



QUÍMICA

OPCIÓN A

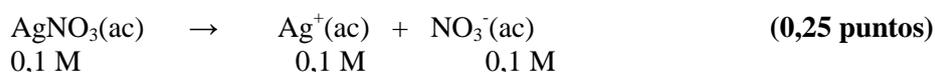
1. (2,5 puntos)

Se analiza una muestra de 10 mL de una disolución acuosa que contiene ión cloruro, Cl^- , mediante la adición de una gota (0,2 mL) de disolución acuosa de nitrato de plata, AgNO_3 , 0,1 M. Calcule el número mínimo de gramos de ión cloruro que debe estar presente en la disolución para que se forme precipitado sólido de cloruro de plata, AgCl . Suponga que los volúmenes son aditivos.

Datos: Masas atómicas: $\text{Cl} = 35,45$ u. $K_{\text{PS}}(\text{AgCl}) = 1,8 \times 10^{-10}$

Solución:

Reacción de disociación del AgNO_3 :



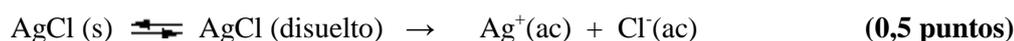
Número de moles iniciales de $\text{Ag}^+(\text{ac})$:

$$(\text{n Ag}^+)_i = 2 \times 10^{-4} \text{ L disolución} \times \frac{0,1 \text{ moles Ag}^+}{1 \text{ L disolución}} = 2 \times 10^{-5} \text{ moles Ag}^+ \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{Volumen total de disolución final} = 10,2 \text{ mL} = 1,02 \times 10^{-2} \text{ L} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$[\text{Ag}^+]_{\text{disolución}} = \frac{2 \times 10^{-5} \text{ moles Ag}^+}{1,02 \times 10^{-2} \text{ L disolución}} = 1,96 \times 10^{-3} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Equilibrio de solubilidad del AgCl :



$$K_{\text{PS}}(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$1,8 \times 10^{-10} = (1,96 \times 10^{-3}) [\text{Cl}^-]$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{1,8 \times 10^{-10}}{1,96 \times 10^{-3}} = 9,18 \times 10^{-8} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\begin{aligned} & \frac{9,18 \times 10^{-8} \text{ moles de Cl}^-}{1 \text{ L disolución}} \times 1,02 \times 10^{-2} \text{ L disolución} \\ & = 9,37 \times 10^{-10} \text{ moles Cl}^- \end{aligned} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\begin{aligned} & 9,37 \times 10^{-10} \text{ moles Cl}^- \times \frac{35,45 \text{ g Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} \\ & = 3,32 \times 10^{-8} \text{ g de Cl}^- \text{ mínimo para que se forme AgCl(s)} \end{aligned} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



2. (2,5 puntos)

Se deposita cromo metálico sobre el parachoques de un automóvil mediante electrolisis de 600 mL de una disolución acuosa ácida de cromato de potasio, K_2CrO_4 , 0,6 M.

- Escriba la ecuación química ajustada que representa la reacción de formación de cromo metálico. Indique el electrodo, ánodo o cátodo, de la célula electroquímica en que tiene lugar esta reacción y su signo. **(0,75 puntos)**
- Si la electrolisis se realiza utilizando una corriente eléctrica de 20 A durante 1 hora, calcule el tanto por ciento en masa del cromo inicialmente presente en la disolución que se ha depositado como cromo metálico. **(1,75 puntos)**

Datos: Masa atómica: Cr = 52 u; 1F = 96485 C.

Solución:

- Reacción química: $CrO_4^{2-}(ac) + 8 H^+(ac) + 6 e^- \rightarrow Cr(s) + 4 H_2O(l)$ **(0,25 puntos)**

La reacción química tiene lugar en el cátodo (reducción) **(0,25 puntos)** de la célula electroquímica, que tiene signo negativo (-) **(0,25 puntos)**.

