المولية لـ } XY = x + y$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } XY = 71.84\ g/mol$$

بمساواة الطرفين نحصل على المعادلة:

$$x + y = 71.84\ g/mol \quad (1)$$

من المعادلة (١): $x = 71.84\ g/mol - y \quad (2)$

$$\text{الكتلة المولية لـ } X_2Y_3 = 159.68\ g/mol$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } X_2Y_3 = 2x + 3y$$

بمساواة الطرفين نحصل على المعادلة:

$$2x + 3y = 159.68\ g/mol \quad (3)$$

بالتعويض عن قيمة x من المعادلة (٢) في المعادلة (٣):

$$2(71.84 - y) + 3y = 159.68$$

$$143.68 - 2y + 3y = 159.68$$

$$y = 16 \text{ g/mol}$$

بالتعويض في (٢)

$$x = 71.84 - 16$$

$$= 55.84 \text{ g/mol}$$

الكتلة الذرية للعنصر X = 55.84 amu

الكتلة الذرية للعنصر Y = 16 amu

.b

الصيغة الكيميائية للمركب XY هي: FeO

الصيغة الكيميائية للمركب X_2Y_3 هي: Fe_2O_3

مراجعة تراكمية

146. اكتب معادلات كيميائية موزونة لكل تفاعل مما يلي:

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

b. تفـكك غاز رباعي أكسـيد ثنائي النيتروجين إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين.

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

a. $Mg_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)} + H_{2(g)}$

b. $N_2O_{4(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$

c. $H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

تقويم إضافي

أسئلة المستندات

148. 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.

الجدول 4- ٥ بيانات وقود مكوك فضائي

المادة	الصيغة الجزيئية	الكتلة (Kg)	عدد المولات	عدد الجزيئات
الهيدروجين	H_2	1.04×10^5	٥,١٤ × ١٠^٧	٣,٠٩ × ١٠^٣١
الأكسجين	O_2	6.2×10^5	1.93×10^7	1.16×10^{31}
أحادي ميثيل الهيدرازين	CH_3NHNH_2	4909	1.07×10^5	٦,٤ × ١٠^٢٨
رابع أكسيد النيتروجين	N_2O_4	7.95×10^3	8.64×10^4	٥,٢٠ × ١٠^٢٨

H_2

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

الكتلة المولية لـ $H_2 = 2 \times 1.008\text{g/mol}$

$= 2.016\ \text{g/mol}$

كتلة الـ $H_2 = 5.14 \times 10^7\ \text{mol} \times 2.016\ \text{g/mol}$

$= 1.036224 \times 10^8\ \text{g}$

$= 1.036224 \times 10^5\ \text{Kg}$

عدد الجزيئات = عدد المولات × $\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$.

عدد جزيئات الـ $H_2 = 5.14 \times 10^7\ \text{mol} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= ٣,٠٩ \times ١٠^{٣١}$ جزيء.

O_2

عدد المولات = عدد الجزيئات × $\frac{1\ \text{mol}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}$.

عدد مولات الـ $O_2 = ١,١٦ \times ١٠^{٣١}$ جزيء × $\frac{1\ \text{mol}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}$.

$= 1.93 \times 10^7\ \text{mol}$

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

الكتلة المولية لـ $O_2 = 2 \times 15.999\ g/mol$

$31.998\ g/mol =$

كتلة الـ $O_2 = 31.998 \times 1.93 \times 10^7$

$6.2 \times 10^8\ g =$

$6.2 \times 10^5\ Kg =$

CH_3NHNH_2

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

كتلة $CH_3NHNH_2 = 4.909 \times 10^3\ Kg$

$4.909 \times 10^6\ g =$

الكتلة المولية لـ CH_3NHNH_2

الكتلة المولية للـ C في $CH_3NHNH_2 = 1mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 12.011g$

الكتلة المولية للـ H في $CH_3NHNH_2 = 6mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 6.048g$

الكتلة المولية للـ N في $CH_3NHNH_2 = 2mol\ N \times \frac{14.007\ g\ N}{1\ mol\ N} = 28.014g$

الكتلة المولية لـ $CH_3NHNH_2 = 12.011g + 6.048g + 28.014g$

$46.073\ g/mol =$

عدد مولات $CH_3NHNH_2 = \frac{1mol}{46.073g} \times 4.909 \times 10^6\ mol$

$1.07 \times 10^5\ mol =$

عدد الجزيئات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$.

