

**UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID**  
**EVALUACIÓN PARA EL ACCESO A LAS ENSEÑANZAS**  
**UNIVERSITARIAS OFICIALES DE GRADO**  
**Curso 2019-2020 Ordinaria**  
**MATERIA: QUÍMICA**

---

**INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN**

Después de leer atentamente el examen, responda a cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Todas las preguntas se calificarán sobre 2 puntos.

1

**A.1 (2 puntos)** Considere los elementos aluminio y magnesio.

- Escriba la configuración electrónica de cada elemento.
  - Justifique qué elemento presenta mayor radio atómico.
  - Explique si la segunda energía de ionización del aluminio es mayor, igual o menor que la primera.
  - Sabiendo que la primera energía de ionización del magnesio es  $738,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , razone si es posible ionizar un mol de átomos de magnesio gaseosos con una energía de 500 kJ.
- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**A.2 (2 puntos)** Justifique si el pH de las siguientes disoluciones acuosas es ácido, básico o neutro. Escriba las reacciones correspondientes y realice cálculos sólo cuando lo considere necesario.

- 100 mL de ácido acético 0,2 M + 200 mL de hidróxido de sodio 0,1 M.
- Amoniaco.
- 100 mL de ácido clorhídrico 0,2 M + 150 mL de hidróxido de sodio 0,2 M.
- Hipobromito de sodio.

Datos.  $K_a$  (ác. acético) =  $1,8 \times 10^{-5}$ ;  $K_a$  (ácido hipobromoso) =  $2,3 \times 10^{-9}$ ;  $K_b$  (amoniaco) =  $1,8 \times 10^{-5}$ .  
Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**A.3 (2 puntos)** Formule las reacciones propuestas, indique de qué tipo son y nombre los productos orgánicos obtenidos:

- But-2-eno +  $\text{H}_2$ / catalizador  $\rightarrow$
- Pentan-1-ol +  $\text{KMnO}_4$  (oxidante fuerte)  $\rightarrow$
- 2-clorobutano + hidróxido de sodio (medio acuoso)  $\rightarrow$
- Ácido propanoico + metanol (medio ácido)  $\rightarrow$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**A.4 (2 puntos)** A 2600 K se introduce 1 mol de agua en un recipiente vacío de 100 L, alcanzándose el siguiente equilibrio:  $2 \text{ H}_2\text{O} (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$ , con  $K_p = 4,2 \times 10^{-5}$ .

- Calcule  $K_c$ .
- Calcule el número de moles de  $\text{O}_2$  en el equilibrio.
- Justifique cómo se modifica el equilibrio al aumentar la presión total por disminución de volumen.

Dato.  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartados a) y c); 1 punto apartado b).

**A.5 (2 puntos)** Responda las siguientes cuestiones:

- Se construye una pila galvánica con los electrodos  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  y  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ . Escriba las semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo y calcule el potencial.

b) Se tratan 317,5 g de zinc, de 90% de riqueza en masa, con una disolución de ácido nítrico diluido. Ajuste la reacción y calcule los litros de hidrógeno que se obtienen a 25 °C y 1 atm, si el rendimiento es del 80%.

Datos.  $E^0$  (V):  $Zn^{2+}/Zn = -0,76$ ,  $Fe^{2+}/Fe = -0,44$ .  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Masa atómica:  $Zn = 65,4$ . Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

**B.1 (2 puntos)** Para las moléculas  $H_2O$  y  $PF_3$ .

- Justifique el número de pares de electrones enlazantes y los pares libres del átomo central.
- Indique la hibridación que presenta el átomo central y su geometría.
- Explique su polaridad.
- Indique el tipo de fuerzas intermoleculares.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**B.2 (2 puntos)** Formule y nombre los reactivos y todos los productos orgánicos de las siguientes reacciones:

- Deshidratación de pentan-2-ol con ácido sulfúrico y calor.
- Reducción de propanona.
- $CH_3-CHOH-CH_3 + CH_3-COOH \rightarrow$
- $CH_3-CH=C(CH_3)-CH_2-CH_3 + HCl \rightarrow$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**B.3 (2 puntos)** Una disolución saturada de hidróxido cálcico tiene una solubilidad de 0,96 g·L<sup>-1</sup>.

- Formule el equilibrio de solubilidad, indicando el estado de cada especie.
- Calcule el producto de solubilidad del hidróxido de calcio.
- Calcule el pH de la disolución.
- ¿Cómo afecta a la solubilidad del hidróxido de calcio un aumento de pH?