- Masa de cromo inicialmente presente en la disolución:

$$0,6 \text{ L disolución} \times \frac{0,6 \text{ moles } K_2CrO_4}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{1 \text{ mol de Cr}}{1 \text{ mol de } K_2CrO_4} = 0,36 \text{ moles de Cr iniciales} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$0,36 \text{ moles de Cr} \times \frac{52 \text{ g de Cr}}{1 \text{ mol de Cr}} = 18,72 \text{ g de Cr(s) iniciales} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Masa de cromo depositada:

$$Q = I \times t \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad Q = 20 \times 3600 = 72000 \text{ C}$$

$$\underbrace{72000 \text{ C} \times \frac{1 \text{ mol de } e^-}{96485 \text{ C}}}_{(0,25 \text{ puntos})} \times \underbrace{\frac{1 \text{ mol de cromo}}{6 \text{ moles de } e^-} \times \frac{52 \text{ g de cromo}}{1 \text{ mol de cromo}}}_{(0,25 \text{ puntos})} = 6,47 \text{ g de cromo depositados} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

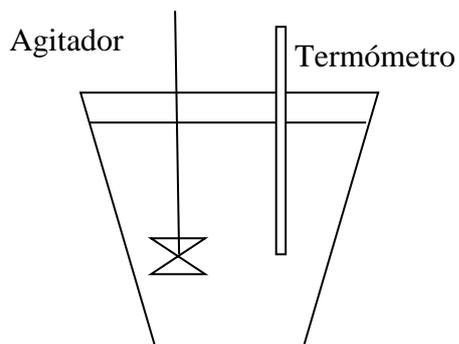
$$\% \text{ Cr depositado} = \frac{6,47 \text{ g de cromo depositado}}{18,72 \text{ g de cromo iniciales}} \times 100 = 34,56 \% \quad (0,25 \text{ puntos})$$



3. (1,0 punto)

En el laboratorio se desea determinar el calor de la reacción ácido-base del hidróxido de sodio con el ácido clorhídrico. Dibuje un esquema del dispositivo experimental e indique el material utilizado.

Solución:



Vaso de poliestireno con tapa

Dibujo **(0,25 puntos)**

Vaso de poliestireno con tapa **(0,25 puntos)**

Termómetro **(0,25 puntos)**

Agitador **(0,25 puntos)**

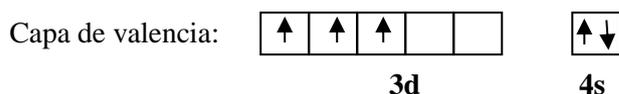


4. (2,0 puntos)

A. Escriba la configuración electrónica e indique el número de electrones desapareados para cada una de las siguientes especies: i) V ($Z = 23$); ii) Cd ($Z = 48$). (1,0 punto)

Solución:

V ($Z = 23$) Configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ (0,25 puntos)



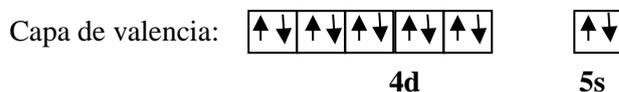
3d

4s

3 e⁻ desapareados

(0,25 puntos)

Cd ($Z = 48$) Configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2$ (0,25 puntos)



4d

5s

0 e⁻ desapareados

(0,25 puntos)

B. Los puntos de ebullición normales del CH_3OCH_3 y del $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ son 248 K y 351 K, respectivamente. A partir de estos datos:

- i. Indique, de forma razonada, el tipo de fuerzas intermoleculares presentes en cada una de las sustancias. (0,5 puntos)
- ii. Indique, de forma razonada, la sustancia que presenta las fuerzas intermoleculares más intensas. (0,5 puntos)

Solución:

- i. En la molécula de CH_3OCH_3 las fuerzas intermoleculares son las debidas a las interacciones dipolo-dipolo, ya que es una molécula angular y el oxígeno es más electronegativo que el carbono (0,25 puntos). En el $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ las fuerzas intermoleculares son las derivadas de los puentes de hidrógeno entre las moléculas, ya que existe un enlace O—H en la molécula. (0,25 puntos)
- ii. En el proceso de ebullición se rompen las fuerzas intermoleculares (0,25 puntos). Puesto que el $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ presenta un punto normal de ebullición más elevado (351 K) que el CH_3OCH_3 (248 K), las fuerzas intermoleculares más intensas son las presentes en el $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (puentes de hidrógeno) (0,25 puntos).



OPCIÓN B

1. (2,5 puntos)

La disolución acuosa preparada disolviendo 1,5 g de ácido acético, CH₃COOH, en 250 mL de disolución, tiene un pH = 2,9. A partir de esta información, calcule el valor de la constante de acidez, K_a, para el ácido acético.

