



QUÍMICA

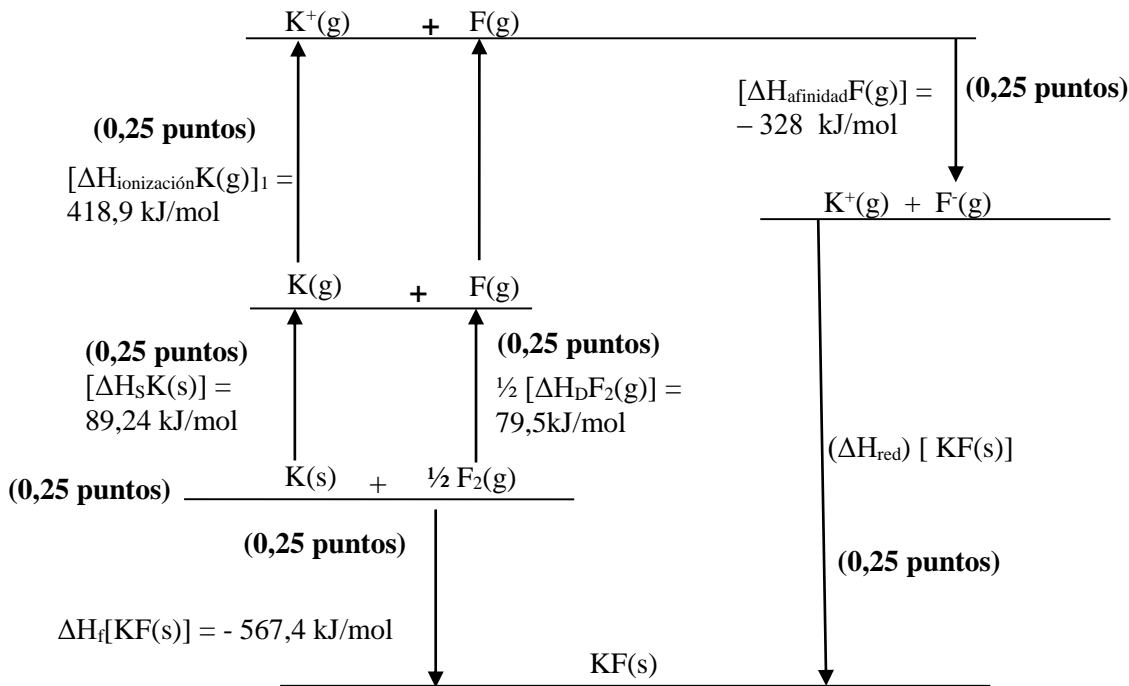
OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

Dibuje el ciclo de Born-Haber y calcule la energía de red (ΔH_{red}) del KF(s) a partir de los siguientes datos: Entalpía estándar de formación del KF(s) [$\Delta H_f(\text{KF})$] = - 567,4 kJ mol⁻¹. Entalpía de sublimación del K(s) [$\Delta H_s\text{K(s)}$] = 89,24 kJ mol⁻¹. Entalpía de disociación del F₂(g) [$\Delta H_D\text{F}_2(\text{g})$] = 159 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 F(g) [$\Delta H_{\text{afinidad}}\text{F(g)}$] = -328 kJ mol⁻¹.

Solución.

- Ciclo de Born-Haber para el KF(s):



$$\Delta H_f[\text{KF(s)}] = [\Delta H_s\text{K(s)}] + \frac{1}{2} [\Delta H_D\text{F}_2(\text{g})] + [\Delta H_{\text{ionización}}\text{K(g)}]_1 + [\Delta H_{\text{afinidad}}\text{F(g)}] + [(\Delta H_{\text{red}}) \text{KF(s)}]$$

(0,25 puntos)

$$[(\Delta H_{\text{red}}) \text{KF(s)}] = (-567,4 - 89,24 - 79,5 - 418,9 + 328) \text{ kJ} = -827,04 \text{ kJ}$$

(0,25 puntos)

Se forma un mol de KF(s)

$$[(\Delta H_{\text{red}}) \text{KF(s)}] = -827,04 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ de KF(s)}$$

(0,25 puntos)

Sólo si las unidades son correctas.



2. (2,5 puntos)

El valor de la constante del producto de solubilidad del bromuro de plata, AgBr, en agua a 25°C es $2,8 \times 10^{-9}$.

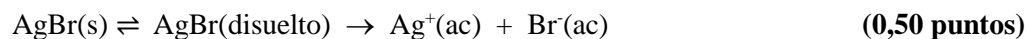
- Calcule la solubilidad del bromuro de plata en agua a 25°C. **(1,5 puntos)**
- Si se añaden 5 mg de bromuro de plata a la cantidad de agua necesaria para completar 100 mL de disolución a 25°C ¿Se disolverá todo el bromuro de plata añadido? Si la respuesta es negativa ¿Qué porcentaje del bromuro de plata añadido quedará sin disolver? **(1,0 punto)**

Datos. Masas atómicas: Ag = 107,9 u; Br = 79,9 u.

Solución.

i. Relación entre K_{PS} y la solubilidad de la sustancia.

- Equilibrio de disolución del AgBr.



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

$$K_{PS} = (s)(s) = s^2 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$s = \sqrt{K_{PS}(\text{AgBr})} = 5,3 \times 10^{-5} \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

ii. Cálculo de la masa de AgBr máxima que se puede disolver en 100 mL de disolución de acuerdo con su solubilidad.

$$0,1 \text{ L de disolución} \times \frac{5,3 \times 10^{-5} \text{ moles de AgBr disueltos}}{1 \text{ L de disolución}} = 5,3 \times 10^{-6} \text{ moles de AgBr que se pueden disolver} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$5,3 \times 10^{-6} \text{ moles de AgBr} \times \frac{187,8 \text{ g de AgBr}}{1 \text{ mol de AgBr}} = 9,95 \times 10^{-4} \text{ g de AgBr que se pueden disolver} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Cálculo de la masa de AgBr que no se disuelve.

$$m = (5 \text{ mg})_{\text{añadidos}} - (0,995 \text{ mg})_{\text{disueltos}} = 4,005 \text{ mg} \cong 4,0 \text{ mg} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Cálculo del porcentaje de AgBr que no se disuelve.

$$\% = \frac{4 \text{ mg}}{5 \text{ mg}} \times 100 = 80\% \quad \text{(0,25 puntos)}$$



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, mediante la valoración denominada permanganimetría. Indique el material de laboratorio utilizado.

Solución:

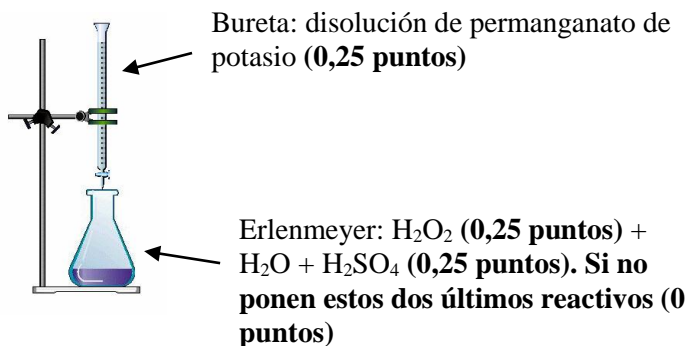
- Se toma un volumen de agua oxigenada, se coloca en una probeta y se diluye con agua destilada. Una alícuota de esta disolución se vierte en el erlenmeyer. **(0,25 puntos)**

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)**.

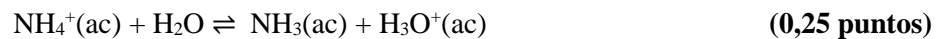


4. (2,0 puntos)

- A. Indique, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de la disolución acuosa resultante de la neutralización exacta de una disolución acuosa de amoníaco, NH_3 , con una disolución acuosa de ácido clorhídrico, HCl . **Dato.** $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$ (1,0 punto)

Solución.

- En el punto de equivalencia (neutralización exacta) se forma cloruro de amonio, NH_4Cl . (0,25 puntos)
- **ALTERNATIVA.** Si ponen la reacción: $\text{NH}_3(\text{ac}) + \text{HCl}(\text{ac}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{ac})$ (0,25 puntos)
- En disolución acuosa, el NH_4Cl genera $\text{NH}_4^+(\text{ac})$ y $\text{Cl}^-(\text{ac})$. El $\text{Cl}^-(\text{ac})$ no reacciona con el agua. (0,25 puntos)
- El $\text{NH}_4^+(\text{ac})$ reacciona con el agua cediendo protones:



- Esta reacción aumenta la $[\text{H}_3\text{O}^+]$ en la disolución acuosa, por lo que tendrá carácter ácido. (0,25 puntos)

- B. Ajuste, por el método del ión-electrón, la siguiente ecuación química:



Solución.

