



## QUÍMICA

### OPCIÓN A

#### 1. (2,5 puntos)

Para la reacción química general  $A + B \rightarrow C + D$ , a una temperatura determinada, la velocidad inicial de desaparición de A varía con las concentraciones iniciales de los reactivos en la forma que se indica en la tabla:

Experimento	[A] <sub>0</sub> (M)	[B] <sub>0</sub> (M)	Velocidad inicial (M s <sup>-1</sup> )
1	0,2	0,2	2,32 x 10 <sup>-4</sup>
2	0,8	0,2	9,28 x 10 <sup>-4</sup>
3	1,2	1,2	8,35 x 10 <sup>-3</sup>

- Determine la ecuación de velocidad para la reacción, indicando el orden de reacción parcial respecto del reactivo A y del reactivo B. **(2,0 puntos)**
- Calcule el valor de la constante de velocidad, k, e indique sus unidades. **(0,5 puntos)**

#### Solución.

- Cálculo de los órdenes de reacción parciales.

$$\text{Ley de velocidad general: } v = k [A]^m [B]^n \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Aplicación de la ley de velocidad general a cada experimento:

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= k (0,2)^m (0,2)^n = 2,32 \times 10^{-4} \\ v_2 &= k (0,8)^m (0,2)^n = 9,28 \times 10^{-4} \end{aligned} \right\} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{9,28 \times 10^{-4}}{2,32 \times 10^{-4}} = \left(\frac{0,8}{0,2}\right)^m \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$4 = 4^m \quad \mathbf{m = 1 \text{ (Orden de reacción respecto de A)}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$v_3 = k (1,2)(1,2)^n = 8,35 \times 10^{-3} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{8,35 \times 10^{-3}}{9,28 \times 10^{-4}} = \left(\frac{1,2}{0,8}\right) \left(\frac{1,2}{0,2}\right)^n \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$9 = (1,5)(6)^n \quad 6 = (6)^n \quad \mathbf{n = 1 \text{ (Orden de reacción respecto de B)}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\text{Ecuación de velocidad: } v = k [A][B] \quad \text{(0,25 puntos)}$$

- Cálculo del valor de k.

$$v_1 = 2,32 \times 10^{-4} = k (0,2)(0,2) \quad k = \frac{2,32 \times 10^{-4}}{0,04} = 5,8 \times 10^{-3} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\text{Unidades de k } \frac{\text{M s}^{-1}}{\text{M}^2} = \text{M}^{-1} \text{s}^{-1} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



**2. (2,5 puntos)**

Calcule el pH de la disolución resultante de diluir 10 mL de una disolución acuosa de amoníaco,  $\text{NH}_3$ , al 10% en masa de amoníaco y densidad  $0,98 \text{ g mL}^{-1}$ , con agua hasta un volumen final de la disolución de 1 L.

**Datos.**  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$ . Masas atómicas: N = 14 u; H = 1 u.

**Solución.**

- Cálculo de la concentración de la disolución inicial de  $\text{NH}_3(\text{ac})$ .

$$\frac{10 \text{ g NH}_3}{100 \text{ g disolución}} \times \frac{0,98 \text{ g disolución}}{1 \text{ mL disolución}} \times \frac{1000 \text{ mL disolución}}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} = 5,76 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

- Cálculo del nº de moles de  $\text{NH}_3$  en 10 mL de disolución.

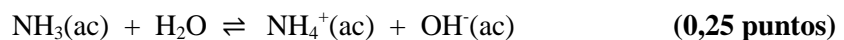
$$\frac{5,76 \text{ moles de NH}_3}{1 \text{ L de disolución}} \times 0,01 \text{ L disolución} = 0,0576 \text{ moles de NH}_3 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

- Concentración de  $\text{NH}_3$  en la disolución resultante de la dilución.

$$[\text{NH}_3]_f = 0,0576 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

- Cálculo del pH en la disolución final.

Reacción de transferencia de protones en la disolución.



Inicial (M)	0,0576	—	0	0	
Reaccionan	-x		x	x	(0,25 puntos)
Equilibrio	0,0576 - x		x	x	(0,25 puntos)

$$K_b(\text{NH}_3) = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \quad 1,8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0,0576-x} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$x = [\text{OH}^-] = 1,01 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\text{pOH} = 3 \quad \text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad \text{pH} = 11 \quad \text{(0,25 puntos)}$$



**3. (1,0 punto)**

Indique el material de laboratorio necesario para realizar la determinación de la concentración de  $\text{H}_2\text{O}_2$  en el agua oxigenada comercial, utilizando una disolución de permanganato de potasio.