Datos: Masas atómicas: C = 12 u; H = 1 u; O = 16 u.

Solución:

$$\text{pH} = 2,9 \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,9} \quad \text{(0,25 puntos)} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,26 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Concentración inicial de CH₃COOH(ac):

$$1,5 \text{ g CH}_3\text{COOH} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}}{60 \text{ g CH}_3\text{COOH}} = 0,025 \text{ moles de CH}_3\text{COOH}$$

$$\frac{0,025 \text{ moles de CH}_3\text{COOH}}{0,25 \text{ L disolución}} = 0,1 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Disociación del CH₃COOH:

	CH ₃ COOH(ac) + H ₂ O	\rightleftharpoons	CH ₃ COO ⁻ (ac) + H ₃ O ⁺ (ac)	(0,25 puntos)
Inicial	0,1 M		--- ---	
Reaccionan	- x		x x	(0,25 puntos)
Equilibrio	0,1 - x		x x	(0,25 puntos)

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,26 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Cálculo de la constante de equilibrio:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{equilibrio}} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{equilibrio}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{equilibrio}}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$K_a = \frac{x^2}{0,1 - x} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$K_a = 1,6 \times 10^{-5} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



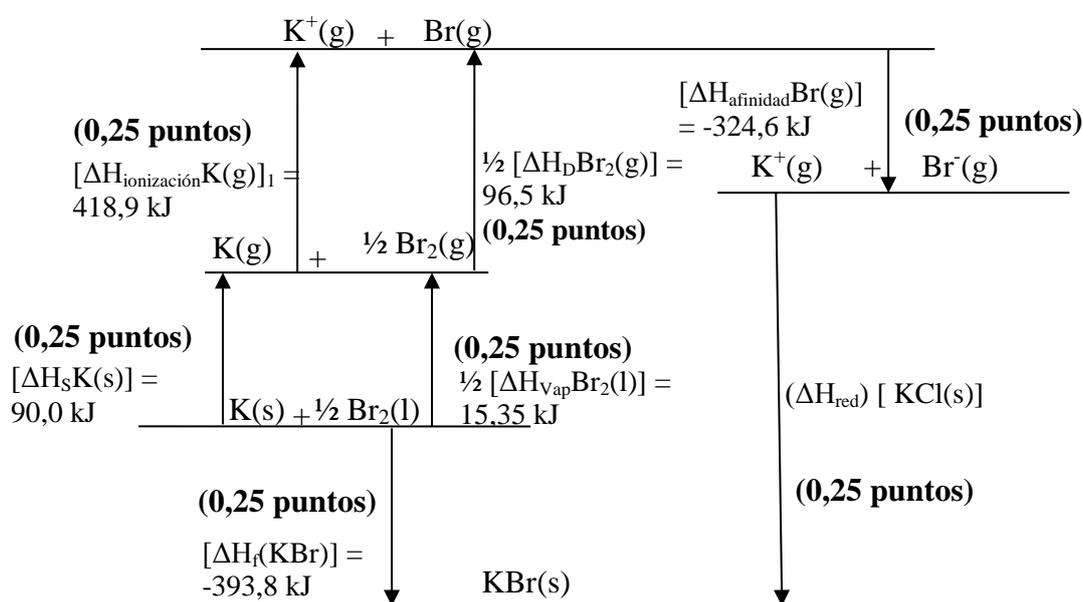
2. (2,5 puntos)

Construya el ciclo de Born-Haber para la formación del KBr(s), a partir de potasio metálico y bromo líquido, y calcule la energía de red (ΔH_{red}) del compuesto, a partir de los siguientes datos:

Entalpía estándar de formación del KBr(s) [$\Delta H_f(\text{KBr})$] = - 393,8 kJ mol⁻¹. Entalpía de sublimación del K(s) [$\Delta H_s\text{K(s)}$] = 90 kJ mol⁻¹. Entalpía de vaporización del bromo líquido [$\Delta H_{\text{vap}}\text{Br}_2(\text{l})$] = 30,7 kJ mol⁻¹. Entalpía de disociación del Br₂(g) [$\Delta H_D\text{Br}_2(\text{g})$] = 193 kJ mol⁻¹. Primera energía de ionización del K(g) [$\Delta H_{\text{ionización}}\text{K(g)}$]₁ = 418,9 kJ mol⁻¹. Afinidad electrónica del Br(g) [$\Delta H_{\text{afinidad}}\text{Br(g)}$] = - 324,6 kJ mol⁻¹.

