

## Soluciones

1.- a)  $2 \text{ moles } \cancel{\text{SO}_2} \times \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de } \text{SO}_2}{1 \text{ mol } \cancel{\text{SO}_2}} = 1,20 \cdot 10^{24} \text{ moléculas.}$

b)  $P \cdot V = n R T$ ;  $1 \text{ atm} \cdot V = 2 \text{ moles} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273 \text{ K}$   
 $V = 44,8 \text{ l}$

c) Cada molécula de  $\text{SO}_2$  contiene tres átomos (2 de O y 1 de S)  
 $1,20 \cdot 10^{24} \cancel{\text{ moléculas } \text{SO}_2} \times \frac{3 \text{ átomos}}{1 \text{ molécula de } \text{SO}_2} = 3,6 \cdot 10^{24} \text{ átomos}$

2.-

Según la hipótesis de Avogadro, "Volumenes iguales de gases diferentes medidos en las mismas condiciones de P y T contienen igual número de moléculas".  
 Según eso, co existirá el mismo número de moléculas de oxígeno y nitrógeno.

Por lo tanto  $\Rightarrow$  Existe igual número de moles.

Como una molécula de  $\text{N}_2$  y otra de  $\text{O}_2$  contienen el mismo número de átomos, podemos concluir diciendo que posee igual número de átomos.

Sin embargo no pesan lo mismo por poseer masas moleculares distintas.

Hipótesis de Avogadro  $\rightarrow$  Igual N° de moléculas  $\rightarrow$  Igual N° de moles

3.- cloruro de calcio  $\Rightarrow \text{CaCl}_2$

a)  $5 \text{ moles } \cancel{\text{CaCl}_2} \times \frac{2 \text{ moles de } \text{Cl}}{1 \text{ mol de } \cancel{\text{CaCl}_2}} = 10 \text{ moles de } \text{Cl}$

b)  $5 \text{ moles } \cancel{\text{CaCl}_2} \times \frac{1 \text{ mol de } \text{Ca}}{1 \text{ mol de } \cancel{\text{CaCl}_2}} = 5 \text{ moles de } \text{Ca}$

c) ¿Átomos totales?

$5 \text{ moles de } \text{CaCl}_2 \times 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{moléculas } \text{CaCl}_2}{1 \text{ mol } \cancel{\text{CaCl}_2}} \times \frac{3 \text{ átomos}}{1 \text{ molécula } \cancel{\text{CaCl}_2}} =$   
 $= 9,033 \cdot 10^{24} \text{ átomos}$

4.-

a)  $40 \frac{\text{g de } \text{Ca}}{1 \text{ mol de } \text{Ca}} \times \frac{1 \text{ mol de } \text{Ca}}{6,023 \cdot 10^{23} \text{ átomos de } \text{Ca}} = 6,64 \cdot 10^{-23} \frac{\text{g de } \text{Ca}}{\text{átomo de } \text{Ca}}$

$$b) 0,5g \times \frac{1 \text{ mol}}{11g} \times \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ átomos}}{1 \text{ mol}} = 2,737 \cdot 10^{22} \text{ átomos}$$

$$c) M_{\text{Cl}_3\text{B}} = 3 \times 35,5 + 11 = 117,5 \text{ g/mol}$$

$$0,5g \times \frac{1 \text{ mol}}{117,5g} \times \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = 2,56 \cdot 10^{21} \text{ moléculas}$$

$$5: a) M_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 2 \times 56 + 3 \times 32 + 12 \times 16 = 400 \text{ g/mol}$$

$$10g \times \frac{1 \text{ mol}}{400g} = 0,025 \text{ moles}$$

b) Iones sulfato =  $\text{SO}_4^{2-}$  → Cada mol de  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  tiene tres moles de iones  $\text{SO}_4^{2-}$

$$0,025 \text{ moles} \times \frac{3 \text{ moles } \text{SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol}} = 0,075 \text{ moles de } \text{SO}_4^{2-}$$

c) 1 molécula  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  tiene 12 átomos de oxígeno.