**Solución:**

- Bureta con soporte. **(0,25 puntos)**
- Erlenmeyer. **(0,25 puntos)**
- Pipeta aforada. **(0,25 puntos)**
- Probeta u otro material relevante. **(0,25 puntos)**



4. (2,0 puntos)

- A. Para el elemento X, caracterizado por pertenecer al grupo 15 y al período 4 de la tabla periódica: i) escriba la configuración electrónica en el estado fundamental; ii) indique su número atómico; iii) indique el número de electrones desapareados que presenta en el estado fundamental; iv) escriba la configuración electrónica del anión  $X^{3-}$  en estado fundamental. **(1,0 punto)**

**Solución.**

- i. Configuración electrónica en estado fundamental:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$  **(0,25 puntos)**  
ii. El número atómico (Z) coincide con el número de electrones del átomo neutro:  $Z = 33$   
**(0,25 puntos)**  
iii. El átomo presenta todos los electrones apareados excepto los de los orbitales 4p. De acuerdo con el principio de máxima multiplicidad de Hund, estos **tres electrones** ocuparán los tres orbitales 4p y, por tanto, estarán desapareados. **(0,25 puntos)**  
iv. Configuración electrónica del anión  $X^{3-}$  en estado fundamental:  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$  **(0,25 puntos)**

- B. Justifique la diferencia en los valores de las temperaturas normales de ebullición del  $NH_3$  (239,8 K) y del  $NF_3$  (144,1 K), si las dos moléculas presentan la misma estructura molecular (pirámide trigonal) y las dos son polares. **(1,0 punto)**

**Solución.**

- En la ebullición se rompen las fuerzas intermoleculares presentes en las sustancias. **(0,25 puntos)**
- Las temperaturas normales de ebullición son tanto más elevadas cuanto más intensas sean las fuerzas intermoleculares presentes. **(0,25 puntos)**
- En el  $NH_3$  existen puentes de hidrógeno que no existen en el  $NF_3$  **(0,25 puntos)**. Puesto que los puentes de hidrógeno son más fuertes que las interacciones dipolo-dipolo presentes en las dos sustancias, el  $NH_3$  presenta una temperatura normal de ebullición superior a la del  $NF_3$ . **(0,25 puntos)**



5. (2,0 puntos)

- A. Deduzca el carácter polar, o no polar, de la molécula  $\text{BeCl}_2$ , que presenta una geometría molecular lineal. **(0,50 puntos)**

**Solución.**

El cloro es más electronegativo que el berilio, por lo que los enlaces  $\text{Be} - \text{Cl}$  son polares.

**(0,25 puntos)**

En la geometría lineal, la resultante de la suma vectorial de los vectores de los momentos dipolares individuales de cada enlace es cero, luego la molécula es no polar.

**(0,25 puntos)**

- B. Nombre y escriba las fórmulas semidesarrolladas de los compuestos **orgánicos** que intervienen en las siguientes reacciones químicas:

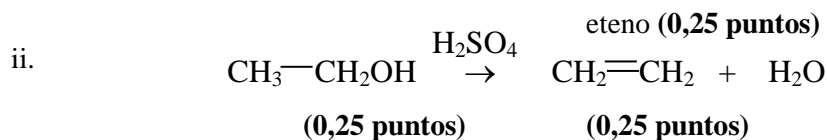
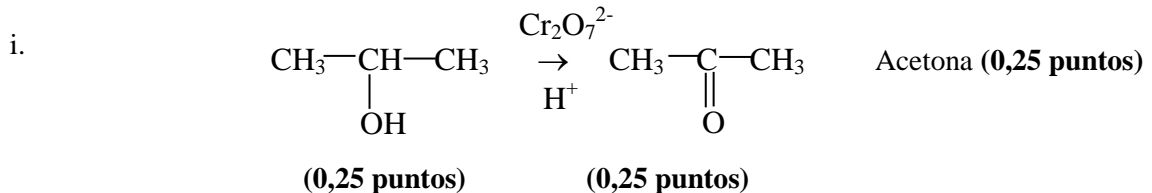
i. Oxidación de 2-propanol (propan-2-ol) con dicromato,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , en medio ácido.

**(0,75 puntos)**

ii. Deshidratación del etanol en presencia de ácidos fuertes.

**(0,75 puntos)**

**Solución.**



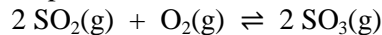


## QUÍMICA

### OPCIÓN B

#### 1. (2,5 puntos)

En un recipiente cerrado de 2 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 0,5 moles de  $\text{SO}_2(\text{g})$ , 0,2 moles de  $\text{O}_2(\text{g})$  y 0,5 moles de  $\text{SO}_3(\text{g})$ . La mezcla gaseosa se calienta a 1000 K, alcanzándose el equilibrio representado por la reacción:



En el equilibrio, la presión parcial de  $\text{SO}_2(\text{g})$  es de 10 atm.

- Indique, de forma razonada, el sentido en el que evolucionará el sistema para alcanzar el equilibrio. **(1,0 punto)**
- Calcule el valor de  $K_c$  para la reacción en equilibrio a 1000 K, tal y como está escrita. **(1,5 puntos)**

**Dato.**  $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

#### Solución.

- Determinación de la reacción que se produce mayoritariamente para alcanzar el estado de equilibrio.

#### ALTERNATIVA 1.

- Cálculo del número de moles de  $\text{SO}_2(\text{g})$  en el equilibrio y la comparación con el número de moles iniciales.

$$n[\text{SO}_2(\text{g})]_{\text{eq}} = \frac{p[\text{SO}_2(\text{g})]_{\text{eq}} V}{R T} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$n[\text{SO}_2(\text{g})]_{\text{eq}} = \frac{10 \text{ (atm)} 2 \text{ (L)}}{0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} 1000 \text{ K}} \quad n[\text{SO}_2(\text{g})]_{\text{eq}} = 0,244 \text{ moles}$$

**(0,25 puntos)**

$$n[\text{SO}_2(\text{g})]_i = 0,5 \text{ moles}$$

En la reacción se produce una disminución del número de moles de  $\text{SO}_2(\text{g})$  **(0,25 puntos)**. Mayoritariamente se produce la reacción en el sentido en que reacciona y se consume el  $\text{SO}_2(\text{g})$ , es decir, de izquierda a derecha. **(0,25 puntos)**

#### ALTERNATIVA 2.

- Cálculo de la presión parcial del  $\text{SO}_2(\text{g})$  en las condiciones iniciales.

$$p[\text{SO}_2(\text{g})]_i = \frac{n[\text{SO}_2(\text{g})]_i R T}{V} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$p[\text{SO}_2(\text{g})]_i = \frac{0,5 \text{ moles } 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} 1000 \text{ K}}{2 \text{ L}} = 20,5 \text{ atm} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

En la reacción se produce una disminución del valor de la presión parcial del  $\text{SO}_2(\text{g})$  **(0,25 puntos)**, lo que supone que disminuye el número de moles de  $\text{SO}_2(\text{g})$ , luego, mayoritariamente, se produce la reacción en el sentido en que reacciona y se consume el  $\text{SO}_2(\text{g})$ , es decir, de izquierda a derecha. **(0,25 puntos)**



- Cálculo de  $K_c$ .

Reacción:	$2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$			
Inicial (moles)	0,5	0,2	0,5	
Reaccionan	- 2x	- x	+ 2x	<b>(0,25 puntos)</b>
Equilibrio	0,5 - 2x	0,2 - x	0,5 + 2x	<b>(0,25 puntos)</b>

$n[\text{SO}_2(\text{g})]_{\text{eq}} = 0,244$  moles. Pueden haber calculado este valor en la alternativa 1. En caso contrario deben calcularlo en este apartado.

$$0,244 = 0,5 - 2x \quad x = 0,128 \text{ moles} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

$$[\text{SO}_2(\text{g})]_{\text{eq}} = \frac{0,244 \text{ moles}}{2 \text{ L}} = 0,122 \text{ M}$$
$$[\text{SO}_3(\text{g})]_{\text{eq}} = \frac{(0,5+0,256) \text{ moles}}{2 \text{ L}} = 0,378 \text{ M}$$
$$[\text{O}_2(\text{g})]_{\text{eq}} = \frac{(0,2-0,128) \text{ moles}}{2 \text{ L}} = 0,036 \text{ M} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3(\text{g})]_{\text{eq}}^2}{[\text{SO}_2(\text{g})]_{\text{eq}}^2 [\text{O}_2(\text{g})]_{\text{eq}}} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

$$\mathbf{K_c = 266,7} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$



2. (2,5 puntos)

Se construye una pila voltaica con los siguientes electrodos: a) una tira de cobre sumergida en una disolución acuosa de  $\text{Cu}^{2+}(\text{ac})$  1 M; b) una tira de plata sumergida en una disolución acuosa de  $\text{Ag}^+(\text{ac})$  1 M.

i. Escriba las semirreacciones de oxidación y de reducción que se producen, de forma espontánea, durante el funcionamiento de la pila. Calcule el potencial estándar de la pila.

