

---

25ª OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA  
1 DE SEPTIEMBRE DE 2015  
CERTAMEN INTERCOLEGIAL - Respuestas

---

## NIVEL INICIAL

1. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F) (*Puntaje sugerido = 6 puntos totales; 2 puntos cada respuesta correcta*)

- (a) Cierta cantidad de un gas que ocupa un volumen de dos litros a una presión de una atmósfera, ocupará un litro a una presión de dos atmósferas si mantenemos la temperatura constante.  V
- (b) Es imposible que el agua hierva a una temperatura inferior a los 100 °C.  F
- (c) Las mezclas homogéneas no se pueden separar en distintas sustancias por procedimientos físicos.  F

2. Una mezcla se diferencia de un compuesto puro en que: (*Puntaje sugerido = 1 punto*)

- (a) su composición no es fija.
- (b) sus componentes no se pueden separar por medios químicos.
- (c) está formada por dos o más elementos.
- (d) siempre es heterogénea.

3. Un dado elemento químico tiene número atómico 13 y masa atómica 27. ¿Cuál es su número de neutrones? (*Puntaje sugerido = 1 punto*)

14

4. Dos átomos son isótopos si tienen: (*puntaje sugerido = 2 puntos*)

- (a) igual número de neutrones y diferente número de protones
- (b) igual número de protones y diferente número de neutrones
- (c) igual número de protones y diferente número de electrones
- (d) diferente número de protones y diferente número de nucleones

5. Se conocen dos isótopos del cloro de números másicos 35 y 37 que aparecen en una proporción 75% y 25% respectivamente, la masa atómica media es: (*Puntaje sugerido = 2 puntos*)

- (a) 35,5       (b) 36,5       (c) 36,0       (d) 35,0

6. ¿Cuál de los siguientes símbolos representa un miembro de la familia de los gases nobles?

(Puntaje sugerido = 1 punto)

- (a) N       (b) Ne       (c) H       (d) Cl       (e) Ce

7. El elemento que tiene 10 neutrones más que el elemento  ${}^9_4\text{Be}$  es: (Puntaje sugerido = 2 puntos)

- (a)  ${}^{10}_5\text{B}$        (b)  ${}^{12}_6\text{C}$        (c)  ${}^{27}_{12}\text{Mg}$        (d)  ${}^{19}_9\text{F}$

8. ¿Cuál de los siguientes iones tiene 16 protones y 18 electrones? (Puntaje sugerido = 2 puntos)

- (a)  $\text{S}^{2-}$        (b)  $\text{Ar}^{2-}$        (c)  $\text{Cl}^-$        (d)  $\text{K}^+$        (e) ninguno de estos

9. Teniendo en cuenta las propiedades químicas de los siguientes elementos, agrúpalos en pares cuyos miembros sean similares: Br, Ca, Mg, F, O, He, Rn y S. (Puntaje sugerido = 6 puntos totales; 1,5 puntos cada par correcto)

(a) Par 1: Br; F      (b) Par 2: Ca; Mg

(c) Par 3: O; S      (d) Par 4: He; Rn

10. Cuentas en el laboratorio con el mismo volumen de cada una de las siguientes sustancias (entre paréntesis figura la densidad): magnesio (1,74 g / mL); sal de mesa (2,16 g / mL); etanol (0,789 g / mL) y agua (1,00 g / mL). ¿Cuál de estas sustancias pesará menos? (Puntaje sugerido = 2 puntos)

- (a) agua       (b) sal de mesa       (c) etanol       (d) magnesio

11. El planeta Tierra tiene un volumen de  $1,1 \times 10^{21} \text{ m}^3$  y una densidad promedio de  $5,5 \text{ g/cm}^3$ . ¿Cuál es la masa de la Tierra en kilogramos? (Puntaje sugerido = 3 puntos)

Como densidad = masa / volumen, entonces: masa = densidad x volumen

Masa planeta Tierra (kg) =  $5,5 \text{ g/cm}^3 \times 1,1 \times 10^{27} \text{ cm}^3 \times 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g}$

**Masa de la Tierra =  $6,05 \times 10^{24}$  kg**

12. ¿Cuál de los siguientes compuestos se denomina ácido hipocloroso? (Puntaje sugerido = 1 punto)

- (a)  $\text{HClO}$        (b)  $\text{HClO}_2$        (c)  $\text{HClO}_3$        (d)  $\text{HClO}_4$

13. ¿Cuál de las siguientes fórmulas corresponde al óxido de dihidrógeno? (Puntaje sugerido = 2 puntos)

- (a)  $\text{H}_2\text{O}_2$        (b)  $\text{D}_2\text{O}$        (c)  $\text{H}_2\text{O}$        (d)  $\text{HO}_2$

14. Escribe la nomenclatura de los siguientes iones, en los recuadros correspondientes:

(Puntaje sugerido = 3 puntos; 1 punto por cada nomenclatura correcta. Aclaración: se sugiere se den por válidas las respuestas si se usan las nomenclaturas IUPAC, numerales de Stock o tradicional)

Ion	Nomenclatura
$\text{NO}_2^-$	<i>nitrito</i>
$\text{ClO}_4^-$	<i>perclorato</i>
$\text{PO}_4^{3-}$	<i>fosfato</i>

15. Dada la siguiente tabla, donde se informa la temperatura de fusión de diferentes sustancias:

Sustancia	Temperatura de Fusión (°C)
(a) dodecanol	22
(b) etanol	-117
(c) benceno	5,5
(d) propanona	-95,4
(e) fenol	43

¿Cuál/es de ellas será/n sólida/s a una temperatura de 18°C?

(Puntaje sugerido = 4 puntos; 2 puntos por cada sustancia correcta)

(a) dodecanol y (e) fenol

16. La combustión del propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), componente principal del gas de consumo doméstico, produce:

(Puntaje sugerido = 2 puntos)

(a)  $\text{H}_2 + \text{CO}$        (b)  $\text{O}_2 + \text{CO}$        (c)  $\text{H}_2 + \text{CO} + \text{C}$        (d)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

17. El elemento sodio (Na) arde con el oxígeno formando el compuesto **A**, que al combinarse con agua forma el compuesto **B**. Los compuestos **A** y **B** son respectivamente (marca la respuesta correcta): (Puntaje sugerido = 3 puntos)

(a)  $\text{NaO}$  y  $\text{Na}(\text{OH})_2$        (b)  $\text{NaO}$  y  $\text{NaOH}$    
 (c)  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{NaOH}$        (d)  $\text{Na}_2\text{O}_3$  y  $\text{NaOH}$