عدد جزيئات الـ CH_3NHNH_2 $= 1.07 \times 10^5\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= ٦,٤ \times ١٠^{٢٨}$ جزيء.

N_2O_4

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

الكتلة المولية لـ N_2O_4

الكتلة المولية للـ N في $N_2O_4 = 2\ \text{mol N} \times \frac{14.007\ \text{g N}}{1\ \text{mol N}} = 28.014\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ O في $N_2O_4 = 4\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 63.996\ \text{g}$

الكتلة المولية لـ $N_2O_4 = 28.014\text{g} + 63.996\text{g} = 92.01\ \text{g/mol}$

كتلة $N_2O_4 = 8.64 \times 10^4\ \text{mol} \times 92.01\ \text{g/mol}$

$= 7.95 \times 10^6\ \text{g}$

$= 7.95 \times 10^3\ \text{Kg}$

عدد الجزيئات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$.

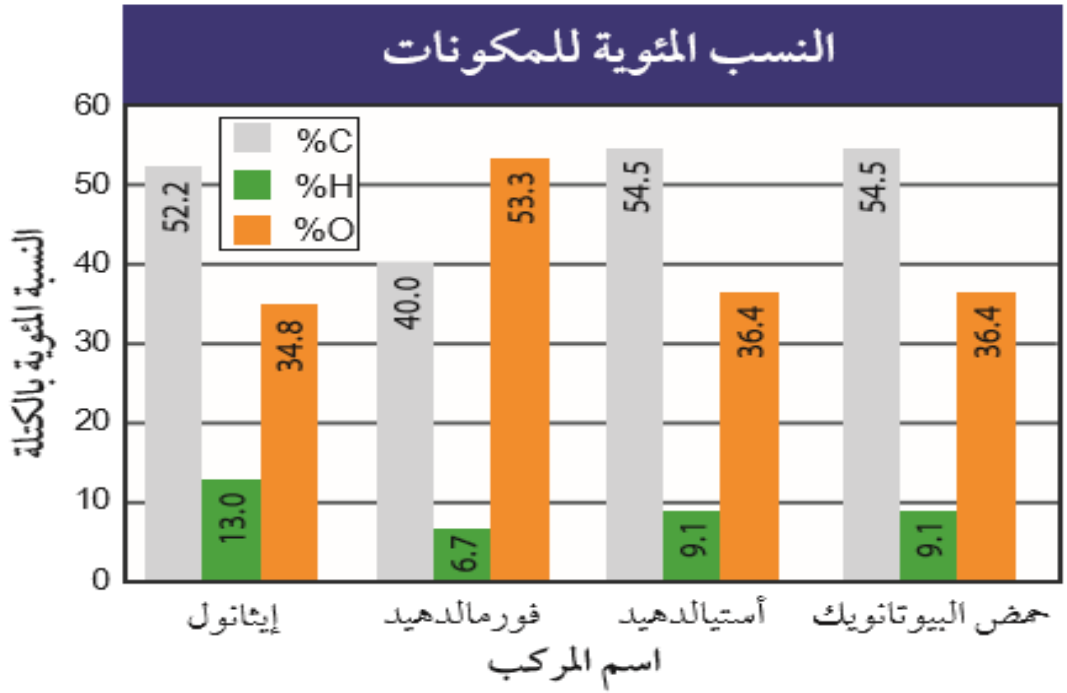
عدد جزيئات $N_2O_4 = 8.64 \times 10^4\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$= ٥,٢٠ \times ١٠^{٢٨}$ جزيء.

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

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



1. يتشابه الأسيتالدهيد وحمض البيوتانويك في:

a. الصيغة الجزيئية.

b. الصيغة الأولية.

c. الكتلة المولية.

d. الخواص الكيميائية.

