

# PC1 - P1 - QUÍM

Jorge Francisco  
Barreto Falla  
20201278

1. (10 puntos) Una empresa de bebidas gaseosas ha puesto en el mercado un nuevo refresco con sabor a chocolate. Este sabor se obtiene a partir de extractos de cacao. Su venta se hará en envases de 345 mL de capacidad que contienen disueltos 0,28 g de chocolate negro. Cada gramo de chocolate negro contiene aproximadamente 14 mg de teobromina ( $C_7H_8N_4O_2$ ).

La teobromina se obtiene mediante la maceración de las semillas de cacao seco. Luego de su fermentación, donde se observa la formación de dióxido de carbono,  $CO_2$ , se procede a molerlas y mezclarlas con etanol,  $C_2H_5OH$ . Este extracto se neutraliza con soda cáustica,  $NaOH$ , y se procede a la extracción con solvente orgánico. El proceso de extracción se repite varias veces, hasta que finalmente se obtiene una mezcla en la que se observan dos fases, una acuosa y una orgánica. A la fase orgánica se le agrega sulfato de sodio ( $Na_2SO_4$ ) para que absorba el agua. Posteriormente, se procede a la evaporación del solvente orgánico y se observa la cristalización de la teobromina en forma de agujas.

- a) (2,0 p) A partir del texto, muestre en una tabla: 3 compuestos, 2 mezclas, 1 cambio químico y 2 cambios físicos.

a) Compuestos:  $CO_2$  ✓,  $NaOH$  ✓,  $C_2H_5OH$  ✓

Mezclas: chocolate negro ✓, refresco con sabor a chocolate ✓

Cambios físicos: i. Moler las semillas de cacao seco ✓ Correcto

ii. Evaporación del solvente orgánico ✓

Cambio químico: Fermentación ✓

- b) (2,0 p) El oxígeno, elemento que forma parte del dióxido de carbono, tiene tres isótopos:  $^{16}O$  (masa atómica = 15,9949 uma),  $^{17}O$  (masa atómica = 17,0003 uma) y  $^{18}O$  (masa atómica = 18,0057 uma). El porcentaje de abundancia del isótopo más pesado es 0,2 %. La masa atómica promedio del oxígeno es 15,9994 uma,

Identifique al isótopo más liviano y determine su % de abundancia. Justifique con cálculos.

Isótopos	Masa atómica (uma)	Abundancia (%)
$^{16}O$	15,9949	x ✓
$^{17}O$	17,0003	99,8-x ✓
$^{18}O$	18,0057	0,2 ✓

Isótopo más liviano:  $^{16}O$  ✓

MA promedio del O: 15,9994 uma

$$15,9994 = \frac{15,9949x + 17,0003(99,8-x) + 18,0057(0,2)}{100}$$

$$1599,94 = 15,9949x + 17,0003(99,8) - 17,0003x + 18,0057(0,2)$$

$$1,0054x = 100,29108 \quad \text{Correcto}$$

$$x = 99,75\% \quad \checkmark$$

→ Abundancia del  $^{16}\text{O}$  (Isótopo más liviano)  $\checkmark$

- c) (2,0 p) Si se tiene 0,5 libras de  $\text{CO}_2$  ¿cuántos átomos de O-18 contiene esta cantidad de sustancia?

$$\begin{aligned} 1\text{lb} &= 453,6\text{g} & \bar{M}_{\text{CO}_2} &= 12 + 2(16) = \frac{44\text{gr}}{\text{mol}} \\ 0,51\text{lb CO}_2 &\cdot \frac{453,6\text{g}}{1\text{lb CO}_2} \cdot \frac{1\text{mol CO}_2}{44\text{gr CO}_2} \cdot \frac{2\text{mol O}}{1\text{mol CO}_2} \cdot \frac{0,2\text{mol}^{18}\text{O}}{100\text{mol O}} \cdot \frac{6,022 \times 10^{23}\text{atm}^{18}\text{O}}{1\text{mol}^{18}\text{O}} = \\ & \\ \text{Correcto} & 1,24 \times 10^{22} \text{atm}^{18}\text{O} \quad \checkmark \end{aligned}$$

- d) (2,0 p) Calcule el número de moles de teobromina presentes en cada envase de 345 mL de refresco.

$$\begin{aligned} \bar{M} \text{ C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2 &= 7(12) + 8(1) + 4(14) + 2(16) = 180\frac{\text{gr}}{\text{mol}} \\ 345 \text{ mL de refresco} \cdot \frac{0,28 \text{ g de chocolate negro}}{345 \text{ mL de refresco}} \cdot \frac{14 \text{ mg C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2}{1\text{g de chocolate negro}} \cdot \frac{1\text{g C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2}{1000 \text{ mg}} & \\ \frac{1\text{mol C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2}{180\text{gr}} &= 2,177 \times 10^{-5} \text{ mol C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2 = 2,18 \times 10^{-5} \text{ mol C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2 \quad \text{Correcto} \end{aligned}$$

