

## 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.

**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.  $K_a$  (ácido 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.
- 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.  $E^0(\text{V})$ :  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0,76$ ,  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0,44$ .  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Masa atómica:  $\text{Zn} = 65,4$ .

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

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

- 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<sub>3</sub>-CHOH-CH<sub>3</sub> + CH<sub>3</sub>-COOH →
- CH<sub>3</sub>-CH=C(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + HCl →

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**B.3 (2 puntos)** Una disolución saturada de hidróxido de calcio presenta 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 atm·L·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>.

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. Ka (ácido peryódico) = 2,3×10<sup>-2</sup>.

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

**QUÍMICA**  
**CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN**

Cada una de las preguntas se podrá calificar con un máximo de 2 puntos.

Se tendrá en cuenta en la calificación de la prueba:

- 1.- Claridad de comprensión y exposición de conceptos.
- 2.- Uso correcto de formulación, nomenclatura y lenguaje químico.
- 3.- Capacidad de análisis y relación.
- 4.- Desarrollo de la resolución de forma coherente y uso correcto de unidades.
- 5.- Aplicación y exposición correcta de conceptos en el planteamiento de las preguntas.

Distribución de puntuaciones máximas para este ejercicio

- A.1.- 0,5 puntos por apartado.
- A.2.- 0,5 puntos por apartado.
- A.3.- 0,5 puntos por apartado.
- A.4.- 0,5 puntos apartados a) y c), 1 punto apartado b).
- A.5.- 1 punto por apartado.

- B.1.- 0,5 puntos por apartado.
- B.2.- 0,5 puntos por apartado.
- B.3.- 0,5 puntos por apartado.
- B.4.- 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).
- B.5.- 0,75 puntos apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b).

**QUÍMICA**  
**SOLUCIONES**

(Documento de trabajo orientativo)

**A.1.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- Aluminio:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ ; Magnesio:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ .
- Radio atómico del magnesio mayor que el del aluminio, ya que pertenecen al mismo periodo y el magnesio tiene menor número atómico. Dentro de un periodo, el radio atómico decrece al aumentar el número atómico, porque la carga nuclear aumenta y los electrones externos están más atraídos por el núcleo.
- La segunda energía de ionización es mayor que la primera. Se necesita más energía para arrancar el segundo electrón, que es un 3s, porque está más atraído por el núcleo que el primero, ya que la carga nuclear no cambia.
- No es posible ionizar un mol de átomos de magnesio gaseosos con 500 kJ, ya que esta energía es menor que la de ionización ( $738,1 \text{ kJ mol}^{-1}$ ).

**A.2.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- $n(\text{CH}_3\text{-COOH}) = 0,1 \times 0,2 = 0,02 \text{ mol}$ ;  $n(\text{NaOH}) = 0,2 \times 0,1 = 0,02 \text{ mol}$ ;  $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-COONa} + \text{H}_2\text{O}$ ; neutralización completa;  $\text{CH}_3\text{-COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{-COO}^- + \text{Na}^+$ ;  $\text{Na}^+$  no se hidroliza;  $\text{CH}_3\text{-COO}^-$  se hidroliza;  $\text{CH}_3\text{-COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{-COOH} + \text{OH}^-$ ; pH básico.
- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ; pH básico.
- $n(\text{HCl}) = 0,1 \times 0,2 = 0,02 \text{ mol}$ ;  $n(\text{NaOH}) = 0,15 \times 0,2 = 0,03 \text{ mol}$ .  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ . Hay un exceso de NaOH, no reacciona 0,01 mol de NaOH;  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ; pH básico.
- $\text{NaBrO} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{BrO}^-$ ;  $\text{Na}^+$  no se hidroliza;  $\text{BrO}^-$  se hidroliza;  $\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HBrO} + \text{OH}^-$ ; pH básico.

**A.3.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{H}_2 / \text{catalizador} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  (butano). Adición o hidrogenación.
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH} + \text{KMnO}_4$  (oxidante fuerte)  $\rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$  (ácido pentanoico). Oxidación.
- $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NaOH (ac)} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$  (butan-2-ol) + NaCl. Sustitución.
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{OH}$  (en medio ácido)  $\rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_3$  (propanoato de metilo) +  $\text{H}_2\text{O}$ . Condensación o esterificación.

(Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

**A.4.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartados a) y c); 1 punto apartado b).

- $K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n}$ ;  $K_c = K_p (\text{RT})^{-\Delta n}$ ;  $\Delta n = 3 - 2 = 1$ ;  $K_c = 4,2 \times 10^{-5} \times (0,082 \times 2600)^{-1} = 2,0 \times 10^{-7}$
- |                   |                            |                      |                           |     |                        |  |
|-------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------|-----|------------------------|--|
|                   | $2 \text{ H}_2\text{O(g)}$ | $\rightleftharpoons$ | $2 \text{ H}_2\text{(g)}$ | $+$ | $\text{O}_2\text{(g)}$ |  |
| $c_0$ :           | 0,010                      |                      | 0                         |     | 0                      | $[\text{H}_2\text{O}]_0 = 1,0 / 100 = 0,010 \text{ M}$ |
| $c_{\text{eq}}$ : | $0,010 - 2x$               |                      | $2x$                      |     | $x$                    |  |

$K_c = 2,0 \times 10^{-7} = [\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2] / [\text{H}_2\text{O}]^2 = (2x)^2 \cdot x / (0,010 - 2x)^2 \sim 4x^3 / 0,010^2$ ;  $x = 1,7 \times 10^{-4} \text{ M}$ ;  $n(\text{O}_2) = 1,7 \times 10^{-4} \times 100 = 0,017 \text{ mol}$ .
- Al aumentar la presión total, disminuye el volumen, luego el equilibrio se desplazará hacia donde hay menor número de moles gaseosos. En este caso, hacia la formación de reactivos.

**A.5.-** Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- Ánodo:  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{ e}^-$   
 Cátodo:  $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{Fe}$   
 $E^0 = E^0_{\text{cátodo}} - E^0_{\text{ánodo}} = -0,44 - (-0,76) = 0,32 \text{ V}$ .
- $\text{Zn} + 2 \text{ HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2$   
 $m(\text{Zn}_{\text{puro}}) = 317,5 \times 0,90 = 285,8 \text{ g}$ ;  $n(\text{Zn}_{\text{puro}}) = 285,8 / 65,4 = 4,37 \text{ mol} = n(\text{H}_2)$ ;  
 $n(\text{H}_2)_{\text{teórico}} = 4,37 \times (80 / 100) = 3,50 \text{ mol}$ ;  $V = 3,50 \times 0,082 \times 298 / 1 = 85,5 \text{ L}$ .

## QUÍMICA SOLUCIONES

**B.1.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- H<sub>2</sub>O tiene 2 pares enlazantes (uno por cada enlace simple H-O) y 2 pares libres porque el O de sus 6 e<sup>-</sup> externos ha utilizado sólo 2, uno por cada enlace; PF<sub>3</sub> tiene 3 pares enlazantes (uno por cada enlace simple P-F) y 1 par libre, ya que el P de sus 5 e<sup>-</sup> externos ha utilizado sólo 3, uno por cada enlace.
- En el H<sub>2</sub>O, geometría angular, el O presenta hibridación sp<sup>3</sup>. En el PF<sub>3</sub>, geometría de pirámide trigonal, el P presenta hibridación sp<sup>3</sup>.
- Ambas son polares porque tienen momentos dipolares de enlace que no están compensados por su geometría.
- El H<sub>2</sub>O tiene enlace de hidrógeno, fuerzas dipolo-dipolo y fuerzas de dispersión (fuerzas de London). El PF<sub>3</sub> tiene fuerzas dipolo-dipolo y fuerzas de dispersión.