18. El ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ , se puede obtener industrialmente a partir de nitrógeno gaseoso mediante el proceso Haber. Las reacciones que ocurren en este proceso se presentan a continuación. Balancea dichas ecuaciones. (Puntaje sugerido = 7 puntos; 0,5 punto por cada coeficiente estequiométrico correcto)

(a)  $\_1\_ \text{N}_2 + \_3\_ \text{H}_2 \rightarrow \_2\_ \text{NH}_3$

(b)  $\_2\_ \text{NH}_3 + \_5/2\_ \text{O}_2 \rightarrow \_2\_ \text{NO} + \_3\_ \text{H}_2\text{O}$

ó:  $\_4\_ \text{NH}_3 + \_5\_ \text{O}_2 \rightarrow \_4\_ \text{NO} + \_6\_ \text{H}_2\text{O}$

(c)  $\_1\_ \text{NO} + \_1/2\_ \text{O}_2 \rightarrow \_1\_ \text{NO}_2$

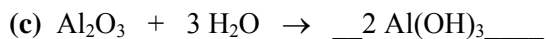
ó:  $\_2\_ \text{NO} + \_1\_ \text{O}_2 \rightarrow \_2\_ \text{NO}_2$

(d)  $\_3\_ \text{NO}_2 + \_1\_ \text{H}_2\text{O} \rightarrow \_2\_ \text{HNO}_3 + \_1\_ \text{NO}$

19. Completa las siguientes reacciones anotando en el renglón la fórmula química del compuesto correspondiente: (Puntaje sugerido = 3 puntos; 1 punto por cada compuesto correcto)

(a)  $\_\_\_\_ \text{CO}_2 \_\_\_\_ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

(b)  $\text{AgNO}_3 + \_\_\_\_ \text{NaCl} \_\_\_\_ \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$



20. En la reacción entre los iones sulfito e hipoclorito se transfiere un átomo de oxígeno del último al primero. ¿Cuáles son los productos? (*Puntaje sugerido = 2 puntos*)

- (a) clorito y sulfuro   
(b) cloruro y dióxido de azufre   
(c) clorato y sulfato   
(d) cloruro y sulfato

21. ¿Cuál es la masa en gramos de un átomo de potasio? (*Puntaje sugerido = 3 puntos*)

De la tabla periódica: masa de 1 mol de átomos de K = 39,0983 g

Luego, masa de 1 átomo de K = (masa de 1 mol de átomos de K) / (número de Avogadro)

Masa de 1 átomo de K =  $39,0983 \text{ g} / 6,02 \times 10^{23}$

**Masa en gramos de 1 átomo de K =  $6,49 \times 10^{-23} \text{ g}$**

22. De los siguientes sistemas, ¿cuál pesa más? (*Puntaje sugerido = 2 puntos*)

- (a) un átomo de uranio (U)                       (b) una molécula de benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )   
(c) un mol de átomos de hidrógeno                       (d)  $6,02 \times 10^{23}$  moléculas de oxígeno

23. El elemento "A" puede formar dos óxidos: AO y  $\text{A}_2\text{O}_3$ . Si la masa molar de AO es 72 g / mol y la de  $\text{A}_2\text{O}_3$  es de 160 g / mol, ¿cuál es la masa atómica de A en g/mol? (*Puntaje sugerido = 3 puntos*)

- (a) 28                       (b) 56                       (c) 63                       (d) 88

24. ¿Cuál es la masa (en gramos) que corresponde a  $1,1 \times 10^{-3}$  moles de clorofila ( $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{MgN}_4\text{O}_5$ )? (*Puntaje sugerido = 2 puntos*)

- (a) 0,72                       (b) 0,98                       (c) 0,89                       (d) 0,27                       (e) 0,47

25. Una mezcla de dióxido de titanio y de  $\text{BaSO}_4$  se utiliza en la fabricación de pinturas. Si en 100 gramos de mezcla hay el doble de moles del compuesto de titanio que del de bario, ¿cuántos gramos de dióxido de titanio hay en 100 gramos de mezcla? (*Puntaje sugerido = 6 puntos*)

100 g de mezcla = gramos de  $\text{BaSO}_4$  + gramos de  $\text{TiO}_2$

Y además se sabe que:  $n_{\text{TiO}_2} = 2 n_{\text{BaSO}_4}$  (donde n es el número de moles de cada sustancia)

Entonces:  $100 \text{ g} = n_{\text{BaSO}_4} \times \text{Mr}_{\text{BaSO}_4} + n_{\text{TiO}_2} \times \text{Mr}_{\text{TiO}_2} = n_{\text{TiO}_2}/2 \times \text{Mr}_{\text{BaSO}_4} + n_{\text{TiO}_2} \times \text{Mr}_{\text{TiO}_2}$

$100 \text{ g} = n_{\text{TiO}_2}/2 \times 233,39 \text{ g/mol} + n_{\text{TiO}_2} \times 79,87 \text{ g/mol}$

Despejando se obtiene que:  $n_{\text{TiO}_2} = 0,5087$  moles. Al multiplicar por el  $\text{Mr}_{\text{TiO}_2}$  se obtiene la masa en gramos de  $\text{TiO}_2$  en 100 g de mezcla:

**Gramos de  $\text{TiO}_2$  en 100 g de mezcla = 40,63 g**

26. ¿Qué masa de  $\text{KClO}_3$  contiene 80,0 g de oxígeno? (*Puntaje sugerido = 3 puntos*)

- (a) 204 g  (b) 8,17 g  (c) 306 g  (d)  $1,84 \times 10^3$  g  (e) 167 g

27. Se tienen 100 g de sulfato de hierro (III): (*Puntaje sugerido = 9 puntos; a, b y c 2 puntos c/u; d 3 puntos*)

(a) Escribe la fórmula molecular del compuesto:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  \_\_\_\_\_

(b) Indica el número de moles de sulfato de hierro (III):  $0,25$  moles \_\_\_\_\_

(c) Indica el número de moléculas de sulfato de hierro (III):  $1,50 \times 10^{23}$  moléculas \_\_\_\_\_

(d) ¿Cuántos átomos de oxígeno hay en dicha masa?  $1,8 \times 10^{24}$  átomos de O \_\_\_\_\_

Puedes utilizar el siguiente recuadro para efectuar tus cálculos:

$$M_r \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 2 A_r \text{Fe} + (A_r \text{S} + 4 A_r \text{O}) \times 3$$

$$M_r \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 = 111,69 + (32,065 + 4 \times 15,9994) \times 3 = 399,88 \text{ g/mol}$$

Se sabe que:  $\text{gramos de Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \times M_r \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$   
 (donde  $n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3}$  = número de moles de  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ )

Entonces en 100 g =  $n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \times 399,88 \text{ g/mol}$ , despejando  $n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,25$  moles

En cada mol hay  $6,02 \times 10^{23}$  moléculas, luego en 0,25 moles habrá:  $0,25 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,50 \times 10^{23}$  moléculas

En cada molécula de  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  hay 12 átomos de O, por lo tanto en  $1,50 \times 10^{23}$  moléculas habrá:  $12 \times 1,50 \times 10^{23} = 1,8 \times 10^{24}$  átomos de O

**28.** Una bolsa de 50 kg de fertilizante contiene 8 % de nitrógeno. Los compuestos que aportan el nitrógeno pueden ser sulfato de amonio, nitrato de amonio o urea [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ].

