

# Química PCE – septiembre 2023

**PRIMERA PARTE:** Quince preguntas tipo test de las cuales puede contestar a diez y solo a diez. En caso de responder más de 10 preguntas, solo se contarán las 10 primeras respondidas.

Valor total de esta parte 4 puntos. Cada pregunta de tipo test ofrece tres opciones para la respuesta de las que sólo una es correcta. Se puntúa de la forma siguiente:

- La respuesta correcta suma **0.4 puntos**.
- La respuesta incorrecta resta **0.1 puntos**.
- La respuesta en blanco o marcada incorrectamente se valora con 0 puntos.

1. De entre las tres opciones disponibles, indique el tipo de isomería que presenta el siguiente compuesto orgánico:



- a) Isomería óptica.
- b) Isomería de función
- c) **Isomería geométrica (cis/trans)**

2. El PE (polieteno) es:

- a) **Un polímero sintético de adición**
- b) Un polímero natural.
- c) Un polímero de condensación

3. El sulfato de plata,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  ( $M = 311.87 \text{ gr/mol}$ ), tiene un valor de  $K_{ps} = 6.0 \cdot 10^{-5}$ . ¿Qué cantidad se disolverá en 2 L de agua?

- a) **15.4 gr**
- b) 1.3 gr
- c) 50.9 gr

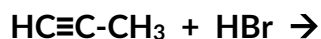
4. ¿Cuál de las siguientes moléculas es polar?

- a)  **$\text{PH}_3$**
- b)  $\text{CH}_4$
- c)  $\text{CS}_2$

5. Dado el elemento con  $Z = 19$ , los números cuánticos de su electrón más externo en el estado fundamental son:

- a) Los cuatro números cuánticos son (3, 2, -1, +1/2)
- b) **Los cuatro números cuánticos son (4, 0, 0, +1/2)**
- c) Los cuatro números cuánticos son (4, 1, -1, +1/2)

6. Dada la reacción de adición,



Indique el producto orgánico que se forma:

- a) prop-1-eno
- b) 2-bromobutano
- c) 2-bromoprop-1-eno

7. ¿Para cuál de las siguientes reacciones en equilibrio a temperatura constante disminuirá la cantidad de producto al aumentar el volumen del recipiente de la reacción?

- a)  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$
- b)  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$
- c)  $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$

8. Señale cuál de las siguientes afirmaciones es cierta:

- a) Los ácidos carboxílicos son sustancias orgánicas que contienen uno o más grupos éster.
- b) El etano es más soluble en agua que el etanol (alcohol etílico)
- c) El punto de ebullición del butano es menor que el de butan-1-ol.

9. ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas representa un estado excitado de un átomo?

- a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- b)  $1s^2 2s^2 2p^5$
- c)  $1s^2 2s^1 2p^3$

10. Indique la expresión correcta para la constante de equilibrio  $K_p$ , dada la siguiente reacción  $\text{NaF}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NaHSO}_4(\text{s}) + \text{HF}(\text{g})$ :

- a)  $K_p = P_{\text{HF}}$
- b)  $K_p = \frac{P_{\text{HF}}}{P_{\text{H}_2\text{SO}_4}}$
- c)  $K_p = \frac{P_{\text{NaF}}}{P_{\text{HF}}}$

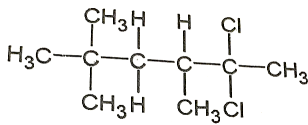
11. En una reacción de orden 3, la unidad en el SI de la constante de velocidad es:

- a)  $\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- b)  $\text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

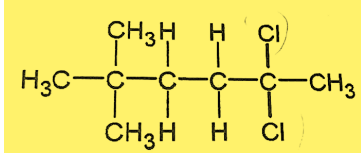
c)  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

12. Indique la fórmula del compuesto orgánico 2,2-dicloro-5,5dimetilhexano.

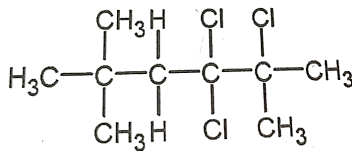
a)