الإجابة: **b**

2. إذا كانت الكتلة المولية لحمض البيوتانويك 88.1g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

a. $C_3H_4O_3$ **c.** $C_5H_{12}O$

b. C_2H_4O **d.** $C_4H_8O_2$

الإجابة: **d**

3. ما الصيغة الأولية للإيثانول؟

a. C_4HO_3 c. C_2H_6O

b. $C_2H_6O_2$ d. $C_4H_{13}O_2$

c

4. الصيغة الأولية للفورمالدهيد هي صيغته الجزيئية نفسها. فكم جرامًا يوجد في 2.00 mol من الفورمالدهيد؟

a. 30.00 g c. 182.0 g

b. 60.06 g d. 200.0 g

b

الفورمالدهايد CH_2O

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

الكتلة المولية لـ CH_2O

الكتلة المولية للـ C في CH_2O = $1\text{mol C} \times \frac{12.011\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 12.011\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ H في CH_2O = $2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ O في CH_2O = $1\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 15.999\ \text{g}$

الكتلة المولية لـ CH_2O = $12.011\text{g} + 2.016\text{g} + 15.999\text{g}$

$= 30.026\ \text{g/mol}$

كتلة $CH_2O = 30.026\ \text{g/mol} \times 2.00\ \text{mol} = 60.052\ \text{g/mol}$

5. أي مما يلي لا يُعدّ وصفًا للمول؟

a. وحدة تستعمل للعد المباشر للجسيمات.

b. عدد أفوجادرو من جزيئات مركب.

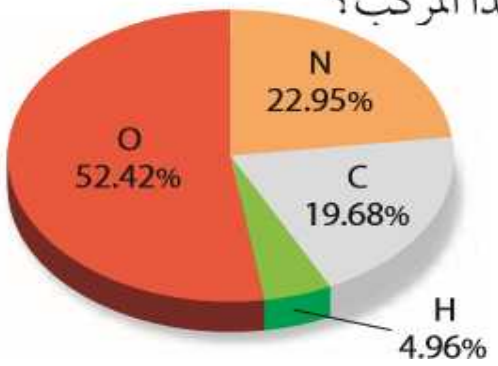
c. عدد الذرات في 12 g بالضبط من C–12 النقي.

d. وحدة النظام العالمي لكمية المادة.

a

استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤال 6.

6. ما الصيغة الأولية لهذا المركب؟



a. $C_6H_2N_6O_3$

b. $C_4HN_5O_{10}$

c. CH_3NO_2

d. CH_5NO_3

c

١ـ فرض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g.

وبذلك يكون كتل المكونات هي: 4.96 g H و19.68 g C، و22.95 g N، و 52.42 g O.

٢ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

عدد مولات الـ H = 4.96 g × $\frac{1\ \text{mol}}{1.008\ \text{g}}$ = 4.92 mol H

عدد مولات الـ C = 19.68 g × $\frac{1\ \text{mol}}{12.011\ \text{g}}$ = 1.64 mol C

عدد مولات الـ N = 22.95 g × $\frac{1\ \text{mol}}{14.007\ \text{g}}$ = 1.64 mol N

عدد مولات الـ O = 52.42 g × $\frac{1\ \text{mol}}{15.999\ \text{g}}$ = 3.28 mol O

٣ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

النسب المولية للمركب هي: (4.92 mol H): (1.64 mol C) (1.64 mol N): (3.28 O) (mol).

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (1.64)

$$\frac{4.92\ \text{mol H}}{1.64} = 3\ \text{mol H}$$
$$\frac{1.64\ \text{mol C}}{1.64} = 1\ \text{mol C}$$
$$\frac{1.64\ \text{mol N}}{1.64} = 1\ \text{mol N}$$
$$\frac{3.28\ \text{mol O}}{1.64} = 2\ \text{mol O}$$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (3H):(1C):(1N):(2O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: CH_3NO_2.

7. ما نوع التفاعل الموضح أدناه؟

$$2HI + (NH_4)_2S \rightarrow H_2S + 2NH_4I$$

d

a. تكوين.
c. إحلال بسيط.
b. تفكك.
d. إحلال مزدوج.