(a) Determina la masa molar de las tres sustancias: sulfato de amonio, nitrato de amonio y urea. (**Puntaje sugerido = 3 puntos; 1 punto por cada  $M_r$  correcto**)

$$M_r (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = (A_r \text{N} + 4 A_r \text{H}) \times 2 + A_r \text{S} + 4 A_r \text{O}$$

$$M_r (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = (14,0067 + 4 \times 1,00795) \times 2 + 32,065 + 4 \times 15,9994 = 132,14 \text{ g/mol}$$

$$M_r \text{NH}_4\text{NO}_3 = A_r \text{N} + 4 A_r \text{H} + A_r \text{N} + 3 A_r \text{O}$$

$$M_r \text{NH}_4\text{NO}_3 = 14,0067 + 4 \times 1,00795 + 14,0067 + 3 \times 15,9994 = 80,04 \text{ g/mol}$$

$$M_r \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = A_r \text{C} + A_r \text{O} + (A_r \text{N} + 2 A_r \text{H}) \times 2$$

$$M_r \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 12,0108 + 15,9994 + (14,0067 + 2 \times 1,00795) \times 2 = 60,06 \text{ g/mol}$$

$$M_r (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \underline{132,14 \text{ g/mol}} ; M_r \text{NH}_4\text{NO}_3 = \underline{80,04 \text{ g/mol}} ; M_r \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = \underline{60,06 \text{ g/mol}}$$

(b) ¿Cuántos kilogramos de urea serán necesarios para obtener un 8 % de nitrógeno en los 50 kg de fertilizante?

(Puntaje sugerido = 6 puntos)

Si 50 kg de fertilizante contienen 8 % de nitrógeno, entonces en 50 kg de fertilizante hay 4 kg de N.

Con el  $A_r$  del nitrógeno, se obtienen los moles de N en 4 kg: 285,58 moles

Como en 1 mol de urea hay 2 moles de nitrógeno, entonces: moles de urea = 142,79 moles

Al multiplicar el resultado anterior por el  $M_r$  de la urea (en kg) se obtienen directamente los kg de urea necesarios para obtener un 8% de nitrógeno (es decir, 4 kg de N) en el fertilizante.

**kg de urea = 8,58**

**29.** Un compuesto cuya masa molar es aproximadamente 28 g / mol tiene la fórmula mínima  $\text{CH}_2$ . De acuerdo a estos datos, ¿cuál es su fórmula molecular? (**Puntaje sugerido = 2 puntos**)

- (a)  $\text{CH}_2$        (b)  $\text{C}_2\text{H}_6$        (c)  $\text{C}_2\text{H}_4$        (d)  $\text{C}_2\text{H}_2$

**30.** Un compuesto de platino (II) que se usa como medicamento contra tumores contiene: 65 % de Pt, 23,6 % de Cl, 9,33 % de N y 2,02 % de H. Entonces, su fórmula mínima es: (**Puntaje sugerido = 6 puntos**)

- (a)  $\text{Pt}_2\text{Cl}_2\text{N}_2\text{H}_6$        (b)  $\text{PtCl}_2\text{N}_2\text{H}_6$        (c)  $\text{PtClNH}_3$    
(d)  $\text{PtCl}_2\text{NH}_3$        (e)  $\text{PtCl}_2\text{N}_2\text{H}_3$

Justifica tu elección realizando las cuentas que consideres convenientes en el siguiente recuadro:

Es necesario recurrir a la tabla periódica y obtener los  $A_r$  de los elementos involucrados:

$$A_r \text{ Pt} = 195,085; A_r \text{ Cl} = 35,453; A_r \text{ N} = 14,0067; A_r \text{ H} = 1,00795$$

Luego, a partir de los datos de los porcentajes de cada elemento se sabe que en 100 g de compuesto hay 65 g de Pt, 23,6 g de Cl, 9,33 g de N y 2,02 g de H.

Entonces, en 100 g de compuesto:

$$\text{Moles de Pt} = 65 / 195,085 = 0,333 \text{ moles}$$

$$\text{Moles de Cl} = 23,6 / 35,453 = 0,666 \text{ moles}$$

$$\text{Moles de N} = 9,33 / 14,0067 = 0,666 \text{ moles}$$

$$\text{Moles de H} = 2,02 / 1,00795 = 2 \text{ moles}$$

Como el menor número de moles corresponde a los de Pt, entonces dividimos a los números de moles arriba obtenidos por 0,333, obteniendo:

$$\text{Pt} = 1$$

$$\text{Cl} = 2$$

$$\text{N} = 2$$

$$\text{H} = 6$$



## NIVEL 1

### EJERCICIO 1.(40 puntos)

(a) Masa molar del monómero:  $(3 \cdot 1,01 \text{ g mol}^{-1} + 2 \cdot 12,01 \text{ g mol}^{-1} + 35,45 \text{ g mol}^{-1}) = 62,50 \text{ g mol}^{-1}$

Masa molar del polímero:  $2 \cdot 1,01 \text{ g mol}^{-1} + n \cdot 62,50 \text{ g mol}^{-1} = 50.000 \text{ g mol}^{-1}$

$$n = \frac{50.000 \text{ g mol}^{-1}}{62,5 \text{ g mol}^{-1}} - 2 \cdot 1,01 \text{ g mol}^{-1}$$

Respuesta: El número de monómeros presente por polímero es  $n = 800$

*Se sugiere asignar 10 puntos totales.*

*Nota: El hecho de no considerar explícitamente los H de los extremos no afecta significativamente al resultado, por lo cual se sugiere no penalizar.*