Datos. Masas atómicas:  $H = 1,0$ ;  $O = 16,0$ ;  $Ca = 40,1$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**B.4 (2 puntos)** Se hace reaccionar una disolución de cloruro de sodio con permanganato de potasio en medio ácido sulfúrico obteniéndose sulfato de manganeso (II), cloro, sulfato de potasio, sulfato de sodio y agua.

- Ajuste por el método del ion-electrón las semirreacciones de oxidación y reducción que tienen lugar, e indique las especies que actúan como oxidante y como reductora.
- Ajuste las reacciones iónica y molecular global.
- Calcule la masa, en kg, de cloruro de sodio necesaria para obtener 1 m<sup>3</sup> de cloro, medido a 750 mm de Hg y 30 °C, sabiendo que el rendimiento de la reacción es del 80%.

Datos. Masas atómicas:  $Na = 23,0$ ;  $Cl = 35,5$ .  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

**B.5 (2 puntos)** Se tiene una disolución de ácido peryódico 0,10 M.

- Calcule el pH de la disolución.
- Determine el volumen de la disolución del enunciado necesario para preparar 250 mL de disolución de ácido peryódico 0,02 M.
- A 200 mL de la disolución del enunciado se le añaden 125 mL de hidróxido de sodio 0,16 M. Justifique si el pH resultante es ácido, básico o neutro.

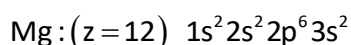
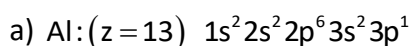
Dato.  $K_a$  (ácido peryódico) =  $2,3 \times 10^{-2}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b)

## SOLUCIONES

**A.1 (2 puntos)** Considere los elementos aluminio y magnesio.

- Escriba la configuración electrónica de cada elemento.
  - Justifique qué elemento presenta mayor radio atómico.
  - Explique si la segunda energía de ionización del aluminio es mayor, igual o menor que la primera.
  - Sabiendo que la primera energía de ionización del magnesio es  $738,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , razone si es posible ionizar un mol de átomos de magnesio gaseosos con una energía de 500 kJ.
- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.



b) Tanto en el Al como en el Mg los electrones se sitúan en orbitales con  $n = 3$  por lo que el tamaño de dichos orbitales será aproximadamente igual. No obstante, el Al tiene 13 protones en el núcleo, frente a los 12 protones que tiene el Mg. Por este motivo, el Al atrae con mayor intensidad a los electrones siendo de menor tamaño que el Mg.

$$r_{\text{Al}} < r_{\text{Mg}}$$

c) La segunda energía de ionización del Aluminio es mayor que la primera debido a que al arrancar el primer electrón al átomo, el resto de electrones tendrán entre ellos menor repulsión electrónica, por lo que podrán acercarse un poco más al núcleo del átomo al minimizarse las repulsiones electrónicas, y por tanto estarán más fuertemente atraídos por el núcleo, haciendo que cueste más energía arrancar este segundo electrón.

d) No es posible ionizar un mol de átomos de Magnesio ya que la energía incidente es menor a la energía mínima necesaria (energía de ionización)

**A.2 (2 puntos)** Justifique si el pH de las siguientes disoluciones acuosas es ácido, básico o neutro. Escriba las reacciones correspondientes y realice cálculos sólo cuando lo considere necesario.

a) 100 mL de ácido acético 0,2 M + 200 mL de hidróxido de sodio 0,1 M.

b) Amoniaco.

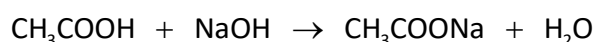
c) 100 mL de ácido clorhídrico 0,2 M + 150 mL de hidróxido de sodio 0,2 M.

d) Hipobromito de sodio.

Datos.  $K_a$  (ác. acético) =  $1,8 \times 10^{-5}$ ;  $K_a$  (ác. hipobromoso) =  $2,3 \times 10^{-9}$ ;  $K_b$  (amoniaco) =  $1,8 \times 10^{-5}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

a)



100ml      200ml

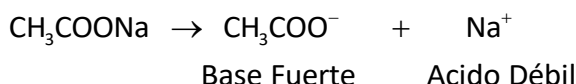
0,2M      0,1M

Veamos los moles de cada uno de los reactivos:

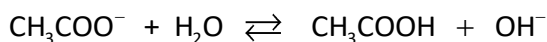
$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = M \cdot V = 0,2 \cdot 0,1 = 0,02 \quad n(\text{NaOH}) = M \cdot V = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02$$

El ácido y la base están en las cantidades estequiométricamente necesarias para que reaccionen por completo. El pH lo dará la sal formada.

