الفصل ٥: المول

تجربة استهلالية

ص ١٥١

التحليل

١. طول مول من الجسم = طول الجسم × 6.02×10^{23}.

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

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.

١ ـ ٥: قياس المادة

ص ١٥٢

الشكل ١ ـ ٥

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

ص ١٥٤

ماذا قرأت؟

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.

ص ١٥٥

مسائل تدريبية

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ماذا قرأت؟

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

الشكل ٤ ـ ٥

$C_{12}H_{22}O_{11}$

ص ١٥٦

مسائل تدريبية

٥.

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

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

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

٦.

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

$$= ٣,٧٥ \times ١٠^{٢٤}\ \text{جزيء من } CO_2 \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$$

$$6.229\ \text{mol} =$$

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

$$= ٣,٥٨ \times ١٠^{٢٣}\ \text{جزيء من } ZnCl_2 \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$$

$$0.595\ \text{mol} =$$

التقويم ١-٥

ص ١٥٧

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

٨. المول الواحد يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.

٩.

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

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

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

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

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.

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

١٢.

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

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

$= 6.923 \times 10^{24}$ ذرة.

b.

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

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

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

c. عدد وحدات صيغة NaCl في $0.15\ \text{mol}$ منه =

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

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

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

d. عدد جزيئات CH_4 في $1.35 \times 10^{-2}\ \text{mol}$ منه =

$$\text{عدد المولات} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}} \times 1.35 \times 10^{-2}\ \text{mol} =$$

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

١٣.

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

عدد ذرات الحديد Fe في $3.56\ \text{mol}$ منه $= 3.56\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

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

الترتيب من الأصغر إلى الأكبر هو:

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

٢- $3.56\ \text{mol}$ من الحديد Fe.

٣- 1.25×10^{25} ذرة من الخارصين Zn.

٢ـ ٥: الكتلة والمول

ص ١٥٩

الشكل ٦ـ٥

كتلة مول من النحاس = 63.546g

مختبر حل المشكلات

التفكير الناقد

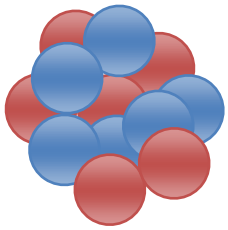
١.

كتلة الذرة = كتلة البروتونات + كتلة النيوترونات

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

= 6.688×10^{-24}g

٢.



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 = $12 \times 1.672 \times 10^{-24}$ g

= 2.0064×10^{-23} g

٣.

كتلة الذرة = كتلة البروتونات + كتلة النيوترونات

تحتوي ذرة الهيدروجين على بروتون واحد.

كتلة ذرة من الهيدروجين بوحدة g = $1 \times 1.672 \times 10^{-24}$ g

عدد ذرات الهيدروجين في عينة كتلتها 1.007 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.

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

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

$$= 4.026\ g$$

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

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

$$= 12.08\ g$$

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

ص ١٦٠

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.

ص ١٦١

مسائل تدريبية

١٤.

a.

المعطيات: عدد مولات الـ Al = 3.57 mol

المطلوب: حساب الكتلة (g)

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Al = 26.982 g/mol

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

b.

المعطيات: عدد مولات الـ Si = 42.6 mol

المطلوب: حساب الكتلة (g).

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية للـ Si} = 28.086\ \text{g/mol}$$

$$\text{كتلة الـ Si} = 42.6\ \text{mol} \times 28.086\ \text{g/mol} = 1196.4636\ \text{g}$$

١٥.

a.

المعطيات: عدد مولات $\text{Co} = 3.54 \times 10^2\ \text{mol}$

المطلوب: حساب الكتلة (g).

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية للـCo} = 58.933\ \text{g/mol}$$

$$\text{كتلة Co} = (3.54 \times 10^2)\ \text{mol} \times 58.933\ \text{g/mol} = 20.8623 \times 10^3\ \text{g}$$

b.

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

المطلوب: حساب الكتلة (g).

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية للـ Zn} = 65.409\ \text{g/mol}$$

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

ص ١٦٢

مسائل تدريبية

١٦.

a.

المعطيات: كتلة $Ag = 25.5\ g$

المطلوب: حساب عدد المولات.

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } Ag = 107.868\ g/mol$$

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

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

b.

المعطيات: كتلة $S = 300.0\ g$

المطلوب: حساب عدد المولات.

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } S = 32.065\ g/mol$$

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

$$= 9.356\ mol$$

١٧.

a.

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

المطلوب: حساب عدد المولات.

الحل:

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } Zn = 65.409\ g/mol$$

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

$$= 19.111\ mol$$

.b

المعطيات: كتلة Fe = 1.00 Kg

1000 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 mol =

ص ١٦٤

مسائل تدريبية

.١٨

المعطيات:

كتلة Hg = 11.5 g

المطلوب: حساب عدد الذرات.

الحل:

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

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

الكتلة المولية لـ Hg = 200.59 g/mol

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

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

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

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

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

.١٩

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

المطلوب: حساب الكتلة.

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

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

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

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

$$\text{الكتلة المولية لـ N} = 14.007\ \text{g/mol}$$

$$\text{كتلة N} = (٢,٤٩٢ \times 10^{-9})\text{mol} \times 14.007\text{g/mol}$$

$$= 3.490 \times 10^{-8}\ \text{g}$$

٢٠.

a.

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

المطلوب: حساب عدد الذرات.

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

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

$$\text{الكتلة المولية لـ Si} = 28.086\ \text{g/mol}$$

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

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

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

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

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

b.

المعطيات: كتلة $\text{Ti} = 120\ \text{g} = 0.120\ \text{Kg}$

المطلوب: حساب عدد الذرات.

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

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

$$\text{الكتلة المولية لـ Ti} = 47.867\ \text{g/mol}$$

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

$$2.507\ mol =$$

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

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

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

التقويم ٢-٥

ص ١٦٥

٢١. المول الواحد من المادتين يحتوي على نفس العدد من الذرات –عدد أفوجادرو 6.02×10^{23}– 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.

٢٢.

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

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

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

٢٤.

نحسب أولاً عدد مولات العنصر من العلاقة:

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

ثم نحسب عدد ذرات العنصر من العلاقة:

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

أو يمكن دمج الخطوتين معًا كما يلي:

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

٢٥.

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

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

٢٦.

1.0 mol من Ar

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

الكتلة المولية للأرجون = 39.948 g/mol

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

٣,٠ × ١٠^٢٤ ذرة من Ne

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

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

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

الكتلة المولية للنيون = 20.180 g/mol

كتلة Ne = 4.983 mol × 20.180 g/mol

= 100.565 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.

٢٧.

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

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

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

٢٨.

الكتلة
÷ الكتلة المولية
× الكتلة المولية
عدد المولات
×عدد أفوجادرو
÷عدد أفوجادرو
عدد الجسيمات

٣ـ ٥: مولات المركبات

ص ١٦٦

الشكل ٩ ـ ٥

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

C

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

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

Cl

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

$$\text{عدد ذرات Cl في } CCl_2F_2 = 1\ \text{mol} = ٢ \times ١٠^{٢٣} \times ٦,٠٢ = ١٠^{٢٤} \times ١,٢٠٤ \text{ ذرة}$$

F

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

$$\text{عدد ذرات F في } CCl_2F_2 = 1\ \text{mol} = ٢ \times ١٠^{٢٣} \times ٦,٠٢ = ١٠^{٢٤} \times ١,٢٠٤ \text{ ذرة}$$

ص ١٦٨

مسائل تدريبية

٢٩.

$$\text{عدد مولات أيونات } Cl^- \text{ في } ZnCl_2 = 2.50\ \text{mol}\ ZnCl_2 \times \frac{2\ \text{mol}\ Cl^-}{1\ \text{mol}\ ZnCl_2}$$

$$= 5\ \text{mol}$$

٣٠.

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 $1.25\ mol\ C_6H_{12}O_6$ =

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

$$= 7.5\ mol$$

٣١.

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

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

$$= 9\ mol$$

٣٢.