(b)

$$\% C = \frac{2 \cdot 12,01 \text{ g mol}^{-1}}{62,5 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 100\% \quad \% H = \frac{3 \cdot 1,01 \text{ g mol}^{-1}}{62,5 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 100\%$$

$$\% Cl = \frac{35,45 \text{ g mol}^{-1}}{62,5 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 100\%$$

$$\% C = 38,43 \%$$

$$\% H = 4,85 \%$$

$$\% Cl = 56,72 \%$$

*Se sugiere asignar 9 puntos totales (3 puntos por cada porcentaje correcto)*

(c)

$$\% Cl \text{ en la solución: } \frac{35,45 \text{ g mol}^{-1}}{62,5 \text{ g mol}^{-1}} \cdot (100\% - \% \text{ Dietil hexil ftalato}) = 45,09 \%$$

$$\% \text{ Dietil hexil ftalato: } 100\% - 45,09\% \cdot \frac{62,5 \text{ g mol}^{-1}}{35,45 \text{ g mol}^{-1}} = 20,5 \%$$

O bien, directamente:

$$\% \text{ Dietil hexil ftalato: } \left(1 - \frac{45,09\%}{56,72\%}\right) \cdot 100\% = 20,5 \%$$

*Se sugiere asignar 10 puntos totales*

(d)

$$\text{Conc. dietil hexil ftalato: } \left(\frac{20,5 \text{ g}}{390,62 \text{ g mol}^{-1}}\right) \cdot \left(\frac{0,845 \text{ g mL}^{-1}}{100 \text{ g mtra}}\right) \cdot \left(\frac{1000 \text{ mL}}{L}\right) = 0,444 \text{ M}$$

*Se sugiere asignar 11 puntos totales*

*(Si se utiliza el % de dietilhexilftalato propuesto de 20,0%, la concentración molar es 0,433M)*

### EJERCICIO 2.

(a)

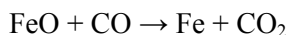
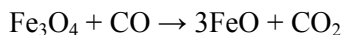
$$\% Fe \text{ en hematita: } \frac{2 \cdot 55,85 \text{ g mol}^{-1}}{(2 \cdot 55,85 \text{ g mol}^{-1} + 3 \cdot 16,00 \text{ g mol}^{-1})} \cdot 85\% = 59,45 \%$$

$$\% \text{ Fe en magnetita: } \frac{3 \cdot 55,85 \text{ g mol}^{-1}}{(3 \cdot 55,85 \text{ g mol}^{-1} + 4 \cdot 16,00 \text{ g mol}^{-1})} \cdot 85 \% = 61,51 \%$$

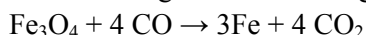
Respuesta: La muestra de magnetita tendrá mayor contenido de hierro.

*Se sugiere asignar 10 puntos totales*

(b) Dadas las ecuaciones químicas:



Se tiene la siguiente reacción global del proceso:



$$n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = \frac{40.000 \text{ g} \cdot 0,85}{(3 \cdot 55,85 \text{ g mol}^{-1} + 4 \cdot 16,00 \text{ g mol}^{-1})} = 146,8 \text{ moles}$$

$$n_{\text{CO}} = \frac{8 \text{ bar} \cdot \left(0,987 \frac{\text{atm}}{\text{bar}}\right) \cdot 8000 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{L atm}}{\text{K mol}} \cdot 1273 \text{ K}} = 605,1 \text{ moles}$$

Respuesta: Dado que la relación estequiométrica CO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> es 4/1, el reactivo limitante es Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (queda un exceso de 17,9 moles de CO)

*Se sugiere asignar 14 puntos totales*

*(Si no se tiene en cuenta la reacción global, y se realizan los cálculos estequiométricos a partir de la primera ecuación dada, se sugiere asignar solamente 6 puntos).*

(c)  $m_{\text{Fe}} = 146,8 \text{ moles}_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \cdot \frac{3 \cdot 55,85 \text{ g mol}^{-1}}{\text{mol}_{\text{Fe}_3\text{O}_4}} \cdot 0,90 = 22.140 \text{ g Fe}$

Respuesta: Se obtendrán 24,6 kg de hierro metálico.

*Se sugiere asignar 9 puntos totales*

### EJERCICIO 3.

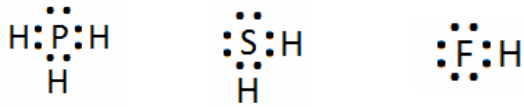
(a)

Elemento	Fórmula del compuesto binario
Litio	LiH
Sodio	NaH
Calcio	CaH <sub>2</sub>
Oxígeno	H <sub>2</sub> O
Cloro	HCl

Elemento	Fórmula del compuesto binario
Estroncio	SrH <sub>2</sub>
Nitrógeno	NH <sub>3</sub>
Selenio	H <sub>2</sub> Se
Argón	---
Silicio	SiH <sub>4</sub>

*Se sugiere asignar 9 puntos totales (1 punto por cada fórmula correcta)*

(b)



*Se sugiere asignar 12 puntos totales (3 puntos por cada estructura correcta)*

(c)  $\text{PH}_3$ : piramidal de base triangular

$\text{H}_2\text{S}$ : angular

$\text{HF}$ : lineal

*Se sugiere asignar 6 puntos totales (3 puntos por cada geometría correcta)*

## NIVEL 2 Y 2BIS

### Ejercicio 1: (Puntaje Total 35 Puntos Sugeridos)

(a)  $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2\text{NO}_3^-(\text{ac}) + 2\text{H}^+(\text{ac})$  (5 Puntos Sugeridos: 4 por balancear correctamente y emplear medio ácido para hacerlo, y 1 por colocar los estados de agregación de las especies)

(b)  $\text{NH}_3(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}^+(\text{ac}) + \text{NO}_3^-(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  (6 Puntos Sugeridos: 2 por colocar las especies correctas, 3 por balancear correctamente, y 1 por colocar los estados de agregación de las especies)

(c) Se buscan realizar 5,0L de  $\text{HNO}_3$  fumante, equivalente a 7,5 kg del mismo, según  $m = V \times \delta$ . teniendo en cuenta que la concentración de la solución es 90% p/p, es necesario obtener

$$7500 \text{ g(sol)} \frac{90 \text{ g(acido)}}{100 \text{ g(sol)}} = 6750 \text{ g(acido)} = 107,126 \text{ moles}.$$

Finalmente, empleando la ecuación de gases ideales, y la estequiometría hallada en el ítem (b), se obtiene un volumen de  $\text{NH}_3$  necesario de

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{(107,126 \text{ moles}) \times 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1} \text{K}^{-1} \times 298,15 \text{ K}}{250 \text{ atm}} = 10,47 \text{ L} \quad (5 \text{ Puntos Sugeridos})$$

(d) La presión en el cilindro es muy superior a la presión de vapor del amoníaco puro a  $25^\circ\text{C}$ , por lo que no resulta razonable suponer que el amoníaco se encuentra dentro del cilindro en forma gaseosa. (4 Puntos Sugeridos)