$$0,025 \text{ moles} \times \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} \times \frac{12 \text{ átomos de O}}{1 \text{ molécula}} = 1,8 \cdot 10^{23} \text{ átomos de oxígeno.}$$

6: a) Falso. En condiciones normales ( $0^\circ\text{C}$  y 1 atm) el agua no se encuentra en estado gaseoso.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T ; 1 \text{ atm} \cdot V = 1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273 \text{ K} ; V = 22,4 \text{ l}$$

Vemos pues que es verdadero.

b) Verdadero, un mol de agua contiene  $6,023 \cdot 10^{23}$  moléculas de agua.

c) Falso, según la fórmula vemos que existen 2 átomos de hidrógeno por cada átomo de oxígeno.

$$7: a) M_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 4 \times 12 + 10 \times 1 = 58 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{58g} \times 12000g = 206,9 \text{ moles de } \text{C}_4\text{H}_{10}$$

b) Cada molécula de  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  tiene 4 átomos de C y 10 átomos de H

$$\frac{4 \text{ átomos de C}}{1 \text{ molécula } \text{C}_4\text{H}_{10}} \times \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ moléculas } \text{C}_4\text{H}_{10}}{1 \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_{10}} \cdot 206,9 \text{ moles } \text{C}_4\text{H}_{10} = 4,98 \cdot 10^{26} \text{ átomos de C}$$

$$\frac{10 \text{ átomos de H}}{1 \text{ molécula de } \text{C}_4\text{H}_{10}} \times \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ moléculas } \text{C}_4\text{H}_{10}}{1 \text{ mol de } \text{C}_4\text{H}_{10}} \cdot 206,9 \text{ moles } \text{C}_4\text{H}_{10} = 1,25 \cdot 10^{27} \text{ átomos de H}$$

8: a) Masa de óxido formada =  $3,068 + 2,018 = 5,086 \text{ g}$

b)  $\frac{2,018 \text{ g de O}}{5,086 \text{ g óxido}} \times 423,5 \text{ g de óxido} = 168 \text{ g de oxígeno.}$

$\frac{3,068 \text{ g de Mg}}{5,086 \text{ g óxido}} \times 423,5 \text{ g de óxido} = 255,5 \text{ g de magnesio.}$

Esta última cantidad también se podía haber calculado restando la cantidad de oxígeno, 168 g, a la de óxido, 423,5 g.

9:  $\frac{2,116 \text{ g HgO}}{100\%} = \frac{2,006 \text{ g de Hg}}{X\%}$  ;  $X = 94,8\%$  de Hg

$\frac{2,116 \text{ g HgO}}{100\%} = \frac{(2,116 - 2,006) \text{ g de O}}{X\%}$  ;  $X = 5,2\%$  de O

10: La masa atómica del oxígeno será la media ponderal.

Mat. oxígeno =  $\frac{16 \cdot 99,757 + 17 \cdot 0,039 + 18 \cdot 0,204}{99,757 + 0,039 + 0,204} = 16,004 \text{ u}$

11: La masa de una molécula de compuesto será 140 u  
Calculemos cuántas umas corresponden al C, al N y al H:

$$140 \text{ u} \begin{cases} \rightarrow 140 \times \frac{51,42}{100} = 72 \text{ u de carbono.} \\ \rightarrow 140 \times \frac{40}{100} = 56 \text{ u de nitrógeno.} \\ \rightarrow 140 \times \frac{3,75}{100} = 12,25 \text{ u de hidrógeno.} \end{cases}$$

Dividiendo las masas anteriores por las masas atómicas de cada átomo obtendremos el número de átomos de cada elemento que contiene la molécula:

$\frac{72 \text{ u}}{12 \text{ u átomo de C}} = 6 \text{ átomos de C}$

$\frac{56 \text{ u}}{14 \text{ u átomo de N}} = 4 \text{ átomos de N}$

$\frac{12,25 \text{ u}}{1 \text{ u átomo de H}} = 12 \text{ átomos de H aprox.}$

La fórmula del compuesto será:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$

12: Un hidrocarburo sólo contiene carbono e hidrógeno.  
Su composición será 80% de C y 20% de hidrógeno.