- e) (2,0 p) Encuentre la concentración de teobromina, expresada en:

- e1) gramos de teobromina/litro de mezcla  
e2) molaridad

$$\begin{aligned} \text{e1) } 345 \text{ mL de refresco} \cdot \frac{0,28 \text{ g de chocolate negro}}{345 \text{ mL de refresco}} \cdot \frac{14 \text{ mg C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2}{1\text{g de chocolate negro}} \cdot \frac{1\text{g C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2}{1000 \text{ mg}} &= 3,92 \times 10^{-3} \text{ g de C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2 \\ \frac{3,92 \times 10^{-3} \text{ g C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2}{345 \text{ mL de refresco}} \cdot \frac{1000 \text{ mL de refresco}}{1\text{L de refresco}} &= 0,01 \frac{\text{g C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2}{\text{L de refresco}} \quad \checkmark \end{aligned}$$

$$e2) \frac{3,92 \times 10^{-3} \text{ g } (\text{C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2)}{345 \text{ ml de refresco}} \cdot \frac{1000 \text{ ml de refresco}}{1 \text{ L de refresco}} \cdot \frac{1 \text{ mol } (\text{C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2)}{180 \text{ gr}} =$$

$$6,31 \times 10^{-5} \frac{\text{mol } (\text{C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2)}{\text{L de refresco}} = 6,31 \times 10^{-5} \text{ M}$$

✓  
Correcto

Jorge Francisco  
Barreto Falla  
20201278  


2. (10 puntos) Actualmente se ha incrementado el uso diario de desinfectantes para evitar la contaminación con el COVID-19. La lejía es uno de estos desinfectantes que se obtiene mezclando hipoclorito de sodio con agua.

- a) (2,0 p) Una lejía se prepara disolviendo 7 g de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) en 100 g de agua. La mezcla resultante tiene una densidad de 1,1 g/mL. Calcule el número de moles de hipoclorito de sodio utilizado para esta lejía y determine el porcentaje en masa y molaridad.

Jorge Francisco  
Barreto Falla  
20201278

$$\bar{M} \text{ NaClO} = 23 + 35,5 + 16 = 74,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \quad \rho_{\text{dis}} = 1,1 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \text{ de dis}$$

i) Número de moles:

$$\frac{7 \text{ g NaClO}}{74,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \cdot \frac{1 \text{ mol NaClO}}{74,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0,09 \text{ mol de NaClO utilizados}$$

para esa lejía      Correcto

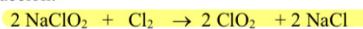
ii) Porcentaje en masa:

$$\frac{7 \text{ g NaClO}}{7 \text{ g} + 100 \text{ g de dis}} \cdot 100\% = 6,54\% \quad \text{Correcto}$$

iii) Molaridad:

$$\frac{7 \text{ g NaClO}}{107 \text{ g de dis}} \cdot \frac{1,1 \text{ g de dis}}{1 \text{ mL de dis}} \cdot \frac{1 \text{ mol NaClO}}{74,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L de dis}} = 0,965 \frac{\text{mol NaClO}}{\text{L de dis}} = 0,97 \text{ M}$$

b) (2,0 p) El dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) es otro desinfectante de particular interés, se obtiene según la siguiente reacción:

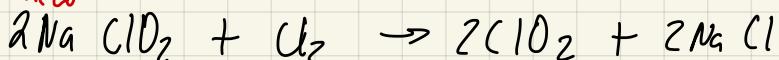


Determine la masa (en gramos) de cada reactivo para producir 10 moles de  $\text{ClO}_2$

$$\bar{M} \text{ NaClO}_2 = 23 + 35,5 + 16(2) = 90,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$\bar{M} \text{ Cl}_2 = 2(35,5) = 71 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

Resolvemos el balanceo



$$\begin{array}{rcccl} \text{Na} & = & 2 & / & 2 \\ \text{Cl} & = & 4 & / & 4 \\ \text{O} & = & 4 & / & 4 \end{array}$$

i) Primer reactivo:  $\text{NaClO}_2$

$$10 \text{ mol ClO}_2 \cdot \frac{2 \text{ mol NaClO}_2}{2 \text{ mol ClO}_2} \cdot \frac{90,5 \text{ gr}}{1 \text{ mol NaClO}_2} = 905 \text{ gr de NaClO}_2$$

