

## CORRECCIÓN DEL EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

1. La masa molecular relativa del agua es 18. Un mol de moléculas de agua tiene una masa de 18 g.

a) La cantidad de sustancia es:  $n = 27/18 = 1,5$  mol de moléculas de agua.

b) El número de moléculas es:  $N = 1,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 9,03 \cdot 10^{23}$ .

Para calcular el número de átomos, tendremos en cuenta que cada molécula de agua tiene 1 átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Por lo tanto, hay  $9,03 \cdot 10^{23}$  átomos de oxígeno y  $1,806 \cdot 10^{24}$  de hidrógeno.

c) Puesto que en 1 mol de agua hay  $6,02 \cdot 10^{23}$  moléculas y la masa conjunta de todas es 0,018 kg, la masa de una molécula será:

$$m = \frac{0,018}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3 \cdot 10^{-23} \text{ kg}$$

2.- a) La masa relativa de la unidad fórmula de NaOH es 40. La masa de un mol de NaOH es 40 g. La cantidad de sustancia es:

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{8}{40} = 0,2 \text{ mol}$$

La concentración molar es:

$$c = \frac{n_{\text{soluta}}}{V_{\text{disolución}}} = \frac{0,2}{0,5} = 0,4 \text{ M}$$

b) Para calcular la concentración en % en peso, necesitamos conocer la masa de la disolución, para lo que utilizamos su densidad:

$$m = d V = 1,05 \cdot 500 = 525 \text{ g}$$

La concentración será:

$$\frac{m_{\text{soluta}}}{m_{\text{disolución}}} 100 = \frac{8}{525} 100 = 1,52 \%$$

La concentración expresada en g/100 g de disolvente será:

$$\frac{m_{\text{soluta}}}{m_{\text{disolvente}}} 100 = \frac{8}{525 - 8} 100 = 1,55 \text{ g/100 g de agua}$$

3. La opción correcta es la b). La opción a) es incorrecta, pues representa al hierro como  $\text{Fe}_2$ , lo que supone que el hierro forma moléculas diatómicas, lo cual no es cierto pues tiene enlace metálico. La opción c), supone que el oxígeno está en estado atómico, cuando generalmente está formando moléculas diatómicas. La opción d) es incorrecta al suponer para la molécula de oxígeno que está formada por tres átomos, cuando en realidad está formado por dos. Tampoco el hierro está formado por moléculas diatómicas.

4. Para calcular la fórmula molecular necesitamos conocer la masa molecular. La podemos calcular teniendo en cuenta que 1 mol en condiciones normales ocupa 22,4 L, y puesto que la densidad en condiciones normales es de 2,6 g/L, podemos establecer la siguiente proporción: si 1 L tiene una masa de 2,6 g, a 22,4 L le corresponderá la masa de 1 mol, por lo que la masa molar de esa sustancia es:

$$M = 22,4 \cdot 2,6 = 58,24 \text{ g/mol}$$

Calculemos ahora las cantidades de sustancia de átomos de carbono e hidrógeno que hay en 100 g del compuesto:

$$n_{\text{C}} = 82,65 / 12 = 6,8875 \text{ mol}$$

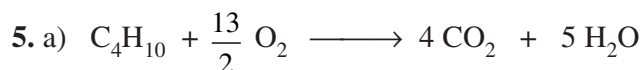
$$n_{\text{H}} = 17,35 / 1 = 17,35 \text{ mol}$$

Dividiendo ambos números por el menor de ellos, obtenemos:

$$\text{carbono: } 6,8875 / 6,8875 = 1$$

$$\text{hidrógeno: } 17,35 / 6,8875 = 2,5$$

Los números enteros más pequeños que nos dan la relación entre las cantidades de sustancia de átomos de ambos elementos y por tanto el número de átomos que tiene la fórmula empírica, se obtienen multiplicando los anteriores por 2. Así la fórmula empírica será:  $C_2H_5$ . La masa molar que corresponde a la fórmula empírica es 29 g/mol, la mitad de la masa molar de la sustancia. Por tanto su fórmula molecular será:  $C_4H_{10}$ .