CH<sub>3</sub>COONa es una sal que proviene de un ácido débil y una base fuerte por lo que:



El Na<sup>+</sup> es un ácido débil y no se hidroliza, sin embargo, el CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> es un ácido fuerte y si lo hace:

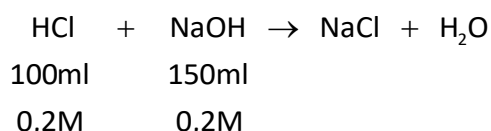


Al liberarse OH<sup>-</sup>, el pH será básico: pH > 7

b) El amoníaco es una base débil, el pH será básico:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

Al liberarse OH<sup>-</sup>, el pH será básico: pH > 7

c)



Veamos los moles de cada uno de los reactivos:

$$n(\text{HCl}) = M \cdot V = 0,2 \cdot 0,1 = 0,02 \quad n(\text{NaOH}) = M \cdot V = 0,15 \cdot 0,2 = 0,03$$

Tanto el ácido como la base son fuertes, pero vemos que hay exceso de base por lo que el pH final será básico:  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

Al liberarse OH<sup>-</sup>, el pH será básico: pH > 7

c) El NaBrO es una sal que proviene de un ácido débil (HBrO) y de una base fuerte (NaOH), por lo que al disociarse la sal tendremos:



El Na<sup>+</sup> es un ácido débil y no tiene fuerza para reaccionar con el agua, sin embargo, el BrO<sup>-</sup> es un ácido fuerte y si lo hace:



Al liberarse OH<sup>-</sup>, el pH será básico: pH > 7

**A.3 (2 puntos)** Formule las reacciones propuestas, indique de qué tipo son y nombre los productos orgánicos obtenidos:

a) But-2-eno + H<sub>2</sub>/ catalizador →

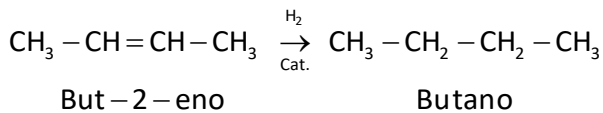
b) Pentan-1-ol + KMnO<sub>4</sub> (oxidante fuerte) →

c) 2-clorobutano + hidróxido de sodio (medio acuoso) →

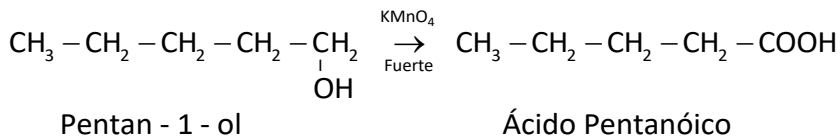
d) Ácido propanoico + metanol (medio ácido) →

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

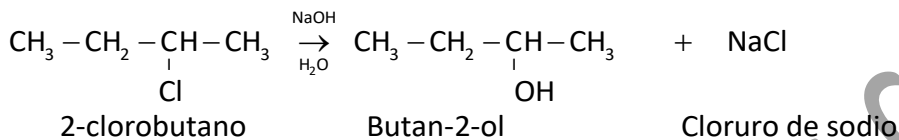
a) Reacción de hidrogenación de alquenos:



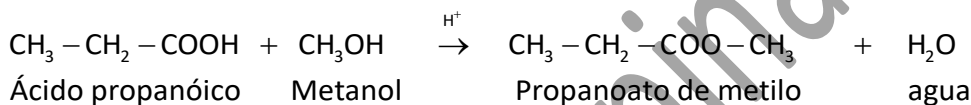
b) Reacción de oxidación de alcoholes:



c) Reacción de sustitución:



d) Reacción de esterificación:



**A.4 (2 puntos)** A 2600 K se introduce 1 mol de agua en un recipiente vacío de 100 L, alcanzándose el siguiente equilibrio:  $2 \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$ , con  $K_p = 4,2 \times 10^{-5}$ .

a) Calcule  $K_c$ .

b) Calcule el número de moles de  $\text{O}_2$  en el equilibrio.

c) Justifique cómo se modifica el equilibrio al aumentar la presión total por disminución de volumen.