Solución:

Ciclo de Born-Haber:



$$[\Delta H_f(\text{KBr})] = [\Delta H_s\text{K(s)}] + \frac{1}{2} [\Delta H_{\text{vap}}\text{Br}_2(\text{l})] + \frac{1}{2} [\Delta H_D\text{Br}_2(\text{g})] + [\Delta H_{\text{ionización}}\text{K(g)}]_1 + [\Delta H_{\text{afinidad}}\text{Br(g)}] + [(\Delta H_{\text{red}}) \text{KBr(s)}] \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$[(\Delta H_{\text{red}}) \text{KBr(s)}] = (-393,8 - 90 - 15,35 - 96,5 - 418,9 + 324,6) \text{ kJ} = -689,95 \text{ kJ} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Se forma un mol de KBr(s)

$$[(\Delta H_{\text{red}}) \text{KBr(s)}] = -689,95 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ de KBr(s)} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



3. (1,0 punto)

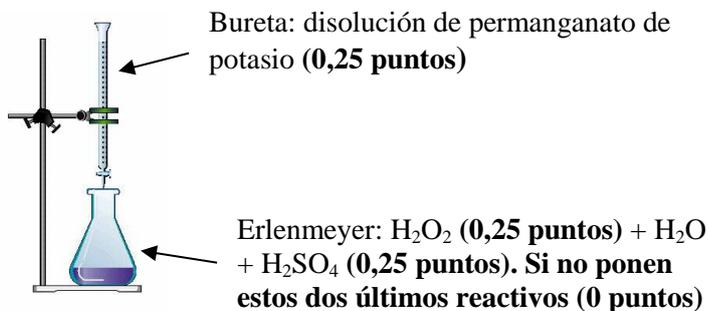
Describe el procedimiento experimental a seguir en el laboratorio para determinar la concentración de peróxido de hidrógeno en un agua oxigenada comercial, mediante la valoración denominada permanganimetría.

Solución:

- Se toma un volumen de agua oxigenada, se coloca en una probeta y se diluye con agua destilada. Una alícuota de esta disolución se vierte en el erlenmeyer. **(0,25 puntos)**
- **Si sólo indican que el agua oxigenada se coloca en el erlenmeyer. (0,25 puntos)**
- Al erlenmeyer se añade agua destilada y ácido sulfúrico. **(0,25 puntos)**
- Se llena la bureta con la disolución de permanganato de potasio. **(0,25 puntos)**
- Añadir lentamente la disolución de la bureta sobre el erlenmeyer hasta que se produzca un cambio de color. **(0,25 puntos)**

Si ponen que añaden indicador no se valora el último apartado (0).

OTRA POSIBILIDAD:



Se añade lentamente el permanganato hasta cambio de color **(0,25 puntos)**.

Si ponen que añaden indicador no se valora el último apartado **(0 puntos)**.



5. (2,0 puntos)



Explique el efecto de cada uno de los siguientes factores en la cantidad de $\text{H}_2\text{(g)}$ presente en la mezcla en equilibrio: i) elevar la temperatura de la mezcla **(0,5 puntos)**; ii) duplicar el volumen del recipiente que contiene la mezcla manteniendo la temperatura constante **(0,5 puntos)**.

Solución:

- i. Dado que la reacción, tal y como está escrita, es exotérmica, un aumento de temperatura desplazará el equilibrio en el sentido en que se absorbe calor, es decir, hacia la izquierda. **(0,25 puntos)** Esto supone una disminución de la cantidad de hidrogeno en el equilibrio. **(0,25 puntos)**
- ii. Al duplicar el volumen del recipiente que contiene la mezcla, las concentraciones de las especies gaseosas en el equilibrio disminuyen. El equilibrio evoluciona en el sentido en que la reacción produzca un mayor número de moles gaseosos **(0,25 puntos)**. Puesto que hay el mismo número de moles gaseosos en ambos miembros de la ecuación, la modificación del volumen no afecta a la posición del equilibrio y la cantidad de $\text{H}_2\text{(g)}$ presente no se modifica. **(0,25 puntos)**

Si no justifican las respuestas se consideran como mal respondidas y no contabilizan puntos.

B. Complete la siguiente reacción y nombre el producto, o productos, que se obtienen:



Solución:

