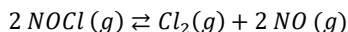


**CRITERIOS CORRECCIÓN**

No poner unidades en la magnitud final requerida, penaliza con 0,25 ptos.

**Bloque A (elegir DOS preguntas de las cuatro propuestas)**

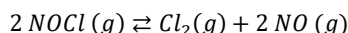
**Pregunta 1 (3 puntos)** A una temperatura de 460 °C se introdujeron 2,5 moles de NOCl en un recipiente cerrado de volumen 1 L. Una vez alcanzado el equilibrio se determinó que se habían formado 0,78 moles de NO



- a) (1 punto) Calcule la constante de equilibrio  $K_c$ .
- b) (1 punto) Calcule la constante de equilibrio  $K_p$ .
- c) (1 punto) Calcule la presión total de la mezcla en equilibrio a esa temperatura.

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

a)  $T = 460 + 273 = 733 \text{ K}$                        $V = 1 \text{ L}$                        $[\text{NOCl}]_0 = 2,5 / 1 = 2,5 \text{ M}$



$C_0$	2,5		
$C_r$	x		
$C_e$	2,5 - x	x/2	x = 0,78
	2,5 - x = 1,72M	0,78/2 = 0,39M	0,78M

**0,5 PUNTOS (COMPOSICION EN EQUILIBRIO)**

$$K_c = \frac{[\text{Cl}_2][\text{NO}]^2}{[\text{NOCl}]^2} = \frac{0,39 \cdot 0,78^2}{1,72^2} = 8,02 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

**0,5 PUNTOS (VALOR DE  $K_c$ )**  
**NO PONER UNIDADES RESTA 0.25 PUNTOS**

b)  $K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 8,02 \cdot 10^{-2} \cdot (RT)^{3-2} = 8,02 \cdot 10^{-2} \cdot 0,082 \cdot 733 = 4,82 \text{ atm}$

**1 PUNTO. NO PONER UNIDADES RESTA 0.25 PUNTOS**

- c) Como  $V = 1 \text{ L}$ , los moles en equilibrio de cada especie serán iguales numéricamente a sus concentraciones.

$n_{\text{TOTAL}} = 1,72 + 0,39 + 0,78 = 2,89 \text{ moles}$

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{2,89 \cdot 0,082 \cdot 733}{1} = 173,71 \text{ atm}$$

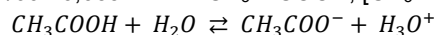
**1 PUNTO. NO PONER UNIDADES RESTA 0,25 PTOS.**

**Pregunta 2 (3 puntos)** Se preparó una disolución de ácido acético ( $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ ) disolviendo 2 g de éste en 250 mL de agua. Sabiendo que su constante de acidez es  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$

- a) (1 punto) Calcule la concentración de todas las especies en equilibrio.
- b) (1 punto) Calcule el grado de disociación del ácido acético.
- c) (1 punto) Calcule el pH de la disolución.

Datos: Masas atómicas relativas     $C = 12$ ;     $O = 16$      $H = 1$

a)  $M_r (\text{CH}_3 - \text{COOH}) = 60$      $n = 2/60 = 0,033 \text{ mol de } \text{CH}_3 - \text{COOH}$ ;     $[\text{CH}_3 - \text{COOH}]_0 = 0,033/0,250 = 0,13 \text{ M}$



$C_0$	0,13		
$C_r$	x		
$C_{eq}$	0,13 - x	x	x

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,13 - x} \quad 0,13 - X \approx 0,13$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,13} \quad X = 1,53 \cdot 10^{-3} \quad \text{0,5 PUNTOS (CÁLCULO DE LA X)}$$

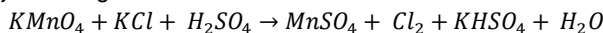
$$[\text{CH}_3 - \text{COOH}]_{\text{eq}} = 0,13 - 1,53 \cdot 10^{-3} = 0,128 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3 - \text{COO}^-]_{\text{eq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} = 1,53 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad \mathbf{0,5 \text{ PUNTOS (COMPOSICIÓN EQUILIBRIO)}}$$

b)  $\alpha = \frac{x}{c_0} = \frac{1,53 \cdot 10^{-3}}{0,13} = 0,012 \rightarrow 1,2\% \quad \mathbf{(1 \text{ PUNTO})}$

c)  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(1,53 \cdot 10^{-3}) = 2,82 \quad \mathbf{(1 \text{ PUNTO})}$

**Pregunta 3 (3 puntos)** En la siguiente reacción redox:

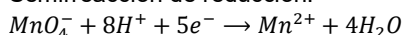


a) **(1 punto)** Escriba las semirreacciones de oxidación y reducción y señale claramente cuál es el oxidante y el reductor.

b) **(1 punto)** Ajuste las ecuaciones iónica y molecular.

c) **(1 punto)** Calcule cuántos gramos de KCl hacen falta para reaccionar completamente con 5,5 g de  $\text{KMnO}_4$ . Datos: Masas atómicas relativas: K = 39; Mn = 55; O = 16; Cl = 35,5

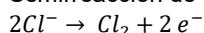
a) Semirreacción de reducción:



OXIDANTE:  $\text{MnO}_4^-$

**0,5 PUNTOS**

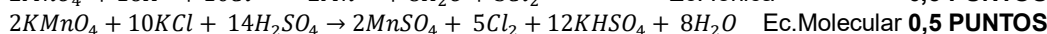
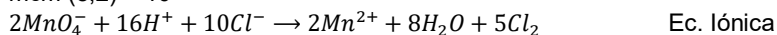
Semirreacción de oxidación:



REDUCTOR:  $\text{Cl}^-$

**0,5 PUNTOS**

b) mcm (5,2) = 10



c)  $M_r(\text{KMnO}_4) = 158 \quad M_r(\text{KCl}) = 74,5 \quad n = \frac{5,5}{158} = 0,035 \text{ mol de } \text{KMnO}_4$

$$\frac{2 \text{ mol de } \text{KMnO}_4}{10 \text{ mol de } \text{KCl}} = \frac{0,035}{x}$$

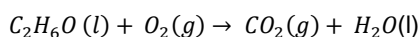
$$x = 0,175 \text{ mol de } \text{KCl}$$

**0,5 PUNTOS**

$$m = 0,175 \cdot 74,5 = 13,04 \text{ g de } \text{KCl}$$

**0,5 PUNTOS**

**Pregunta 4 (3 puntos)** Dada la ecuación de la reacción de combustión del etanol:



a) **(1 punto)** Ajuste la ecuación y calcula la entalpía de combustión del etanol.

b) **(1 punto)** Calcule la variación de entropía de esta reacción.

c) **(1 punto)** Determine si este proceso será espontáneo a 25 °C.

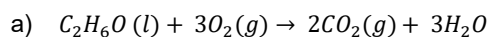
Datos:

$$\Delta H_f^\circ \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l}) = -277,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$S^\circ \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l}) = 160,7 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}; S^\circ \text{O}_2(\text{g}) = 204,8 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$S^\circ \text{CO}_2(\text{g}) = 213,6 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}; S^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 69,9 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$



$$\Delta H = [2 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 3 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] - \Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$$

$$\Delta H = [2 \cdot (-393,5) + 3 \cdot (-285,8)] - (-277,7) = -1366,7 \text{ kJ}$$

**0,5 PUNTOS**

**0,5 PUNTOS**

b)  $\Delta S^\circ = [2 \cdot S^\circ(\text{CO}_2) + 3 \cdot S^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [S^\circ(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) + 3 \cdot S^\circ(\text{O}_2)]$

$$\Delta S^\circ = [2 \cdot (213,6) + 3 \cdot (69,9)] - [(160,7) + 3 \cdot (204,8)] = -138,2 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

**0,5 PUNTOS**

**0,5 PUNTOS**

c)  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = -1366,7 \cdot 10^3 - 298 \cdot (-138,2) = -1325516,4 \text{ J} = -1325,52 \cdot \text{kJ}$

**0,5 PUNTOS**

Como  $\Delta G^0 < 0$  el proceso será espontáneo.

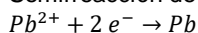
**0,5 PUNTO**

**Pregunta 5 (2 puntos)** Se quiere construir una pila galvánica a partir de los pares  $Pb^{2+}/Pb$  y  $Zn^{2+}/Zn$   
 a) **(1 punto)** Indique cuál es el cátodo y cuál es el ánodo y escriba las reacciones que tienen lugar en cada uno de los electrodos, indicando cual es el oxidante y cual el reductor.

b) **(1 punto)** Haga un esquema de la pila, indicando la dirección de circulación de los electrones y calcule su el potencial estándar. Datos:  $E^0 (Pb^{2+}/Pb) = -0,13 V$ ;  $E^0 (Zn^{2+}/Zn) = -0,76 V$

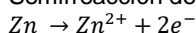
a) De la observación de los potenciales se deduce que  $E^0 (Pb^{2+}/Pb) > E^0 (Zn^{2+}/Zn)$ , por lo que se reducirá el  $Pb^{2+}$ , este será el **cátodo**, y se oxidará el Zn, que será el **ánodo**.