b) Como la masa molecular relativa del butano es 58, los 5,8 g son 0,1 mol de moléculas de butano. 1 mol de butano produce 4 de  $CO_2$ , luego 0,1 moles producirán 0,4 de  $CO_2$ . Para calcular el volumen que ocupan 0,4 mol de moléculas de dióxido de carbono se aplica la ecuación de los gases perfectos:

$$P V = n R T$$

$$1 \cdot V = 0,4 \cdot 0,082 \cdot 290$$

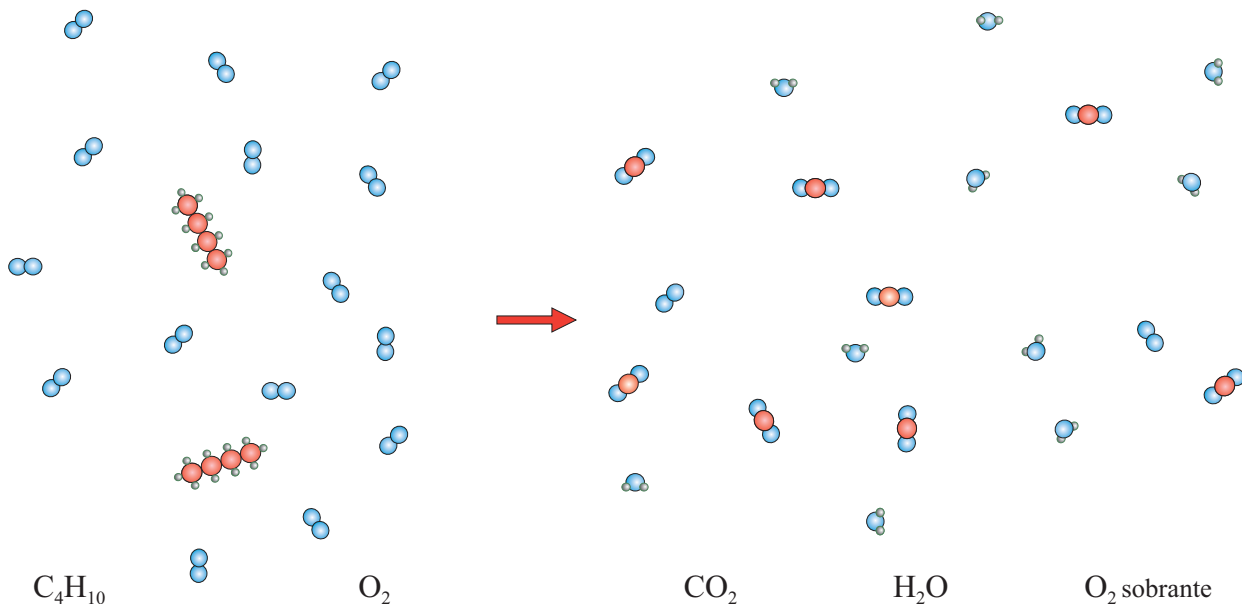
$$V = 9,5 \text{ L}$$

Para el agua, el razonamiento es análogo. Se producen 0,5 mol de moléculas de agua, pero como en las condiciones del problema el agua está líquida, no se puede aplicar la ecuación de los gases. La masa de 0,5 mol de agua es 9 g, aproximadamente 9 mL de agua.

La masa de dióxido de carbono será:  $m = n M = 0,4 \cdot 44 = 17,6 \text{ g}$

c) El número de moléculas de agua será:  $N = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{23}$ .

d) Hemos supuesto que hay oxígeno en exceso por lo que debe sobrar.