(e) Las distancias son  $d_1 = d_2 = 120 \text{ pm}$ ;  $d_3 = 141 \text{ pm}$ ;  $d_4 = 97 \text{ pm}$ . (4 puntos) Argumentación: La distancia más corta necesariamente será la distancia O-H debido a que el hidrógeno es la especie con menor radio entre todos los posibles átomos involucrados en enlaces (2 puntos). Las distancias restantes ( $d_1$ ,  $d_2$  y  $d_3$ ) corresponden a enlaces N-O, pero  $d_1$  y  $d_2$  representan enlaces híbridos e iguales con carácter de simple y doble enlace (4 puntos), mientras que  $d_3$  representa enlaces simples (1 punto). De ese modo,  $d_1=d_2= 120 \text{ pm}$  y  $d_3= 141 \text{ pm}$ . (11 puntos totales sugeridos)

(f) Empleando TREPEV, la geometría electrónica en torno al N es triangular, con ángulos de enlace cercanos a  $120^\circ$ , mientras que la geometría electrónica en torno al átomo de oxígeno (unido a H) es tetraédrica, por lo que se esperan ángulos de enlace cercanos a  $109^\circ$ . (4 Puntos sugeridos)

### Ejercicio 2: (Puntaje Total 30 Puntos Sugeridos)

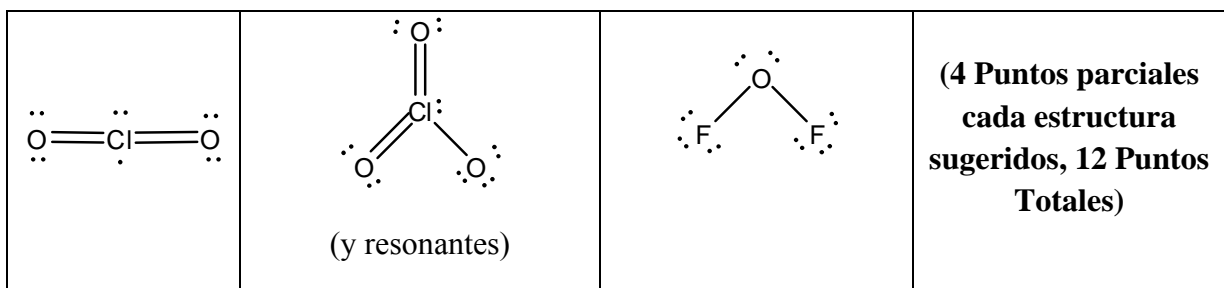
(a) **Falso:** El modelo de gases ideales supone que las moléculas que conforman el gas son especies puntuales (no poseen volumen). (6 Puntos Sugeridos)

(b) **Verdadero:** El mayor radio aniónico y el hecho de que los orbitales frontera para la especie  $\text{P}^{3-}$  sean los  $3s/3p$  mientras que para el  $\text{N}^{3-}$  sean los  $2s/2p$  genera que la densidad electrónica frontera en el caso del  $\text{P}^{3-}$  perciba una menor carga nuclear efectiva y consecuentemente la nube electrónica es más deformable para esta especie, con lo cual el  $\text{P}^{3-}$  es más polarizable. (6 Puntos Sugeridos)

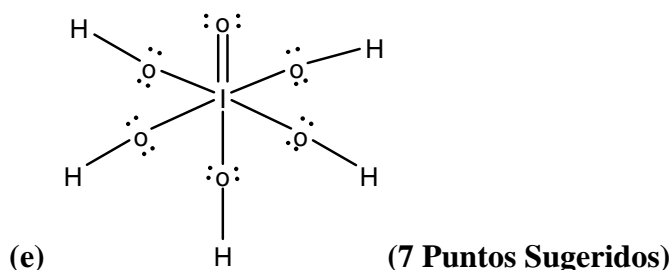
- (c) **Falso:** El poder polarizante de un catión se estima empleando el parámetro  $q/r$ , donde  $q$  es la carga del catión y  $r$  es el radio iónico del mismo. En el caso de  $\text{Be}^{2+}$  vs  $\text{Ba}^{2+}$ , ambos cationes pertenecientes al grupo de los metales alcalino térreos, es el  $\text{Be}^{2+}$  el catión de menor radio y consecuentemente el más polarizante. **(6 Puntos Sugeridos)**
- (d) **Falso:** El descenso crioscópico de una solución 0,1M de NaCl en agua es cuatro veces mayor al presentado por una solución de 0,05M de glucosa (factores  $i = 2$  para NaCl e  $i = 1$  para glucosa). **(6 Puntos Sugeridos)**
- (e) **Falso:** La presión de vapor de un líquido volátil depende sólo de la temperatura. **(6 Puntos sugeridos)**

**Ejercicio 3: (Puntaje Total 35 Puntos Sugeridos)**

(a)



- (b) Geometría en Torno al cloro en  $\text{ClO}_2$  angular. Geometría en torno al oxígeno en  $\text{F}_2\text{O}$  angular. **(3 puntos cada geometría, 6 puntos Totales sugeridos)**
- (c) Los enlaces F-O son enlaces  $\sigma(\text{sp}^3\text{-p})$ . **(5 Puntos Sugeridos)**
- (d) Estado de oxidación de los átomos de F = -1 ; Estado de oxidación del átomo de O = +2.



- (f) Se esperan dos valores diferentes de distancias de enlace I-O: un enlace corto I=O producto del doble enlace con el oxígeno que no está unido a H, y 5 enlaces más largos de tipo simple I-O. **(5 Puntos Sugeridos)**

## NIVEL 3

### Problema 1. (Puntaje total sugerido 33 Puntos)

(a) Puntaje parcial: 8 Puntos; 2 puntos por cada respuesta correcta.

(i) Los compuestos **A** y **B** son enantiómeros.

(ii) Los compuestos **A** y **C** son diastereómeros.

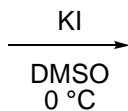
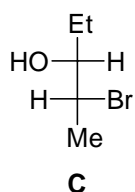
(iii) Los compuestos **C** y **D** son enantiómeros.

(iv) El compuesto **B** es un estereoisómero de **D**.

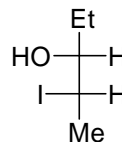
(v) Los compuestos **C** y **B** son enantiómeros.

(vi) Los compuestos **D** y **A** son enantiómeros.