**B.2.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- CH<sub>3</sub>-CHOH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/calor → CH<sub>3</sub>-CH=CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>  
pent-2-eno pent-1-eno
- CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>3</sub> + reductor → CH<sub>3</sub>-CHOH-CH<sub>3</sub> (propan-2-ol)
- CH<sub>3</sub>-CHOH-CH<sub>3</sub> + CH<sub>3</sub>-COOH → CH<sub>3</sub>-COO-CH(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>3</sub>  
propan-2-ol ácido etanoico o acético etanoato de metiletilo o acetato de metiletilo
- CH<sub>3</sub>-CH=C(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + HCl → CH<sub>3</sub>-CHCl-CH(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-C(CH<sub>3</sub>)Cl-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>  
3-metilpent-2-eno 2-cloro-3-metilpentano 3-cloro-3-metilpentano

(Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

**B.3.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

- Ca(OH)<sub>2</sub> (s) ⇌ Ca<sup>2+</sup> (ac) + 2 OH<sup>-</sup> (ac)
- s = 0,96 g L<sup>-1</sup>; s' = 0,96 / 74,1 = 0,013 M.  
 K<sub>s</sub> = [Ca<sup>2+</sup>]·[OH<sup>-</sup>]<sup>2</sup> = s' (2s')<sup>2</sup> = 4s'<sup>3</sup> = 4 × (0,013)<sup>3</sup> = 8,8×10<sup>-6</sup>
- [OH<sup>-</sup>] = 2 × 0,013 = 0,026 M; pOH = -log [OH<sup>-</sup>] = -log (0,026) = 1,58; pH = 14 - 1,58 = 12,4.
- El aumento de pH produce un aumento de la [OH<sup>-</sup>], por lo que el equilibrio se desplaza hacia la formación de Ca(OH)<sub>2</sub>, disminuyendo su solubilidad.

**B.4.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

- Oxidación: 2 Cl<sup>-</sup> → Cl<sub>2</sub> + 2 e<sup>-</sup>  
 Reducción: MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> + 8 H<sup>+</sup> + 5 e<sup>-</sup> → Mn<sup>2+</sup> + 4 H<sub>2</sub>O.  
 Especie oxidante: KMnO<sub>4</sub> (o MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>). Especie reductora: NaCl (o Cl<sup>-</sup>).
- Multiplicando la primera por 5 y la segunda por 2:  
 Iónica: 10 Cl<sup>-</sup> + 2 MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> + 16 H<sup>+</sup> → 5 Cl<sub>2</sub> + 2 Mn<sup>2+</sup> + 8 H<sub>2</sub>O  
 Molecular: 10 NaCl + 2 KMnO<sub>4</sub> + 8 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → 5 Cl<sub>2</sub> + 2 MnSO<sub>4</sub> + 8 H<sub>2</sub>O + 5 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- p(Cl<sub>2</sub>) = 750 / 760 = 0,987 atm; V(Cl<sub>2</sub>) = 1 m<sup>3</sup> = 1000 L.  
 n(Cl<sub>2</sub>) = pV/RT = 0,987 × 1000 / (0,082 × 303) = 39,7 mol; n(NaCl) = 2 n(Cl<sub>2</sub>) = 2 × 39,7 = 79,4 mol;  
 m(NaCl) = 79,4 × 58,5 = 4645 g ; m(NaCl)<sub>real</sub> = 4645 × 100 / 80 = 5806 g = 5,8 kg.

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

- $$\text{HIO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{IO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

c <sub>0</sub>	0,1		
c <sub>eq</sub>	0,1-x	x	x

 Ka = 2,3×10<sup>-2</sup> = [IO<sub>4</sub><sup>-</sup>]·[H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] / [HIO<sub>4</sub>] = x<sup>2</sup> / (0,1 - x); x = [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = 0,038 M ; pH = -log [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = -log (0,038) = 1,4.
- n<sub>conc</sub> = n<sub>dil</sub>; M<sub>conc</sub> V<sub>conc</sub> = M<sub>dil</sub> V<sub>dil</sub>; V<sub>conc</sub> = 0,02 × 0,250 / 0,10 = 0,05 L = 50 mL.
- n(HIO<sub>4</sub>) = 0,1 × 0,200 = 0,020 mol; n(NaOH) = 0,125 × 0,16 = 0,020 mol; HIO<sub>4</sub> + NaOH → NaIO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O; neutralización completa. La sal formada se disocia en agua: NaIO<sub>4</sub> → Na<sup>+</sup> + IO<sub>4</sub><sup>-</sup>; Na<sup>+</sup> no sufre hidrólisis; IO<sub>4</sub><sup>-</sup> se hidroliza; IO<sub>4</sub><sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O ⇌ HIO<sub>4</sub> + OH<sup>-</sup>, pH básico.