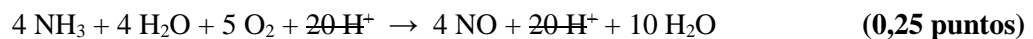
Semirreacción de oxidación.



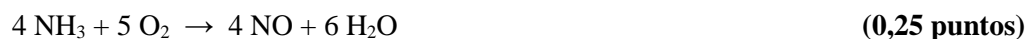
Semirreacción de reducción.



Combinación de las dos semirreacciones.



- Ecuación molecular ajustada.





5. (2,0 puntos)

- A. Para la reacción química general $A + B \rightarrow C + D$, la ley de velocidad está representada por la ecuación $v = k [A][B]^2$. Determine las unidades de la constante de velocidad para esta ley de velocidad. **(0,5 puntos)**

Solución.

- Ecuación de velocidad en función de las dimensiones de las magnitudes.

$$\left[\frac{\text{mol}}{\text{L s}}\right] = k \left[\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right] \left[\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right]^2 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

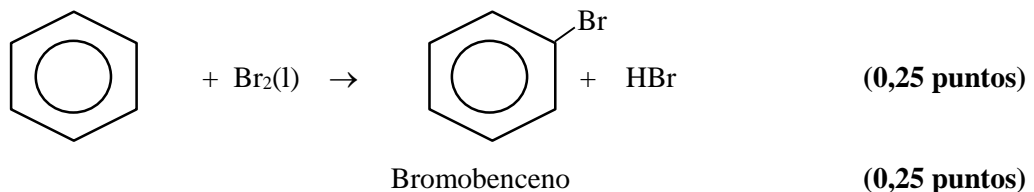
$$[k] = \frac{\left[\frac{\text{mol}}{\text{L s}}\right]}{\left[\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right]^3} = \text{L}^2 \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

- B. Identifique el tipo y complete las siguientes reacciones químicas. Nombre y formule los **compuestos orgánicos** que se obtienen en ellas.

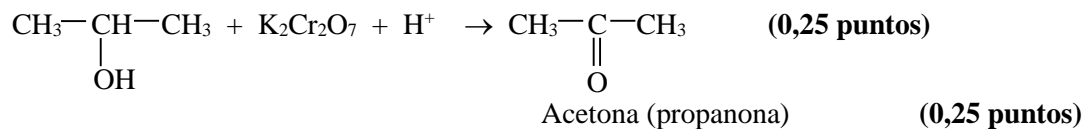
- i. Benceno + $\text{Br}_2(\text{l}) \xrightarrow{\text{FeBr}_3}$ **(0,75 puntos)**
- ii. 2-propanol (propan-2-ol) + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}^+ \rightarrow$ **(0,75 puntos)**

Solución.

- i. Es una **reacción de sustitución (0,25 puntos)**



- ii. Es una **reacción de oxidación (0,25 puntos)**





OPCIÓN B

1. (2,5 puntos)

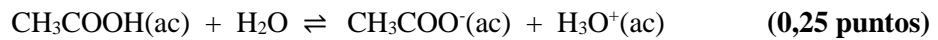
En la disolución preparada disolviendo 9 mg de ácido acético, CH₃COOH, en agua hasta completar 300 mL de disolución, se observa que **en el equilibrio** el 83% de la masa de ácido añadida no se ha disociado, permaneciendo como CH₃COOH en la disolución. A partir de esta información, calcule el valor de la constante de disociación del ácido acético en agua y el pH de la disolución resultante.

Datos. Masas atómicas: C = 12 u; H = 1,0 u; O = 16 u.

Solución.

- Cálculo de K_a(CH₃COOH).