Dato.  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

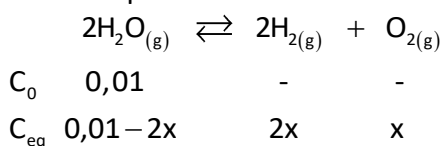
Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartados a) y c); 1 punto apartado b).

a) Datos:  $T=2600\text{K}$ ; 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $V=100$  litros;  $K_p=4,2 \cdot 10^{-5}$

$$K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n} \Rightarrow K_c = \frac{K_p}{(\text{RT})^{\Delta n}} = \frac{4,2 \cdot 10^{-5}}{(0,082 \cdot 2600)^1} = 1,97 \cdot 10^{-7} \quad \boxed{K_p = 1,97 \cdot 10^{-7}}$$

b) Calculamos la concentración inicial de agua:  $C_0 = \frac{1\text{mol}}{100 \text{ L}} = 0,01$

Planteamos el equilibrio:



$$K_c = \frac{[\text{H}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} = \frac{(2x)^2 \cdot x}{(0,01 - 2x)^2} \approx \frac{(2x)^2 \cdot x}{0,01^2} \Rightarrow 1,97 \cdot 10^{-7} \cdot 0,01^2 = 4x^3 \Rightarrow x = 1,7 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{O}_2] = x = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{Como } M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = M \cdot V = 1,7 \cdot 10^{-4} \cdot 100 = 1,7 \cdot 10^{-2} \quad \boxed{1,7 \cdot 10^{-2} \text{ moles de O}_2}$$

6

c) Al aumentar la presión por reducción del volumen según la ley de Le Châtelier, el sistema reacciona desplazando el equilibrio en aquel sentido que consiga bajar la presión para volver a las condiciones iniciales del equilibrio, para que baje dicha presión debe desplazarse hacia donde menos moles gaseosos haya, en este caso hacia los reactivos, haciendo que disminuya la disociación del agua.

**A.5 (2 puntos)** Responda las siguientes cuestiones:

a) Se construye una pila galvánica con los electrodos  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  y  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ . Escriba las semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo y calcule el potencial.

b) Se tratan 317,5 g de zinc, de 90% de riqueza en masa, con una disolución de ácido nítrico diluido. Ajuste la reacción y calcule los litros de hidrógeno que se obtienen a 25 °C y 1 atm, si el rendimiento es del 80%.

Datos.  $E^0$  (V):  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0,76$ ,  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0,44$ .  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Masa atómica:  $\text{Zn} = 65,4$ . Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

a) El par con potencial estándar de reducción menos negativo es el  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ , siendo el Fe el que constituye el cátodo de la pila, siendo el elemento que se reduce, mientras que el Zn es el elemento que forma el ánodo y se oxida.

Las semirreacciones de oxido-reducción que se produce en los electrodos son:

Semirreacción reducción, cátodo:  $\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}$

Semirreacción oxidación, ánodo:  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$

Cátodo (Reducción):  $\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Fe} \quad E^0 = -0,44\text{V}$

Ánodo (Oxidación):  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^- \quad E^0 = -0,76\text{V}$

$\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Fe} + \text{Zn}^{2+} \quad E_{\text{Pila}}^0 = -0,44 - (-0,76) = 0,32\text{V}$

b) La reacción de sustitución que se produce, ajustada, es:

Cátodo (Reducción):  $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$

Ánodo (Oxidación):  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$

$2\text{H}^+ + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Zn}^{2+}$

Por lo que la reacción ajustada queda:  $\text{Zn} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2(\text{g})$ .

La estequiometría de la reacción indica que 1 mol de Zn produce 1 mol de  $\text{H}_2$ .

Los moles de  $\text{H}_2$  que se obtienen en la reacción son:

$$317,5 \text{ g Zn} \cdot \frac{90 \text{ g puros}}{100 \text{ g totales}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{65,4 \text{ g}} = 4,37 \text{ moles Zn}; \quad 4,37 \text{ moles Zn} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Zn}} = 4,37 \text{ moles H}_2$$

Aplicando el rendimiento:  $4,37 \text{ moles H}_2 \cdot \frac{80}{100} = 3,5 \text{ moles H}_2$

Como piden el volumen, despejando de la ecuación de estado de los gases ideales:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{3,5 \cdot 0,082 \cdot 298}{1} = 85,5 \text{ litros} \quad \boxed{85,5 \text{ litros de H}_2}$$