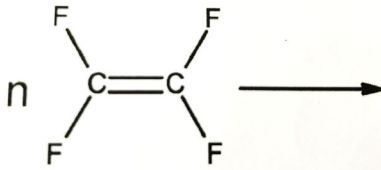
b)



c)



13. ¿Qué polímero se formará mediante la reacción de polimerización siguiente?



a) Poliamida

b) Teflón

c) Polietileno

14. Basándose en los principios de la TRPECV, indique cuál es la geometría molecular del anión carbonato  $\text{CO}_3^{2-}$ :

a) Piramidal trigonal

b) Triangular plana.

c) Lineal

15. La constante de velocidad de una reacción de primer orden es  $k = 5 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ . Teniendo en cuenta que la concentración del reactivo es  $3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ , ¿cuál será la velocidad de la reacción?

a)  $1,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

b)  $5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

c)  $1,5 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

**SEGUNDA PARTE:** Dos problemas de desarrollo de los cuales puede responder a uno y solo a uno de solo de ellos. Si se contesta a más de una pregunta solo se corregirá la primera contestada. Valor total de esta parte 3 puntos.

**TERCERA PARTE:** Dos problemas de desarrollo de los cuales puede responder a uno y solo a uno de solo de ellos. Si se contesta a más de una pregunta solo se corregirá la primera contestada. Valor total de esta parte 3 puntos.

Las preguntas o apartados en los que se pide que razone o justifique la respuesta se puntuarán con un 20% de su valor en el caso de no realizarse dicho razonamiento a justificación. **En caso de responder más de un problema en cada parte solo se contará el primero respondido.**

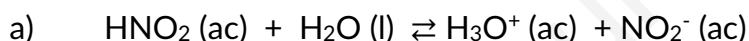
## SEGUNDA PARTE

1. (3 puntos) El ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) es un ácido débil cuya ionización en medio acuoso produce oxonio. Se pide lo siguiente:

a) (0'75 puntos) Escriba de forma detallada el equilibrio de ionización de este ácido en medio acuoso.

b) (2'25 puntos) Determine la concentración que debe tener una disolución de  $\text{HNO}_2$  para que tenga un pH de 2'50.

DATOS:  $K_a = 4'5 \cdot 10^{-4}$



b) Partimos de la fórmula para calcular la  $K_a$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]} = \frac{x \cdot x}{C - x}$$

Partimos de la fórmula del pH =  $-\log [\text{H}_3\text{O}^+]$  y como sabemos  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$

Según los datos del ejercicio  $[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 10^{-2'5}$

Sustituimos en la ecuación de la  $K_a$ , tanto el valor de x como de la  $K_a$ :

$$4'5 \cdot 10^{-4} = \frac{10^{-2'5} \cdot 10^{-2'5}}{C - 10^{-2'5}}$$

Despejamos C y tenemos:

$$C = \frac{(10^{-2'5})^2 + (4'5 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2'5})}{4'5 \cdot 10^{-4}} = 2'54 \cdot 10^{-2} M$$

2. (3 puntos) Cuando reacciona el cromato de potasio ( $K_2CrO_4$ ) con el ácido clorhídrico (HCl) puede obtenerse cloruro de cromo (III),  $CrCl_3$ , a la vez que se forma un gas amarillo-verdoso ( $Cl_2$ ) y un compuesto soluble en agua como el cloruro de potasio (KCl). Se pide lo siguiente:

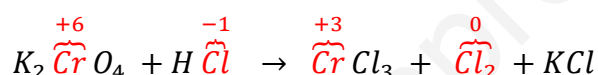
a) (1'50 puntos) Ajuste la reacción por el método del ion-electrón, indicando las especies que se oxidan y las especies que se reducen. Determine también la ecuación molecular debidamente ajustada.

b) (0'75 puntos) ¿Cuántos mL de ácido clorhídrico del 37% y densidad 1'19 g/mL serán necesarios para la reacción con 7'0 g de cromato de potasio?

c) (0'75 puntos) Considerando comportamiento ideal, ¿qué volumen de  $Cl_2$ , medido a 20 °C y 1 atm, se formará en las condiciones descritas en el apartado anterior?