(1,0 punto)

ii. Dibuje un esquema de la pila indicando el ánodo, el cátodo y el sentido en el que fluyen los electrones cuando funciona la pila.

(1,5 puntos)

**Datos.**  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$        $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$

**Solución:**

i. Semirreacción de oxidación:



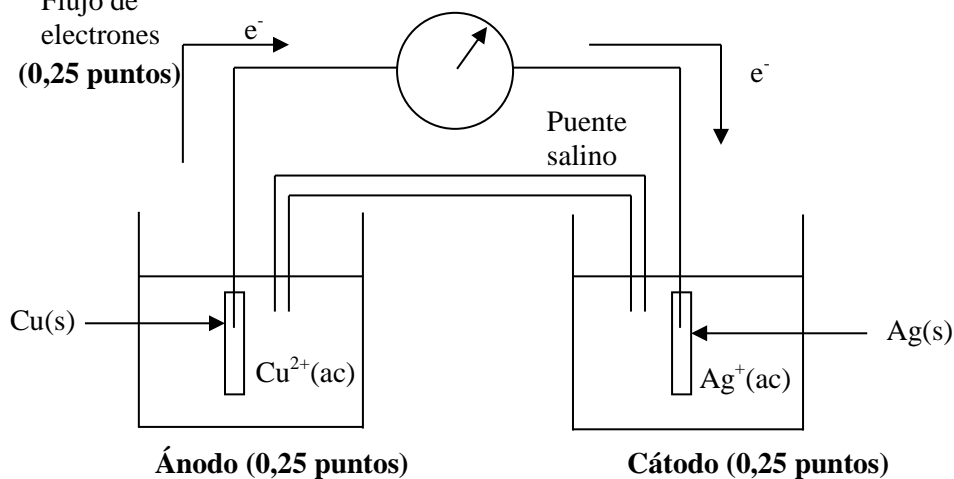
Semirreacción de reducción:



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

$$E^\circ_{\text{pila}} = 0,80 - 0,34 = 0,46 \text{ V} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

ii. Flujo de electrones  
(0,25 puntos)



Dibuja electrodo  $\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}$  (0,25 puntos)

Dibuja electrodo  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  (0,25 puntos)

Dibuja puente salino, voltímetro, conexiones eléctricas. (0,25 puntos)





3. (1 punto)

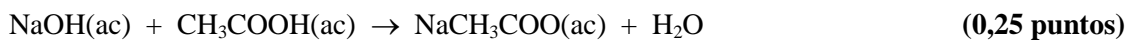
En la realización de una volumetría ácido-base para determinar la concentración de ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , en una disolución acuosa, 10 mL de la disolución acuosa del ácido se diluyen con 50 mL de agua. La neutralización exacta de esta disolución consume 15 mL de disolución acuosa de hidróxido de sodio,  $\text{NaOH}$ , 0,05 M.

- Calcule la concentración del ácido acético en la disolución inicial. **(0,75 puntos)**
- Indique el nombre del material de laboratorio en el que se alojaría la disolución acuosa de hidróxido de sodio. **(0,25 puntos)**

**Solución.**

i.

- Reacción de neutralización.



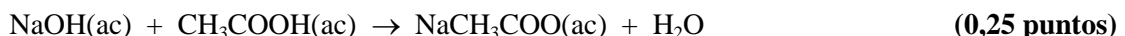
- En el punto de equivalencia:  $n(\text{NaOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH})$  **(0,25 puntos)**

$$n(\text{NaOH}) = 0,015 \text{ L disolución} \times \frac{0,05 \text{ moles NaOH}}{1 \text{ L disolución}} = 7,5 \times 10^{-4} \text{ moles de NaOH}$$

- Concentración de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  en la disolución inicial.

$$\frac{7,5 \times 10^{-4} \text{ moles de CH}_3\text{COOH}}{0,01 \text{ L disolución}} = 0,075 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