**B.1 (2 puntos)** Para las moléculas H<sub>2</sub>O y PF<sub>3</sub>.

a) Justifique el número de pares de electrones enlazantes y los pares libres del átomo central.

b) Indique la hibridación que presenta el átomo central y su geometría.

c) Explique su polaridad.

d) Indique el tipo de fuerzas intermoleculares.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

a)

• Para el oxígeno en el agua: O: (z = 8)  $1s^2 2s^2 2p^4$



Posee dos pares de electrones solitarios y dos electrones enlazantes

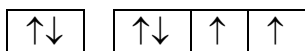
• Para el fósforo en el PF<sub>3</sub>: P: (z = 15)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$



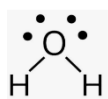
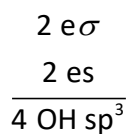
Posee un par de electrones solitarios y tres electrones enlazantes

b)

• Molécula de agua: O: (z = 8)  $1s^2 2s^2 2p^4$



Posee dos pares de electrones solitarios y dos electrones enlazantes:

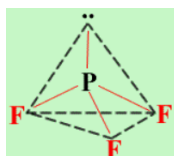
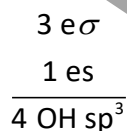


Molécula con hibridación  $sp^3$  y geometría angular.

• Molécula PF<sub>3</sub>: P: (z = 15)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$



Posee un par de electrones solitarios y tres electrones enlazantes:



Molécula con hibridación  $sp^3$  y geometría pirámide trigonal.

c) Ambas moléculas son polares puesto que posee enlaces polares y las sumas de los momentos dipolares de los enlaces no se anulan debido a la geometría de ambas.  $\vec{\mu}_{\text{Total}} \neq 0$ .

d) En el caso de las moléculas de agua, se forman puentes de hidrógeno por encontrarse este unido a un átomo muy pequeño y muy electronegativo, en este caso el oxígeno, y en el caso del PF<sub>3</sub> hay fuerzas de Van Der Waals de tipo dipolo-dipolo por ser los enlaces polares.

**B.2 (2 puntos)** Formule y nombre los reactivos y todos los productos orgánicos de las siguientes reacciones:

a) Deshidratación de pentan-2-ol con ácido sulfúrico y calor.

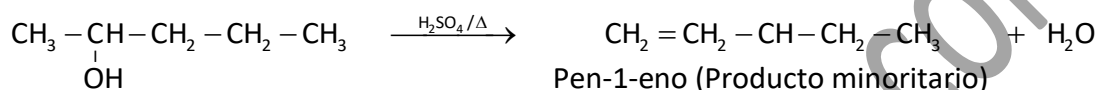
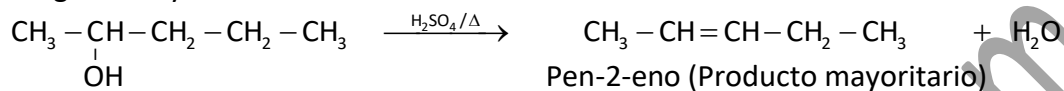
b) Reducción de propanona.

c)  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3 + \text{CH}_3\text{-COOH} \rightarrow$

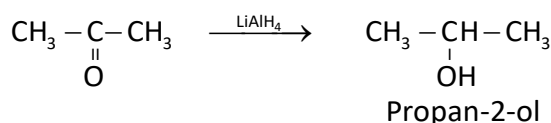
d)  $\text{CH}_3\text{-CH=C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

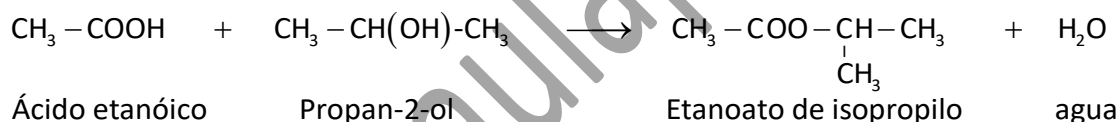
a) Por la regla de Saytzev:



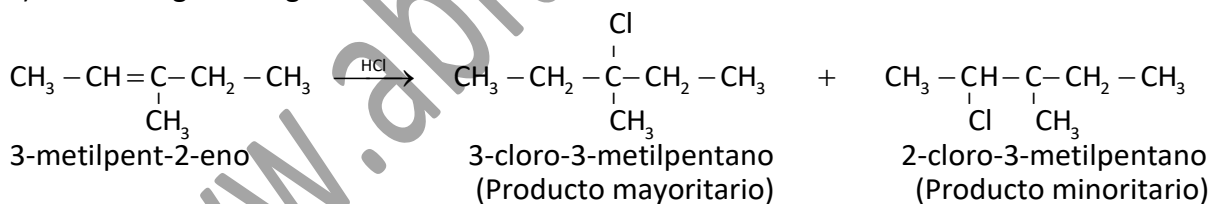
b) Reducción:



c) Reacción de esterificación:



d) Adición según la regla de Markovnikov:



**B.3 (2 puntos)** Una disolución saturada de hidróxido cálcico tiene una solubilidad de  $0,96 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

a) Formule el equilibrio de solubilidad, indicando el estado de cada especie.

b) Calcule el producto de solubilidad del hidróxido de calcio.

c) Calcule el pH de la disolución.

d) ¿Cómo afecta a la solubilidad del hidróxido de calcio un aumento de pH?

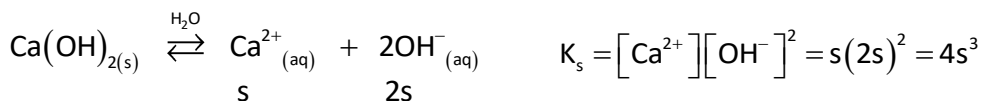
Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Ca = 40,1.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

a) El equilibrio de solubilidad es:  $\text{Ca(OH)}_{2(s)} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2\text{OH}^{-}_{(aq)}$

b) La expresión del producto de solubilidad del hidróxido de calcio es:





Donde:

S es la solubilidad de la sal, que es también la del catión  $\text{Ca}^{2+}$

2S es la solubilidad del anión hidróxido.

Calculamos S:

$$s = 0,96 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{74,1 \text{ g}} = 0,013 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

9

Sustituyendo valores en la expresión y operando se tiene el valor del producto de solubilidad de la base:

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 = s(2s)^2 = 4s^3 = 4 \cdot 0,013^3 = 8,8 \cdot 10^{-6} \quad \boxed{K_s = 8,8 \cdot 10^{-6}}$$

c) La concentración de iones hidróxidos en la disolución es:

$$[\text{OH}^{-}] = 2s = 2 \cdot 0,013 = 0,026 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^{-}] = -\log 0,026 = 1,58$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,58 = 12,42 \quad \boxed{\text{pH} = 12,42}$$

d) Aumentar el pH de la disolución significa que se incrementa la concentración de iones  $\text{OH}^{-}$  por la adición, a la disolución, de una base. Ello provoca que el equilibrio, según Le Chatelier, para mantener constante el producto de solubilidad, tenga que disminuir la concentración de iones  $\text{Ca}^{2+}$ , consiguiéndolo al hacer que se desplace hacia la izquierda, provocando una disminución de la solubilidad de la base.

**B.4 (2 puntos)** Se hace reaccionar una disolución de cloruro de sodio con permanganato de potasio en medio ácido sulfúrico obteniéndose sulfato de manganeso (II), cloro, sulfato de potasio, sulfato de sodio y agua.

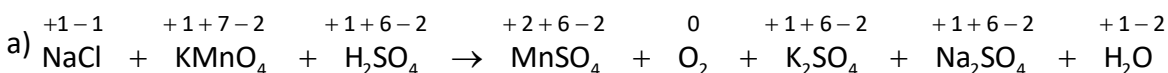
a) Ajuste por el método del ion-electrón las semirreacciones de oxidación y reducción que tienen lugar, e indique las especies que actúan como oxidante y como reductora.

b) Ajuste las reacciones iónica y molecular global.

c) Calcule la masa, en kg, de cloruro de sodio necesaria para obtener  $1 \text{ m}^3$  de cloro, medido a  $750 \text{ mm}$  de Hg y  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , sabiendo que el rendimiento de la reacción es del 80%.

Datos. Masas atómicas: Na = 23,0; Cl = 35,5. R =  $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

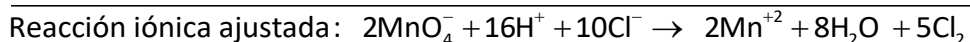
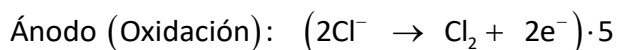
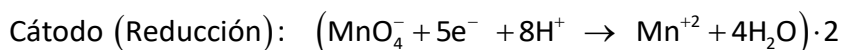
Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).