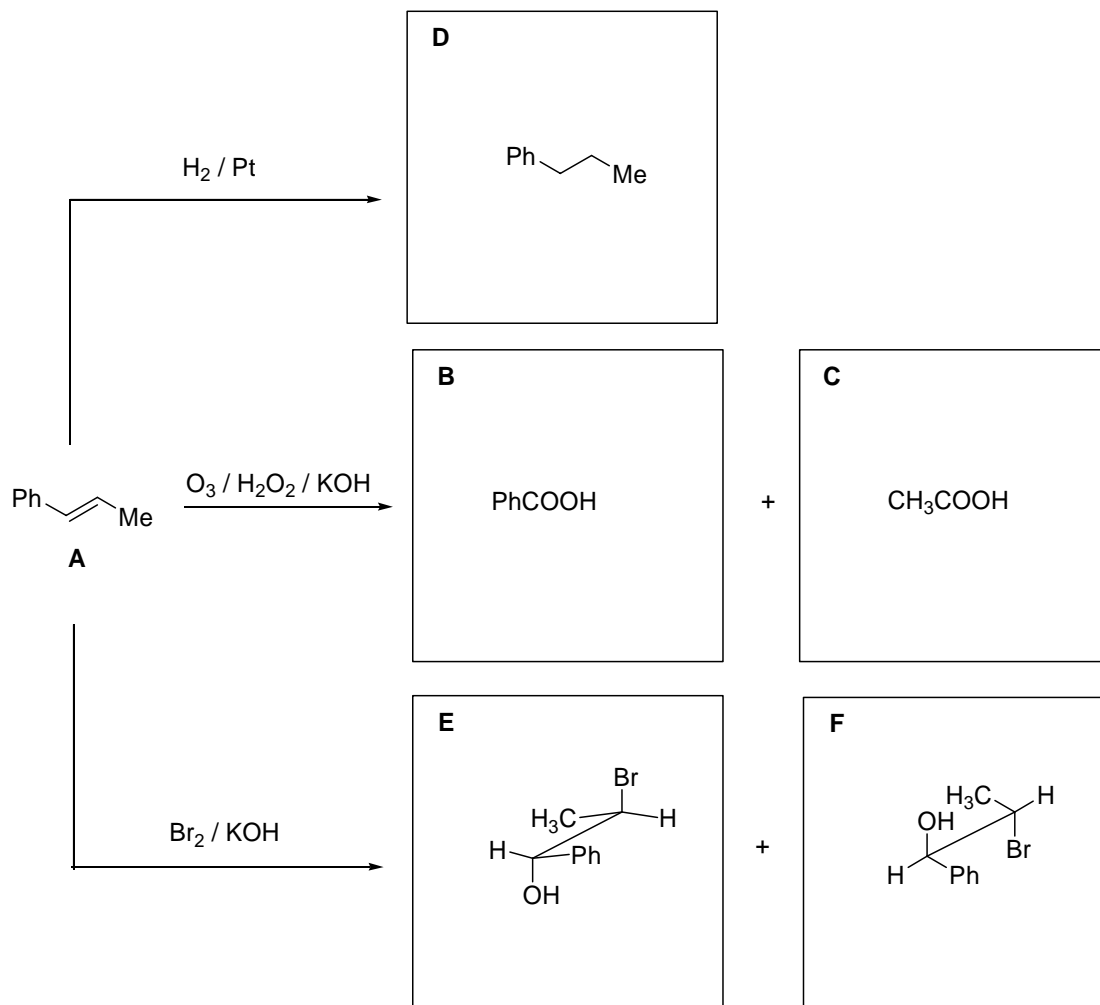
(b) Puntaje parcial: 5 Puntos.



**Producto**



(c) Puntaje parcial: 15 Puntos; 3 puntos por cada estructura correcta.

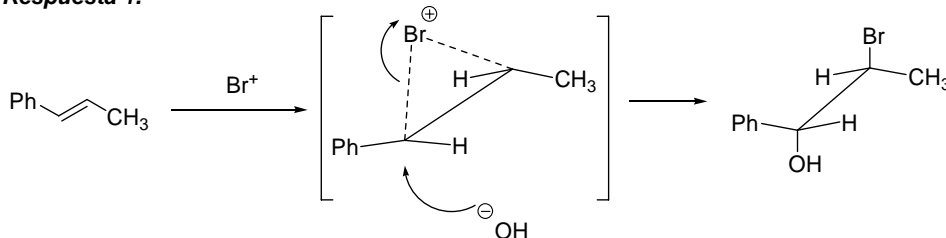


Los compuestos **E** y **F** se pueden intercambiar y la respuesta sigue siendo correcta.

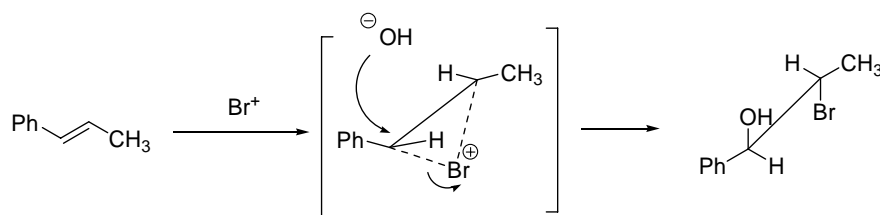
**(d) Puntaje parcial: 5 Puntos.**

Cualquiera de las dos respuestas son correctas, dado que depende de la elección del estudiante para asignar una u otra de las estructuras al compuesto **F**.