Haremos los cálculos suponiendo que los 12,5 g son de carbonato de cobre (II) puro. La masa de un mol de unidades fórmulas de carbonato de cobre (II) es 123,5 g, luego la masa de 12,5 g corresponde a 0,10 mol. Con 0,10 mol de unidades fórmulas de carbonato de cobre (II) se deben obtener 0,10 mol de monóxido de cobre, es decir una masa de:

$$m = n M = 0,10 \cdot 79,5 = 7,95 \text{ g}$$

Si se han obtenido sólo 7 g, podemos suponer que ha sido debido a que la sustancia original no era pura.

Podemos analizarlo al revés: 7 g de monóxido de cobre corresponden a 0,088 mol, luego, según la estequiometría de la reacción, teníamos 0,088 mol de unidades fórmula de carbonato de cobre (II) que corresponden a una masa de 10,87 g del compuesto. Si partíamos de 12,5 g, y en realidad sólo teníamos 10,87 g de carbonato puro, la sustancia tenía 1,63 g de impurezas.

b) Para poder calcularlo sería necesario conocer la densidad del monóxido de cobre. No podemos utilizar la ecuación de los gases, ya que en las condiciones del ejercicio el monóxido de cobre es sólido.

c) Según la estequiometría de la reacción, se habrá obtenido la misma cantidad de sustancia de dióxido de carbono que de monóxido de cobre, es decir 0,088 mol de cada uno. Aplicando la ecuación de los gases perfectos:

$$2V = 0,088 \cdot 0,082 \cdot 300; V = 1,1 \text{ L.}$$

7. Que haya contacto entre las partículas. Las otras condiciones no son totalmente generales.

8. Si no recuerdas los factores que afectan a la velocidad de reacción, repasa las páginas 81 y 82 del libro.

9. La energía liberada en la combustión de 1 g de la grasa de pollo la medimos por el aumento de energía interna del agua debido a la elevación de su temperatura.

$$\Delta E = Q = 5000 \cdot 1 \cdot (20,2 - 18,1) = 10\,500 \text{ cal} = 10,5 \text{ kcal}$$

Puesto que la masa molar de esa grasa es 304 g, tendremos que:

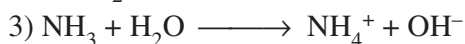
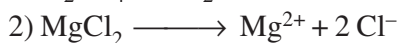
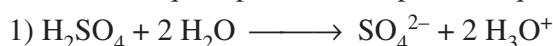
$$n = \frac{1}{304} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Entonces, según la estequiometría de la reacción:

$$\frac{\text{Si } 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{\text{desprenden } 10,5 \text{ kcal}} = \frac{1 \text{ mol}}{\text{desprenderá } x}; \quad x = 3182 \text{ kcal}$$

Luego el calor de combustión de la grasa de pollo es 3182 kcal/mol.

10. Las ecuaciones que representan los procesos que ocurren al disolver las sustancias siguientes son:



El proceso es diferente según los casos. El segundo y el cuarto son sales constituidas por iones que al disolverse en agua se separan. En el primer caso, las moléculas de ácido sulfúrico se rompen formando dos iones, el anión sulfato y el catión hidrógeno o protón. Éste se une a las moléculas de agua formando cationes hidronio. Asimismo en el tercero, las moléculas de agua se ionizan formando iones oxhidrilo y cationes hidrógeno que se unen a las moléculas de amoníaco formando cationes amonio.

11. Según Arrhenius, las sustancias ácidas son aquellas que al disolverse en agua producen iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Las bases son las sustancias que al disolverse en agua producen iones oxhidrilo, es decir iones  $\text{OH}^-$ .

12. Se trata de clasificar las disoluciones de menor a mayor concentración molar de cationes hidronio.

a)  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ M.}$

b) Teniendo en cuenta el significado del pH,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ M.}$

c)  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M.}$

d) Si tenemos en cuenta que  $[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14}$ , la concentración molar de cationes hidronios es:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14}/10^{-3} = 10^{-11}\text{M}$$

Por lo tanto, el orden creciente de acidez es: d) < b) < a) < c).