Para que nos salgan números enteros dividiremos esas masas entre el valor menor (0,646)

$$\frac{0,9678}{0,646} = 1,5 \text{ átomos de Ca}$$

$$\frac{0,646}{0,646} = 1 \text{ átomo de P}$$

$$\frac{2,581}{0,646} = 4 \text{ átomos de O}$$

La fórmula empírica será:  
 $\text{Ca}_{1,5} \text{P} \text{O}_4$ , o lo que es  
 igual:  $\text{Ca}_3 \text{P}_2 \text{O}_8$

16.- Para calcular las fórmulas empíricas también podemos utilizar su composición en gramos sin necesidad de hallar la composición centesimal.

$$\frac{0,148 \text{ u}}{1 \frac{\text{u}}{\text{átomo H}}} = 0,148 \text{ átomos de H} \xrightarrow{\div 0,0738} 2$$

$$\frac{2,362 \text{ u}}{32 \frac{\text{u}}{\text{átomo S}}} = 0,0738 \text{ átomos de S} \xrightarrow{\div 0,0738} 1$$

$$\frac{4,725 \text{ u}}{16 \frac{\text{u}}{\text{átomo O}}} = 0,295 \text{ átomos de O} \xrightarrow{\div 0,0738} 4$$

La fórmula empírica será  $\text{H}_2 \text{SO}_4$

17:  $\frac{\text{C}_{40}}{12} \quad \frac{\text{O}_{53,3}}{16} \quad \frac{\text{H}_{6,7}}{1}$

↓ Dividimos por las masas atómicas suponiendo que tenemos 100 u de producto.

$\text{C}_{3,33} \text{O}_{3,33} \text{H}_{6,7}$  → Estos valores indican la proporción en la que se encuentran los átomos.

Para que salgan números enteros dividiremos estos números por el menor de todos ellos.

$$\downarrow \div 3,33$$

$\text{C} \text{O} \text{H}_2$  → Esta es la fórmula empírica

La fórmula molecular será un número entero de veces los subíndices de la fórmula empírica. O sea:  $\text{C}_x \text{H}_{2x} \text{O}_x$   
 Calculamos la masa molecular de cada compuesto arrastrando esa incógnita.

Para la glucosa:  $180 = 12 \cdot x + 1 \cdot 2 \cdot x + 16 \cdot x$ ;  $180 = 30 \cdot x$ ;  $x = 6$   
 por lo que la fórmula de la glucosa es  $\text{C}_6 \text{H}_{12} \text{O}_6$

Para el ácido láctico:  $90 = 12x + 1 \cdot 2 \cdot x + 16 \cdot x$ ;  $90 = 30x$ ;  $x = 3$   
 Su fórmula será:  $\text{C}_3 \text{H}_6 \text{O}_3$

Para el ácido acético:  $60 = 12x + 1 \cdot 2 \cdot x + 16 \cdot x$ ;  $60 = 30x$ ;  $x = 2$   
 La fórmula del ácido acético será  $\text{C}_2 \text{H}_4 \text{O}_2$

Para el formaldehído se procede igual ( $\text{CH}_2\text{O}$ )

18: Calculemos su masa molecular,  $M$ , mediante la fórmula:

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$\text{latm} \cdot 0,120 \text{ l} = \frac{0,345 \text{ g}}{M} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (100 + 273) \text{ K}$$

$$M = \frac{0,345 \cdot 0,082 \cdot 373}{0,120} = 87,93 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ o bien } M = 87,93 \text{ u}$$

Calculemos ahora cuántas unidades, de la masa molecular anterior, corresponden al C, H y O.

$$\text{Cantidad de carbono} = 87,93 \times \frac{54,5}{100} = 47,92 \text{ u}$$

$$\text{Cantidad de hidrógeno} = 87,93 \times \frac{9,10}{100} = 8 \text{ u}$$

$$\text{Cantidad de oxígeno} = 87,93 \times \frac{36,4}{100} = 32 \text{ u}$$

Teniendo en cuenta que las cantidades anteriores son las masas de C, H y O que contiene una sola molécula podemos calcular el número de átomos de cada elemento dividiendo esas masas entre las masas atómicas respectivas:

$$\text{Átomos de carbono} = \frac{47,92 \text{ u}}{12 \frac{\text{u}}{\text{átomo C}}} = 3,99 \approx 4 \text{ átomos de C}$$

$$\text{Átomos de hidrógeno} = \frac{8 \text{ u}}{1 \frac{\text{u}}{\text{átomo H}}} = 8 \text{ átomos de H}$$

$$\text{Átomos de oxígeno} = \frac{32 \text{ u}}{16 \frac{\text{u}}{\text{átomo O}}} = 2 \text{ átomos de O}$$