**Respuesta 1.**

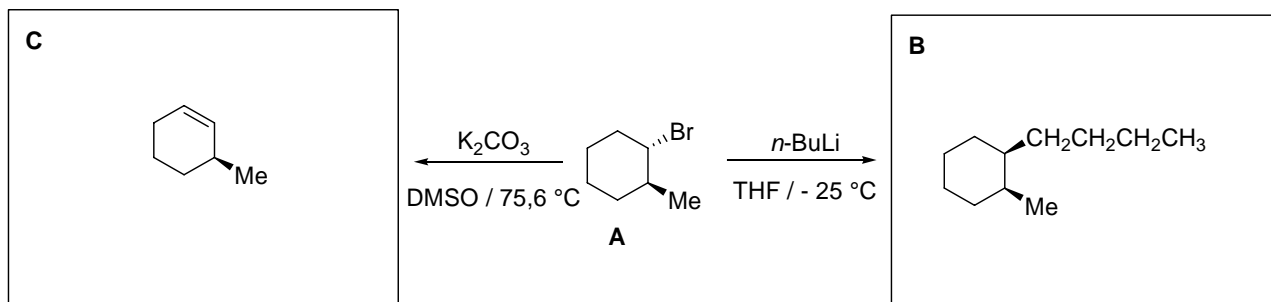


**Respuesta 2.**

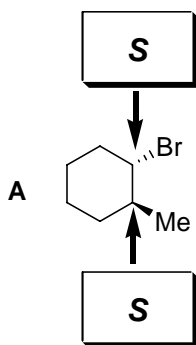


**Problema 2. (Puntaje total sugerido: 34 Puntos)**

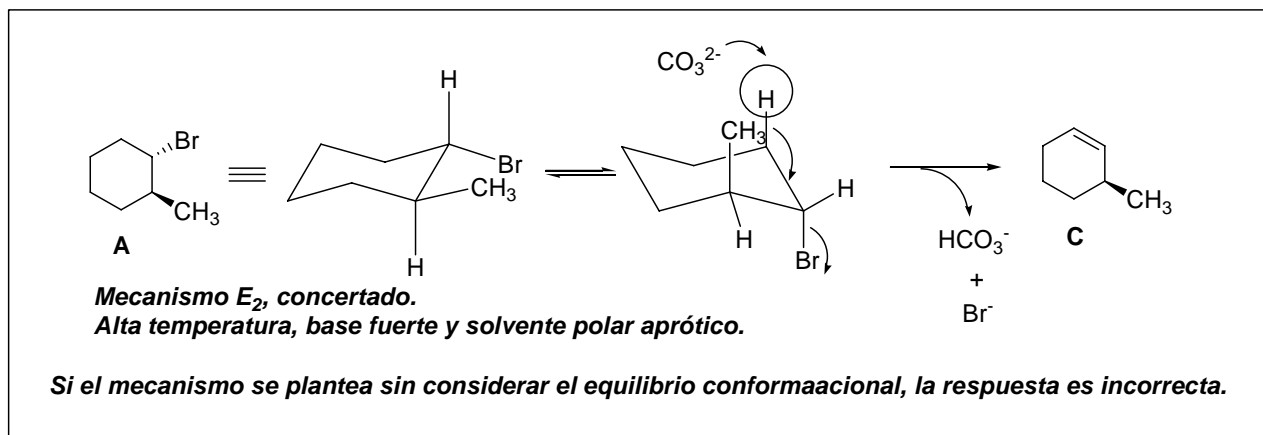
**(a) Puntaje parcial: 6 puntos, 3 puntos cada respuesta correcta.**



**(b) Puntaje parcial: 4 puntos, 2 puntos cada respuesta correcta.**

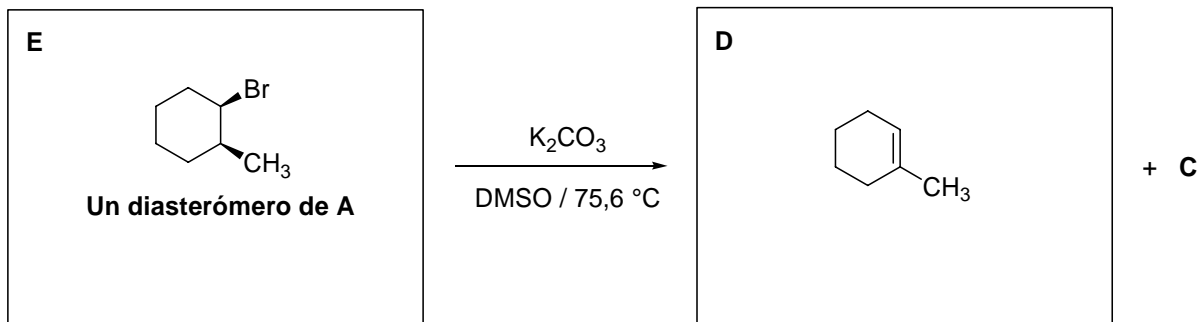


**(c) Puntaje parcial: 10 puntos.**

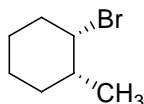


**(d) Puntaje parcial: 6 puntos; 3 puntos por cada estructura correcta.**



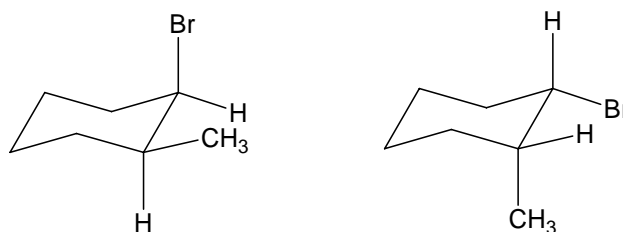


El estudiante también puede dibujar como diasteremero de A la siguiente estructura:

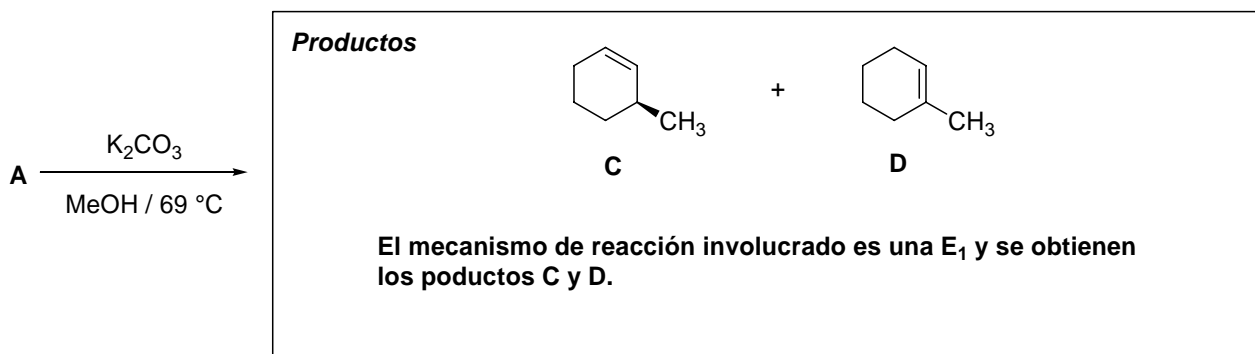


que es el enantiómero de la estructura que se dibuja en el recuadro. Ambas estructuras son correctas. El producto D se obtiene a partir de cualquiera de los dos diasteremeros a través del mecanismo  $E_2$ .

El estudiante también puede proponer las posibles estructuras de E en sus formas conformacionales, tales como los siguientes conformeros, y la respuesta también es correcta.

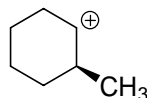


(e) Puntaje parcial: 5 puntos.



(f) Puntaje parcial: 3 puntos.