DATOS:  $R = 0'082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $M(K_2CrO_4) = 194'2 \text{ g/mol}$ ;  $M(HCl) = 36'5 \text{ g/mol}$ ;  $T = 273 + \theta$ , donde T es la temperatura en kelvin y  $\theta$  es la temperatura en grados Celsius.

a) Hacemos la reacción oportuna:



En este caso vemos que el Cr se reduce pasando de +6 a +3; mientras que el Cl se oxida pasando de -1 a 0. Eso significa que la especie que se reduce es el cromato de potasio ( $K_2CrO_4$ ) y el que se oxida el ácido clorhídrico (HCl).

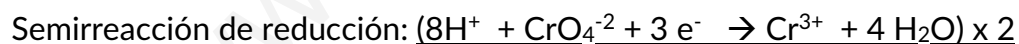
Ajustamos entonces por orden:

1° Ajustamos primero los elementos distintos de H y O

2° Luego ajustamos los O añadiendo  $H_2O$

3° A continuación ajustamos los H añadiendo  $H^+$

4° Por último, ajustamos los electrones



Por la estequiometría de la reacción vemos que se necesitan 2 moles de  $K_2CrO_4$  y 16 de HCl para que se produzca la reacción.

Calculamos los moles que hay en 7 gr de  $K_2CrO_4$

$$n^{\circ} \text{ moles} = \frac{7 \text{ gr}}{194'2 \text{ gr/mol}} = 3'6 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

Calculamos los moles de HCl a partir de los moles de  $K_2CrO_4$

$$\frac{2 \text{ mol } K_2CrO_4}{16 \text{ mol HCl}} = \frac{1 \text{ mol } K_2CrO_4}{8 \text{ mol HCl}} \rightarrow \frac{1}{8} = \frac{3'6 \cdot 10^{-3} \text{ mol } K_2CrO_4}{x \text{ mol de HCl}}$$

$$x = 0'288 \approx 0'3 \text{ moles de HCl}$$

A partir de ahí, calculamos la masa del HCl:

$$\text{Masa HCl} = n^{\circ} \text{ moles} \cdot M_m = 0'3 \text{ moles} \cdot 36'5 \text{ gr/mol} = 10'95 \text{ gr}$$

Deberemos tener en cuenta que el HCl está al 37%, por tanto, para saber cuál es la masa de la disolución podemos hacer:

$$\frac{100}{37} = \frac{x}{10'95} \rightarrow x = 29'6 \text{ gr}$$

También podemos utilizar para calcular esta masa la expresión del % en masa:

$$\% \text{ masa} = \frac{\text{masa soluto}}{\text{masa disolución}} \cdot 100 \rightarrow 37 = \frac{10'95}{x} \cdot 100 \rightarrow m_d = 29'6 \text{ gr}$$

Y a partir de ahí, calculamos el volumen:

$$d = \frac{\text{masa}}{v} \rightarrow v = \frac{\text{masa}}{d} = \frac{29'6 \text{ gr}}{1'19 \text{ gr/ml}} = 24'8 \approx 25 \text{ ml}$$

c) Teniendo en cuenta la relación estequiométrica entre el  $K_2CrO_4$  y el  $Cl_2$ :

$$\frac{2 \text{ mol de } K_2CrO_4}{3 \text{ mol de } Cl_2} = \frac{3'6 \cdot 10^{-2} \text{ mol } K_2CrO_4}{x \text{ mol de } Cl_2}$$

Obtenemos los moles de cloro:

$$\frac{10'8 \cdot 10^{-2}}{2} = 5'4 \cdot 10^{-2} \text{ mol de } Cl_2$$

A partir de la ecuación de los gases ideales,  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{5'4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0'082 \text{ atm} \cdot L \text{ mol}^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 293 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 0'13 \text{ L}$$