Semirreacción de reducción (en el **cátodo**)



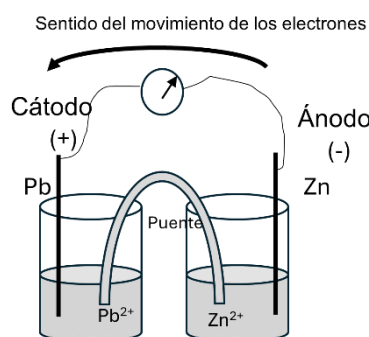
**0,5 PUNTOS**

Semirreacción de oxidación (en el **ánodo**)



**0,5 PUNTOS**

**b) TANTO DIBUJO COMO NOTACIÓN CIENTÍFICA SE CONSIDERA VÁLIDO**



O también valdría la notación científica:  $Zn | Zn^{2+} || Pb^{2+} | Pb$  y se indica que los electrones se desplazan del ánodo al cátodo, en este esquema sería desde el elemento de la izquierda al elemento de la derecha.

**0,5 PUNTOS**

$$E^0 = E^0_{CAT} - E^0_{AND} = -0,13 - (-0,76) = 0,63 V$$

**0,5 PUNTOS**

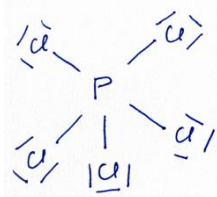
**Pregunta 6 (2 puntos)** Sean las moléculas  $PCl_5$ ,  $NH_3$ ,  $BCl_3$  y  $H_2O$

a) **(1 punto)** Escribe la estructura de Lewis de cada una de ellas.

b) **(1 punto)** Deduzca su geometría usando la Teoría de Repulsión de Pares de electrones.

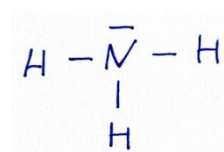
**a)  $PCl_5$**

El P tiene 5 electrones de valencia y el Cl 7. En total en la molécula, para enlace habrá  $5 + 5 \cdot 7 = 40$  electrones, es decir 20 pares. Como el P puede expandir el octeto la estructura de Lewis será:



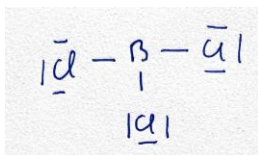
**0,25 PUNTOS**

**$NH_3$ :** El N tiene 5 electrones de valencia y el H 1. En total en la molécula, para enlace habrá  $5 + 3 \cdot 1 = 8$  electrones, es decir 4 pares.



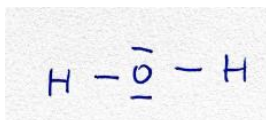
**0,25 PUNTOS**

**BCl<sub>3</sub>**: El B tiene 3 electrones de valencia y el Cl 7. En total en la molécula, para enlace habrá  $3 + 3 \cdot 7 = 24$  electrones, es decir 12 pares



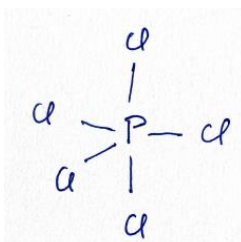
0,25 PUNTOS

**H<sub>2</sub>O**: El O tiene 6 electrones de valencia y el H 1. En total en la molécula, para enlace habrá  $6 + 2 \cdot 1 = 8$  electrones, es decir 4 pares.



0,25 PUNTOS

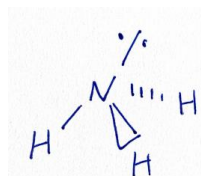
- b) Usando la TRPEV los cinco pares de enlace alrededor del P, el átomo central, se dispondrán lo más separados posible para minimizar las repulsiones, por lo que la geometría será una **bipirámide trigonal**.



0,25 PUNTOS

(SI SE DIBUJA Y NO SE DICE EL NOMBRE DE LA GEOMETRÍA TAMBIÉN SERÍA CORRECTO)

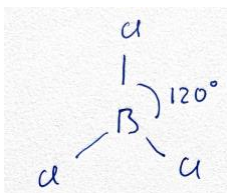
Los cuatro pares alrededor del N se dispondrán según los vértices de un tetraedro para minimizar las repulsiones. Como uno de los vértices no está ocupado por H, la geometría resultante es una pirámide de base triangular.