**13.** El ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) tiene dos átomos de hidrógeno por cada molécula de ácido. Cuando se disocia, si suponemos que lo hace totalmente, cada mol de ácido dará lugar a dos moles de iones hidronio  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Como se han disuelto 0,25 mol de moléculas del ácido, habrá en disolución 0,5 mol de iones hidronio (el doble que de ácido inicial).

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{n}{V} = \frac{0,5}{0,5} = 1\text{ M}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 1 = 0$$

Se trata de una disolución fuertemente ácida.

b) La cantidad de sustancia de hidróxido de calcio,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  es:

$$n = \frac{0,25}{74} = 3,38 \cdot 10^{-3}\text{ mol}$$

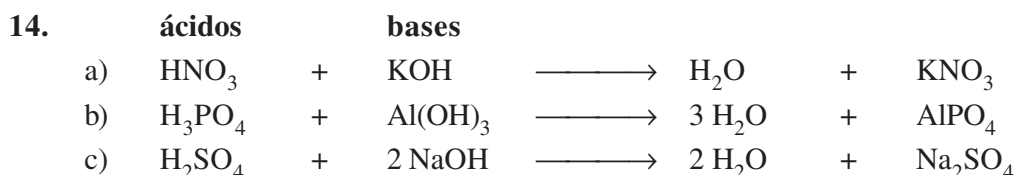
Suponiendo que se disocia totalmente al disolverlo en agua se producen el doble número de iones oxhidrilo, es decir  $6,76 \cdot 10^{-3}$  mol.

$$[\text{OH}^-] = \frac{n}{V} = \frac{6,76 \cdot 10^{-3}}{0,5} = 1,35 \cdot 10^{-2}\text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{1,35 \cdot 10^{-2}} = 7,4 \cdot 10^{-13}\text{ M}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 7,4 \cdot 10^{-13} = 12,1$$

Se trata de una disolución muy básica.



**15.** La sosa cáustica comercial está compuesta de hidróxido de sodio impurificado con cloruro de sodio. Cuando la hacemos reaccionar con ácido clorhídrico sólo reacciona el hidróxido de sodio según la ecuación:



La cantidad de ácido gastado en la neutralización de la sosa fue:

$$n = cV = 0,1 \cdot 0,05 = 0,005\text{ mol}$$

y puesto que la reacción se hace en la proporción 1:1, de hidróxido de sodio hay también 0,005 mol.

La masa molar de hidróxido de sodio es 40 g, por tanto, la masa de hidróxido de sodio neutralizada es:

$$m = nM = 0,05 \cdot 40 = 0,2\text{ g}$$

La riqueza de la sosa cáustica será:  $\frac{0,2}{0,25} 100 = 80\%$

16. Los nombres y fórmulas son:

HF	$\text{HSO}_4^-$	hidróxido de litio	catión oro (III)
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	$\text{NaHCO}_3$	borato de aluminio	ácido peryódico
$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{H}_3\text{O}^+$	hidróxido de estaño (II)	fosfato de cromo (III)
$\text{K}_2\text{SiO}_3$	$\text{NaMnO}_4$	ácido hipocloroso	anión sulfato
$\text{Sr}(\text{OH})_2$	$\text{OH}^-$	dihidrógenofosfato de sodio	nitrito de cobre (I)

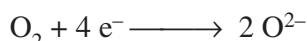
17. a) La reacción completa es:



La semireacción de oxidación (Cu, reductor):



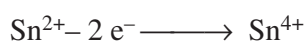
La semireacción de reducción ( $\text{O}_2$ , oxidante)



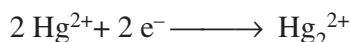
b) La reacción completa es:



La semireacción de oxidación ( $\text{Sn}^{2+}$ , reductor)



La semireacción de reducción ( $\text{Hg}^{2+}$ , oxidante)



c) La reacción completa es:



La semireacción de oxidación (Fe, reductor)



La semireacción de reducción ( $\text{S}_8$ , oxidante)