### TERCERA PARTE

1. (3 puntos) Dadas las especies moleculares  $\text{NF}_3$  y  $\text{CF}_4$ , se pide lo siguiente para cada una de ellas:

- (1 punto) Escribir sus estructuras de Lewis. Utilice puntos y cruces para diferenciar los electrones de los distintos átomos.
- (1'25 puntos) Deduzca la geometría molecular de estas dos especies basándose en la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia (TRPECV).
- (0'75 puntos) Teniendo en cuenta las geometrías moleculares, argumente acerca de la polaridad de ambas moléculas.

**DATOS:** Los números atómicos de los elementos indicados son:  $Z(\text{C}) = 6$ ;  $Z(\text{N}) = 7$ ;  $Z(\text{F}) = 9$

a) Hacemos las configuraciones de cada uno de los átomos en su estado fundamental

$\text{N} (Z = 7): 1s^2 2s^2 2p^3 \quad : \ddot{\text{N}} :$

$\text{F} (Z = 9): 1s^2 2s^2 2p^5 \quad : \ddot{\text{F}} :$

Construimos las estructuras de Lewis de cada una de las especies utilizando la Regla de Lewis.

**$\text{NF}_3$ :**

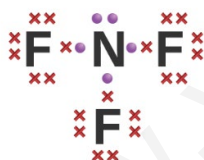
Electrones necesarios (8 por cada átomo distinto de H):  $4 \times 8 = 32 e^-$

Electrones disponibles (electrones de la capa de valencia):  $5 + (7 \times 3) = 26 e^-$

Electrones compartidos:  $\text{EN} - \text{ED}:$   $32 - 26 = 6$  repartidos en 3 enlaces

Electrones no compartidos:  $\text{ED} - \text{EC}:$   $26 - 6 = 20 e^-$  libres

Colocamos al elemento menos electronegativo en el centro, en este caso el N



**$\text{CF}_4$ :**

$\text{C} (Z = 6): 1s^2 2s^2 2p^2 \quad : \text{C} :$

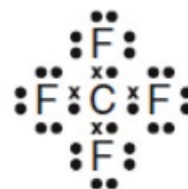
Hacemos lo mismo que en el ejemplo anterior:

$\text{EN}: 5 \times 8 = 40 e^-$  necesarios

$\text{ED}: 4 + (7 \times 4) = 32 e^-$

$\text{EC}: 40 - 32 = 8 e^-$  que repartidos en 2 electrones por par dan 4 enlaces

$\text{ENC}: 32 - 8 = 24 e^-$  libres



b) Para saber cómo es la geometría real de las moléculas de  $\text{NF}_3$  y  $\text{CF}_4$  según la TRPECV, hacemos unos cálculos sencillos:

NF<sub>3</sub>:

Nº de e<sup>-</sup> de la capa de valencia del N y nº de electrones de F implicados en el enlace:

$$5 + (3 \cdot 1) = 8 e^-$$

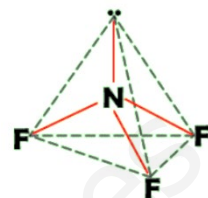
Nº de e<sup>-</sup> de N desapareados por 2 electrones que tiene cada par:

$$3 \cdot 2 = 6 e^- \text{ eso nos indica que hay 3 direcciones enlazadas}$$

Restamos los valores anteriores:

$$8 - 6 = 2 e^- \text{ libre en un par no enlazante.}$$

Tenemos entonces una estructura con 4 direcciones, 3 enlazadas y 1 no enlazada. Por tanto la geometría es **piramidal**



CF<sub>4</sub>:

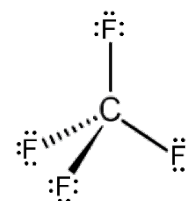
En la capa de valencia del C hay 4 electrones y cada F aporta un electrón al par:

$$4 + (1 \cdot 4) = 8 e^-$$

El C tiene 4 electrones desapareados que por 2 electrones de cada par son:

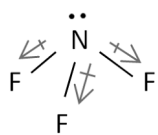
$$4 \cdot 2 = 8 e^- \text{ que se distribuyen en 4 direcciones o pares enlazantes}$$

Como los 8 electrones están formando enlaces, no hay pares no enlazantes, luego la geometría es **tetraédrica**.