Oxidante:  $\text{KMnO}_4$

Reductor: NaCl

b)



Reacción molecular ajustada:



10

$$\text{c) } V_{\text{Cl}_2} = 1\text{m}^3 \cdot \frac{1000\text{dm}^3}{1\text{m}^3} = 1000 \text{ litros}$$

$$P = 750\text{mmHg} \cdot \frac{1\text{atm}}{760\text{mmHg}} = 0,98 \text{ atm}$$

$$T = 30^\circ\text{C} + 273 = 303 \text{ K}$$

Despejando de la ecuación de estado de los gases ideales:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0,987 \cdot 1000}{0,082 \cdot 303} = 39,72 \text{ moles Cl}_2$$

$$39,72 \text{ moles Cl}_2 \cdot \frac{10 \text{ moles NaCl}}{5 \text{ moles Cl}_2} = 79,44 \text{ moles NaCl}$$

Aplicando el rendimiento de la reacción:

$$79,44 \text{ moles NaCl} \cdot \frac{100}{80} = 99,3 \text{ moles NaCl}$$

Lo pasamos a Kilos:

$$99,3 \text{ moles NaCl} \cdot \frac{58,5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1\text{Kg}}{1000\text{g}} = 5,81 \text{ Kg NaCl} \quad \boxed{5,81 \text{ Kg NaCl}}$$

**B.5 (2 puntos)** Se tiene una disolución de ácido peryódico 0,10 M.

a) Calcule el pH de la disolución.

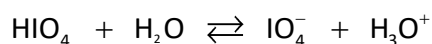
b) Determine el volumen de la disolución del enunciado necesario para preparar 250 mL de disolución de ácido peryódico 0,02 M.

c) A 200 mL de la disolución del enunciado se le añaden 125 mL de hidróxido de sodio 0,16 M. Justifique si el pH resultante es ácido, básico o neutro.

Dato.  $K_a$  (ácido peryódico) =  $2,3 \times 10^{-2}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b)

a)



$$C_0 \quad 0,1 \quad \quad \quad - \quad \quad -$$

$$C_{\text{eq}} \quad 0,1 - x \quad \quad \quad x \quad \quad x$$

$$K_a = \frac{[\text{IO}_4^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HIO}_4]} \Rightarrow 2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{x^2}{0,1 - x} \Rightarrow x = 3,78 \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 3,78 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(3,78 \cdot 10^{-2}) = 1,42 \quad \boxed{\text{pH} = 1,42}$$

b) Los moles de ácido contenidos en los 250 mL de disolución 0,02 M son:

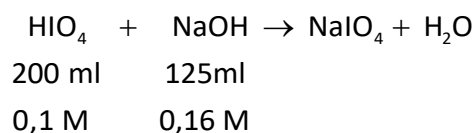
$$\left. \begin{array}{l} 250 \text{ ml} \\ 0,02 \text{ M} \end{array} \right\} n = M \cdot V = 0,02 \cdot 0,25 = 0,005 \text{ moles}$$

11

que son los que han de encontrarse en el volumen que se necesita de la disolución inicial. Este volumen es:

$$V = \frac{n}{M} = \frac{0,005}{0,1} = 0,05 \text{ litros} \quad \boxed{V = 0,05 \text{ litros}}$$

c) La reacción que se produce es de neutralización, siendo su ecuación:

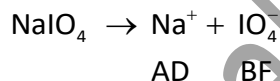


Los moles de cada sustancia son:

$$n_{\text{HIO}_4} = M \cdot V = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ moles}$$

$$n_{\text{NaOH}} = M \cdot V = 0,16 \cdot 0,125 = 0,02 \text{ moles}$$

Al reaccionar el mismo número de ácido que de base, la neutralización es total, y de los iones de la sal que aparece, el catión  $\text{Na}^+$ , ácido conjugado extremadamente débil de la base  $\text{NaOH}$ , no se hidroliza mientras que el anión periyodato,  $\text{IO}_4^-$ , base conjugada relativamente fuerte del ácido, si sufre hidrólisis según la ecuación:



Esta formación del ión hidróxido es la que proporciona a la disolución formada un carácter básico, es decir, el pH de la disolución es superior a 7.  $\boxed{\text{pH} > 7}$