**ALTERNATIVA.**



$$V_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} = V_{\text{CH}_3\text{COOH}} \times M_{\text{CH}_3\text{COOH}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$0,015 \text{ L disolución} \times \frac{0,05 \text{ moles de NaOH}}{1 \text{ L disolución}} = 0,060 \text{ L disolución} \times M_{\text{CH}_3\text{COOH}}$$

$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,0125 \text{ M} \quad \text{en la disolución valorada}$$

En los 10 mL de la disolución inicial:

$$6 \times 10^{-2} \text{ L disolución} \times \frac{0,0125 \text{ moles CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ L disolución}} = 7,5 \times 10^{-4} \text{ moles}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_i = \frac{7,5 \times 10^{-4} \text{ moles}}{0,01 \text{ L disolución}} = 0,075 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

- La disolución acuosa de hidróxido de sodio se alojaría en **la bureta**. **(0,25 puntos)**



**4. (2,0 puntos)**

- A. Indique, el número cuántico, y sus posibles valores, que representa según la teoría mecanocuántica:  
i) la energía de un orbital; ii) la orientación espacial de un orbital. **(1,0 punto)**

**Solución.**

- i. En la teoría mecanocuántica, la energía de un orbital está representada por su número cuántico principal, **n**, **(0,25 puntos)** cuyos valores pueden ser 1, 2, 3,..... $\infty$ . **(0,25 puntos)**
- ii. En la teoría mecanocuántica, la orientación espacial de un orbital está representada por el número cuántico, **m<sub>l</sub>**, **(0,25 puntos)**, cuyos valores posibles son desde **(- 1) hasta (+ 1) incluido el cero (0,25 puntos)**.

- B. Los elementos X e Y ocupan las posiciones de la tabla periódica que se indican a continuación: X periodo = 4, grupo = 13; Y periodo = 4, grupo = 17. Indique el elemento que presentará el valor más alto del radio atómico. Justifique la respuesta. **(1,0 punto)**

**Solución.**

Los dos elementos se encuentran ubicados en el mismo período de la tabla periódica ( $n = 4$ ), el X en el grupo 13 y el Y en el grupo 17. En un período, el radio atómico disminuye al aumentar el número que representa el grupo **(0,25 puntos)**, es decir, al desplazarse de izquierda a derecha en un período. Esta variación es consecuencia que en ese sentido aumenta la carga nuclear efectiva de los átomos **(0,25 puntos)** y los electrones están atraídos por el núcleo con mayor intensidad, por lo que el radio atómico disminuirá al desplazarse de izquierda a derecha en la tabla periódica **(0,25 puntos)**. El elemento que presenta el valor más elevado del radio atómico es el X **(0,25 puntos)**



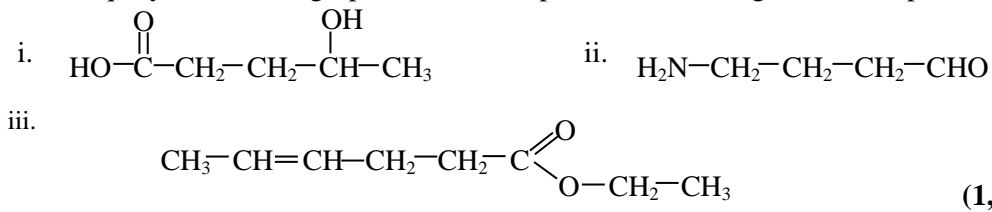
5. (2,0 puntos)

- A. Indique el tipo de hibridación del átomo central en las siguientes moléculas: i)  $\text{SiCl}_4$  (geometría tetraédrica); ii)  $\text{HCN}$  (geometría lineal). (0,5 puntos)

**Solución**

- i. En una geometría molecular tetraédrica, el átomo central de la molécula presenta una hibridación  $\text{sp}^3$  (0,25 puntos)
- ii. En una geometría molecular lineal, el átomo central de la molécula presenta una hibridación  $\text{sp}$ . (0,25 puntos)

- B. Identifique y nombre los grupos funcionales presentes en los siguientes compuestos:



**Solución.**

- i. Grupo funcional **COOH: ácido (0,25 puntos)**  
Grupo funcional **C – OH: alcohol (0,25 puntos)**
- ii. Grupo funcional **CHO: aldehído (0,25 puntos)**  
Grupo funcional **NH<sub>2</sub>: amina (0,25 puntos)**
- iii. Grupo funcional **doble enlace: -eno (0,25 puntos)**  
Grupo funcional **R – COO – : éster (0,25 puntos)**