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

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

$$= 25\ mol$$

٣٣.

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

٣٤.

a. $NaOH$

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

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

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

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

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

$= 110.984\ g/mol$

c. $KC_2H_3O_2$

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

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

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

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

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

$= 98.142\ g/mol$

٣٥.

a. 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 $C_2H_5OH = 24.022g + 6.048g + 15.999g$

$$46.069\ g/mol =$$

b. HCN

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

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

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

الكتلة المولية لـ $HCN = 1.008g + 12.011g + 14.007g$

$$27.026\ g/mol =$$

c. CCl_4

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

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

الكتلة المولية لـ $CCl_4 = 12.011g + 141.812g$

$$153.823\ g/mol =$$

٣٦.

a. $Sr(NO_3)_2$: مركب أيوني

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

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

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

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

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

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

الكتلة المولية للـ $(NH_4)_3PO_4 =$

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

$$149.087\ g/mol =$$

c. $C_{12}H_{22}O_{11}$: مركب تساهمي

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

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

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

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

$= 342.297\ g/mol$

ص ١٦٩

مسائل تدريبية

٣٧.

المعطيات: عدد مولات $H_2SO_4 = 3.25\ mol$

المطلوب: الكتلة.

الحل:

الكتلة (g) = 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 $H_2SO_4 = 98.077g/mol \times 3.25\ mol$

$= 318.75025\ g$

٣٨.

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 $ZnCl_2$

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

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

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

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

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

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

٣٩.

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 $KMnO_4$

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

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

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

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

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

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

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

ص ١٧٠

مسائل تدريبية

٤٠.

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:

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

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

$$= 161.47\ g/mol$$

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

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

٤١.

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

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

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

ص ١٧٢

مسائل تدريبية

.٤٢

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

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 =

$24.022g/mol + 6.048g/mol + 15.999g/mol$

$= 46.069\ g/mol$

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

$= 0.99\ mol$

عدد مولات C في $C_2H_5OH = 0.99\ mol$

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

$= 1.98\ mol$

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

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

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

$$= 3.58 \times 10^{24}\ \text{ذرة}.$$

c.

المطلوب: عدد ذرات الأكسجين.

الحل:

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

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

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

$$0.99\ mol =$$

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

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

$$= 5.96 \times 10^{23}\ \text{ذرة}.$$

٤٣.

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.

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

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

$$= 126.042\ g/mol$$

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

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

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

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

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

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

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

$$= 2.149 \times 10^{22}\ \text{أيون}.$$

b.

المطلوب: عدد أيونات SO_3^{2-}.

الحل:

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

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

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

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

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

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

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

c.

المطلوب: الكتلة (g) لوحدة صيغة من Na_2SO_3.

الحل:

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

$$٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣} \times 17.851 \times 10^{-3}\,mol =$$

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

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

$$= \frac{2.25}{1.075 \times 10^{22}}$$

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

٤٤.

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.

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

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

$$= 44.009\ g/mol$$

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

$$= 1.182\ mol$$

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

$$= 1.182\ mol$$

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

$$\text{عدد ذرات الـ C} = 1.182 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة}}{1\ mol}$$

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

b.

المطلوب: عدد ذرات الأكسجين.

الحل:

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

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

$= 2.363\ mol$

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 $CO_2 = \frac{\text{كتلة العينة (g)}}{\text{عدد الجزيئات}}$

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

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

٤٥.

المعطيات: NaCl

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

المطلوب: كتلة NaCl.

الحل:

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

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

$= 7.625\ mol$

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

الكتلة المولية لـ NaCl $= 22.990g + 35.453g$

$= 58.443\ g/mol$

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

٤٦.

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**.

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

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

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

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

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

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

d.

مطلوب: الكتلة (g) لوحدة صيغة من Ag_2CrO_4.

الحل:

عدد وحدات صيغ Ag_2CrO_4 في العينة = عدد المولات $\times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}}{1 \text{ mol}}$

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

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

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

$$\frac{25.8 \text{g}}{4.682 \times 10^{22} \text{ وحدة صيغة}} =$$

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

التقويم ٣-٥

ص ١٧٣

٤٧.

لتحديد الكتلة المولية لمركب كيميائي نتبع الخطوات التالية:

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

٢- جمع كتل العناصر كافة للحصول على الكتلة المولية.

٤٨.

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

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

٤٩.

١- نحسب عدد مولات العينة من العلاقة:

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

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

$$\text{عدد مولات الجسيمات} = \text{عدد مولات العينة} \times \frac{\text{عدد مولات الجسيم في المركب}}{1\ mol \text{ من المركب}}.$$ حيث تمثل الجسيمات الذرات أو الأيونات.

٣- نحسب عدد الجسيمات من العلاقة:

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

٥٠.

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

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

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

٥١.

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 $MgBr_2$ $= 24.305g + 159.808g$

$= 184.113\ g/mol$

٥٢.

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 $CaCO_3$ $= 9.99 \times 10^{-3}\ mol\ CaCO_3$

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

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

٥٣.

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

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 $1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2 =$

$$\frac{12\ mol\ C}{1\ mol C_{12}\ H_4Cl_4\ O_2} \times 1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$$

$$18.635\ mol =$$

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

$$\frac{4\ mol\ H}{1\ mol C_{12}\ H_4Cl_4\ O_2} \times 1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$$

$$6.212\ mol =$$

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

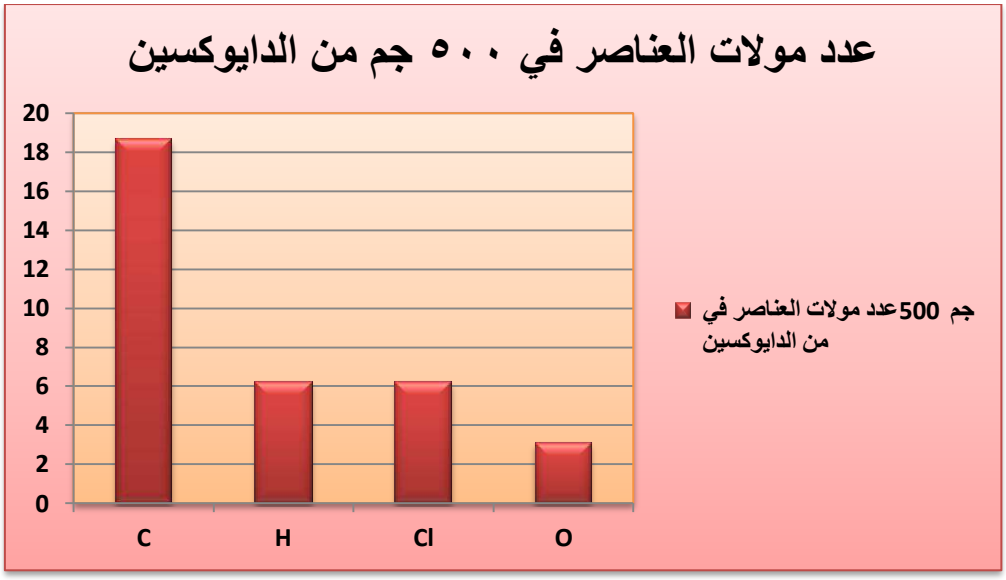
$$\frac{4\ mol\ Cl}{1\ mol C_{12}\ H_4Cl_4\ O_2} \times 1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$$

$$6.212\ mol =$$

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

$$\frac{2\ mol\ O}{1\ mol C_{12}\ H_4Cl_4\ O_2} \times 1.553\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$$

$$3.106\ mol =$$


عدد مولات العناصر في ٥٠٠ جم من الدايوكسين
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
C
H
Cl
O
جم 500عدد مولات العناصر في من الدايوكسين

٤ـ ٥: الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

ص ١٧٥

تجربة

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.

ص ١٧٦

مسائل تدريبية

٥٤.

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

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

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

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

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

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

$$= 97.994\text{ g/mol}$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية لكل عنصر من عناصر المركب.

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

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

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

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

٥٥.

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.