La fórmula molecular será pues  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

La fórmula empírica será  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$  (Dividimos la fórmula molecular por el m.c.d.).

19: El porcentaje de cloro será:  $\% \text{Cl} = 100 - 84,97 = 15,03\%$

La masa molecular se puede calcular mediante la fórmula:

$$M = \frac{d \cdot R \cdot T}{P} = \frac{18,28 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 315 \text{ K}}{1 \text{ atm}}$$

$$M = 472,15 \text{ u}$$

A partir de aquí, se procede igual que en el ejercicio anterior:

$$\text{Mercurio: } 472,15 \times \frac{84,97}{100} = 401,2 \text{ u} \xrightarrow{\div \text{Mat Hg} = 200,59} 2 \text{ átomos de Hg}$$

$$\text{cloro: } 472,15 \times \frac{15,03}{100} = 70,96 \text{ u} \xrightarrow{\div \text{Mat Cl} = 35,45} 2 \text{ átomos de Cl}$$

La fórmula será:  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$

$$22: P_{TOTAL} \cdot V = n_{TOTAL} \cdot R \cdot T ; 3,7 \cdot 25 = (n_{O_2} + n_{O_3}) \cdot 0,082 \cdot 298$$

$$\text{Reagrupando términos obtenemos : } n_{O_2} + n_{O_3} = 3,785 \quad (1)$$

Por otro lado los moles de oxígeno,  $O_2$ , y ozono,  $O_3$ , multiplicados por las masas moleculares respectivas totalizarán los gramos de mezcla, 158,6g.

$$n_{O_2} \cdot 32 + n_{O_3} \cdot 48 = 158,6 \quad (2)$$

Las ecuaciones (1) y (2) forman un sistema de ecuaciones con dos incógnitas.

$$n_{O_2} = 1,46 \text{ moles} ; n_{O_3} = 2,33 \text{ moles}$$

$$23: P_T \cdot V = n_T \cdot R \cdot T ; P_T \cdot 25 = \left( \frac{9}{4} + \frac{12}{44} + \frac{20}{28} \right) \cdot 0,082 \cdot 313 ; P_{TOTAL} = 3,32 \text{ atm}$$

$$P_{He} \cdot V = n_{He} \cdot R \cdot T ; P_{He} \cdot 25 = \frac{9}{4} \cdot 0,082 \cdot 313 ; P_{He} = 2,31 \text{ atm}$$

Idem para  $P_{CO_2}$ ,  $P_{N_2}$

24:

$$\text{Antes de introducir el yodo: } \frac{850}{760} \cdot V = n_{N_2} \cdot 0,082 \cdot 293 \quad (1)$$

Después de introducir el yodo:

$$2,05 \cdot V = \left( n_{N_2} + \frac{12}{253,8} \right) \cdot 0,082 \cdot 473 \quad (2)$$

Obtenemos dos ecuaciones con dos incógnitas:

$$n_{N_2} = 0,349 \text{ moles} ; V = 7,5 \text{ litros}$$

$$26: P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$0,25 \cdot 0,224 = n_{O_2} \cdot 0,082 \cdot 273 ; n_{O_2} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

$$0,75 \cdot 0,224 = n_{H_2} \cdot 0,082 \cdot 546 ; n_{H_2} = 3,75 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

$$P_{O_2} \cdot 0,224 = 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,082 \cdot 546 ; P_{O_2} = 0,5 \text{ atm}$$

$$P_{H_2} \cdot 0,224 = 3,75 \cdot 10^{-3} \cdot 0,082 \cdot 546 ; P_{H_2} = 0,75 \text{ atm}$$