Correcto

ii) 2do reactivo:  $\text{Cl}_2$

$$10 \text{ mol ClO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol ClO}_2} \cdot \frac{71 \text{ g}}{1 \text{ mol Cl}_2} = 355 \text{ gr de Cl}_2$$

Correcto

- c) (4,0 p) Se tiene una muestra de un desinfectante orgánico **EP002** y se debe determinar si corresponde al compuesto timol. La información del EP002 se encuentra en la tabla siguiente:

<b>EP002</b>	Composición porcentual en masa: <b>80 % de C; 9,333 % de H; 10,667 % de O;</b> La masa de 0,5 mol de EP002 es $7,5 \times 10^4$ mg
--------------	--

Jorge Francisco  
Barreto Falla  
20201278

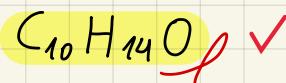
- c1) (2,0p) Utilice la información de la muestra EP002 para determinar, justificando con cálculos (3 cifras decimales), la fórmula empírica, fórmula molecular y la masa molar (EP002).

i) Abundancia de EP002 → En 100g de EP002

$$\begin{array}{ll} C \rightarrow 80\% & 80 \cancel{g} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12 \cancel{g} \text{ de C}} = 6,667 / 0,667 = 10 \text{ mol de C} (\checkmark) \\ H \rightarrow 9,333\% & 9,333 \cancel{g} \cdot \frac{1 \text{ mol de H}}{1 \cancel{g} \text{ de H}} = 9,333 / 0,667 = 13,992 \rightarrow 14 \checkmark \text{ mol de H} \\ O \rightarrow 10,667\% & 10,667 \cancel{g} \cdot \frac{1 \text{ mol de O}}{16 \cancel{g} \text{ de O}} = 0,667 / 0,667 = 1 \text{ mol de O} \end{array}$$

$$\bar{M}_{FE} = 10(12) + 14(1) + 16(1) = 150 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

Construimos la **FÓRMULA EMPÍRICA** del EP002



Correcto

ii) Masa molar del EP002 :

$$\frac{7,5 \times 10^4 \text{ mg EP002}}{0,5 \text{ mol EP002}} \cdot \frac{1 \text{ g EP002}}{1000 \text{ mg EP002}} = 150 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ de EP002}$$

Masa molar de la fórmula molecular del EP002

iii) Para hallar la F. molecular:

$$\frac{\bar{M}_{FM}}{\bar{M}_{FE}} = \frac{150 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{150 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 1$$

Multiplicamos los subíndices de la F. empírica

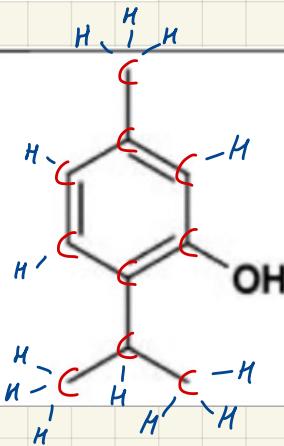
**FÓRMULA MOLECULAR DEL EP002** ✓



Correcto

c2) (2,0 p) Establezca si la sustancia EP002 corresponde al **timol**, justifique su respuesta.

## Fórmula estructural del timol



FM del EP002:  $C_{10}H_{14}O$

$$C = 10 / H = 14 / O = 1$$

FM del timol:  $C_{10}H_{14}O$

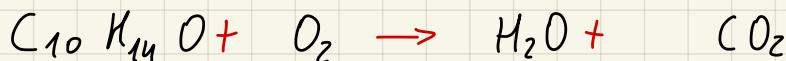
Correcto

Por lo tanto...  $FM\ del\ EP002 = FM\ del\ timol$  ✓

$C_{10}H_{14}O = C_{10}H_{14}O$ , por lo que ✓

la sustancia EP002 **sí es el timol** ✓

d) (2,0 p) Escriba la ecuación de la combustión completa del timol con oxígeno ( $O_2$ ) y encuentre la masa (en gramos) de timol que produciría 4 moles de  $CO_2$ , además de agua ( $H_2O$ ).



Balancemos la ecuación ...

La ecuación está correctamente balanceada



Ecuación de combustión completa

$$\begin{array}{rcl} C & = & 10 / 10 \\ H & = & 14 / 14 \\ O & = & 27 / 27 \end{array}$$

$$\bar{M}_{C_{10}H_{14}O} = 150 \frac{g}{mol}$$

$$4 \text{ mol } CO_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } C_{10}H_{14}O}{10 \text{ mol } CO_2} \cdot \frac{150 \text{ g } C_{10}H_{14}O}{1 \text{ mol } C_{10}H_{14}O} = 60 \text{ g de Timol}$$

Correcto

Jorge Francisco  
Barreto Falla  
20201278