8. ما كتلة جزيء واحد من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$؟
(الكتلة المولية=180 g/mol).

b

a. 6.02×10^{-23}
c. 2.16×10^{-25}
b. 2.99×10^{-22}
d. 3.34×10^{-21}

الكتلة (g) = عدد الجزيئات $\times \frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}} \times \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1\ mol}$.

كتلة $C_6H_{12}O_6$ = ١ جزيء $\times \frac{1}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}} \times 180\ g/mol$

$= 2.99 \times 10^{-22}\ g$

9. ما عدد ذرات الأكسجين في 18.94 g من $Zn(NO_3)_2$؟ (الكتلة المولية=189 g/mol).

a

a. 3.62×10^{23} c. 6.02×10^{25}

b. 1.81×10^{23} d. 1.14×10^{25}

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

عدد مولات $Zn(NO_3)_2 = 18.94g \times \frac{1mol}{189g} = 0.1\ mol$

عدد مولات O في $Zn(NO_3)_2 = 0.100\ mol$

$$\frac{6\ \text{mol O}}{1\ \text{mol } Zn(NO_3)_2} \times 0.100\ \text{mol } Zn(NO_3)_2$$

$$0.6\ \text{mol} =$$

عدد الذرات =عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

عدد ذرات الـ O = 0.6 mol × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$ = ٣,٦١٢ × ١٠^{٢٣} ذرة.

10. إذا علمت أن الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم NaOH هي 40.0g/mol. فما عدد المولات في 20.00 g منه؟

a.

a. 0.50 mol **c.** 2.00 mol

b. 1.00 mol **d.** 4.00 mol

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

عدد مولات NaOH = 20.0g × $\frac{1\text{mol}}{40.0\ \text{g}}$

$$0.5\ \text{mol} =$$

اختبار مقنن

11. 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.

d :

عدد الذرات = الكتلة (g) $\times \frac{\text{1 mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}} \times \frac{\text{ذرة } 6.02\times10^{23}}{\text{1 mol}}$.

عدد ذرات Ge = 116.14 g $\times \frac{\text{1mol}}{\text{72.64g}} \times \frac{\text{ذرة } 6.02\times10^{23}}{\text{1 mol}} =$ **9.63×10^{23} ذرة.**

12. ما كتلة جزيء واحد من ($BaSiF_6$) علمًا أنّ كتلته المولية = 279.415 g /mol.

a. 1.68×10^{26} g

b. 2.16×10^{21} g

c. 4.64×10^{-22} g

d. 6.02×10^{-23} g

c

الكتلة (g) = عدد الجزيئات $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}} \times \frac{\text{الكتلة المولية(g)}}{1\ \text{mol}}$.

كتلة $C_6H_{12}O_6$ = ١ جزيء $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}} \times 279.415\ \text{g/mol}$

$= 4.64 \times 10^{-22}$ g

13. ما الكتلة المولية لأباتيت الفلور $Ca_5(PO_4)_3F$.

a. 314 g/mol

b. 344 g/mol

c. 442 g/mol

d. 504 g/mol

e. 524 g/mol

d

الكتلة المولية لـ $Ca_5(PO_4)_3F$

الكتلة المولية للـ Ca في $Ca_5(PO_4)_3F$ $= 5\text{mol Ca} \times \frac{40.078\text{ g Ca}}{1\text{ mol Ca}} = 200.39\text{ g}$

الكتلة المولية للـ P في $Ca_5(PO_4)_3F$ $= 3\text{mol P} \times \frac{30.974\text{ g P}}{1\text{ mol P}} = 92.922\text{ g}$

الكتلة المولية للـ O في $Ca_5(PO_4)_3F$ $= 12\text{ mol O} \times \frac{15.999\text{ g O}}{1\text{ mol O}} = 191.988\text{ g}$

الكتلة المولية للـ F في $Ca_5(PO_4)_3F$ $= 1\text{mol F} \times \frac{18.998\text{ g F}}{1\text{ mol F}} = 18.998\text{ g}$

الكتلة المولية لـ $Ca_5(PO_4)_3F$ =

200.39g +92.922g + 191.988g + 18.998g

504.298 g/mol =

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤال 14.