Equilibrio de transferencia de protones en la disolución acuosa del ácido:



Inicial (M)	[ácido] _{inicial}	0	0	
Reaccionan (M)	x	x	x	(0,25 puntos)
Equilibrio (M)	[ácido] _{inicial} - x	x	x	(0,25 puntos)

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

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{x^2}{[\text{ácido}]_{\text{inicial}} - x} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Cálculo de x.

$$[\text{ácido}]_{\text{inicial}} = \frac{9 \times 10^{-3} \text{ g de CH}_3\text{COOH}}{0,3 \text{ L de disolución}} \times \frac{1 \text{ mol de CH}_3\text{COOH}}{60 \text{ g de CH}_3\text{COOH}} = 5 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{ácido}]_{\text{equilibrio}} = 0,83 \times 5 \times 10^{-4} \text{ M} = 4,15 \times 10^{-4} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$x = [\text{ácido}]_{\text{inicial}} - [\text{ácido}]_{\text{equilibrio}}$$

$$x = 5 \times 10^{-4} - 4,15 \times 10^{-4} = 8,5 \times 10^{-5} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

ALTERNATIVA.	x = [ácido] _{inicial} α	α = 0,17	(0,25 puntos)
	x = 8,5 × 10 ⁻⁵ M		(0,25 puntos)

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{x^2}{[\text{ácido}]_{\text{inicial}} - x} = \frac{(8,5 \times 10^{-5})^2}{4,15 \times 10^{-4}} = 1,74 \times 10^{-5} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

- Cálculo del pH.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} = x = 8,5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 4,07 \quad (0,25 \text{ puntos})$$



2. (2,5 puntos)

Cuando se añade dicromato de potasio, $K_2Cr_2O_7$, a una disolución acuosa de ácido sulfúrico que contiene sulfato de hierro(II), $FeSO_4$, se produce una reacción química espontánea. A partir de los valores de los potenciales estándar de reducción:

$$E^\circ(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}) = +1,33 \text{ V}; E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = +0,771 \text{ V}; E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0,44 \text{ V}.$$

i. Indique, de forma razonada, la especie química en disolución que experimenta la reacción de oxidación y la que experimenta la reacción de reducción. Escriba y ajuste por el método del ión-electrón, en forma iónica y molecular, la ecuación que representa la reacción química que se produce de forma espontánea. **(2,0 puntos)**

ii. Calcule el potencial estándar de la reacción global. **(0,5 puntos)**

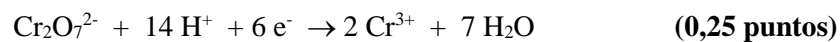
Nota. Todas las especies en disolución están en condiciones estándar.

Solución.

i. Determinación de la especie que experimenta la reacción de oxidación y la que experimenta la reacción de reducción.

Teniendo en cuenta los valores de los potenciales estándar de reducción suministrados de las especies en disolución acuosa ($Cr_2O_7^{2-}$, Fe^{2+}) la que presenta el carácter más oxidante es el $Cr_2O_7^{2-}$ **(0,25 puntos)**. Por tanto, esta es la especie que experimenta la reacción de reducción **(0,25 puntos)**. El Fe^{2+} experimenta la reacción de oxidación **(0,25 puntos)**

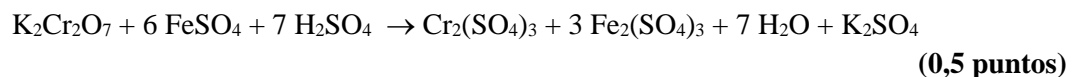
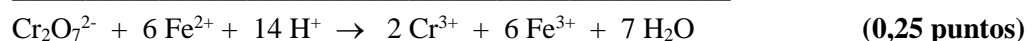
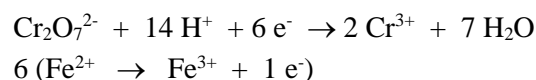
Reacción de reducción:



Reacción de oxidación:



Ajuste de la ecuación global.



ii. Cálculo del potencial estándar de la reacción global.

$$E^\circ_{\text{global}} = E^\circ_{\text{reducción}} - E^\circ_{\text{oxidación}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$E^\circ_{\text{global}} = +1,33 \text{ V} - 0,771 \text{ V} = 0,559 \text{ V} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



3. (1 punto)

Para la valoración de una base fuerte, NaOH(ac), con un ácido fuerte, HCl(ac), proponga, de forma razonada, el indicador que utilizaría para identificar el punto de equivalencia y el cambio de color que observaría. Indique el material de laboratorio en el que colocaría el indicador utilizado.