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

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

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

$= 98.077\ g/mol$

٣- نحسب النسبة المئوية للكبريت في المركب.

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

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

H_2SO_3

١- نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

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

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

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

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

الكتلة المولية لـ H_2SO_3 $= 2.016g + 32.065g + 47.997g$

$= 82.078\ g/mol$

٣- نحسب النسبة المئوية للكبريت في المركب.

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

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

نسبة الكبريت في H_2SO_3 أعلى منها في H_2SO_4.

٥٦.

١- نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢- 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

٣- نحسب النسبة المئوية لكل عنصر من عناصر المركب.

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

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

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

٥٧.

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

الصيغة الكيميائية: Na_2SO_4

b.

١- نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

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

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

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

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

الكتلة المولية لـ Na_2SO_4 = 45.98g + 32.065g + 63.996g

= 142.041 g/mol

٣- نحسب النسبة المئوية لكل عنصر من عناصر المركب.

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

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

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

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

ص ١٧٧

ماذا قرأت؟

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.

ص ١٧٩

مسائل تدريبية

٥٨.

المعطيات: تركيب المادة:

النسبة المئوية بالكتلة لـ N = 36.84 %

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 63.16 %

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

١ـ 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.

٢ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

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

2.630 mol N=

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

3.948 mol O=

٣ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

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

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (2.630).

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

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

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.

٥٩.

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.

٢ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

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

$1.333 \text{ mol Al} =$

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

$1.997 \text{ mol S} =$

٣ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

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

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (1.333).

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

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

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

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

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

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (2Al): (3S). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: Al_2S_3.

٦٠.

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.

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

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

$= 18.036\ mol\ H$

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

$= 6.812\ mol\ C$

٣ـ إيجاد النسبة بين الذرات.

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

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (6.812).

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

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

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

$3 \times 2.65\ mol\ H = 7.95 \approx 8\ mol\ H$

$3 \times 1\ mol\ C = 3\ mol\ C$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (8H): (3C). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: C_3H_8.

٦١.

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.

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

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

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

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

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).

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

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

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

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

$4 \times 2.25\ mol\ C = 9\ mol\ C$

$4 \times 2 mol\ H = 8\ mol\ H$

$4 \times 1\ mol\ O = 4\ mol\ O$

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

ص ١٨٠

الشكل ١٤ـ ٥

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

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

ص ١٨٣

مسائل تدريبية

٦٢.

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 $= 5\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 5.04\ g$

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

الكتلة المولية لـ C_2H_5 $= 5.04g + 24.022g$

$= 29.062\ g/mol$

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

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

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

$= 2$

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

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

٦٣.

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:

١ـ 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.

٢ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

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

$= 3.333\ mol\ N$

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

$= 3.333\ mol\ O$

٣- 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.

٤- حساب الكتلة المولية للصيغة الأولية.

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

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

$$\text{الكتلة المولية لـ NO} = 14.007\text{g} + 15.999\text{g}$$

$$= 30.006\ \text{g/mol}$$

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

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

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

$$= 2$$

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

الصيغة الجزيئية = ٢ × (NO) = N_2O_2.

٦٤.

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.

٦٥.

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:

١ـ 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.

٢ـ تحويل كتلة كل عنصر إلى مولات.

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

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

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

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

٣- 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.

٤- حساب الكتلة المولية للصيغة الأولية.

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

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

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

الكتلة المولية للصيغة الأولية =

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

55.056 g/mol =

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

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

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

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

٦٦.

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.

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

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

$$= 1.490\ \text{mol C}$$

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

$$= 1.667\ \text{mol H}$$

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

$$= 0.264\ \text{mol O}$$

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

$$= 0.088\ \text{mol H}$$

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).

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

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

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

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

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

التقويم ٤-٥

ص ١٨٣

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

٦٨.

المعطيات: 174.86 g Fe، 75.14 g O.

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

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

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

عدد مولات الـ Fe = 174.86 g × $\frac{1\ mol}{55.845\ g}$.

$$3.131\ mol\ Fe =$$

عدد مولات الـ O = 75.14 g × $\frac{1\ mol}{15.999\ g}$.

$$4.697\ mol\ O =$$

إيجاد النسبة بين الذرات.

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

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (3.131).

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

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

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

$$2 \times 1\ mol\ Fe = 2\ mol\ Fe$$

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

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

٦٩.

المعطيات: 0.545 g Al، 0.485 g O.

المطلوب: الصيغة الأولية.

الحل:

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

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

عدد مولات الـ Al = 0.545 g × $\frac{1\ mol}{26.982\ g}$.

$$0.020\ mol\ Al =$$

عدد مولات الـ O = 0.485 g × $\frac{1\ mol}{15.999\ g}$.

$$0.030\ mol\ O =$$

إيجاد النسبة بين الذرات.

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

بالقسمة على أصغر قيمة مولية: (0.020).

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

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

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

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

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

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

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

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.

٧٢. الصيغة الجزيئية = ٢ × الصيغة الأولية.

٧٣.

نحسب النسبة المئوية 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.

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

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

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

$$= 159.687\ g/mol$$

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.

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

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } Fe_3O_4 = 167.535 + 63.996$$

$$= 231.531\ g/mol$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد في المركب.

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

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

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

٥ـ ٥: صيغ الأملاح المائية

ص ١٨٥

ماذا قرأت؟

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

ص ١٨٧

مسائل تدريبية

٧٤.

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 $MgSO_4$

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

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

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } MgSO_4 = 24.305g + 32.065g + 63.996g$$

$$= 120.366\ g/mol$$

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

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

$$= 0.405\ mol$$

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

٣ـ 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.

٧٥.

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.

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

١ـ عدد مولات $CoCl_2$ $= 0.0712\ mol$

٢ـ حساب عدد مولات الماء

كتلة الماء = كتلة الملح المائي ـ كتلة الملح اللامائي

كتلة الملح المائي $= 11.75\ g$

كتلة الملح اللامائي $= ؟$

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

الكتلة المولية لـ $CoCl_2$

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

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

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

$= 129.839\ g/mol$

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

$= 9.245\ g$

كتلة الماء $= 11.75 - 9.245$

$= 2.505\ g$

الكتلة المولية لـ H_2O

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

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

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

ص ١٨٧

٧٦. مادة أيونية صلبة يرتبط بذراتها عدد محدد من جزيئات الماء.

٧٧. كلوريد الاسترانشيوم سداسي الماء.

٧٨.

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- 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- نكتب صيغة الملح المائي كما يلي: xH_2O.الملح اللامائي.

٧٩.

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

٨٠.

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

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

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

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

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

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

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

٨١.

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

$MgSO_4.7H_2O$

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

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

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

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

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

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

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

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

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

الكتلة المولية للـ 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.

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.

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

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

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

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

$$315.461\ g/mol =$$

$8H_2O$

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

$= 144.12\ g/mol$

٣- نحسب النسبة المئوية للماء في المركب.

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

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

$CoCl_2.6H_2O$

١- نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

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

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

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

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

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

الكتلة المولية لـ $CoCl_2.6H_2O$ =

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

$= 237.929\ g/mol$

$6H_2O$

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

$= 108.09\ g/mol$

٣- نحسب النسبة المئوية للماء في المركب.

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

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

الترتيب التصاعدي للأملاح حسب زيادة نسبة الماء فيها:

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

٨٢. يصبح المركب المائي زهريا في الهواء الرطب.

مختبر الكيمياء

ص ١٨٩

حلل واستنتج

١. انظر حل المسألة ٧٨ في التقويم ٥- ٥.

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

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.

٤.

بعض مصادر الخطأ المحتملة:

١- عدم الدقة في قياس الكتل المطلوبة.

٢- عدم جودة الأدوات المستخدمة.

٣- انخفاض درجة الحرارة عن تلك المطلوبة لتبخير الماء من الملح المائي.

٤- عدم تسخين الملح المائي لوقت كاف لتبخير الماء.

٥- ترك الملح يبرد بعد تجفيفه في الهواء الرطب.

خطوات العمل التي من الممكن تعديلها للتقليل من الخطأ:

١- الدقة في قياس الكتل المطلوبة.

٢- التأكد من نظافة وجودة الأدوات المستخدمة.

٣- تسخين كبريتات الماغنيسوم فترة كافية ـ ١٠ دقائق-.

٣- ترك الجفنة تبرد بعد التسخين في المجفف حتى لا تمتص كبريتات الماغنيسيوم الماء مرة أخرى من الهواء الجوي.

٥. يمتص الماء من الهواء، ويتحول إلى الملح المائي.

التوسع في الاستقصاء

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.

الفصل ٥: التقويم

ص ١٩٢

٥ ـ ١
إتقان المفاهيم

٨٣. 6.02×10^{23}

٨٤. 6.02×10^{23} ذرة/مول.

٨٥. يستعمل الكيميائيون المول لعد الذرات، والجزيئات، والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية.

إتقان حل المسائل

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

a. عدد ذرات الـ Ag في 0.25 mol منه = عدد المولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

$$= 0.25\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$$

$$= ١,٥٠٥ \times ١٠^{٢٣}\ \text{ذرة}.$$

b. عدد وحدات صيغ NaCl في 8.56×10^{-3} mol منه =

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

$$= 8.56 \times 10^{-3}\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}{1\ \text{mol}}$$

$$= ٥,١٥ \times ١٠^{٢١}\ \text{وحدة صيغة}.$$

c. عدد جزيئات CO_2 في 35.3 mol منه = عددالمولات $\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$$= 35.3\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$$

$$= 2.125 \times 10^{25}\ \text{جزيء}.$$

d. عدد جزيئات N_2 في 0.425 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}} \times 0.425\ \text{mol} =$$

$$2.5585 \times 10^{23}\ \text{جزيء.} =$$

٨٨.

a. عدد جزيئات CS_2 في 1.35 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}} \times 1.35\ \text{mol} =$$

$$8.127 \times 10^{23}\ \text{جزيء.} =$$

b. عدد جزيئات As_2O_3 في 0.254 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}} \times 0.254\ \text{mol} =$$

$$1.529 \times 10^{23}\ \text{جزيء.} =$$

c. عدد جزيئات H_2O في 1.25 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}} \times 1.25\ \text{mol} =$$

$$7.525 \times 10^{23}\ \text{جزيء.} =$$

d. عدد جزيئات HCl في 150.0 mol منه = عددالمولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

$$\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}} \times 150.0\ \text{mol} =$$

$$9.03 \times 10^{25}\ \text{جزيء.} =$$

٨٩.

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

عدد مولات الرصاص = ١٠^{٢٠} × ٣,٢٥ ذرة × $\frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

$$539.867 \times 10^{-6}\ \text{mol} =$$

b. عدد المولات = عدد الجزيئات × $\frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$

عدد مولات الجلوكوز = ١٠^{٢٤} × ٤,٩٦ جزيء × $\frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$

$$8.239\ \text{mol} =$$

٩٠.

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

= ١,٥١ × ١٠^١٥ ذرة × $\frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$

= $2.508 \times 10^{-9}\ mol$

b. عدد الجزيئات = عدد المولات × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$

= $4.25 \times 10^{-2}\ mol$ × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$

= 2.5585×10^{22} جزيء.

c. عدد المولات = عدد الجزيئات × $\frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$

= ٨,٩٥ × ١٠^٢٥ جزيء × $\frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}$

= $148.671\ mol$

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

= $5.90\ mpl$ × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$

= ٣,٥٥١٨ × ١٠^٢٤ ذرة.

٩١.

عدد الثواني اللازمة لعد مول من الذرات = $\frac{\text{عدد أفوجادرو}}{2}$

= $\frac{6.02 \times 10^{23}}{2}$

= 3.01×10^{23} ثانية.

١ سنة شمسية = ٣٦٥,٢٥ يوم × $\frac{24\ \text{ساعة}}{1\ \text{يوم}}$ × $\frac{60\ \text{دقيقة}}{1\ \text{ساعة}}$ × $\frac{60\ \text{ثانية}}{1\ \text{دقيقة}}$

= ٣٦٥,٢٥ × ٢٤ × ٦٠ × ٦٠

= ٣١,٥٥٧٦ × ١٠^٦ ثانية.

عدد السنوات اللازمة لعد مول من الذرات = $\frac{3.01 \times 10^{23}}{31.5576 \times 10^{6}}$

= ٩,٥ × ١٠^١٥ سنة.

٢ ـ ٥
إتقان المفاهيم

٩٢.

الكتلة الذرية: كتلة ذرة واحدة، معبرًا عنها بوحدة (وحدة كتل ذرية amu).

الكتلة المولية: هي الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية.

٩٣. كلاهما يحتوي على نفس العدد من الذرات؛ لأن المول الواحد من أي مادة يحتوي على عدد أفوجادرو ـ $٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$ ـ من الجسيمات.

٩٤.

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.

٩٥.

نحول أولاً عدد الذرات إلى مولات باستخدام العلاقة: عدد المولات = عدد الذرات $\times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$، ثم نحول عدد المولات إلى كتلة باستخدام العلاقة: الكتلة (g) = عدد المولات (mol) $\times \frac{\text{الكتلة المولية(g)}}{1\ \text{mol}}$.

٩٦.

المول الواحد من أي مادة يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات ـ $٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$ 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

٩٧.

a.

المعطيات: عدد مولات الـ He = 5.22 mol.

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ He = 4.003 g/mol

كتلة الـ He = 4.003 g/mol × 5.22 mol

= 20.9 g

b.

المعطيات: عدد مولات الـ Ti = 2.22 mol

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Ti = 47.867 g/mol

كتلة الـ Ti = 47.867 g/mol × 2.22 mol

= 106.26 g

c.

المعطيات: عدد مولات الـ Ni = 0.0455 mol

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Ni = 58.693 g/mol

كتلة الـ Ni = 58.693 × 0.0455

= 2.67 g

٩٨.

a.

المعطيات: عدد مولات الـ Li = 3.5 mol

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ 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 لـ Co = 58.933 g/mol

عدد مولات الـ Co = ٧,٦٥g × $\frac{1\text{mol}}{58.933\text{g}}$

= 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 لـ Kr = 83.798 g/mol

عدد مولات الـ Kr = 5.65g × $\frac{1\text{mol}}{83.798\text{g}}$

= 0.067 mol

.٩٩

.a

المعطيات: عدد مولات Sb = 1.33×10^{22} mol

المطلوب: الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Sb = 121.760 g/mol

كتلة الـ Sb = (1.33×10^{22})mol × 121.760g/mol

$= 1.62 \times 10^{24}$ g

.b

المعطيات: عدد مولات Pt = 4.75×10^{14} mol

المطلوب: الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Pt = 195.078 g/mol

كتلة الـ Pt = 4.75×10^{14}mol × 195.078g/mol

$= 9.27 \times 10^{16}$ g

.c

المعطيات: عدد مولات Ag = 1.22×10^{23} mol

المطلوب: الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Ag = 107.868 g/mol

كتلة الـ Ag = (1.22×10^{23})mol × 107.868g/mol

$= 1.32 \times 10^{25}$ g

.d

المعطيات: عدد مولات Cr = 9.85×10^{24} mol

المطلوب: الكتلة (g).

الحل:

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

الكتلة المولية للـ Cr = 51.996 g/mol

كتلة الـ Cr = 9.85×10^{24} mol × 51.996 g/mol

$= 5.12 \times 10^{26}$ g

ص ١٩٣

١٠٠.

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

١.

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

الكتلة المولية لـ Mg = 24.305 g/mol

كتلة الـ Mg = 24.305g/mol × 3.65g

= 88.7 g

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

$$\text{عدد ذرات Mg} = 3.65\ \text{mol} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$$

= ٢,١٩٧٣ × ١٠^{٢٤} ذرة

٢.

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

الكتلة المولية لـ Cr = 51.996 g/mol

$$\text{عدد المولات} = 29.54\text{g} \times \frac{1\text{mol}}{51.996\text{g}}$$

= 0.568 mol

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

$$\text{عدد ذرات Cr} = 0.568\ \text{mol} \times \frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}$$

= 3.42 × ١٠^{٢٣} ذرة

٣.

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

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

الكتلة المولية لـ As = 74.922 g/ mol

كتلة As = 0.568mol × 74.922g/mol

= 42.56 g

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

عدد ذرات As = 0.568 mol × $\frac{6.02\times10^{23}\ ذرة}{1\ mol}$

= ٣.٤٢ × ١٠^{٢٣} ذرة.

١٠١.

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 × $\frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ ذرة}$

عدد مولات H = ٨,٦٥ × ١٠^{٢٥} ذرة × $\frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ ذرة}$

= 143.69 mol

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

الكتلة المولية لـ H = 1.008 g/mol

كتلة الـ H = 1.008 × 143.69

$144.84\ g =$

b.

المعطيات: عدد ذرات $O = 1.25 \times ١٠^{٢٢}$ ذرة.

المطلوب: الكتلة (g).

الحل: نحول عدد الذرات إلى مولات أولاً، ثم نحول عدد المولات إلى كتلة.

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

$$\text{عدد مولات } O = 1.25 \times ١٠^{٢٢} \times \frac{1}{6.02\times10^{23}}$$

$$= 20.764 \times 10^{-3}\ mol$$

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } O = 15.999\ g/mol$$

$$\text{كتلة الـ } O = 20.764 \times 10^{-3} \times 15.999$$

$$= 0.332\ g$$

١٠٢.

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:

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } Zn = 65.409\ g/mol$$

$$\text{عدد ذرات } Zn = 0.034\ g \times \frac{1}{65.409\frac{g}{mol}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol}$$

$$= ٣,١٢٩ \times ١٠^{٢٠}\ \text{ذرة}.$$

b.

المعطيات: كتلة $Mg = 0.124\ g$

المطلوب: عدد الذرات.

الحل:

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

الكتلة المولية لـ $Mg = 24.305\ g/mol$

$$\text{عدد ذرات } Mg = 0.124 \times \frac{1}{24.305} \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$$

$$= ٣,٠٧١ \times ١٠^{٢١}\ \text{ذرة}.$$

١٠٣.

المعطيات:

عدد مولات الـ $Ar = 4.25\ mol$.

عدد ذرات الـ $Ne = 3.00 \times 10^{24}$ ذرة.

كتلة الـ $Kr = 66.96\ g$

عدد ذرات الـ $Xe = 2.69 \times 10^{24}$ ذرة.

المطلوب: ترتيب المواد تصاعديًا بحسب عدد المولات.

الحل:

Ne

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

$$\text{عدد مولات } Ne = 3.00 \times 10^{24} \times \frac{1}{6.02\times10^{23}}$$

$$= 4.983\ mol$$

Kr

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

الكتلة المولية لـ $Kr = 83.798\ g/mol$

$$\text{عدد مولات } Kr = 65.96\ g \times \frac{1mol}{83.798\ g}$$

$$= 0.787\ mol$$

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.

١٠٤.

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.

١٠٥.

المعطيات:

عدد مولات الـ C = 10.0 mol

عدد مولات الـ Ca = 10.0 mol

المطلوب: أيهما يحوي عدد ذرات أكبر؟

الحل:

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

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 × ١٠^{٢٣} – من الجسيمات، و 10 mol من أي مادة يحتوي على $10 \times 6.02 \times 10^{23}$ من الجسيمات.

١٠٦.

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.

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

عدد ذرات الـ Fe = 0.250 mol × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$ = ١,٥٠٥ × ١٠^{٢٣} ذرة.

عدد ذرات الـ C = 1.20 mol × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$ = ٧,٢٢٤ × ١٠^{٢٣} ذرة.

عدد الذرات الكلي = ١,٥٠٥ × ١٠^{٢٣}ذرة + ٧,٢٢٤ × ١٠^{٢٣} ذرة

= ٨,٧٢٩ × ١٠^{٢٣} ذرة.

٣ـ ٥
إتقان المفاهيم

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.

١٠٨. 3 mol من الصوديوم Na، و1 mol من الفوسفور P، و4 mol من الأكسجين O.

١٠٩. 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: $\frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{\text{1 mol}}$.

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: $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{\text{1 mol}}$.

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

١١٢.

a. عدد مولات O في $2.5\ \text{mol}\ KMnO_4$ = $\frac{4\ \text{mol O}}{1\ \text{mol}\ KMnO_4} \times 2.5\ \text{mol}\ KMnO_4$

$= 10\ \text{mol}$

b. عدد مولات O في $45.9\ \text{mol}\ CO_2$ = $\frac{2\ \text{mol O}}{1\ \text{mol}\ CO_2} \times 45.9\ \text{mol}\ CO_2$

$= 91.8\ \text{mol}$

d. عدد مولات O في $1.25 \times 10^2\ \text{mol}\ CuSO_4.5H_2O$ = $\frac{9\ \text{mol O}}{1\ \text{mol}\ CuSO_4.5H_2O} \times 1.25 \times 10^2\ \text{mol}\ CuSO_4.5H_2O$

$= 1125\ \text{mol}$

١١٣.

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 × $\frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$.

عدد جزيئات CCl_4 = $3\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$

= ١,٨٠٦ × ١٠^٢٤ جزيء.

C

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

عدد مولات C في CCl_4 = $3\ \text{mol}\ CCl_4 \times \frac{1\ \text{mol C}}{1\ \text{mol}\ CCl_4}$.

3 mol =

عدد ذرات الـ C = $3\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

= ١,٨٠٦ × ١٠^٢٤ ذرة.

Cl

عدد مولات Cl في CCl_4 = $3\ \text{mol}\ CCl_4 \times \frac{4\ \text{mol Cl}}{1\ \text{mol}\ CCl_4}$.

12 mol =

عدد ذرات الـ Cl = $12\ \text{mol} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol}}$

= 7.224 × ١٠^٢٤ ذرة.

عدد الذرات الكلي =(١,٨٠٦ × ١٠^٢٤ ذرة) + (7.224 × ١٠^٢٤ ذرة)

= 9.03 ×١٠^٢٤ ذرة.

<u>١١٤.</u>

a. الكتلة المولية لـ HNO_3

الكتلة المولية للـ H في HNO_3 = $1\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}}$ = 1.008 g

الكتلة المولية للـ N في HNO_3 = $1\ \text{mol N} \times \frac{14.007\ \text{g N}}{1\ \text{mol N}}$ = 14.007 g

الكتلة المولية للـ O في HNO_3 = $3\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}}$ = 47.997 g

الكتلة المولية للـ HNO_3 = 1.008g + 14.007g + 47.997g

63.012 g/mol=

b. الكتلة المولية لـ ZnO

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

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

$$\text{الكتلة المولية للـ ZnO} = 65.409\text{g} + 15.999\text{g} = 81.408\ \text{g/mol}$$

١١٥.

المعطيات: كتلة $CH_3OH = 100\ \text{g}$.

المطلوب: عدد المولات.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ CH_3OH

$$\text{الكتلة المولية للـ C في } CH_3OH = 1\ \text{mol C} \times \frac{12.011\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 12.011\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ O في } CH_3OH = 1\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 15.999\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ H في } CH_3OH = 4\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 4.032\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ } CH_3OH = 4.032\ \text{g} + 15.999\text{g} + 12.011\text{g}$$

$$= 32.042\ \text{g/mol}$$

$$\text{عدد مولات الـ C} = ١٠٠\text{g} \times \frac{1\text{mol}}{32.042\text{g}}.$$

$$= 3.121\ \text{mol}$$

١١٦.

المعطيات: عدد مولات $Ca(OH)_2 = 1.25 \times 10^2\ \text{mol}$

المطلوب: الكتلة.