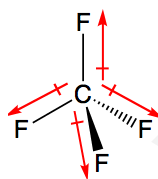


c) Teniendo en cuenta la geometría, sumamos los momentos dipolares y nos da:

NF<sub>3</sub>



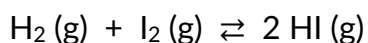
Siendo el  $\vec{\mu} \neq 0$  y por tanto es una molécula **polar**



En este caso, al sumar los momentos dipolares nos da  $\vec{\mu} = 0$ , luego es una molécula **apolar**

2. (3 puntos) A 360 °C se determina la composición de una mezcla gaseosa que se encuentra en equilibrio en el interior de un matraz de 2 L de capacidad, encontrándose 0'10 moles de H<sub>2</sub>, 0'12 moles de I<sub>2</sub> y 0'08 moles de HI. Se pide lo siguiente:

a) (1 punto) Calcule el valor numérico de la constante de equilibrio K<sub>c</sub> para la reacción

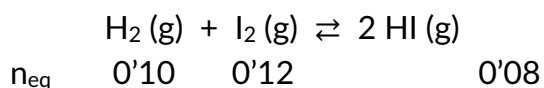




b) (1'50 puntos) Calcule la cantidad de H<sub>2</sub> que se ha de introducir en el matraz para tener un total de 0'16 moles de HI manteniendo constante la temperatura.

c) (0'50 puntos) ¿Qué ocurriría en este equilibrio si aumentásemos la presión del sistema manteniendo la temperatura constante?

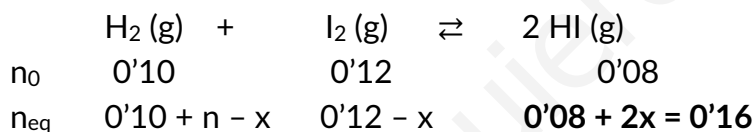
a) Ponemos los datos del enunciado en forma de tabla para poder verlo bien:



$$\left[ \right]_{\text{eq}} \quad \frac{0'10}{2} \quad \quad \frac{0'12}{2} \quad \quad \frac{0'08}{2}$$

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left[\frac{0'10}{2}\right]^2 M^2}{\left[\frac{0'12}{2}\right] M \left[\frac{0'08}{2}\right] M} = \mathbf{0'53}$$

b) Partimos de los datos del apartado anterior y ahora tenemos que ver la cantidad de moles que hay que añadir de H<sub>2</sub> para alcanzar los 0'16 moles de HI.



A partir de los moles de HI podemos saber la cantidad que se ha modificado:

$$x = 0'04$$

Y llevando este dato a los moles de H<sub>2</sub>: 0'10 + n - 0'04 = 0'06 + n

Como la temperatura no cambia, tampoco lo hace la K<sub>c</sub>:

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \rightarrow \rightarrow 0'53 = \frac{\left(\frac{0'16}{2}\right)^2}{\frac{0'06 + n}{2} \cdot \frac{0'08}{2}} \rightarrow \rightarrow \mathbf{n = 0'54 \text{ mol}}$$

c) Miramos la variación de moles:

$$\Delta n = \text{moles de productos} - \text{moles de reactivos} = 2 - (1 + 1) = 0$$

Según Le Chatelier, un aumento de presión hace que el equilibrio se mueva hacia donde hay menos moles gaseosos, pero en este caso, como no hay variación de moles, el cambio de presión no afecta al equilibrio y por lo tanto éste no se ve perturbado.