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

14. كم مركبًا يمكن أن يتكوَّن من النحاس والكبريت والأكسجين؟ اكتب أسماءَها وصيغها.

كبريتيت النحاس I Cu_2SO_3.

كبريتيت النحاس II $CuSO_3$.

كبريتات النحاس I Cu_2SO_4.

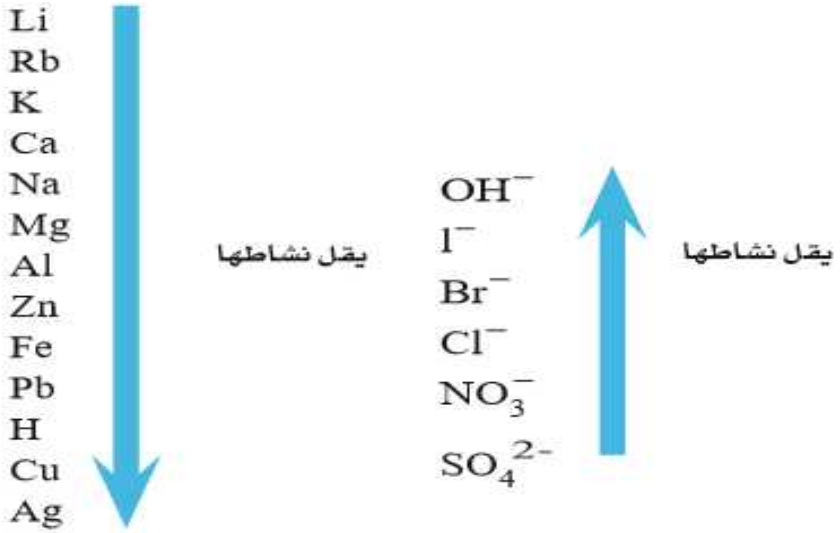
كبريتات النحاس II $CuSO_4$.

ثيوكبريتات النحاس I $Cu_2S_2O_3$.

ثيوكبريتات النحاس II CuS_2O_3.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال 15.



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

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

الفلز يحل محل الفلز الأقل نشاطًا منه في محلول ملحه.

نضيف كمية من العينة إلى كمية من كل من المحاليل المذكورة ونلاحظ إذا كان سيحدث تفاعل أم لا.

$$KCl_{(aq)} + Zn_{(s)} \longrightarrow NR$$
$$KCl_{(aq)} + Pb_{(s)} \longrightarrow NR$$
$$KCl_{(aq)} + Li_{(s)} \longrightarrow LiCl_{(aq)} + K_{(s)}$$
$$AlCl_{3(aq)} + Zn_{(s)} \longrightarrow NR$$
$$AlCl_{3(aq)} + Pb_{(s)} \longrightarrow NR$$
$$AlCl_{3(aq)} + 3Li_{(s)} \longrightarrow 3LiCl_{(aq)} + Al_{(s)}$$
$$FeCl_{3(aq)} + Zn_{(s)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + Fe_{(s)}$$
$$FeCl_{3(aq)} + Pb_{(s)} \longrightarrow NR$$
$$FeCl_{3(aq)} + 3Li_{(s)} \longrightarrow 3LiCl_{(aq)} + Fe_{(s)}$$
$$CuCl_{2(aq)} + Zn_{(s)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + Cu_{(s)}$$
$$CuCl_{2(aq)} + Pb_{(s)} \longrightarrow PbCl_{2(aq)} + Cu_{(s)}$$
$$CuCl_{2(aq)} + 3Li_{(s)} \longrightarrow 3LiCl_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

من المعادلات السابقة نجد أن:

إذا كانت العينة تحتوي على الـ Zn فهي تتفاعل مع كل من محلولي $FeCl_3$ و $CuCl_2$.

إذا كانت العينة تحتوي على الـ Pb فهي تتفاعل مع محلول $CuCl_2$ فقط.

إذا كانت العينة تحتوي على الـ Li فهي تتفاعل مع جميع المحاليل المذكورة.