

Química — Andalucía 2019 extraordinaria

Indicaciones de resolución

El examen ofrece dos opciones. Se resuelven todas las cuestiones y problemas de ambas para que el documento sea una referencia completa. En cada apartado se identifica la idea aplicada, se escribe la ley o reacción correspondiente y se muestra la sustitución de los datos con sus unidades.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Hidruro de plomo (IV)

El plomo presenta número de oxidación $+4$ y el hidruro es H^- :



b) Bromato de aluminio

El ion bromato es BrO_3^- y el aluminio forma Al^{3+} :



c) Ácido benzoico



d) Au_2O_3

Los tres oxígenos aportan carga total -6 , así que los dos átomos de oro suman $+6$:



e) $\text{Bi}(\text{OH})_3$

Cada ion hidróxido tiene carga -1 , por lo que el bismuto está en $+3$:



f) Trimetilamina



Cuestión 2. Especies isoelectrónicas y configuración electrónica

a) Especies isoelectrónicas

$$n_e(\text{Al}) = 13, n_e(\text{Na}^+) = 11 - 1 = 10, n_e(\text{O}^{2-}) = 8 + 2 = 10.$$

Por tanto:



b) Electrones desapareados

El aluminio neutro tiene configuración

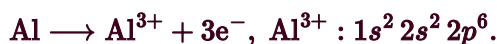


El electrón de $3p^1$ está desapareado. Na^+ y O^{2-} tienen configuración $1s^2 2s^2 2p^6$, con todos sus electrones apareados.

La única especie con electrones desapareados es Al.

c) Ion estable del aluminio

El aluminio pierde sus tres electrones de valencia y alcanza la configuración del neón:



Un ion estable del aluminio es Al^{3+} .

Cuestión 3. Equilibrio del bromuro de hierro

El sólido puro no aparece en K_c . En 2 L:

$$[\text{FeBr}_2] = \frac{2,42}{2} = 1,21 \text{ M}, [\text{Br}_2] = \frac{1,34}{2} = 0,67 \text{ M}.$$

a) Comprobación del equilibrio

$$Q_c = [\text{FeBr}_2]^2[\text{Br}_2] = (1,21)^2(0,67) = 0,98.$$

Como $Q_c = 0,98 > K_c = 0,683$, el sistema contiene exceso relativo de productos:

El sistema no está en equilibrio.

b) Sentido de evolución

Para disminuir Q_c hasta K_c , deben consumirse productos y formarse reactivo:

El equilibrio se desplaza hacia la izquierda.

c) Aumento del volumen

En la reacción hay **0** moles gaseosos en los reactivos y **3** en los productos. Al aumentar el volumen, el equilibrio favorece el lado con más moles gaseosos:

Se desplaza hacia la derecha y aumenta la formación de gases.

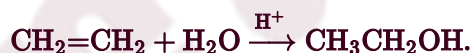
Cuestión 4. Química orgánica

Los compuestos son etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, y propano, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$.

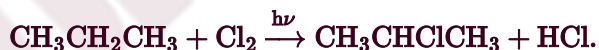
a) Punto de ebullición

El etanol contiene un grupo $-\text{OH}$ y sus moléculas forman enlaces de hidrógeno. Estas interacciones son más intensas que las fuerzas de dispersión predominantes en el propano:

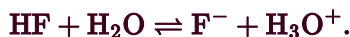
El etanol tiene mayor punto de ebullición que el propano.

b) Obtención del etanol a partir de eteno**c) Cloración del propano**

Es una sustitución radicalaria iniciada por luz ultravioleta. El producto mayoritario es el 2-cloropropano, aunque se forma también algo de 1-cloropropano:

**Problema 1. Disolución de ácido fluorhídrico**

La ionización es



Si x es la concentración que se ioniza:

	HF	F ⁻	H ₃ O ⁺
inicial	2,22	0	0
variación	-x	+x	+x
equilibrio	2,22 - x	x	x

a) Concentraciones de oxonio e hidróxido

$$K_a = \frac{[\text{F}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HF}]} = \frac{x^2}{2,22 - x}.$$

Como x es pequeño frente a 2,22, $2,22 - x \approx 2,22$:

$$x \approx \sqrt{K_a C_0} = \sqrt{(7,2 \cdot 10^{-4})(2,22)} = 3,998 \cdot 10^{-2} \text{ M}.$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \approx 0,040 \text{ M}.$$

Con $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$:

$$[\text{OH}^-] = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{0,040} = 2,5 \cdot 10^{-13} \text{ M}.$$

$$[\text{OH}^-] \approx 2,56 \cdot 10^{-13} \text{ M}.$$

b) Grado de ionización y pH

$$\alpha = \frac{x}{C_0} = \frac{0,040}{2,22} = 0,0180 \Rightarrow \alpha = 1,8 \%$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(0,040) = 1,40.$$

$$\text{pH} = 1,4.$$

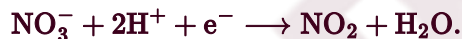
Problema 2. Oxidación del estaño por ácido nítrico

a) Ajuste por el método del ion-electrón

El estaño pasa de 0 a +4:



El nitrógeno del nitrato pasa de +5 a +4:



Multiplicando la segunda semirreacción por cuatro y sumando:



La ecuación molecular es



b) Masa de estaño

$$n(\text{HNO}_3) = MV = (2 \text{ mol L}^{-1})(0,200 \text{ L}) = 0,400 \text{ mol}.$$

La proporción es 4 mol de HNO_3 por cada mol de Sn:

$$n_{\text{teórico}}(\text{Sn}) = 0,400 \cdot \frac{1}{4} = 0,100 \text{ mol}.$$

Con el rendimiento del 90 %:

$$n(\text{Sn}) = 0,100 \cdot 0,90 = 0,090 \text{ mol},$$

$$m(\text{Sn}) = (0,090 \text{ mol})(118,7 \text{ g mol}^{-1}) = 10,68 \text{ g}.$$

$$m(\text{Sn}) = 10,68 \text{ g}.$$

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Peróxido de bario



b) Fluoruro de amonio



c) Propanodial



d) ZnH_2 **hidruro de cinc.**e) H_2TeO_4 **ácido telurico.**

f) 2-metilpropanamida

2-metilpropanamida.**Cuestión 2. Propiedades de las sustancias****a) Conducción en estado sólido y fundido**

El KBr es iónico. En el sólido sus iones están fijos en la red y, al fundirse, quedan libres para transportar carga:

La sustancia es KBr.**b) Enlaces de hidrógeno**

El HF tiene hidrógeno unido directamente al flúor, por lo que sus moléculas pueden formar enlaces de hidrógeno:

La sustancia es HF.**c) Menor punto de ebullición**

El metano es pequeño y apolar, y solo presenta fuerzas de dispersión débiles:

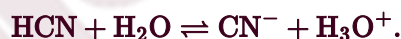
La sustancia es CH_4 .**Cuestión 3. Ácidos y bases conjugadas****a) Ácido más fuerte**

$$K_a(\text{HF}) = 3,6 \cdot 10^{-4}, K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}, K_a(\text{HCN}) = 4,9 \cdot 10^{-10}.$$

Cuanto mayor es K_a , mayor es la tendencia del ácido a ceder protones:

El ácido más fuerte es HF.**b) Disociaciones y bases conjugadas**

La base conjugada es CH_3COO^- , el ion acetato.



La base conjugada es CN^- , el ion cianuro.

c) Constante básica del fluoruro

Para el par conjugado HF/F^- :

$$K_w = K_a K_b, K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{3,6 \cdot 10^{-4}} = 2,78 \cdot 10^{-11}.$$

$$K_b(\text{F}^-) = 2,78 \cdot 10^{-11}.$$

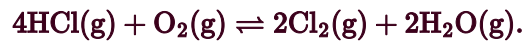
Cuestión 4. Isomería**a) Isómero de cadena del butano****b) Isómero de posición del propan-2-ol**

Al cambiar la posición del grupo hidroxilo se obtiene propan-1-ol:



c) Isómero de función del butanal

El butanal es un aldehído; una cetona con la misma fórmula molecular es la butan-2-ona:

**Problema 1. Equilibrio de Deacon**

Sea x el avance de reacción:

	HCl	O ₂	Cl ₂	H ₂ O
inicial	0,08	0,10	0	0
variación	-4x	-x	+2x	+2x
equilibrio	0,08 - 4x	0,10 - x	2x	2x

Como $2x = 0,0332$, $x = 0,0166$ mol. Por tanto:

$$n_{\text{HCl}} = 0,0136, n_{\text{O}_2} = 0,0834, n_{\text{Cl}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,0332 \text{ mol},$$

$$n_{\text{total}} = 0,1634 \text{ mol}.$$

a) Volumen

Con $T = 390 + 273 = 663 \text{ K}$, $P = 1 \text{ atm}$ y $PV = nRT$:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0,1634)(0,082)(663)}{1} = 8,88 \text{ L}.$$

$$\boxed{V = 8,88 \text{ L}}.$$

b) Constante K_p

Las presiones parciales se calculan con la fracción molar:

$$p_i = \left(\frac{n_i}{n_{\text{total}}} \right) P_T.$$

$$p_{\text{HCl}} = 0,0832 \text{ atm}, p_{\text{O}_2} = 0,510 \text{ atm}, p_{\text{Cl}_2} = p_{\text{H}_2\text{O}} = 0,203 \text{ atm}.$$

La expresión de equilibrio es

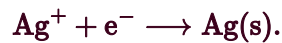
$$K_p = \frac{p_{\text{Cl}_2}^2 p_{\text{H}_2\text{O}}^2}{p_{\text{HCl}}^4 p_{\text{O}_2}}.$$

$$K_p = \frac{(0,203)^2 (0,203)^2}{(0,0832)^4 (0,510)} \approx 66,1.$$

$$\boxed{K_p = 66,1}.$$

Problema 2. Electrólisis de nitrato de plata

En el cátodo:



La carga que circula es

$$Q = It = (0,5 \text{ A})(2 \cdot 3600 \text{ s}) = 3600 \text{ C}.$$

a) Masa depositada

$$n(\text{e}^-) = \frac{Q}{F} = \frac{3600 \text{ C}}{96500 \text{ C mol}^{-1}} = 0,0373 \text{ mol}.$$

La estequiometría es **1 : 1**:

$$m(\text{Ag}) = (0,0373 \text{ mol})(107,9 \text{ g mol}^{-1}) = 4,03 \text{ g}.$$

$$\boxed{m(\text{Ag}) = 4,03 \text{ g}}.$$

b) Moles de ion plata restantes

$$n_0(\text{Ag}^+) = MV = (0,1 \text{ mol L}^{-1})(1 \text{ L}) = 0,100 \text{ mol}.$$

$$n(\text{Ag}) = \frac{4,03 \text{ g}}{107,9 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0373 \text{ mol}.$$

Cada mol de plata depositada consume un mol de Ag^+ :

$$n_{\text{restante}}(\text{Ag}^+) = 0,100 - 0,0373 = 0,0627 \text{ mol}.$$

$$\boxed{n_{\text{restante}}(\text{Ag}^+) \approx 0,063 \text{ mol}}.$$