Indicador	Color (medio ácido)	Intervalo de pH de cambio de color	Color (medio básico)
Rojo de metilo	Rojo	4,8 – 6,0	Amarillo
Tornasol	Rojo	5,0 – 8,0	Azul
Fenolftaleína	Incoloro	8,2 – 10,0	Rosa

Solución.

En el punto de equivalencia se produce la neutralización exacta y se forma NaCl. Los iones en disolución procedentes de esta sal no reaccionan con el agua, por lo que no modifican el pH del agua destilada. En consecuencia, el pH en el punto de equivalencia es 7,0 (**0,25 puntos**). El indicador propuesto es aquel que cambie netamente de color a pH = 7, es decir, el tornasol (**0,25 puntos**). Este indicador cambiará de azul (medio básico) a rojo (medio ácido). (**0,25 puntos**)

El indicador se colocaría en el erlenmeyer en el que se encuentra la disolución acuosa de NaOH (**0,25 puntos**).



4. (2,0 puntos)

- A. Para los valores de los números cuánticos que se indican $n = 4$ y $m_l = -3$, indique: i) el valor del número cuántico l ; ii) la notación del subnivel electrónico; iii) el número de orbitales en el subnivel; iv) el número máximo de electrones en el subnivel. Justifique todas las respuestas.

(1,0 punto)

Solución.

- i) Para el valor $n = 4$ los valores posibles de l son 0, 1, 2, 3. El valor máximo de $l = 3$. Los valores posibles de m_l van desde $-l$ a $+l$ pasando por 0. Para un valor de $m_l = -3$, l debe tener un valor de 3, que es su valor más elevado. Luego $l = 3$. (0,25 puntos)
- ii) Para $n = 4$ y $l = 3$, la notación del subnivel electrónico es **4f**. (0,25 puntos)
- iii) El número de orbitales es igual al número de valores permitidos de m_l , luego habrá **7 orbitales**. (0,25 puntos)
- iv) Puesto que en cada orbital pueden alojarse, como máximo, 2 electrones, **el número máximo de electrones en el subnivel es 14**. (0,25 puntos)

- B. Escriba las configuraciones electrónicas, en estado fundamental, de los elementos X ($Z = 17$) e Y ($Z = 53$). Indique el grupo y periodo de la tabla periódica a los que pertenece cada uno de los elementos. A partir de su posición en la tabla periódica, indique, de forma razonada, el elemento que previsiblemente presentará el valor más negativo de la afinidad electrónica. (1,0 punto)

Solución.

Configuraciones electrónicas.

X ($Z = 17$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ Grupo 17 Período 3 (0,25 puntos)

Y ($Z = 53$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$ Grupo 17 Período 5 (0,25 puntos)

Alternativas

Escribe correctamente las configuraciones electrónicas de los dos elementos. (0,25 puntos)

Asigna correctamente el grupo y período a cada elemento (0,25 puntos)

Valores relativos de la afinidad electrónica.

En la tabla periódica la afinidad electrónica presenta valores más negativos en el sentido en que aumenta la carga nuclear efectiva de los átomos, es decir, hacia arriba en un grupo y hacia la derecha en un período. (0,25 puntos)

Los dos elementos pertenecen al mismo grupo, por tanto, el valor más negativo de la afinidad electrónica lo presentará el elemento con el valor más bajo del período, es decir, **el elemento X** (0,25 puntos)



5. (2,0 puntos)

- A. Indique el tipo, o tipos, de fuerzas intermoleculares que contribuyen, de manera preferente, a mantener en estado líquido el Br₂. (0,5 puntos)

Solución.

El Br₂ es una molécula no polar. (0,25 puntos) Las fuerzas intermoleculares que de forma preferente mantienen el Br₂ en estado líquido son las del tipo **dipolo inducido-dipolo inducido**. (fuerzas de London) (0,25 puntos)

- B. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos:

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| i. 1-bromohexano | ii. 2-heptino (hept-2-ino) |
| iii. Butanal | iv. Etilbenceno |
| v. Etilmetilpropilamina | vi. Butanoato de butilo |

(1,5 puntos)

Solución.