**Intermediario de reacción**



**Problema 3. (Puntaje total sugerido 33 puntos)**

**(a) Puntaje parcial sugerido 4 puntos**

Primero será necesario conocer la concentración molar de la solución de ácido 3-cloropropanoico de concentración 1,2 % p/p:

$$[HClPr] = \% p/p \times \frac{1}{M_r HClPr} \times d_{sn} \times \frac{1000 mL}{L}$$

$$[HClPr] = \frac{1,2 g HClPr}{100 g sn} \times \frac{1}{108,5 g/mol} \times 1,08 \frac{g sn}{mL sn} \times \frac{1000 mL}{L}$$

Al realizar la cuenta anterior se obtiene que  $[HClPr] = 0,12 M$ .

Luego, dado que con la dilución no varía el número de moles de HClPr en la solución:

$$[HClPr]_{conc} \times V_{HClPr, conc} = [HClPr]_{dil} \times V_{HClPr, dil}$$

$$V_{HClPr, conc} = \frac{[HClPr]_{dil} \times V_{HClPr, dil}}{[HClPr]_{conc}} = \frac{1,50 \times 10^{-2} M \times 50 mL}{0,12 M}$$

De esta manera, se obtiene que serán necesarios **6,25 mL de solución de HClPr de concentración 1,2 % p/p (o bien, 0,12 M)** para preparar 50,00 mL de una solución de dicho ácido de concentración  $1,50 \times 10^{-2} M$ .

**(b) Puntaje parcial sugerido 7 puntos**

Si se realiza una dilución 1:10 de la solución de HClPr 1,2 % p/p (ó 0,12 M, como se encontró en el ítem anterior), entonces la concentración de dicho ácido en la solución será **0,012 M**.

Dado que la única reacción ácido base en la solución es la siguiente:



Entonces, en el equilibrio:  $[H^+] = [ClPr^-]$  y  $[HClPr] = 0,012 M - [ClPr^-] = 0,012 M - [H^+]$ .

Reemplazando en la expresión de la constante de acidez del HClPr:

$$K_a = \frac{[H^+][ClPr^-]}{[HClPr]} = \frac{[H^+]^2}{[HClPr]_{total} - [H^+]} = \frac{[H^+]^2}{0,012 M - [H^+]} = 7,76 \times 10^{-5}$$

Se obtiene una cuadrática en  $[H^+]$ . Resolviendo dicha cuadrática es posible conocer  $[H^+]$  y, a partir de ahí, el pH de la solución.

De esta manera,  $[H^+] = 9,27 \times 10^{-4} M$  y, por lo tanto, **pH = 3,03**.

**(c) Puntaje parcial sugerido 7 puntos**

Para conocer la relación de concentraciones pedida, primero es necesario determinar los valores de ambas concentraciones en el equilibrio.

De nuevo, la única reacción ácido base es la siguiente:



Entonces, en el equilibrio:  $[H^+] = [ClPr^-]$  y  $[HClPr] = 1,50 \times 10^{-2} M - [ClPr^-]$ .

Reemplazando en la constante de acidez del HClPr es posible conocer  $[ClPr^-]$  por ejemplo:

$$K_a = \frac{[H^+][ClPr^-]}{[HClPr]} = \frac{[ClPr^-]^2}{[HClPr]_{total} - [ClPr^-]} = \frac{[ClPr^-]^2}{1,50 \times 10^{-2} M - [ClPr^-]} = 7,76 \times 10^{-5}$$

Así, queda una expresión cuadrática en  $[ClPr^-]$ .

Resolviendo dicha expresión se obtiene que  **$[ClPr^-] = 1,04 \times 10^{-3} M$** .

Luego, como  $[HClPr] = 1,50 \times 10^{-2} M - [ClPr^-]$ , se obtiene que  **$[HClPr] = 1,396 \times 10^{-2} M$** .

De esta manera:  **$[3\text{-cloropropanoato}] / [\text{ácido } 3\text{-cloropropanoico}] = 0,0745$** .

**(d) Puntaje parcial sugerido 2 puntos**

Dado que la solución de HClPr 1,2 % p/p (ó 0,12 M) está más concentrada que la solución del ítem anterior ( $1,50 \times 10^{-2} M$ ) se disociará en menor medida que esta última.

Entonces, la relación  $[3\text{-cloropropanoato}] / [\text{ácido } 3\text{-cloropropanoico}]$  será **MENOR** a la calculada en el ítem anterior.

**(e) Puntaje parcial sugerido 6 puntos (2 puntos por cada respuesta correcta)**

**i-** Una solución de ácido cloroacético ( $pK_a = 2,11$ ) es más ácida que una solución de ácido 3-cloropropanoico de idéntica concentración.

**X**

**ii-** Una solución de ácido cloroacético ( $pK_a = 2,11$ ) tendrá, en el equilibrio, un menor grado de disociación que una solución de ácido 3-cloropropanoico de idéntica concentración.

**iii-** El pH de una solución de 3-cloropropanoato de sodio será más básico que el de una solución de cloroacetato de sodio de idéntica concentración.

**X**

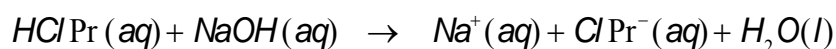
iv- El pH de una solución de amoníaco ( $pK_b = 4,75$ ) será más básico que el de una solución de 3-cloropropanoato de sodio de idéntica concentración.

X

v- Si se realiza una dilución 1:5 de una solución de ácido 3-cloropropanoico el pH se mantiene invariable.

**(f) Puntaje parcial sugerido 7 puntos**

Si se agregan  $5 \times 10^{-3}$  moles de NaOH (s), sin cambio de volumen, a 250 mL de una solución de HClPr de concentración  $1,50 \times 10^{-2}$  M, entonces la **concentración molar de NaOH agregada será 0,02 M**. Al agregar NaOH ocurre la siguiente reacción de neutralización:



Como dicha concentración es mayor a la del HClPr en la solución, entonces quedará NaOH sin reaccionar:

$$[NaOH]_{\text{sin reaccionar}} = [NaOH]_{\text{agregada}} - [HClPr]_{\text{total}} = 5 \times 10^{-3} \text{ M.}$$

Luego, como el NaOH es una base fuerte, entonces  $[OH^-] = 5 \times 10^{-3}$  M y, por lo tanto,  $[H^+] = 2 \times 10^{-12}$  M.

Reemplazando en la expresión de la constante de acidez es posible conocer [HClPr]:

$$K_a = \frac{[H^+][ClPr^-]}{[HClPr]} = \frac{2 \times 10^{-12} \times 1,50 \times 10^{-2}}{[HClPr]} = 7,76 \times 10^{-5}$$

De esta manera,  $[HClPr] = 3,87 \times 10^{-10}$  M.