الحل:

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

الكتلة المولية للـ $Ca(OH)_2$

$$\text{الكتلة المولية للـ Ca في } Ca(OH)_2 = 1\ \text{mol Ca} \times \frac{40.078\ \text{g Ca}}{1\ \text{mol Ca}} = 40.078\text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ O في } Ca(OH)_2 = 2\ \text{mol O} \times \frac{15.999\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 31.998\ \text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية للـ H في } Ca(OH)_2 = 2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g}$$

الكتلة المولية لـ $Ca(OH)_2 = 40.078g + 31.998g + 2.016g$

$= 74.092\ g/mol$

كتلة $Ca(OH)_2 = (1.25 \times 10^2 mol) \times 74.092\ g/mol$

$= 9.2615 \times 10^3\ g$

١١٧.

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:

$$\text{الكتلة (g)} = \text{عدد الجزيئات} \times \frac{1\ mol}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}} \times \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1\ mol}$$

الكتلة المولية لـ HF

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

الكتلة المولية لـ F في $HF = 1\ mol\ F \times \frac{18.998\ g\ F}{1\ mol\ F} = 18.998\ g$

الكتلة المولية لـ $HF = 1.008g + 18.998g$

$= 20.006\ g/mol$

كتلة $HF = ٤,٩٥ \times ١٠^{٢٥}$ جزيء $\times \frac{1\ mol}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}} \times 20.006\ g/mol$

$= 1.645 \times 10^3\ g$

١١٨.

المعطيات: كتلة $C_2H_5OH = 47.0\ g$

المطلوب: عدد الجزيئات.

الحل: يمكن تحويل الكتلة إلى مولات أولاً، ثم تحويل عدد المولات إلى عدد جزيئات. أو دمج الخطوتين معًا كما يلي:

$$\text{عدد الذرات} = \text{الكتلة (g)} \times \frac{1\ mol}{\text{الكتلة المولية (g)}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$$

الكتلة المولية لـ C_2H_5OH

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

عدد جزيئات C_2H_5OH = 47.0g $\times \frac{1}{46.069 \frac{g}{mol}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}}{1 \text{ mol}}$

= ٦,١٤٢ × ١٠^{٢٣} جزيء.

١١٩.

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

الكتلة المولية للماجنتيت Fe_3O_4

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

الكتلة المولية لـ O في Fe_3O_4 = 4 mol O $\times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$ = 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 $\times \frac{3 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol } Fe_3O_4}$.

= 1295.7 mol.

ص ١٩٤

١٢٠.

كتلة الخل CH_3COOH في محلول الخل = النسبة المئوية للخل في المحلول × كتلة المحلول

$\frac{5}{100} \times 25.0 \text{ g}$ =

= 1.25 g

يمكن تحويل الكتلة إلى مولات أولاً، ثم تحويل عدد المولات إلى عدد جزيئات. أو دمج الخطوتين معًا كما يلي:

عدد الذرات = الكتلة (g) $\times \frac{1 \text{ mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}}{1 \text{ mol}}$.

الكتلة المولية لـ CH_3COOH

الكتلة المولية للـ C في $CH_3COOH = 2\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 24.022\ g$

الكتلة المولية للـ H في $CH_3COOH = 4\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 4.032\ g$

الكتلة المولية للـ O في $CH_3COOH = 2\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 31.998\ g$

الكتلة المولية لـ $CH_3COOH = 24.022g + 4.032g + 31.998g$

$= 60.052\ g/mol$

عدد جزيئات $CH_3COOH = 1.25g \times \frac{1mol}{60.052g} \times \frac{2310 \times 6.02 \text{جزيء}}{1mol}$

$= 1.253 \times ١٠^{٢٢}$ جزيء.

١٢١.

المعطيات: كتلة $CO_2 = 25.0\ g$.

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

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 $\times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ذرة}}{1\ mol}$.

عدد ذرات الـ $O = 1.136\ mol \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ذرة}}{1\ mol}$

$= ٦,٨٤ \times ١٠^{٢٣}$ ذرة.

٤ ـ ٥
إتقان المفاهيم

١٢٢. التركيب النسبي المئوي: هو النسب المئوية بالكتلة لكل العناصر في المركب.

١٢٣. التركيب النسبي المئوي للمركب، والكتلة المولية لكل عنصر فيه.

١٢٤. التركيب النسبي المئوي، والكتلة المولية للمركب، والكتلة المولية لكل عنصر فيه.

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.

١٢٦. عندما تتساوى أعداد ذرات كل عنصر في الصيغة الأولية مع أعداد ذرات كل عنصر في الجزيء في الصيغة الجزيئية.

١٢٧. نعم، لأن نسبة كتل كل عنصر في المركب ثابته في كل عينة نقية.

إتقان حل المسائل

١٢٨.

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

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 FeS_2 $= 1\ \text{mol Fe} \times \frac{55.845\ \text{g Fe}}{1\ \text{mol Fe}} = 55.845\ \text{g}$

الكتلة المولية للـ S في FeS_2 $= 2\ \text{mol S} \times \frac{32.065\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 64.13\ \text{g}$

الكتلة المولية لـ FeS_2 $= 55.845\text{g} + 64.13\text{g}$

$$119.975\ g/mol =$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد في المركب.

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

$$Fe\% = \frac{55.845}{119.975} \times 100 = 46.55\ \%$$

الهيماتيت Fe_2O_3

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

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

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

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

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

$$159.687\ g/mol =$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد في المركب.

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

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

السيديرايت $FeCO_3$

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

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

$$\text{الكتلة المولية للـ Fe في } FeCO_3 = 1\ mol\ Fe \times \frac{55.845\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 55.845\ g$$

$$\text{الكتلة المولية للـ C في } FeCO_3 = 1\ mol\ C \times \frac{12.011\ g\ C}{1\ mol\ C} = 12.011\ g$$

$$\text{الكتلة المولية للـ O في } FeCO_3 = 3\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 47.997\ g$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } FeCO_3 = 55.845g + 12.011g + 47.997g$$

$$115.853\ g/mol =$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد في المركب.

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

$$Fe\% = \frac{55.845}{115.853} \times 100 = 48.20\ \%$$

الهيماتيت Fe_2O_3 يحتوي على أعلى نسبة من الحديد.

١٢٩.

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.

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

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

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

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

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

٣ـ نحسب التركيب النسبي المئوي لكل عنصر في المركب.

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

$$C\% = \frac{144.132}{342.297} \times 100 = 42.11\ \%$$

$$H\% = \frac{22.176}{342.297} \times 100 = 6.48\ \%$$

$$C\% = \frac{175.989}{342.297} \times 100 = 51.41\ \%$$

b. Fe_3O_4

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

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

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

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

$$\text{الكتلة المولية لـ } Fe_3O_4 = 167.535\text{g} + 63.996\text{g}$$

$$= 231.531\ \text{g/mol}$$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للحديد والأكسجين في المركب.

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

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

$$O\% = \frac{63.996}{231.531} \times 100 = 27.64\ \%$$

١٣٠. نقسم الصيغة الجزيئية على أكبر عدد يؤدي إلى أبسط نسب صحيحة بين مولات العناصر المكونة للمركب.

$$\text{الصيغة الأولية} = \frac{\text{الصيغة الجزيئية}}{\text{ن}}$$

a. ن = ٢

$$\text{الصيغة الأولية للإيثيلين} = \frac{C_2H_4}{2} = CH_2.$$

b. ن = ٢

$$\text{الصيغة لحمض الأسكوربيك} = \frac{C_6H_8O_6}{2} = C_3H_4O_3.$$

c. ن = ٢

$$\text{الصيغة الأولية للنفثالين} = \frac{C_{10}H_8}{2} = C_5H_4.$$

١٣١.

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: $Ni(CN)_2$.

٥ـ٥

إتقان المفاهيم

١٣٢.

الملح المائي: مادة أيونية صلبة يرتبط بذراتها عدد محدد من جزيئات الماء.

مثال: $CaCl_2.2H_2O$.

١٣٣. نكتب أولاً اسم المركب، ثم مقطع (أحادي، ثنائي، ثلاثي، ...) الماء، حسب عدد جزيئات الماء المرتبطة بالمركب.