0,25 PUNTOS

(SI SE DIBUJA Y NO SE DICE EL NOMBRE DE LA GEOMETRÍA SERÍA CORRECTO)

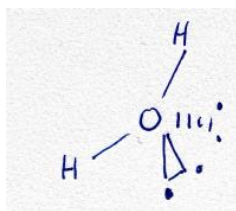
Los 3 pares de enlace alrededor del B se dispondrán sobre un plano formando ángulos de  $120^\circ$ , dando lugar a una geometría trigonal plana.



0,25 PUNTOS

(SI SE DIBUJA Y NO SE MENCIONA SU NOMBRE SERÍA CORRECTO)

Los 4 pares alrededor del O se sitúan según los vértices de un tetraedro. Como dos posiciones están ocupadas por pares solitarios, la geometría resultante es angular, cuyo ángulo será menor de  $109,5^\circ$  (correspondiente a una geometría tetraédrica) debido a las repulsiones generadas por los pares solitarios.



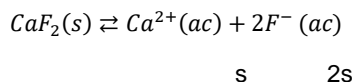
0,25 PUNTOS

(CON DIBUJARLO Y NO DECIR SU NOMBRE SERÍA CORRECTO)

**Pregunta 7 (1 punto)** Señale cuales de las siguientes combinaciones de números cuánticos de un electrón en un átomo **no son correctas** e indique en su caso la razón.

	(2,1,-1,1/2)	(3,2,-2,0)	(2,2,1,1/2)	(3,0,0,-1/2)	
(2,1,-1,1/2)	Correcta				0,25 PUNTOS
(3,2,-2,0)	Incorrecta, el número cuántico de spin sólo puede tomar los valores $m_s = \frac{1}{2}$ o $m_s = -\frac{1}{2}$				0,25 PUNTOS
(2,2,1,1/2)	Incorrecta, si $n = 2$ , $l$ sólo puede valer 0 ó 1				0,25 PUNTOS
(3,0,0,-1/2)	Correcta				0,25 PUNTOS

**Pregunta 8 (1 punto)** Sabiendo que el producto de solubilidad de  $\text{CaF}_2$  es  $K_{ps} = 3,4 \cdot 10^{-11}$  a  $25^\circ\text{C}$ , calcule la solubilidad molar de  $\text{CaF}_2$  a esa temperatura.



$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$$

0,5 PUNTOS

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_{ps}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{3,4 \cdot 10^{-11}}{4}} = 2,04 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

0.5 PUNTOS.NO UNIDADES PENALIZA 0,25 PTOS

**Pregunta 9 (1 punto)** La ecuación de velocidad de la reacción entre el monóxido de nitrógeno y el dióxígeno es:  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$ ,

- a) **(0,5 puntos)** Determine el orden de reacción respecto a cada reactivo y el orden total  
 b) **(0.5 puntos)** Explique qué ocurriría a la velocidad de la reacción si se duplica la concentración de NO y la de  $\text{O}_2$  se reduce a la mitad.

- a) El orden de reacción respecto al NO es 2 y respecto al  $\text{O}_2$  es 1. 0,25 PUNTOS  
 El orden total de la reacción es 3 0,25 PUNTOS  
 b)  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$

Si llevamos a cabo los cambios pedidos cambia la velocidad de la reacción:

$$v' = k(2[\text{NO}])^2 \left( \frac{[\text{O}_2]}{2} \right) = \frac{4}{2} k[\text{NO}]^2[\text{O}_2] = 2v$$

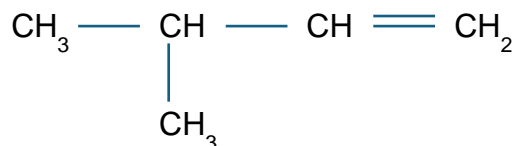
La velocidad de la reacción se duplica 0,5 PUNTOS

**Pregunta 10 (1 punto)**

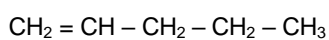
- a) **(0,5 puntos)** Escriba las fórmulas de un isómero de cadena y otro de posición del siguiente compuesto:  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- b) **(0,5 puntos)** Escriba la fórmula de un isómero de función de la butanona  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$

- a) Existen varias posibilidades para el isómero de cadena.  
Podría ser, por ejemplo:

**Sólo se pide una.  
0,25 PUNTOS**

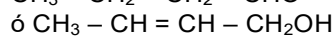
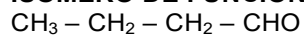


Sólo hay un isómero de posición posible:



**0,25 PUNTOS**

- b) **ISÓMERO DE FUNCIÓN:**



**HAY OTRAS OPCIONES TAMBIÉN VÁLIDAS**

**0,5 PUNTOS**