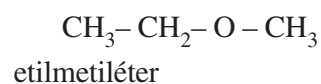
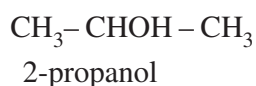
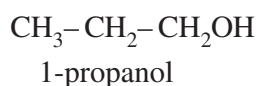


18. a) Con la fórmula molecular sabemos las clases de átomos que componen la molécula y el número total de átomos de cada clase que tiene.

b) Con la fórmula estructural sabemos todo lo anterior y además cómo van unidos los átomos que forman la molécula.

c) La fórmula semidesarrollada nos indica prácticamente la misma información que nos da la anterior, pero es más sencilla de representar.

19. Serían las siguientes:



20. Se realiza mediante la reacción conocida como adición al doble enlace:



Esta reacción se produce en presencia de ácido sulfúrico concentrado.

21. **Hidrocarburo:** sustancia cuyas moléculas están formadas sólo por átomos de carbono e hidrógeno.

**Polimerización:** reacción química que consiste en la unión de moléculas (monómeros) con ellas mismas o con otras, produciéndose estructuras moleculares gigantes.

**Grado de un alcohol:** es un número que indica la proporción de etanol y agua que contiene una disolución de estas dos sustancias. Se refiere a la proporción de etanol en volumen. También se utiliza en las bebidas alcohólicas para indicar su proporción de alcohol.

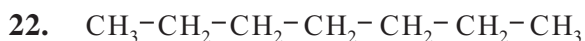
**Hidrocarburo aromático:** son aquellos hidrocarburos que presentan estructuras cíclicas, tipo benceno, en sus moléculas.

**Craqueo:** reacción química que consiste en la ruptura de moléculas pesadas de hidrocarburos para obtener otras más ligeras.

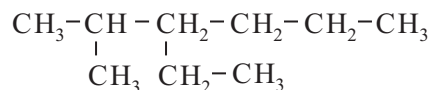
**Grupo funcional:** es una agrupación especial de átomos cuya presencia en una molécula le confiere unas propiedades características.

**Gas grisú:** se llama así al gas metano. Mezclado con el aire puede producir explosiones muy peligrosas en las minas de carbón. Acompaña a éste en sus yacimientos, en bolsas que han quedado aprisionadas en el proceso de fosilización.

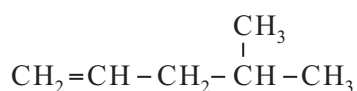
**Antracita:** es un tipo de carbón. Es el más antiguo y el que posee mayor riqueza en carbono, sobre un 90%.



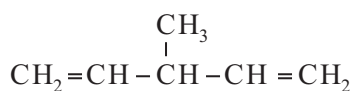
heptano



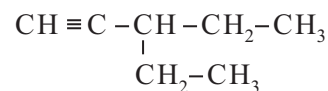
3-etil-2-metilhexano



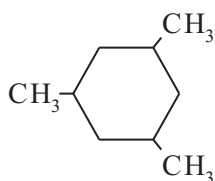
4-metil-1-penteno



3-metil-1,4-pentadieno



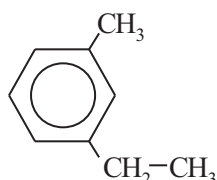
3-etil-1-pentino



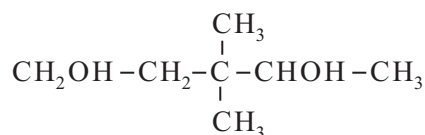
1,3,5-trimetilciclohexano



ciclopenteno



1-etil-3-metilbenceno



3,3-dimetil-1,4-pentanodiol

23. Los nombres que corresponden a las fórmulas son:

a) butano

b) 1-buteno

c) 1,3-pentadieno

d) 2-hexino

e) 2,2-dimetilbutano

f) metilciclopentano

g) ciclohexeno

h) naftaleno

i) metilbenceno (tolueno)

j) 1,3-dietilbenceno (meta-dietilbenceno)

k) 2,3-dimetil-2,3-butanodiol