١٣٤. تقوم المجففات بامتصاص الماء من الهواء، ويصنع جوًا جافًا مناسبًا لحفظ الأجهزة الالكترونية.

١٣٥.

a. $NiCl_2.6H_2O$

b. $MgCO_3.5H_2O$

إتقان حل المسائل

١٣٦.

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 – كتلة الملح المائي + الجفنة = كتلة الملح المائي

كتلة الملح المائي = 31.35 g – 21.30g = 10.05 g

كتلة الملح اللامائي =

كتلة البوتقة فارغة – 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.

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات } BaCl_2 \text{ في المركب}}$$

١ـ 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 $BaCl_2$ $= 8.57g \times \frac{1mol}{208.233\ g}$

$= 0.041\ mol$

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 $= 2.016g + 15.999g$

$= 18.015\ g/mol$

كتلة الماء = كتلة الملح المائي – كتلة الملح اللامائي

$= 10.05g – 8.57g$

$= 1.48g$

عدد مولات H_2O $= 1.48\ mol \times \frac{1mol}{18.015\ g}$

$= 0.082\ mol$

٣ـ حساب x.

$$x = \frac{0.082mol}{0.041mol}$$

$$= 2$$

صيغة الملح المائي هي: $BaCl_2.2H_2O$

اسم الملح المائي: كلوريد الباريوم ثنائي الماء.

١٣٧.

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 $Cr(NO_3)_3$.

١ـ حساب عدد مولات $Cr(NO_3)_3$

الكتلة المولية لـ $Cr(NO_3)_3$

الكتلة المولية للـ Cr في $Cr(NO_3)_3$ $= 1mol\ Cr \times \frac{51.996\ g\ Cr}{1\ mol\ Cr} = 51.996g$

الكتلة المولية للـ N في $Cr(NO_3)_3$ $= 3mol\ N \times \frac{14.007\ g\ N}{1\ mol\ N} = 42.021\ g$

الكتلة المولية للـ O في $Cr(NO_3)_3$ $= 9mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 143.991\ g$

الكتلة المولية لـ $Cr(NO_3)_3$ $= 51.996g + 42.021g + 143.991g$

$= 238.008\ g/mol$

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

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 $= 40.50g \times \frac{1mol}{18.015\ g}$

$$2.25\ mol =$$

٣- 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.

١٣٨.

المعطيات: $MgCO_3.5H_2O$

المطلوب: التركيب النسبي المئوي، وتمثيل التركيب النسبي برسم بياني دائري.

الحل:

١- نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

٢- 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.

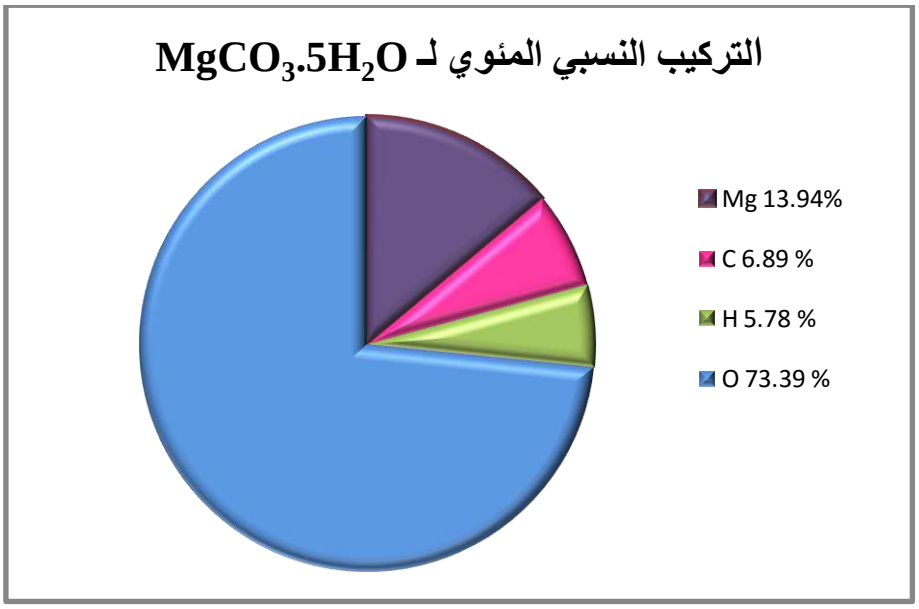
النسبة المئوية بالكتلة = $\frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times ١٠٠$

$$Mg\% = \frac{24.305g}{174.388g} \times 100 = 13.94\ \%$$

$$C\% = \frac{12.011g}{174.388g} \times 100 = 6.89\ \%$$

$$H\% = \frac{10.08g}{174.388g} \times 100 = 5.78\ \%$$

$$O\% = \frac{127.992g}{174.388g} \times 100 = 73.39\ \%$$



١٣٩.

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.

$$x = \frac{\text{عدد مولات } H_2O \text{ في المركب}}{\text{عدد مولات } Cr(NO_3)_3 \text{ في المركب}}$$

١ ـ حساب عدد مولات MgI_2

الكتلة المولية لـ MgI_2

$$\text{الكتلة المولية للـ Mg في } MgI_2 = 1mol\ Mg \times \frac{24.305\ g\ Mg}{1\ mol\ Mg} = 24.305\ g$$

$$\text{الكتلة المولية للـ N في } MgI_2 = 2mol\ I \times \frac{126.904\ g\ I}{1\ mol\ I} = 253.808\ g$$

$$\text{الكتلة المولية لـ } MgI_2 = 24.305g + 253.808g$$

$$= 278.113\ g/mol$$

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

عدد مولات MgI_2 $= 1.072g \times \frac{1mol}{278.113g}$

$= 0.004\ mol$

٢ـ حساب عدد مولات H_2O

الكتلة المولية لـ H_2O

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

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

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

$= 18.015\ g/mol$

كتلة الماء = كتلة الملح المائي – كتلة الملح اللامائي

$= 1.628g - 1.072g$

$= 0.556g$

عدد مولات H_2O $= 0.556g \times \frac{1mol}{18.015g}$

$= 0.031\ mol$

٣ـ حساب x.

$x = \frac{0.031mol}{0.004mol}$

≈ 8

صيغة الملح المائي هي: $MgI_2.8H_2O$

اسم الملح المائي: يوديد الماغنيسيوم ثماني الماء.

ص ١٩٥

مراجعة عامة

١٤٠. نحسب الكتلة المولية، لمعرفة هوية العنصر.

الكتلة المولية = كتلة الذرة الواحدة × عدد أفوجادرو.

$= 6.66 \times 10^{-23} \times 6.02 \times 10^{23}$

$= 40.0932\ g/mol$

العنصر هو الكالسيوم Ca.

١٤١.

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 =

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

١ـ 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

٢ـ 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=

٣ـ 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 $= (CH_2) \times 3 = C_3H_6$

١٤٢.

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

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

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

$= 159.687 \text{ g/mol}$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للأكسجين في المركب.

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

$$O\% = \frac{47.997 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{159.687 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times 100 = ٣٠,٠٦ \%$$

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 $= 3mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 47.997\ g$

الكتلة المولية لـ Al_2O_3 $= 53.964g + 47.997g$

$= 101.961\ g/mol$

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 $= 1mol\ Ti \times \frac{47.867\ g\ Ti}{1\ mol\ Ti} = 47.867\ g$

الكتلة المولية للـ O في TiO_2 $= 2mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 31.998\ g$

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

١٤٣. تنتج كمية أكبر من النحاس من الخام الذي يحتوي على نسبة أعلى منه.

جالكوبيريت $CuFeS_2$

١ـ نفرض أن لدينا مول واحد من المركب.

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

الكتلة المولية للـ Cu في $CuFeS_2$ $= 1mol\ Cu \times \frac{63.546\ g\ Cu}{1\ mol\ Cu} = 63.546\ g$

الكتلة المولية للـ Fe في $CuFeS_2$ $= 1mol\ Fe \times \frac{55.845\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 55.845\ g$

الكتلة المولية للـ S في $CuFeS_2$ $= 2mol\ S \times \frac{32.065\ g\ O}{1\ mol\ O} = 64.13\ g$

الكتلة المولية لـ $CuFeS_2$ $= 63.546g + 55.845g + 64.13g$

$= 183.521\ g/mol$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للنحاس في المركب.

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.

الكتلة المولية للـ Cu في Cu_2S $= 2\ mol\ Cu \times \frac{63.546\ g\ Cu}{1\ mol\ Cu} = 127.092\ g$

الكتلة المولية للـ S في Cu_2S $= 1\ mol\ S \times \frac{32.065\ g\ O}{1\ mol\ O} = 32.065\ g$

الكتلة المولية لـ Cu_2S $= 127.092g + 32.065g$

$= 159.157\ g/mol$

٣ـ نحسب النسبة المئوية للنحاس في المركب.

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.

١٤٤.

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

١٤٥.

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 و Y.

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.

الكتلة المولية لـ $XY = x + y$

الكتلة المولية لـ $XY = 71.84\ g/mol$

بمساواة الطرفين نحصل على المعادلة:

$$x + y = 71.84\ g/mol \quad (1)$$

من المعادلة (١): $x = 71.84\ g/mol - y$ (2)

الكتلة المولية لـ X_2Y_3 = 159.68 g/mol

الكتلة المولية لـ X_2Y_3 = 2x + 3y

بمساواة الطرفين نحصل على المعادلة:

$$2x + 3y = 159.68 \text{ g/mol} \quad (3)$$

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

١٤٦.

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

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 × 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 × 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 للـ $O_2 = 2 \times 15.999 \text{ g/mol}$

$= 31.998 \text{ g/mol}$

كتلة الـ $O_2 = 31.998 \times 1.93 \times 10^7$

$= 6.2 \times 10^8 \text{ g}$

$= 6.2 \times 10^5 \text{ Kg}$

CH_3NHNH_2

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

كتلة $CH_3NHNH_2 = 4.909 \times 10^3 \text{ Kg}$

$= 4.909 \times 10^6 \text{ g}$

الكتلة المولية لـ CH_3NHNH_2

الكتلة المولية للـ C في $CH_3NHNH_2 = 1\text{mol C} \times \frac{12.011 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 12.011\text{g}$

الكتلة المولية للـ H في $CH_3NHNH_2 = 6\text{mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 6.048\text{g}$

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 $= 4.909 \times 10^6\ mol \times \frac{1mol}{46.073g}$

$= 1.07 \times 10^5\ mol$

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

عدد جزيئات الـ CH_3NHNH_2 $= 1.07 \times 10^5\ mol \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$

$= ٦,٤ \times ١٠^{٢٨}$ جزيء.

N_2O_4

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

الكتلة المولية لـ N_2O_4

الكتلة المولية للـ N في N_2O_4 $= 2\ mol\ N \times \frac{14.007\ g\ N}{1\ mol\ N} = 28.014\ g$

الكتلة المولية للـ O في N_2O_4 $= 4\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 63.996\ g$

الكتلة المولية لـ N_2O_4 $= 63.996g + 28.014g = 92.01\ g/mol$

كتلة N_2O_4 $= 92.01\ g/mol \times 8.64 \times 10^4\ mol$

$= 7.95 \times 10^6\ g$

$= 7.95 \times 10^3\ Kg$

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

عدد جزيئات N_2O_4 $= 8.64 \times 10^4\ mol \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ mol}$

$= ٥,٢٠ \times ١٠^{٢٨}$ جزيء.

اختبار مقنن

ص ١٩٦

أسئلة الاختيار من متعدد

١. b

٢. d

٣. c

٤. 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 = 12.011g + 2.016g + 15.999g

= 30.026 g/mol

كتلة CH_2O = 2.00 mol × 30.026 g/mol = 60.052 g/mol

٥. a

٦. 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 = $4.96\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{1.008\ \text{g}} = 4.92\ \text{mol H}$

عدد مولات الـ C = $19.68\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol}}{12.011\ \text{g}} = 1.64\ \text{mol C}$

عدد مولات الـ N = $22.95\ g \times \frac{1\ mol}{14.007\ g} = 1.64\ mol\ N$

عدد مولات الـ O = $52.42\ g \times \frac{1\ mol}{15.999\ g} = 3.28\ mol\ O$

٣- 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)

$\frac{4.92\ mol\ H}{1.64} = 3\ mol\ H$

$\frac{1.64\ mol\ C}{1.64} = 1\ mol\ C$

$\frac{1.64\ mol\ N}{1.64} = 1\ mol\ N$

$\frac{3.28\ mol\ O}{1.64} = 2\ mol\ O$

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي: (3H):(1C):(1N):(2O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي: CH_3NO_2.

٧. d

٨. b

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

كتلة $C_6H_{12}O_6$ = ١ جزيء $\times \frac{1}{6.02\times10^{23}\ جزيء} \times 180\ g/mol$

$= 2.99 \times 10^{-22}\ g$

٩. a

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 $Zn(NO_3)_2 = 0.100\ mol\ Zn(NO_3)_2$

$\times \frac{6\ mol\ O}{1\ mol\ Zn(NO_3)_2}$.

$= 0.6\ mol$

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

عدد ذرات الـ O = $0.6\ mol \times \frac{6.02\times10^{23}\ ذرة}{1\ mol}$.

$= 3,612 \times 10^{23}$ ذرة.

١٠. a

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

عدد مولات NaOH $= 20.0g \times \frac{1mol}{40.0\ g}$

$= 0.5\ mol$

ص ١٩٧

١١. d

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

عدد ذرات Ge $= 116.14\ g \times \frac{1mol}{72.64g} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ mol} = 9.63 \times 10^{23}$ ذرة.

١٢. c

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 $\times \frac{1\ mol}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}} \times 279.415\ g/mol$

$= 4.64 \times 10^{-22}\ g$

١٣. d

الكتلة المولية لـ $Ca_5(PO_4)_3F$

الكتلة المولية للـ Ca في $Ca_5(PO_4)_3F = 5mol\ Ca \times \frac{40.078\ g\ Ca}{1\ mol\ Ca} = 200.39\ g$

الكتلة المولية للـ P في $Ca_5(PO_4)_3F = 3mol\ P \times \frac{30.974\ g\ P}{1\ mol\ P} = 92.922\ g$

الكتلة المولية للـ O في $Ca_5(PO_4)_3F = 12\ mol\ O \times \frac{15.999\ g\ O}{1\ mol\ O} = 191.988\ g$

الكتلة المولية للـ F في $Ca_5(PO_4)_3F = 1mol\ F \times \frac{18.998\ g\ F}{1\ mol\ F} = 18.998\ g$

الكتلة المولية لـ $Ca_5(PO_4)_3F$ =

$200.39g + 92.922g + 191.988g + 18.998g$

$= 504.298\ g/mol$

أسئلة الإجابات القصيرة

١٤.

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

١٥.

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.

$KCl_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow NR$

$KCl_{(aq)} + Pb_{(s)} \rightarrow NR$

$KCl_{(aq)} + Li_{(s)} \rightarrow LiCl_{(aq)} + K_{(s)}$

$AlCl_{3(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow NR$

$AlCl_{3(aq)} + Pb_{(s)} \rightarrow NR$

$AlCl_{3(aq)} + 3Li_{(s)} \rightarrow 3LiCl_{(aq)} + Al_{(s)}$

$FeCl_{3(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + Fe_{(s)}$

$FeCl_{3(aq)} + Pb_{(s)} \rightarrow NR$

$FeCl_{3(aq)} + 3Li_{(s)} \rightarrow 3LiCl_{(aq)} + Fe_{(s)}$

$CuCl_{2(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + Cu_{(s)}$

$CuCl_{2(aq)} + Pb_{(s)} \rightarrow PbCl_{2(aq)} + Cu_{(s)}$

$CuCl_{2(aq)} + 3Li_{(s)} \rightarrow 3LiCl_{(aq)} + Cu_{(s)}$

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.